PROCEEDINGS BOOK

ANADOLU 11. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

DİYARBAKIR
29 - 30 ARALIK 2022

ANADOLU
11. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

ANADOLU

11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

December 29- 30, 2022- Diyarbakir

ISBN : 978-625-6393-03-5

Academy Global Publishing House

ANADOLU
11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
DECEMBER 29- 30, 2022
DIYARBAKIR

Edited By
PROF. DR. HÜLYA ÇIÇEK KANBUR

CONGRESS ORGANIZING BOARD
Head of Conferece: *Prof. Dr. Həcər Hüseynova*
Head of Organizing Board: *Dr Gültekin Gürçay*
Organizing Committee Member: *Dr. Amaneh Manafidizaji*
Organizing Committee Member:: *Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur*
Organizing Committee Member:: *Dr. Öğr. Üyesi Özcan EKİCİ*
Organizing Committee Member: *Dr. Zemfira Abbasova*
Organizing Committee Member: *Doç.F.ü.f.d., İradə Kərimova*
Organizing Committee Member: *Aynurə Əliyeva*
Organizing Committee Member: *Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə*
Organizing Committee Member: *Doç. Dr. Sevinc Sadıqova*
Organizing Committee Member: *Dr. Nadire Kantarcıoğlu*
Organizing Committee Member: *Dr. Mehdi Meskini Heydarlou*
Organizing Committee Member: *Doç. Dr. Könül Səmədova*
Organizing Committee Member: *Dr. Leman Kuzu*

All rights of this book belong to Academöy Conferences Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsibleboth ethically and juridically.
Academy Conference–2022 ©

Issued: 31.12.2022
ISBN: 978-625-6393-03-5

CONFERENCE ID

ANADOLU
11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
DECEMBER 29- 30, 2022
DIYARBAKIR

ORGANIIZATION
ACADEMY CONFERENCES

EVALUATION PROCESS
All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – India – Pakistabn – Nigeria- Malaysia- Moscow- Philippines – Ghana- Italy – Japan- Indonesia- Iran – Thailand . Libya- Algeria - Poland – Thailan – China – Pakistan – Morocco – Kuwait – Germany – Spain - Kuala Lumpur –Egypt – Greece – Japan- Qatar – Lativa

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
45% FROM Turkey And 55% From Other Counteries

LANGUAGES
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia

Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə - Azerbaijan

Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan

Prof. Dr. Burcu Semin AKEL - Turkiye

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia

Aynurə Əliyeva - Azerbaijan

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye

Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria

Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye

Prof. Dr. Naile BİLGİLİ - Türkiye

Prof. Dr. Başak HANEDAN - Türkiye

Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania

Doç. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran

Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA - Azerbaijan

Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan

Dr. Dody HARTANTO - Indonesia

Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran

Prof. Dr. Həcər Hüseynova - Azerbaijan

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan

Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan

Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan

Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria

Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR - Turkiye

Doç. Dr., İradə Kərimova - Azerbaijan

Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye

Prof. Dr. Fatma KOÇ - Turkiye

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU - Turkiye

Prof. Dr. Natalia LATYGINA - Ukraina

Sonali MALHOTRA - India

Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan

Prof. Muntazir MEHDI - Pakistan

Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan

Assist. Prof. K. R. PADMA – India

Doç. Dr. Sevinc Sadıqova - Azerbaijan

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan

Doç. Dr. Könül Səmədova - Azerbaijan

DR. Bhumika SHARMA - India

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia

Assoc. prof. Ivaylo STAYKOV, Bulgaria

Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia

Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam

Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia

Prof. Dr. Raihan YUSOPH -Philippines

Prof.Dr. Akbar VALADBIGI - Iran

Dr. Yang ZİTONG - China

ANADOLU 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

ANADOLU 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

12TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION "ADVENTURE OF ART FROM TRADITIONAL TO CONTEMPORARY"

DECEMBER 29-30, 2022 - DIYARBAKIR

CONGRESS PROGRAM

Online Presentation

Join Zoom Meeting

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via https://zoom.us/join site, enter ID instead of “Meeting ID
- or Personal Link Name” and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least** %70 of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

exp. H-..., S- ... NAME SURNAME

29.12. 2022 9: 00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Meeting ID: 879 9439 2037 Passcode: 29301222	
HALL:1 SESSION: 1 MODERATOR: ZOHAIB HASSAN SAIN	
ZOHAIB HASSAN SAIN	CHALLENGES FACED TO ONLINE EDUCATION & LEARNING İN PAKISTAN DURING COVID-19 PANDEMIC
DOÇ. DR. REFİKA ALTIKULAÇ DEMİRDAĞ	MUTLU PRENS VE DİĞER ÖYKÜLER: OSCAR WILDE'İN BAHÇESİNDE KENDİNİ GERÇEKLEŞTİRME ÖZGÜRLÜĞÜ
ASSIST.PROF.DR., EMİNE AKKAŞ BAYSAL ASSIST.PROF.DR., CUMHUR GÜNGÖR	PARENTAL VIEWS ON PRIMARY SCHOOL STUDENTS' ADAPTATION TO SCHOOL AFTER THE PANDEMIC
ASSIST.PROF.DR. ÜYESI CUMHUR GÜNGÖR ASSIST.PROF.DR. EMİNE AKKAŞ BAYSAL	CLASSROOM TEACHERS VIEWS ON THE LEARNING PROCESS OF ''DIFFICULT CHILDREN''
ASSOC. PROF. DR. MEHMET ALPTEKİN ASSOC. PROF. DR. TUBA ALPTEKİN	AHMET RASIM'IN "FALAKA" KITABINDA ÖĞRETMEN OTORITESI
ASSOC. PROF. DR. TUBA ALPTEKİN ASSOC. PROF. DR. MEHMET ALPTEKİN	THE CONTEXT OF LANGUAGE-CULTURE TRANSFER IN TEACHINGTURKISH TO FOREIGNERS GÖNÜL DAĞI SERIES
Öğretmen Hamide Kübra İNAN, Prof. Dr. Mehmet TAŞDEMİR	İLKÖĞRETİM II. KADEME (8.SINIF) GÖRSEL SANATLAR ÖĞRETİM PROGRAMININ ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ
Naile Betül Beyza BEKDİKLİ Doç. Dr. Pınar ŞAFAK	GÖRME YETERSİZLİĞİNDEN ETKİLENMİŞ ÇOCUKLARIN AKADEMİK DERS ÇALIŞMA ALIŞKANLIKLARININ İNCELENMESİ
Assoc. Prof. Dr. Duygu KOÇAK	KISMİ İLİŞKİLİ VERİDE BAĞIMLI GRUP T-TESTİ İÇİN BİR ALTERNATİF
Assoc. Prof. Dr. Duygu KOÇAK	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK YARDIMLAŞMA ALGISI
Dr. BURCUAKKAYA	KAMU İLKOKULLARINDA GÖREV YAPAN OKUL MÜDÜRLERİNİN PRAETORYANİST LİDERLİK DAVRANIŞLARI

29.12. 2022	9: 00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL:2 SESSION: 1	**MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi BARIŞ MERCİMEK**
Öğr. Gör. Dr. AYŞE GÜL CANİKLİOĞLU	İLKOKUL 4. SINIF FEN BİLİMLERİ DERS KİTAPLARINDA YER ALAN “BESİNLERİMİZ” ÜNİTESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
Dr. Öğr. Üyesi Ömer KEMİKSİZ	ORTAK ATASÖZLERİ BAKIMINDAN OKUL ATASÖZÜ SÖZLÜKLERİ
Dr. Öğr. Üyesi BARIŞ MERCİMEK	ÖĞRETİM SÜRECİNİ ETKİLEYEN YARDIMCI TEKNOLOJİLERE AİT ALT ÖĞELERİN SINIFLANDIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi BARIŞ MERCİMEK	ÖĞRENMENİN İYİLEŞTİRİLMESİNDE DİJİTAL KOŞULLARIN YAPILANDIRILMASI
MUZAFFER ATASOY Dr. Öğr. Üyesi, MURAT KARABULUT	MÜZIK EĞITIM TEKNOLOJILERININ INCELENMESI, MÜZIK ÖĞRETMENLERININ TEKNOLOJI FARKINDALIKLARI VE TEKNOLOJIYI KULLANMA SEVIYELERI
Şeyhmus BALİNAN Faruk GÜVEN	EXAMINATION OF SELF-REGULATION AND RELEASE TIME MANAGEMENT OF SECONDARY STUDENTS
Assist. Prof. Dr. SELEN UYGUNGİL ERDOĞAN Assist. Prof. Dr. ERCAN YÜKSEKYILDIZ	GEMİ KAPTANLARINDA BİLİŞSEL KAYIPLARA NEDEN OLAN FAKTÖRLERİN BULANIK AHP (BAHP) YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ
RAŞİT ÇAKIR Doç. Dr. HALİL İBRAHİM YILDIRIM	TEKNOLOJİ DESTEKLİ FEN ÖĞRETİMİNİN FEN DERSİNE YÖNELİK TUTUM ÜZERİNE ETKİSİ
Doktora Öğrencisi Nesa FEIZIPOUR Doç.Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN Prof.Dr. Muhamet EMİN ÖZDEMİR	TÜRKİYE’DE YAŞAYAN İRANLI ÖĞRENCİLERİN MATEMATİK DERSİNDE BAŞARILARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER
Doktora Öğrencisi, Nesa FEIZIPOUR Doç.Dr.Çiğdem ARSLAN Prof.Dr. Muhamet EMİN ÖZDEMİR	TÜRKİYE VE İRAN BEŞİNCİ SINIF MATEMATİK DERS KİTAPLARI ONDALIK SAYILAR KONUSUNUN FARKLI EĞİTİM PROĞRAMI ALTINDA ÖĞRENCİ KATILIM DURUMUNA GÖRE İNCELENMESİ

29.12. 2022	9: 00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 3 SESSION: 1	**MODERATOR: Prof. Dr. Ahmet GÜZEL**
Assoc. Prof. Dr. Ahmet ABAY	THE EFFECT OF INTERNAL ISRĀ'ĪLIYYĀT ON THE COMMENTS OF THE QUR'AN İN PARTİCULAR, SŪRAT AL-DUHĀ
Assoc. Prof. Dr. Ahmet ABAY	TA'LĪL/CAUSATION AS A METHOD OF EXPRESSION IN THE QUR'AN
Doç. Dr. Nesrişah SAYLAN, Doktora Öğrencisi Ahmet KILIÇ	ŞEVKÂNÎ'NİN HAYATI, İLMÎ KİŞİLİĞİ VE ESERLERİ
Dr. Saniye KARGAN	NECM SÛRESİ BAĞLAMINDA ESBÂB-I NÜZUL RİVAYETLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Prof. Dr. Ahmet GÜZEL	ABBASÎ HALİFESİ MUHAMMED EL-MEHDÎ'NİN EĞİTİMİ
Prof. Dr. Ahmet GÜZEL	HÂLİD B. VELÎD'İN HAYATI VE BENÎ CEZÎME SERİYYESİ'NDEKİ TUTUMUYLA İLGİLİ RİVAYETLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Ahmad ALHUSSEIN	Arabic Grammarian Method of Thought (Historical Background of Arabic Grammar)
Dr. Öğr. Üyesi Ahmad ALHUSSEIN	RHETORICAL SECRETS IN IBN AL-FARID POETRY
Doç. Dr. NURTEN KIMTER ÖZLÜFET KARAALP	EXAMINATION OF ENNEAGRAM PERSONALITY FEATURES IN UNIVERSITY STUDENTS IN TERMS OF DIFFERENT VARIABLES
Assoc. Prof. Dr. Emine GÜMÜŞ BÖKE	İSLAM HUKUKUNDA NİŞANI BOZMA DURUMUNDA TAZMİNAT
Assist. Prof. Fatih EROGLAN	A MODERN TELEVANGELIST PROFILE IN THE USA: JOEL OSTEEN
Dr. Öğr. Üyesi, Alaaddin KİRAZ	PROPHET'S GUIDANCE IN DEVELOPING YOUTH SKILLS

29.12. 2022 9: 00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Meeting ID: 879 9439 2037 Passcode: 29301222	
HALL: 4 SESSION: 1 MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. TURGUT İLERİ	
Assoc. Prof. Dr. TURGUT İLERİ	1930 YILINDA ATATÜRK'ÜN AMASYA, TOKAT VE HAVZA YÖRESİNE YAPTIĞI GEZİDE TARIMA İLİŞKİN TESPİTLERİ VE ÇÖZÜM ODAKLI ÖNERİLERİ
Assoc. Prof. Dr. TURGUT İLERİ	TBMM IX. YASAMA DÖNEMİ AMASYA VEKİLLERİNDEN İSMET OLGAÇ'IN PARLAMENTO FAALİYETLERİ VE MECLİS ÇALIŞMALARINA KATKISI (1950-1954)
Assoc. Prof. Dr. Nermin Zahide AYDIN	CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA İSTANBUL'DA HIDRELLEZ KUTLAMALARI (1929-1938)
Assoc. Prof. Dr. Nermin Zahide AYDIN	CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA KUTLANAN MİLLİ BAYRAMLAR VE ÖNEMİ
Res. Assist. Dr. Yaşam KARAÇAY ÇELİK	IRAK'TA BİR TÜCCAR SINIFI: ÇELEBİLER
Res. Assist. Dr. Yaşam KARAÇAY ÇELİK	IRAK'TAKİ YAHUDİ KÜLTÜRÜNDE İSİM VERME GELENEĞİ
Dr. Öğr. Üyesi, AHU SİMLA DEĞERLİ Doç. Dr. REYHAN DEMİR	UYGUR DUVAR RESMİNDE YER ALAN ÖĞELERİN GÖSTERGEBİLİMSEL ANALİZİ
Funda ÇEVİK ATAR	AMASYA GENELGESİ İLE ERZURUM VE SİVAS KONGRESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME
Dr. HASAN AKAY	FROM DEMOCRACY TO CIVIL SOCIETY: A STUDY OF TURKEY FROM 1923 TO THE PRESENT
Yüksek Lisans Öğrencisi, Süleyman İnanır	12 MART 1971 MUHTIRASI'NA GİDEN SÜREÇTE 9 MART CUNTASI
HÜSEYİN ENES UYSAL	GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE TÜRK TARİH KURUMU

29.12. 2022	9: 00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 5 SESSION: 1	**MODERATOR: . Assoc. Prof. Dr. Özcan IŞIK**
Assoc. Prof. Dr., BURCU GÜLSEVİL BELBER Graduate Student, GÜLŞEN KARADENİZ	LOCAL PERCEPTIONS OF TOURISTS VISITING THE CORE CAPPADOCIA REGION
Duygu BAYSAL KURT Şaduman YILDIZ Sevim AKGÜL	TURKISH TOURISM SECTOR DURING THE COVID-19 PANDEMIC: GENERAL EVALUATION
MEHMET KASAP Prof. Dr. AHMET BÜYÜKŞALVARCI BAHAR COLAK	LEADING COUNTRIES IN MEDICAL TOURISM AND HEALTH SYSTEM ANALYSIS
MEHMET KASAP Prof. Dr. AHMET BÜYÜKŞALVARCI BAHAR COLAK	REFLECTION OF THE CONCEPT OF CHILD-FRIENDLY TOURISM IN TURKEY IN THE LITERATURE
Gülseren ÖZALTAŞ SERÇEK Kübra Nur ÖZÇAKICI Semra GÜRBÜZ	VEJETARYEN BESLENEN TÜKETİCİLERİN BESLENME İLE DESTİNASYON TERCİHLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI
Assoc. Prof. Dr. Özcan IŞIK	HAYAT SİGORTASI VE BİREYSEL EMEKLİLİK SEKTÖRÜNÜN FİNANSAL ORANLARA DAYALI PERFORMANSININ ENTEGRE BİR HİBRİT KARAR MODELİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ
Assoc. Prof. Dr. Özcan IŞIK	BANKALARIN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ İLE YAPILAN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİ ANALİZİ
Assoc.Prof. Yunus ZENGİN	THE EFFECT OF CHANGE FATIGUE ON THE WORK ENGAGEMENT AND INTENTION TO LEAVE
Dr. Öğr. Üyesi Oğuz Yusuf ATASEL Doç. Dr. Süleyman YURTKURAN	EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN WORKING CAPITAL MANAGEMENT AND PROFITABILITY OF THE COMPANIES IN TÜRKİYE
Doç. Dr. Süleyman YURTKURAN Dr. Öğr. Üyesi Oğuz Yusuf ATASEL	THE RELATIONSHIP BETWEEN TOURISM AND ECOLOGICAL FOOTPRINT IN SELECTED N11 COUNTRIES: PANEL FOURIER TODA-YAMAMOTO CAUSALITY METHOD

29.12. 2022 9: 00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Meeting ID: 879 9439 2037 Passcode: 29301222	
HALL: 6 SESSION: 1 MODERATOR: . Öğr. Gör. Dr. HAZAL AKBAL	
Doktora Öğrencisi, Malik DÜNDAR	SOSYAL MEDYADA YER ALAN YORUMLARIN HİSSE SENEDİ SATIN ALMA DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BORSA İSTANBUL ÖRNEĞİ
Yüksek Lisans Öğrencisi, Serhat POLAT	TÜRKİYE'NİN SU ÜRÜNLERİ KONUSUNDA MEVCUT DURUMU, SORUN ALANLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Yüksek Lisans Öğrencisi, BÜŞRA SARIŞEN Doç. Dr., ÖMER AYDINLIOĞLU	SOSYAL FARKINDALIK OLUŞTURMA SÜRECİNDE SOSYAL SORUMLULUK VE TELEVİZYON DİZİLERİ İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Yüksek Lisans Öğrencisi, DERYA KİRAZ Doç. Dr. ÖMER AYDINLIOĞLU	ELEŞTİREL BİR PERSPEKTİFTEN TÜKETİM TOPLUMU, KARA CUMA VE ALIŞVERİŞ ÇILGINLIĞI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Dr. LEVENT ÖZDEMİR	EXAMINING BENEFITS AND DRAWBACKS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE BANKING INDUSTRY
Assoc. Prof. Dr. Alpaslan ATEŞ Oğuzhan Ahmet DAĞ	BİR KUŞAK BİR YOL GİRİŞİMİNDE ALTERNATİF GÜZERGÂH: İSKENDERUN KÖRFEZİ
Doç. Dr. Alpaslan ATEŞ	TÜRKİYE DENİZ TAŞIMACILIĞI ÜZERİNE COVİD 19 SALGININ ETKİSİ
Assist. Prof. Dr. YASEMİN EZİN	İLAÇ VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDEKİ İŞLETMELERİN FİNANSAL VERİLERİNİN ENTROPİ VE TOPSİS YÖNTEMİ İLE ANALİZİ
Dr. İREM TANYILDIZI Dr. Öğr. Üyesi Eray Ekin SEZGİN	GREENING HOSPITALS: A HOLISTIC VIEW OF THE SUBJECT AND THE CRITICAL ROLE OF INNOVATION
Öğr. Gör. Dr. HAZAL AKBAL	SİNEMA KURULUŞ YERİNİN AHP İLE DEĞERLENDİRİLMESİ
Res.Asst. Dr. İbrahim YIKILMAZ	IS OUIET HIRING A CURE FOR QUIET QUITTING AND QUIET FIRING?
Res.Asst. Dr. İbrahim YIKILMAZ	A RISING THREAT IN THE WORKPLACE: INFOBESITY

Doktora Öğrencisi, Ayşegül HAN Dr. Arş. Gör. Gökhan KONAT	KADIN GİRİŞİMCİLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE KADIN GİRİŞİMCİLİĞİN TOPLUMUN EKONOMİK VE SOSYAL DOKUSUNA KATKILARI
Assoc. Prof. Dr. Oktay ÖZKAN Otuekong David EKANEM	NEXUS BETWEEN INVESTOR ATTENTION AND STOCK MARKET IN TURKEY: A case study of investors' interest using google trends, evidenced by a wavelet coherence- based analysis

29.12. 2022	9: 00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 7	**SESSION: 1** **MODERATOR: Prof.Dr. MAKBULE SABZİYEVA**
Assoc. Prof. Dr. NURAN BAŞOĞLU	A COMPARATİVE REVİEW OF REWRİTİNG ON THE LEGEND OF THE BASİLİSK
Assist. Prof. Dr. Sedat Akay	CLASSIC OTTOMAN - ARAB LITERATURE IN SİİRT
Dr. İbrahim Karaca	**İRAN EHL-İ HAK TÜRKLERİNİN YAZILI KAYNAKLARI; KELAMLAR**
Assist. Prof. Dr. SEMİH YEŞİLBAĞ	ARŞ HOROZU IN CLASSICAL TURKISH POETRY TEXTS
Nazile Abdullazade	HEYDƏR ƏLİYEV və AZƏRBAYCAN MƏTBUATI
Prof.Dr. MAKBULE SABZİYEVA	TALES AS AN ARCHETYPE OF CREATING A TOPİC
Xədicə BABAYEVA	AZƏRBAYCAN VƏ QAŞQAY NOVRUZ MƏRASİM NƏĞMƏLƏRİNİN GENEZİSİNDƏ TÜRK ŞAMANİZMİNİN ELEMENTLƏRİ VƏ VERBAL VARİASİYALAR
Dr. Savaş Keskin	NESNEL-BEN'DEN BEN'İN NESNELEŞMESİNE YA DA ŞEYLEŞMESİNE SOSYAL MEDYA ÖZ-TEMSİLİ: BEDENE DAİR ALTERNATİF BİR NESNELEŞTİRME TEORİSİ YAKLAŞIMI
Doktora Adayı, ORKUN TÜFENK	19. YÜZYIL FRANSIZ SPRİTÜALİZMİ VE HENRI BERGSON'DA METAFİZİK İLE BİLİM ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ÇOK BOYUTLULUĞU
Arş.Gör.Dr. Adalet ASLAN	BİLİM TARİHİ BAĞLAMINDA İBN RÜŞD'DEKİ ÇİFT HAKİKATİN ROLÜ
Assoc. Prof. Dr. Şahin EFİL	BAZI TIP TARİHİ KİTAPLARINDA TIP-FELSEFE VE TIP GELENEĞİ

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	9: 00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 8 SESSION: 1	**MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Ebru Bozkurt**
Assoc. Prof. Dr. SELAHATTİN BARDAK Assoc. Prof. Dr. TİMUÇİN BARDAK	EVALUATION OF COMMENTS ABOUT THE PHONE WITH SOCIAL MEDIA MINING AND EMOTION ANALYSIS: TWITTER EXAMPLE
Assoc. Prof. Dr. TİMUÇİN BARDAK Assoc. Prof. Dr. SELAHATTİN BARDAK	INVESTIGATION OF CONSUMER EXPERIENCES IN HOME DECORATION PRODUCTS BY WEB MINING
Assoc. Prof. Dr. Ebru Bozkurt	DETECTION OF HYPOCHLORITE IONS WITH NOVEL GREEN SYNTHESIS CARBON DOT FROM MYRTUS COMMUNIS
Doç. Dr. Semiha EREN Zeynep ATLAS Dr. Öğrencisi Aliye AKARSU ÖZENÇ	CURRENT SUSTAINABLE FIBERS IN THE TEXTILE INDUSTRY
EMRE DELİCE Assist. Prof. Dr. ULAŞ VURAL	SPATIAL CLUSTERING ON FREE-FLOAT CAR SHARING DATA
BEGENCH BEGMYRADOV GORDANA KAPLAN	SENTİNEL-2 VERİSİNİ KULLANARAK AKARSUYUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE BELİRLENMESİ: AMUDERYA NEHRİ ÖRNEĞİ
Doç. Dr., KUTALMIŞ GÜMÜŞ Harita Mühendisi, SELİM ŞAŞA Arş. Gör., MÜNEVVER GİZEM GÜMÜŞ	STATISTICAL EXAMINATION OF THE RESULTS OBTAINED ACCORDING TO DIFFERENT CONFIGURATIONS WITH THE INTERNET-BASED GNSS DATA EVALUATION SOFTWARE
Dr. Seda Duman	MALZEME, ÜRETİCİ VE TASARIM ÖZELLİKLERİ BAĞLAMINDA OYUNCAĞIN TARİHSEL DÖNÜŞÜMÜ
Zakaria Fayez Abd Alyafawi Devrim Akgun	SPEECH RECOGNITION USING DEEP LEARNING MODEL WITH VOLTERRA SERIES-BASED LAYERS IN TENSORFLOW
M.Sc. Davut YILDIRIM	FABRICATION OF A MICROFLUIDIC DEVICE FOR LUNG-ON-A-CHIP APPLICATION
Zübeyde TURGUT Prof. Dr.,İsmail KARACAN	SELÜLOZ ESASLI REJENERE ÖNCÜL LİFLERİNDEN VİSKOZ RAYONUN ÖN KİMYASAL İŞLEM UYGULANARAK STABİLİZASYON İŞLEMİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ
Assoc. Prof. Dr. Aydın KAHRİMAN Burak SAYGILI	TREE VOLUME EQUATIONS FOR EVEN-AGED, PURE AND NATURAL SCOTCH PINE STANDS IN ARDAHAN REGION
Assoc. Prof. Dr. Aydın KAHRİMAN	THE ASSESSMENT OF ABOVEGROUND BIOMASS OF PURE SCOTCH PINE STANDS IN SAMSUN-VEZIRKÖPRÜ, TÜRKIYE

29. 12. 2022	**9: 30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**
Meeting ID: 833 6093 5859	**Passcode: 29301222**
HALL:9 SESSION: 1	**MODERATOR: Muntanavadee Maytapattana**
Sujit K. Basak	A COMPARATIVE ANALYSIS OF ZOTERO AND MENDELEY REFERENCE MANAGEMENT SOFTWARE
Kyriaki G. Giota George Kleftaras	SOCIAL MEDIA AND COUNSELING: OPPORTUNITIES, RISKS AND ETHICAL CONSIDERATIONS
Martina Kanciruk Jac W. Andrews, Tyrone Donnon	MATERNAL SMOKING AND RISK OF CHILDHOOD OVERWEIGHT AND OBESITY: A META-ANALYSIS
Muntanavadee Maytapattana	THE EFFECTS OF THE PARENT TRAINING PROGRAM FOR OBESITY REDUCTION ON HEALTH BEHAVIORS OF SCHOOL-AGE CHILDREN
Astrid de Leeuw Pierre Valois	UNDERSTANDING PRIMARY SCHOOL STUDENTS' BELIEFS REGARDING THE ADOPTION OF PRO-ENVIRONMENTAL BEHAVIORS
Rana M. Zeina Laila AL-Ayadhi Shahid Bashir	ASSOCIATION OF SENSORY PROCESSING AND COGNITIVE DEFICITS IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS – PIONEER STUDY IN SAUDI ARABIA
Mai Al-Subaie	WHAT ARE THE FACTORS UNDERLYING THE DIFFERENCES BETWEEN YOUNG SAUDI WOMEN IN TRADITIONAL FAMILIES THAT CHOOSE TO CONFORM TO THE SOCIETY NORMS, AND YOUNG SAUDI WOMEN WHO DO NOT CONFORM?
AKM Rezaul Karim Tania Sharafat Abu Yusuf Mahmud	COGNITIVE EMOTION REGULATION IN CHILDREN IS ATTRIBUTABLE TO PARENTING STYLE, NOT TO FAMILY TYPE AND CHILD'S GENDER
Rachel C. F. Sun	TEACHERS' AND STUDENTS' CAUSAL EXPLANATIONS FOR CLASSROOM MISBEHAVIOR: SIMILARITIES AND DIFFERENCES
Toshitaka Higashino Naoki Wakamiya	VERIFICATION AND PROPOSAL OF INFORMATION PROCESSING MODEL USING EEG-BASED BRAIN ACTIVITY MONITORING

29. 12. 2022	**9: 30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**
Meeting ID: 833 6093 5859	**Passcode: 29301222**
HALL:10 SESSION: 1	**MODERATOR: George Yungchih Wang**
Khairullah Khan, Baharum B. Baharudin, Aurangzeb Khan, Fazal_e_Malik	AUTOMATIC EXTRACTION OF FEATURES AND OPINION-ORIENTED SENTENCES FROM CUSTOMER REVIEWS
George Yungchih Wang	A FRAMEWORK OF MONTE CARLO SIMULATION FOR EXAMINING THE UNCERTAINTY-INVESTMENT RELATIONSHIP
Trish O'Sullivan	THE EXCLUSION OF CONSUMER RIGHTS IN E-AUCTIONS – IS AN E-AUCTION REALLY AN AUCTION AT ALL?
Somayeh Farzin, **Hossein Teimoori Nezhad**	E-PROCUREMENT, THE GOLDEN KEY TO OPTIMIZING THE SUPPLY CHAINS SYSTEM
Petr Teply	THE KEY CHALLENGES OF THE NEW BANK REGULATIONS
Zeljko Panian	THE PATH TO WEB INTELLIGENCE MATURITY
Haroula N. Delopoulos	BARRIERS AND OPPORTUNITIES FOR THE ADOPTION OF E-GOVERNANCE SERVICES
Jasminka Radolović	OPTIMIZATION OF TRANSFER PRICING IN A RECESSION WITH REFLECTION ON CROATIAN SITUATION
Satjaporn Tungsong, Gun Srijuntongsiri	APPLICATIONS OF CONIC OPTIMIZATION AND QUADRATIC PROGRAMMING IN THE INVESTIGATION OF INDEX ARBITRAGE IN THE THAI DERIVATIVES AND EQUITY MARKETS
R. Sammoura	A SIMULATION MODEL FOR BID PRICE DECISION MAKING

29. 12. 2022 **9: 30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** **Meeting ID: 833 6093 5859** **Passcode: 29301222**	
HALL:11 SESSION:1 MODERATOR: Analiza Acuña-Villacorte	
Geoffrey Sinha	CONNECTING LIVES INSIDE AND OUTSIDE THE CLASSROOM: WHY AND HOW TO IMPLEMENT TECHNOLOGY IN THE LANGUAGE LEARNING CLASSROOM
Jenny Hall, Alison Jaquet	ENHANCING LEARNING FOR RESEARCH HIGHER DEGREE STUDENTS
Analiza Acuña-Villacorte	MECHANISMS IN REGULATING LANGUAGE PRACTICES IN ELECTRONICS ENGINEERING: A PROGRAM PLAN FOR OUTCOMES-BASED EDUCATION
Mohammad Hassanzadeh	EXPERIMENTING THE INFLUENCE OF INPUT MODALITY ON INVOLVEMENT LOAD HYPOTHESIS
Salwa Aftab, Sehrish Riaz	IMPACT OF GRADE SENSITIVITY ON LEARNING MOTIVATION AND ACADEMIC PERFORMANCE
Ahmed Amin Mousa, M. Abd El Salam	PROPOSED PROGRAM FOR POSTGRADUATES IN EGYPT TO ACQUIRE THE SKILLS AND TECHNIQUES FOR PRODUCING CONCEPT CARTOONS FOR KINDERGARTEN CHILDREN
Sobhy Fathy A. Hashesh	THE EFFECT OF THE ANDALUS KNOWLEDGE PHASES AND TIMES MODEL OF LEARNING ON THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE AND EMOTIONAL QUOTIENT
Lena Shulyakovskaya	MILLENNIAL TEACHERS OF CANADA: INNOVATION WITHIN THE BOXED-IN CONSTRAINTS OF TRADITION
Ahmed Amin Mousa, M. Abd El-Salam	EMPLOYING QR CODE AS AN EFFECTIVE EDUCATIONAL TOOL FOR QUICK ACCESS TO SOURCES OF KINDERGARTEN CONCEPTS
Irina-Ana Drobot	TEACHING ENGLISH TO ENGINEERS: BETWEEN ENGLISH LANGUAGE TEACHING AND PSYCHOLOGY

29. 12. 2022	**9: 30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**
Meeting ID: 833 6093 5859	**Passcode: 29301222**
HALL:12 SESSION: 1	**MODERATOR: Tamara Kelly**
Sameer Kumar, Jariah Mohd. Jan	HUBS AS CATALYSTS FOR GEOSPATIAL COMMUNICATION IN KINSHIP NETWORKS
Zhanar Aldubasheva, Elnura Assyltayeva, Mukhtar Senggirbay, Gaziza Aldubashova	THE U.S. AND CENTRAL ASIA: RELIGION, POLITICS, IDEOLOGY
Jooyeon Yook, Wonjun Ko	ANALYSIS ON THE GAME-PLAYING TENDENCY OF SNGS (SOCIAL NETWORK GAMES) USERS BY GENDER
Sera Syarmila Sameon, Rohaini Ramli	E-VOTING: A TRUSTWORTHINESS IN DEMOCRATIC; A VIEW FROM TECHNOLOGY, POLITICAL AND SOCIAL ISSUE
Khawla Ben Abderrahim	DEFINITION OF FOOT SIZE MODEL USING KOHONEN NETWORK
Tamara Kelly	THE IMPACT OF FINANCIAL SYSTEM ON MIXED USE DEVELOPMENT – UNREST IN UK AND SENSE OF SAFETY IN MIXED USE DEVELOPMENT
Pratoom Rekklang	POLITICAL INFORMATION EXPOSURES, POLITICIANS- PERCEPTIONS, POLITICAL ATTITUDES AND POLITICAL PARTICIPATIONS AMONG PEOPLE IN BANGKOK METROPOLITAN AREA
Bakr Hashem Paumey Ahmed Alashwal	URBAN TRANSFORMATIONS OF THE MEDITERRANEAN CITIES IN LIGHT OF DEVELOPMENTS IN THE MODERN ERA
Benedetto Manganelli, Beniamino Murgante	SPATIAL ANALYSIS AND STATISTICS FOR ZONING OF URBAN AREAS
Aynaz Lotfata	SOCIO-SPATIAL RESILIENCE STRATEGIC PLANNING THROUGH UNDERSTANDING STRATEGIC PERSPECTIVES ON TEHRAN AND BATH

29. 12. 2022	9: 30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL:13 SESSION: 1	**MODERATOR: Kamila Tišlerová**
Mohd Iskandar bin Illyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E-COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN MALAYSIA
Taneli Eisto, Venlakaisa Hölttä	CUSTOMER-SUPPLIER COLLABORATION IN CASTING INDUSTRY: A REVIEW ON ORGANIZATIONAL AND HUMAN ASPECTS
Jasmine Yeap Ai Leen, T. Ramayah, Azizah Omar	THE IMPACT OF WEBSITE PERSONALITY ON CONSUMERS' INITIAL TRUST TOWARDS ONLINE RETAILING WEBSITES
Sharareh Mirsaeidi Farahani , Gholamreza Chitsaz	CONTINUAL IMPROVEMENT WITH INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM
Kamila Tišlerová	THE INTRODUCTION OF COMPULSORY ELECTRONIC EXCHANGE OF DOCUMENTS IN THE CZECH REPUBLIC: COMPARING EXPECTATION AND REALITY
Saima Ayaz, Zakir Hussain, Maqbool Hussain Sial	ROLE OF CREDIT ON PRODUCTION EFFICIENCY OF FARMING SECTOR IN PAKISTAN(A DATA ENVELOPMENT ANALYSIS)
Martin Macion	SUSTAINABILITY STRATEGY AND FIRM PERFORMANCE IN RESIDENTIAL TRADE AND INDUSTRY: A CONCEPTUAL ANALYSIS
Muhammad Mazhar Manzoor, Muhammad Aqeel, Abdul Sattar	FACTORS PAVING THE WAY TOWARDS ISLAMIC BANKING IN PAKISTAN
Jesus Orbe, Vicente Nunez-Anton	DURATION ANALYSIS OF NEW FIRMS IN THE BANKING INDUSTRY
Milan Rippel, Petr Teply	OPERATIONAL RISK – SCENARIO ANALYSIS

29. 12. 2022	**9: 30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**
Meeting ID: 833 6093 5859	**Passcode: 29301222**
HALL:14 SESSION: 1	**MODERATOR: Tanyatorn Panyasopon**
Mohamed Afla, Mohamad Reza	SUSTAINABILITY OF URBAN CEMETERIES AND THE TRANSFORMATION OF MALAY BURIAL PRACTICES IN KUALA LUMPUR METROPOLITAN REGION
Mara Magda Maftei	THE CONTEXT-S INFLUENCE ON THE EVOLUTION OF CIORAN: THE OPTIONS OF AN ENGAGED PHILOSOPHER
Tanyatorn Panyasopon	THE CHARACTERISTICS OF THAI MOVIES AND FACTORS CONTRIBUTING TO BECOMING WIDELY KNOWN IN INTERNATIONAL MARKETS
D. Dosbatyrov	THE GENESIS OF THE ART OF THE KAZAKH SALS, SERIS AND PALUANS IN CHARACTERISTIC COMPARISON TO EUROPEAN HISTRIONES AND RUSSIAN SKOMORKHS
Farideh Alizadeh	BORIA IN MALAYSIA
Khajornjit Bunnag	FACTORS AFFECTING MEDIA LITERACY OF EARLY TEENAGERS
John Walton, Vishal Parikh	POWER DISTANCE AND KNOWLEDGE MANAGEMENT FROM A POST-TAYLORIST PERSPECTIVE
Zhamilya Boldykova, Assel Berdigulova	ORNAMENT AS A UNIVERSAL LANGUAGE OF PEACE (BASED ON COMPARATIVE ANALYSIS OF CULTURES OF PROTO-TURKIC PEOPLES AND INDIAN TRIBES OF NORTH AMERICA)
Bubpha Makesrithongkum	CAUSAL FACTORS AFFECTING ON TRUSTWORTHINESS AND SUCCESS OF THE NATIONAL PRESS COUNCIL OF THAILAND IN REGULATING PROFESSIONAL ETHICS IN VIEWS OF NEWSPAPER JOURNALISTS
Zhankuliyeva S. A.	FEATURES OF PARTY CONSTRUCTION IN THE COURSE OF POLITICAL MODERNIZATION OF KAZAKHSTAN

29. 12. 2022	9: 30 – 11:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL:15 SESSION: 1	**MODERATOR: Adriana Ávila Zúñiga Nordfjeld**
Mutshinye Manguvhewa Maria Florence Mansoo Yu	A BIO-ECOLOGICAL PERSPECTIVE ON RISK AWARENESS AND FACTORS ASSOCIATED WITH SUBSTANCE USE DURING PREGNANCY IN COMMUNITIES OF THE WESTERN CAPE PROVINCE, SOUTH AFRICA
Adriana Ávila Zúñiga Nordfjeld	THE ASPECT OF THE HUMAN BIAS IN DECISION MAKING WITHIN QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS & LEAN THEORY
J. Samuel Jesudoss	EFFICACY OF SELECTED MOBILITY EXERCISES AND PARTICIPATION IN SPECIAL GAMES ON PSYCHOMOTOR ABILITIES, FUNCTIONAL ABILITIES AND GAME PERFORMANCE AMONG INTELLECTUALLY DISABLED CHILDREN OF UNDER 14 AGE
Danielle Morin Jennifer D.E.Thomas Raafat G. Saade	DEEP LEARNING AND VIRTUAL ENVIRONMENT
Asmita Shukla Soma Parija	IMPACT OF PERSONALITY AND LONELINESS ON LIFE: ROLE OF ONLINE FLOW EXPERIENCES
Sheila Marie G. Hocson	CAREER COUNSELING PROGRAM FOR THE PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF FRESHMEN UNIVERSITY STUDENTS
Barbara Gawda	DIAGNOSIS OF HATE SCHEMAS IN PRISONERS WITH ANTISOCIAL PERSONALITY DISORDER (ASPD)
Waralak Vongdoiwang Siricharoen, Nattanun Siricharoen	MEDIA AND INFORMATION LITERACY (MIL) FOR THAI YOUTHS
Alireza Bolhari Ali Rezaeean Jafar Bolhari Fatemeh Zare	THE IMPACT OF OCCUPATIONAL STRESS ON QUALITY OF WORK LIFE AMONG THE STAFF OF E-WORKSPACE
Josephine S. Larkings Patricia M. Brown	MENTAL ILLNESS STIGMA AND CAUSAL BELIEFS: AMONG POTENTIAL MENTAL HEALTH PROFESSIONALS

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 1 SESSION: 2 MODERATOR: Dr.Öğr.Üyesi ÖZCAN EKİCİ	
Doktora Öğrencisi Ebubekir ÖZ Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN Prof. Dr. Gül KALELİ YILMAZ	ÖLÇME DEĞERLENDİRME AÇISINDAN YENİ NESİL SORU TARZINA YÖNELİK ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ
Doktora Öğrencisi Ebubekir ÖZ Doç. Dr. Çiğdem ARSLAN Prof. Dr. Gül KALELİ YILMAZ	ÜSTÜN YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN MATEMATİK EĞİTİMİNE YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALARIN BETİMSEL İÇERİK ANALİZİ
Dr. Okan YETİŞENSOY Dr. Mustafa DEMİR	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİNDE UYGULANAN SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETMENLİĞİ LİSANS PROGRAMI ÖRNEĞİNİN İNCELENMESİ
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş Mesut Bulut	EXAMINATION OF THE TURKISH TEXTBOOK IN TERMS OF TRANSFER OF CITIZENSHIP AWARENESS IN THE CONTEXT OF THE 2019 TURKISH COURSE CURRICULUM
Mesut Bulut Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş	EXAMINATION OF THE CONCEPTS/SUBJECTS RELATING TO THE BASIC LANGUAGE SKILLS IN THE 2018 TURKISH LANGUAGE AND LITERATURE TEACHING PROGRAM AND THE 9TH GRADE TURKISH LANGUAGE AND LITERATURE TEXTBOOK
Doç. Dr. Hilal KAZU Mümine Güher ÖZERCAN	DETERMINING THE 21st CENTURY SKILL COMPETENCIES OF PRE-SERVİCE TEACHERS
Doktora Öğrencisi Nurcan BAYAK ACAR Prof. Dr. Hüseyin KIRAN	DENİZLİ İLİNDE GÖREV YAPMAKTA OLAN SINIF ÖĞRETMENLERİNİN İLKOKUL MATEMATİK ÖĞRETİMİ DERSİNDE SAYI DUYULARINI KULLANMA DURUMLARI
Doktora Öğrencisi, NURCAN BAYAK ACAR	ÖĞRETMENLERDE TÜKENMİŞLİĞİ YORDAMADA BENLİK SAYGISI VE GENEL ÖZYETERLİK İNANCININ ROLÜ
Dr.Öğr.Üyesi ÖZCAN EKİCİ	SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETMENLERİNE GÖRE MEDYANIN TOPLUMSAL BARIŞA ETKİSİ

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 2 SESSION: 2 MODERATOR: Prof. Dr. Çiğdem KILIÇ	
Arş. Gör. Dr., SERKAN AYTEKİN	SINIF ÖĞRETMENLERİNİN OYUN OYNAMAYA YÖNELİK METAFORİK ALGILARININ BELİRLENMESİ
Arş. Gör. Dr., SERKAN AYTEKİN	SINIF ÖĞRETMENLERİNİN BEDEN EĞİTİMİ VE OYUN DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMINI UYGULAMA YETERLİKLERİNE İLİŞKİN DÜŞÜNCELERİ
Gülsüm DEMİR Kürşat YENİLMEZ	TÜRKİYE VE SİNGAPUR 7. SINIF MATEMATİK DERS KİTAPLARININ KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ
Prof. Dr. Hasan Basri MEMDUHOĞLU Arş. Gör. Barzan BATUK	THE LIVING AREA OF DATA-DRIVEN DECISION-MAKING: POSITIVE DATA CULTURE
Assoc. Prof. Dr. Burcu GEZER ŞEN,	EDUCATION, SOCIAL STRATIFICATION AND INEQUALITY
Doç. Dr. Canan DEMİR YILDIZ Nesibe Ayça ELMAÇ	ÖĞRETMENLERİN İŞ DOYUMU İLE İLGİLİ ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ
Assist. Prof. Dr. Yunus Emre AVCI Halil OSRAK	EVALUATION OF TEACHING CAREER STAGE IMPLEMENTATION
Assist. Prof. Dr. Yunus Emre AVCI Hamza ÜLGEN	RECOMMENDATIONS FOR INCREASING PRODUCTIVITY IN DISTANCE EDUCATION
BEHİYE CANBAZ Doç. Dr. NURSEL YALÇIN	MOBİL ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ İLE YAPILAN MATEMATİK ÖĞRETİMİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN TUTUMLARINA VE AKADEMİK BAŞARILARINA ETKİSİ
Prof. Dr. Çiğdem KILIÇ	MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ DİJİTAL ÖYKÜLEME YOLUYLA KURDUKLARI PROBLEMLERİN İNCELENMESİ
Prof. Dr. Çiğdem KILIÇ	MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ CEBİRSEL İFADELERE YÖNELİK BİLGİLERİNİ DEĞERLENDİRMEDE: DİJİTAL ÖYKÜLEME

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:3 SESSION: 2	**MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe KIZILTAŞ**
SEMRA KAVMAZ Assoc. Prof. Dr. KÜBRA KÜÇÜKŞEN	BOŞANMANIN EŞLER VE ÇOCUKLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
SHU AYTEN KÜÇÜKSAYACIGİL Assoc. Prof. Dr. KÜBRA KÜÇÜKŞEN	SOSYAL HİZMET PERSPEKTİFİNDEN YAŞLI İHMAL VE İSTİSMARI
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe KIZILTAŞ	AVRUPA'DA YAŞAYAN YAŞLI TÜRK GÖÇMENLERİN RUH SAĞLIĞI
DR. GAMZE BİLİR-SEYHAN	EVLAT EDİNME KONULU İNGİLİZCE ÇOCUK KİTAPLARININ İNCELENMESİ
DR. GAMZE BİLİR-SEYHAN	ÇOCUK KORUMA SİSTEMİNİ KONU ALAN TÜRKİYE'DE HAZIRLANMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ
AYŞEGÜL TAŞKESEN Assoc. Prof. Dr., Mesut ŞÖHRET	INTEGRATION OF SYRIAN CHILDREN UNDER TEMPORARY PROTECTION STATUS INTO THE TURKISH EDUCATION SYSTEM AT THE PRIMARY SCHOOL LEVEL
Dr. GÖKHAN TOPÇU	REPORT WRITING IN STREET SOCIAL WORK
Dr. GÖKHAN TOPÇU	INDUSTRIAL SOCIAL WORK IN THE POST-INDUSTRIAL AGE
Süheyla GÜNEŞ, Prof. Dr. Ali ŞAHİN	THE EFFECT OF BELIEF SYSTEM AND CULTURE ON IMMIGRANTS' ACCEPTANCE
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILMAZ	BAĞIMLILIK PROBLEMİNİN SOSYAL ETKİLERİ VE BAĞIMLILIKLA MÜCADELEDE YASAL DÜZENLEMELER
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILMAZ	YEREL YÖNETİMLERDE ENGELLİLERE YÖNELİK SOSYAL POLİTİKALAR VE BELEDİYELERİN SOSYAL HİZMET UYGULAMALARI

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 4 SESSION: 2	**MODERATOR: Doç, CANER YEDİKARDEŞ**
Assist. Prof. Dr. HÜSEYİN ÖZDEMİR NURHAN BAŞARAN	RENK TONLARIYLA ELDE EDİLEN DESENLERİN DİJİTAL BASKI UYGULAMALARI
Öğr. Gör. Tülay CANDEMİR	OPEN AND CLOSED COMPOSITION IN POSTER DESIGN
Öğr. Gör. Tülay CANDEMİR	CONTENT AND FORM IN POSTER DESIGN
Öğr. Gör. Nazmiye AYDIN	THE ART OF QUILTING IN TRABZON, A QUILT MASTERS AND ITS MODELS
Öğr. Gör. Nazmiye AYDIN	TAILORING SCHOOLS AS AN INITIATOR OF WOMEN'S EDUCATION IN TRABZON: ON THE EXAMPLE OF NERİMAN KARLUK TAILORING SCHOOL
Dr. Öğr Üyesi Ayla BİRİNCİ	KAMUSAL SANAT ve OSMAN AKAN ÇALIŞMALARI
Doç, CANER YEDİKARDEŞ	GÜNCEL BİR SORUN OLAN KURAKLIĞIN PLASTİK SANATLAR ALANINDA KONU EDİLMESİ VE YAPILAN ÇALIŞMALAR ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ
Doç, CANER YEDİKARDEŞ	ANKARA ETNOĞRAFYA MÜZESİNDE SERGİLENEN SERAMİKLERİN GÜNÜMÜZ SERAMİK SANATINDAKİ YERİ BAĞLAMINDA DİYALEKTİK SORUNLARI
Öğr .Gör. Şükran TÜMER	GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE KÜLTÜREL VARLIĞIMIZDAN OLAN EKOLOJİK BEZ BEBEKLER İLE GERMİYAN KÖYÜ ÖRNEĞİNDE FARKINDALIK YARATILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
Öğr .Gör. Şükran TÜMER	EGE ÜNİVERSİTESİ ETNOGRAFYA MÜZESİ GELENEKSEL BALKAN GİYSİ FORMLARININ VE SÜSLEME TEKNİKLERİNİN YORUMLANMASI
Dr. Öğr. Üyesi Mine DİLBER	KASTAMONU YAZMA ESER KÜTÜPHANESİNDE KORUNAN 2946, 3007, 3348 VE 3438 ENVANTER NUMARALI, İSLAM DİNİ FIKIH KONULU YAZMA ESERLERİN KİTAP SANATLARI AÇISINDAN İNCELENMESİ

29.12. 2022	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 5 SESSION: 2	**MODERATOR: ÖĞR. GÖR. DR. MÜCAHİT ÇİTİL**
Assoc. Prof. Dr. EDA BOZKURT Assist. Prof. Dr. GÜVEN GÜNEY	THE EFFECT OF PORTFOLIO INVESTMENTS ON ECONOMIC GROWTH
Dr. Öğr. Üyesi Halil KETE	2008-09 KÜRESEL KRİZİ VE COVID DÖNEMİNDE G7 ÜLKELERİNİN MAKROEKONOMİK PERFORMANSI
Dr. Öğr. Üyesi, Ahu Fatma MANGIR Arş. Grv. Şükrü SÜRÜCÜ	TÜRKİYE VE BRICS ÜLKELERİ ARASINDA YARATICI ENDÜSTRİLER ÖZELİNDE REKABET ANALİZİ: FİNGER – KREİNİN İHRACAT BENZERLİK İNDEKS YAKLAŞIMI
Dr. Öğr. Üyesi Kurtuluş MERDAN	THE EFFECT OF KIWIFRUIT PRODUCTION ON THE TURKISH ECONOMY
Dr. Öğr. Üyesi Kurtuluş MERDAN	THE ECONOMIC SITUATION OF WHEAT IN TURKEY
ÖĞR. GÖR. DR. MÜCAHİT ÇİTİL	HİZMET TİCARETİ DENGESİ İLE REEL DÖVİZ KURU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
Assist. Prof. Dr. ÖZGÜR ÖZAYDIN Res. Assist. ANIL DAĞDEMİR	FOREIGN DIRECT INVESTMENT and ECONOMIC GROWTH with STRUCTURAL BREAK THE CASE of SINGAPORE
Assist. Prof. Dr. ÖZGÜR ÖZAYDIN Res. Assist. ANIL DAĞDEMİR	THE RELATIONSHIP between HEALTH EXPENDITURES and ECONOMIC GROWTH: AN ARDL FRAMEWORK for the CASE of USA
Dr. MERAL ÇABAŞ	YENİ SANAYİLEŞEN ÜLKELER İÇİN FELDSTEIN-HORIOKA BULMACASI GEÇERLİ Mİ?
Uzm. VOLKAN BUGUR Dr. HASAN AKAY	THE IMPACT OF CREDIT RATINGS ON DIRECT INVESTMENTS: THE CASE OF TURKEY
Dr. Umut ERDEM	TÜRKİYE'NİN İLK 1000 BÜYÜK SANAYİ FİRMASININ BÖLGESEL ÇEŞİTLİLİĞİ VE KARMAŞIKLIĞI

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 6 SESSION: 2 MODERATOR : Doç. Dr. SONGÜL ARAL	
Arş. Gör. Elif Sayın	FRANZ PETER SCHUBERT'S CONTRIBUTIONS TO THE ART OF LIED
Arş. Gör. Elif Sayın	IN THE AXIS OF EXPRESSIONISM II. VIENNA MUSIC SCHOOL
Dr. Öğr. Üyesi, BERTAN RONA BERKAY SARUÇ	SAYGUN'UN BESTECİLİĞİNDE HALK MUSIKİMİZİN YERİ
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Kürşat ALBAYRAK	SANATTA AÇILIM YAPABİLMENİN GEREKLİLİĞİ
Doç. Dr. SONGÜL ARAL	MALATYA İLİ YAZIHAN İLÇESİNDE GÖRÜLEN BİR GRUP YASTIK HALI
Şerife DOĞAN	KONYA'DA ÖZEL KOLEKSİYONDAKİ KANAVİÇE İĞNE TEKNİĞİ İLE İŞLENMİŞ YASTIK YAYGISI ÖRNEKLERİ
Şerife DOĞAN	KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİNE BAĞLI KOYUNOĞLU MÜZE VE KÜTÜPHANESİNDE BULUNAN 19. YÜZYIL TÜRK İŞLEMELİ PEŞKİRLER
Metin EFE	KABAK KEMANE YAPIMCISI ARSLAN AKYOL'UN KABAK KEMANE ÜRETİMİNDEKİ STANDARDİZASYONA KATKISI ÜZERİNE BİR İNCELEME
Assoc. Prof. Dr. Hülya KAYNAR Öğr. Gör. Serdar Korkmaz	THE CULTURAL EXISTENCE THAT NEEDS TO BE PROTECTED IS THE SUBJECT TO THE "SIVAS ARCHAEOLOGY MUSEUM" AND THE OPEN AIR MUSEUM
Assoc. Prof. Dr. Hülya KAYNAR Öğr. Gör. Serdar Korkmaz	ART STORY FROM THE PAST TO THE FUTURE: SİVAS ÇORAPCI HAN (IHRAMCIZADE CULTURE AND ART CENTER)

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 7 SESSION: 2	**MODERATOR: Prof. Dr. Hasan ÇİÇEK**
Yüksek Lisans Öğrencisi, Miray Kabay Assoc. Prof. Dr. Hatice Zekavet Kabasakal	COVİD- 19 SALGININ ÇOCUKLARIN RUH SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİNİ İNCELEYEN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ
Yüksek Lisans Öğrencisi, Ebru AYDEMİR Assoc. Prof. Dr. Hatice Zekavet Kabasakal	ZORBALIK İLE EMPATİ ARASINDAKİ İLİŞKİYİ İNCELEYEN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ
Psikolojik Danışman BAŞAK TÜRKYILMAZ	GELECEK FARKINDALIĞI KARİYER PSİKOEĞİTİM PROGRAMININ ÖZEL YETENEKLİ ÇOCUKLARIN KARİYER KEŞİFLERİNE ETKİSİ
Assist. Prof. Dr. İrfan ÖZET	THE ROSE AND THE CRESCENT: ALPEREN OCTOBER MAGAZINE AS A NATIONALIST-CONSERVATİVE NEWSLETTER
Dr. SUNA KÖSE	TÜRKİYE'DE WHİSTLEBLOWİNG: LİSANSÜSTÜ TEZLER ÜZERİNE BİR İNCELEME
ESRA UĞUR Dr. ENVER ULAŞ	OLUMSUZ ÇOCUKLUK ÇAĞI YAŞANTILARININ ÖZ-ŞEFKAT İLİŞKİSİNDE PSİKOLOJİK ESNEKLİĞİN ARACI ROLÜ
Doç. Dr. NURTEN KIMTER MERVE KESİKBAŞ YAVŞAN	SOSYAL MEDYA UYGULAMALARINDA MAHREMİYETİN İFŞASI, GİZLİLİĞİ VE KORUNMASI İLE İLİŞKİLİ OLAN FAKTÖRLER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
Prof. Dr. Hasan ÇİÇEK	SAVAŞ: SINIRSIZ ŞİDDET
Zümrüt GENÇ Assist. Prof. Dr. Yusuf BİLGE	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CHILD-PARENT RELATIONSHIP THERAPY (FILIAL THERAPY) ON PARENTS AND CHILDREN

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	13: 00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 8 SESSION: 2	**MODERATOR: Doç. Dr. Devrim ERTÜRK**
Şahturna TÜRKASLAN Assoc. Prof. Dr. METİN AKSOY	PANDEMİ VE GÜVENLİK İLİŞKİSİNİ TÜRKİYE ÖZELİNDE AÇIKLAMAK
Şahturna TÜRKASLAN Assoc. Prof. Dr. METİN AKSOY	TOPLUMSAL GÜVENLİK VE EKONOMİK GÜVENLİK PERSPEKTİFİNDEN TÜRKİYE'DE GÖÇÜN GÜVENLİKLEŞTİRİLMESİ
Yüksek Lisans Öğrencisi, Hacer ÖZDEMİR	TEK EBEVEYNLİ GENÇLERDE DEĞERLER
Dr. Figen Balamir	BEING BORN SUNNI, BECOMING SHIITE: EXPERIENCES OF ACCEPTING SHIISM IN TURKEY
Arş. Gör. İsmet DEMİR	TÜRKİYE'DE ÇOK KÜLTÜRLÜLÜK POLİTİKASI ÖRNEĞİ: ROMAN AÇILIMI
Arş. Gör. İsmet DEMİR	ÇAĞIMIZIN VEBASI: NARSİSİZM
Sümeyra TUNCER	TÜRK KÜLTÜRÜNDE DOĞUM VE TABU
Doç. Dr. Devrim ERTÜRK	KİMLİK VE SİYASET
Doç. Dr. Devrim ERTÜRK	TÜRKİYE SİYASAL PARTİ SİSTEMİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

29. 12. 2022	13: 30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL:9 SESSION: 2	**MODERATOR: Nidhi Gadura**
Rudolf Egger	THE WIDER BENEFITS OF NEGOTIATIONS: AUSTRIAN PERSPECTIVE ON EDUCATIONAL LEADERSHIP AS A 'POWER GAME' FOR TRADE UNIONS
Heba Mustafa Abdullah	IMPROVING LISTENING COMPREHENSION FOR EFL PRE-INTERMEDIATE STUDENTS THROUGH A BLENDED LEARNING STRATEGY
Shima Nikanjam, Badiossadat Hassanpour, Adi Irfan Che Ani	EXPLORATION OF INFLUENTIAL FACTORS ON FIRST YEAR ARCHITECTURE STUDENTS' PRODUCTIVITY
Juha Kettunen	QUALITY AND QUANTITY IN THE STRATEGIC NETWORK OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS
Nidhi Gadura	DIFFERENT ROLES FOR MENTORS AND MENTEES IN AN E-LEARNING ENVIRONMENT
Eugene Allevato	ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH TRANSFORMATIVE PEDAGOGIES IN UNIVERSITIES
Juha Kettunen	THE STRATEGY OF THE INNOVATION ALLIANCE IN HIGHER EDUCATION
Tessa Berg, Emma Guion Akdag	USING COLLABORATIVE PICTURES TO UNDERSTAND STUDENT EXPERIENCE
Bibiana Hlebova	OTHERNESS OF ROMA IN INCLUSIVE EDUCATION OF ROMA PUPILS IN SLOVAKIA
Shahlan Surat, Saemah Rahman, Saadiah Kummin	INQUIRY ON THE IMPROVEMENT TEACHING QUALITY IN THE CLASSROOM WITH META-TEACHING SKILLS

29. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	13: 30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:10 SESSION: 2	**MODERATOR: Nicole S. McKinney**
Izabela Pietras	CHARACTERISTICS OF COGNITIVE FUNCTIONS AMONG POLISH ADOLESCENCE WITH SPELLING DISORDERS
Yoojin Chung	THE FEMALE BEAUTY MYTH FOSTERED BY THE MASS MEDIA
Nicole S. McKinney	SELF-ESTEEM AND STRESS LEVEL AMONG TRAUMATIC BRAIN INJURED ADULTS WITH MILD, MODERATE AND SEVERE INJURIES ATTENDING A DAY PROGRAM REHABILITATION FACILITY
Ana Pauna Zbigniew Pleszewski	CLINICAL AND METHODOLOGICAL ISSUES IN THE RESEARCH ON THE RAPE MYTH
Yasmin Binti Othman Mydin Mohd. Fadzillah Abdul Razak	COGNITIVE BEHAVIOUR THERAPY TO TREAT SOCIAL ANXIETY DISORDER: A PSYCHOLOGY CASE
Ana Pauna	EXPERT WITNESS TESTIMONY IN THE BATTERED WOMAN SYNDROME
Aiping Liu Xiaoping Ying Jing Luo	THE FLASHBULB MEMORY OF THE POSITIVE AND NEGATIVE EVENTS: WENCHUAN EARTHQUAKE AND ACCEPTANCE TO COLLEGE
J. Maksimainen	COGNITIVE LANDSCAPE OF VALUES – UNDERSTANDING THE INFORMATION CONTENTS OF MENTAL REPRESENTATIONS
M. Bambulyaka	THE IMPLICIT METHODS FOR THE STUDY OF TOLERANCE
Elena Chernyshkova	DYNAMIC OF AGGRESSIVE BEHAVIOR AT THE CONTEXT OF REFLECTIVE PROCESS
Subramaniam Chandran	HOW DOES PSYCHOANALYSIS HELP IN RECONSTRUCTING POLITICAL THOUGHT? AN EXERCISE OF INTERPRETATION

29. 12. 2022	13: 30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL:11 SESSION: 2	**MODERATOR: Eleftherios Giovanis**
George Yungchih Wang	THE APPLICATION OF REAL OPTIONS TO CAPITAL BUDGETING
Paitoon Kraipornsak	IMPACT OF GOVERNMENT SPENDING ON PRIVATE CONSUMPTION AND ON THE ECONOMY: CASE OF THAILAND
Amilia Hasbullah, Wan Zahari Wan Yussof, Maziah Ismail	A PROPOSAL OF COMMUNITY BASED FACILITY MANAGEMENT PERFORMANCE (CBFM) IN THE EDUCATION SYSTEM OF BATUBARA DISTRICT IN INDONESIA
Tomáš Brabenec	CERTAIN IMPORTANT ASPECTS OF COST CONTRIBUTION ARRANGEMENTS IN FINANCIAL MANAGEMENT
Eleftherios Giovanis	APPLICATION OF ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM IN THE PREDICTION OF ECONOMIC CRISIS PERIODS IN USA
Kazuhide Sugiyama, Hiroshi Osada	INTEGRATION PROCESS OF INDUSTRIAL DESIGN AND ENGINEERING DESIGN
Maarit Valo, Pertti Hurme	ATTRIBUTIONS BY TEAM MEMBERS FOR TEAM OUTCOMES IN FINNISH WORKING LIFE
Haksoon Kim	DOES CORPORATE GOVERNANCE OR TRANSPARENCY AFFECT FOREIGN DIRECT INVESTMENT?
Shahin Dezdar, Sulaiman Ainin	ERP IMPLEMENTATION SUCCESS IN IRAN: EXAMINING THE ROLE OF SYSTEM ENVIRONMENT FACTORS
Linda Sau-ling LAI	SOCIAL COMMERCE – E-COMMERCE IN SOCIAL MEDIA CONTEXT
Alireza Faed, David Forbes	IMPACT OF CUSTOMER MANAGEMENT SYSTEM IN IMPROVING CUSTOMER RETENTION: OPTIMIZATION OF NEGATIVE CUSTOMER FEEDBACK

29. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	13: 30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:12 SESSION: 2	**MODERATOR: Oluwatosin A. Ijabadeniyi**
Savita Ahlawat Dhian Kaur	FOOD SECURITY IN INDIA: A CASE STUDY OF KANDI REGION OF PUNJAB
Nouf Saad Alnassar, Susan Grant, Ray Holland	DESIGN MANAGEMENT APPLICATIONS TO IMPROVE WORK ENVIRONMENT FOR FEMALE ACADEMICS IN SAUDI ARABIA
Sam Moshaver	EXPANDING AFFORDABLE HOUSING THROUGH INCLUSIONARY ZONING IN THE CITY OF TORONTO
Oluwatosin A. Ijabadeniyi	FOOD SAFETY CULTURE PARAMOUNT THAN TRADITIONAL FOOD SAFETY SYSTEM AND FOOD SAFETY CULTURE IN SOUTH AFRICAN FOOD INDUSTRIES
Yvonne T. Haigh	CONFLICT, CONFUSION, CHOICE: A PHENOMENOLOGICAL APPROACH TO ACTS OF CORRUPTION
Amruta Khairnar, Joy Sen	PLANNING FOR MINIMIZATION OF SOCIOECONOMIC INEQUALITIES WITHIN VIDARBHA REGION, MAHARASHTRA, INDIA
Nuraddin Sadykov, Altynai Zhussipova, Omirkhan Abdimanuly	KAZAKH LITERATURE IN EMIGRATION AND WORKS OF MAZHIT AITBAYEV
M. Nogaibayeva, Zh. Kumganbayev	FEATURES OF FOLLOWING THE CUSTOMS AND TRADITIONS IN TURKESTAN IN THE LATE XIXTH AND EARLY XXTH CENTURIES
Karen Armstrong	THE MASQUERADE OF LIFE, OUR MANY SELVES AND ISSUES OF PRIVACY

29. 12. 2022 13: 30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Meeting ID: 833 6093 5859 Passcode: 29301222	
HALL:13 SESSION: 2 MODERATOR: Anne A. Christopher	
Alzahrani.M.E, Goodwin.R.D	TOWARDS A UTAUT-BASED MODEL FOR THE STUDY OF EGOVERNMENT CITIZEN ACCEPTANCE IN SAUDI ARABIA
Dominykas Broga	CAN WE SECURE SECURITY?
Noor Sulastry Yurni Ahmad , Ki-Soo Eun	THE RISE OF NATIONALISM AMONG SOUTH KOREAN YOUTH AND DEMOCRACY: AN ANALYSIS
Vincent Fromentin	MIGRATION AND UNEMPLOYMENT DURATION: THE CASE OF THE OECD COUNTRIES
Anne A. Christopher	DEIXIS AND PERSONALIZATION IN AD SLOGANS
Noor Mohammad	NEED TO IMPLEMENT THE ENVIRONMENTAL ACCOUNTING EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: AN OVERVIEW
Tariq Rahim Soomro, Muhammad Sarwar	GREEN COMPUTING: FROM CURRENT TO FUTURE TRENDS

29. 12. 2022	13: 30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL:14 SESSION: 2	**MODERATOR: Paitoon Kraipornsak**
A. Ramachandran	ECOLABELING AND GREEN CERTIFICATION FOR EFFECTIVE FISHERIES MANAGEMENT – AN ANALYSIS
Chummanond Natchaya, Rotchanakitumnuai Siriluck	DETERMINING THE ONLINE PURCHASING LOYALTY FOR THAI HERBAL PRODUCTS
E. Giovanis	APPLICATION OF FEED-FORWARD NEURAL NETWORKS AUTOREGRESSIVE MODELS IN GROSS DOMESTIC PRODUCT PREDICTION
Masood Uzzafer	A NEW DIMENSION IN SOFTWARE RISK MANAGMENT
E. Giovanis	PROPOSAL OF ADDITIONAL FUZZY MEMBERSHIP FUNCTIONS IN SMOOTHING TRANSITION AUTOREGRESSIVE MODELS
Rotchanakitumnuai, Siriluck	SUCCESS FACTORS OF LARGE SCALE ERP IMPLEMENTATION IN THAILAND
Asim Kumar Pal, Debabrata Nath, Sumit Chakraborty	A DISCRIMINATORY REWARDING MECHANISM FOR SYBIL DETECTION WITH APPLICATIONS TO TOR
Arazi Idrus, Christiono Utomo	FUNCTIONALITY OF NEGOTIATION AGENT ON VALUE-BASED DESIGN DECISION
Paitoon Kraipornsak	IMPACT OF GOVERNMENT SPENDING ON PRIVATE CONSUMPTION AND ON THE ECONOMY: THE CASE OF THAILAND
Habibollah Najafi, Amir Abbas Yazdani, Hosseinali Nahavandi	2 VALUE ENGINEERING AND ITS EFFECT IN REDUCTION OF INDUSTRIAL ORGANIZATION ENERGY EXPENSES
Haroon Altarawneh, Sattam Allahawiah	ELECTRONIC MARKETS HAS WEAKENED THE “TRADEOFF BETWEEN REACH AND RICHNESS“ IN THE INTERNET

29. 12. 2022 13: 30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Meeting ID: 833 6093 5859 Passcode: 29301222	
HALL:15 SESSION: 2 MODERATOR: Sholpan Zhandossova,	
Sun Mei, Nagata Katsuya, Onoda Hiroshi	CORPORATE SUSTAINABLE DEVELOPMENT ASSESSMENT BASE ON THE CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY
Madina Kenzhegaranova, Aibol Mukhsiynov, Houman Sanandaji	STATE PROGRAMS ANALYSIS AND SOCIAL CRISIS MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: A DESCRIPTIVE STUDY
Pavel Janak	APPLICATION OF MOTIVATIONAL FACTORS FOR UPLOADING FILMS TO WEBSITES ULOZTO.NET AND PIRATEBAY.ORG
Sholpan Zhandossova, Erden Ordabek, Yelbolsyn Nazarov	THE NATIONAL SECURITY ASSURANCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Roelien Goede	A CRITICAL SOCIAL RESEARCH PERSPECTIVE ON SELF-DIRECTED LEARNING AND INFORMATION TECHNOLOGY PRACTITIONERS
Inês Vieira	THE PORTUGUESE PRESS PORTRAIT OF “ENVIRONMENTAL REFUGEES“
James Moir	STUDENTS, KNOWLEDGE AND EMPLOYABILITY
Karen Armstrong	MANAGING YOUR ONLINE REPUTATION: ISSUES OF ETHICS, TRUST AND PRIVACY IN A WIRED, “NO PLACE TO HIDE“ WORLD
Sirous Panahi Jason Watson Helen Partridge	SOCIAL MEDIA AND TACIT KNOWLEDGE SHARING: DEVELOPING A CONCEPTUAL MODEL
Ahmad Saiful Azlin Puteh Salin, Norlela Kamaludin, Siti Khadijah Ab Manan, Mohd Shatari Abdul Ghafar	DIRECTORS- ISLAMIC CODE OF ETHICS

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	16: 00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:1 SESSION: 3	**MODERATOR: Doç. Dr. Hicran KASA**
Dr. Öğr. Üyesi Fatih KARASAÇ	ŞEKERLİ İÇECEKLERİN VERGİLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Erman KILINÇ	SAVAŞIN GÖLGESİNDE İŞLETMECİLİK: UKRAYNA ÖRNEĞİ
Doç. Dr. Hicran KASA	THE IMPORTANCE OF TECHNOLOGY MANAGEMENT IN THE AVIATION INDUSTRY
Doç. Dr. Hicran KASA	The İmpact of Service Exports on Airline Companies Profitability: An Empirical Analysis
Dr.Gülten ŞEN	EVALUATION OF THE LIVESTOCK SECTOR IN TERMS OF REGIONAL DEVELOPMENT: THE CASE OF KÜTAHYA PROVINCE
Gürkan ÇENESİZ	LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE YAŞANAN MAKRO ÖLÇEKLİ SORUNLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ
Mehmet Ali YAMAK	TERSİNE LOJİSTİK FAALİYETLERİNİN İŞLETME PERFORMANSI İLE İLİŞKİSİNİN ANALİZİ
Dr. Ahmet ALP ÖZBALCI Dr.Öğr. Üyesi Mehmet Selman KOBANOĞLU	YÖNETİM YAZININDA DİJİTAL LİDERLİK: BİR BİBLİYOMETRİK ANALİZ
Dr.Öğr.Üyesi, Ethem TOPÇUOĞLU	INVESTIGATION OF THE IMPACT OF THE CARBON FOOTPRINT PROBLEMS ON SUSTAINABILITY WITH BIBLIOMETRIC ANALYSIS IN INTERNATIONAL LITERATURE
Dr.Öğr.Üyesi, Ethem TOPÇUOĞLU	INVESTIGATION OF THE IMPACT OF THE CARBON FOOTPRINT PROBLEMS ON BUSINESSES WITH BIBLIOMETRIC ANALYSIS IN INTERNATIONAL LITERATURE
Doç. Dr. Banu ÖZBUCAK ALBAR	ÇALIŞMA YAŞAMINDA DEZAVANTAJLI GRUPLAR
Yüksek Lisans Öğrencisi Mete Yılmaz Prof. Dr. Senay Yürür	ÇALIŞANLARININ PROSEDÜR ADALETİ ALGILARI HİZMET ALICILARINA YANSIR MI? ÖĞRETİM ÜYELERİ VE ÖĞRENCİLER ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA
Doç. Dr., BUKET KARATOP ECE ASLAN YELMAN TÜRKCAN KARATOP	AİLE İŞLETMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN ETKİSİ: 2.NESİL YÖNETİCİLER İLE YAPILAN BİR İNCELEME

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	16: 00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:2 SESSION: 3	**MODERATOR: Dr. Öğretim Üyesi, ZEYNEP KARAŞ**
Doç. Dr. Meltem AKCA	AIR FRANCE-KLM BİRLEŞMESİ
Doç. Dr. Meltem AKCA	HAVAYOLU TAŞIMACILIĞINDA İFLAS: ATLASJET ÖRNEĞİ
HANDE KARA, Prof. Dr. YÜKSEL AKAY ÜNVAN	THE EFFECT OF THE PERFORMANCE APPRAISAL SYSTEM ON PEOPLE'S CAREER MANAGEMENT AND JOB MOTIVATION
Dr Öğr. Üyesi, Hatice Nur GERMİR Lisans Öğrencisi Burcu Dilek GÜMÜŞ Lisans Öğrencisi Gülçin ÖZEL	EFFECTS OF DIGITALIZATION AND TECHNOLOGY ON PERSONNEL EMPLOYMENT IN BANKING SECTOR
Dr. Öğr. Üyesi, Hatice Nur GERMİR Lisans Öğrencisi, İlber Bora ALNIAK Lisans Öğrencisi, Ahmet ÖZKARACA Lisans Öğrencisi Berkay SALIK	A STUDY ON THE LOAN OPPORTUNITIES OFFERED BY BANKS TO TRADES AND SMEs
Assist. Prof. Dr. Fatma KARAKAYA DEMİRKUTLU	COVID-19 PANDEMIC: CHANGE IN TURKEY'S FOREIGN TRADE
Dr. Öğretim Üyesi Gülay DEMİR	HAYAT DIŞI SİGORTACILIK SEKTÖRÜNÜN FİNANSAL ORANLARLA PERFORMANSININ CRITIC, SWARA II, WISP-S VE OWA OPERATÖRÜ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğretim Üyesi Gülay DEMİR	KAMU SERMAYELİ TİCARİ BANKALARININ ÇEVRESEL, SOSYAL VE KURUMSAL YÖNETİM (ESG) PERFORMANSININ STANDART SAPMA, WPM VE CRADIS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ANALİZİ
Assoc. Prof. Dr. Devrim VURAL YILMAZ	ORGANIZATIONAL AND PSYCHOLOGICAL RESILIENCE IN A WORLD OF UNCERTAINTY
Assoc. Prof. Dr. Devrim VURAL YILMAZ	CAREER MANAGEMENT OF INTERNATIONAL STUDENTS
Dr. Öğretim Üyesi, ZEYNEP KARAŞ	GIDA GÜVENLİĞİ EKONOMİSİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	16: 00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:3	**SESSION: 3** **MODERATOR : Assoc. Prof. Dr. Hacer AKER**
Araş. Gör. Dr. AYÇİN GELİR ATABEY	YURTTAŞ GAZETECİLİĞİ VE YENİ MEDYA
Yüksek Lisans Öğrencisi, BÜŞRA SARIŞEN Doç. Dr., ÖMER AYDINLIOĞLU	SOSYAL FARKINDALIK OLUŞTURMA SÜRECİNDE SOSYAL SORUMLULUK VE TELEVİZYON DİZİLERİ İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Yüksek Lisans Öğrencisi, DERYA KİRAZ Doç. Dr. ÖMER AYDINLIOĞLU	ELEŞTİREL BİR PERSPEKTİFTEN TÜKETİM TOPLUMU, KARA CUMA VE ALIŞVERİŞ ÇILGINLIĞI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Evren Atcı	PRESENTATION OF IDEOLOGY IN TURKISH CINEMA: SEMIOTIC ANALYSIS OF THE MOVIE THIS IS THE END
Lisansüstü Öğrenci, KÜBRA KURUCAN	OSMAN GAZİ'NİN SİLAH ARKADAŞLARININ TARİHİ KİMLİKLERİNİN KURULUŞ OSMAN DİZİSİ'NDEKİ KURGU KİŞİLİKLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI
Assoc. Prof. Dr. Hacer AKER	A QUALITATIVE ANALYSIS OF INFIDELITY IN POPULAR TELEVISION SERIES (TURKEY/2022)
Assoc. Prof. Dr. Hacer AKER	"Hasta Mıyım?" "Ölecek Miyim?" "Buna İnanamıyorum!" "Ben Kanserim." İTİRAF EDİYORUM: BEN BİR SİBERKONDRİYAKIM, HADİ BUNU BİRLİKTE ATLATALIM!
Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Ali GAZİ	BİR ALTERNATİF MEDYA MECRA OLARAK İNTERNET HABERCİLİĞİ: K2HABER SİTESİ ÜZERİNE BİR ANALİZ ARAŞTIRMA
Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Ali GAZİ	SURİYELİ MÜLTECİLERİN GAZİANTEP YEREL MEDYASINDAKİ TEMSİLİ; GAZİANTEP SABAH GAZETESİ ÖRNEĞİ
Dr. Öğr. Üyesi, SADULLAH ÇELİK	IMPACT OF BIG DATA ON MACHINE LEARNING
Dr. Öğr. Üyesi, SADULLAH ÇELİK	INDUSTRY 4.0 IN THE BUSİNESS WORLD

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	16: 00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:4 SESSION: 3	**MODERATOR:** Öğr. Gör. Dr. Enes KAVRUT
DR.,FULYA KAHRIMAN PROF.,GREGORY N. HAIDEMENOPOULOS DR.,MARIA-IOANNA T. TZINI	AISI 316L PASLANMAZ ÇELIĞIN KUTU KROMLAMA PROSESI ILE YÜZEY MODIFIKASYONUNUN MODELLENMESİ
Dr. Öğr. Üye. Ali ÖZ Dr. Öğr. Üye. Fatma KARAGÖL Doç. Dr. Rıza POLAT Dr. Öğr. Üye. Cemal KARAASLAN	KALSİYUM NİTRAT VE SODYUM TİYOSİYANAT ESASLI ANTİFRİZ KATKILARIN KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN TAZE HALDEKİ BETONLARIN DON DİRENCİNE ETKİSİ
Öğr. Gör. Dr. Enes KAVRUT	CAN IT OBTAIN A pH-SENSITIVE NATURAL DECOMPOSITION INDICATOR WITH PROTEIN-BASED EDIBLE FİLM PACKAGİNG?
Öğr. Gör. ,Enes ÖZEN Prof. Dr. , Tuğrul OKTAY	KOLU YÜKSELEN-ALÇALAN VE GÖBEK AÇISI DEĞİŞEN QUADROTOR'DA BAŞKALAŞIM VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASI
Dr. ÖZLEM HACIOĞLU Prof. Dr. M. ATİLLA TAŞDELEN	POLİOLEFİN ELASTOMER ESASLI KABLO DIŞ KILIFININ YANMAZLIK ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİLMESİ
Arş. Gör. Emine Yalman Öğr. Gör. Mustafa Göktan Aydın Prof. Dr. Tolga Depci Doç. Dr. Yunus Önal	PRODUCTION AND ANALYSIS OF HARD CARBON FROM WATER HYACINTH
Dr. Volkan Ramazan AKKAYA	THERMODYNAMIC ANALYSIS AND METAHEURISTIC OPTIMIZATION OF A GEOTHERMAL BASED DOUBLE FLASH ORGANIC RANKINE CYCLE SYSTEM USING AN OPEN-SOURCE PROCESS SIMULATOR
Doç. Dr. Abdullah CANDAN Doç. Dr. Salih AKBUDAK	NdPdBi YARI HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL STABİLİTESİ, MEKANİK VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİ İÇİN İLK PRENSİPLER ÇALIŞMASI
Doç. Dr. Abdullah CANDAN Doç. Dr. Salih AKBUDAK	KÜBİK LAVES FAZLI ErIr 2 BİLEŞİĞİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ
Arş. Gör. Dr. HÜSEYİN ZAHİT DEMİRAĞ Dr. Öğr. Üyesi MEHMET DOĞAN	KANAT VE KANATÇIK TİPİ VORTEKS ÜRETİCİLERİN ISIL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	16: 00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:5 SESSION: 3	**MODERATOR: Assist. Prof. Dr. KEMAL ATASOY**
Juliana Al Massri	THE ISRAELI DEFENSE FORCES: AIR FORCES.
Juliana Al Massri	CREATING POLITICAL PARTIES IN PALESTINE
P.h.D. Student, Melek Adsız	USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN TERMS OF OPERATIONAL CAPACITY IN THE 21ST CENTURY
Mustafa Abdullah Noman Ahmed	EVALUATING THE ROLE OF THE UNITED NATIONS SPECIAL ENVOYS IN RESOLVING THE CONFLICT IN YEMEN
Prof. Dr. ASIM ÇOBAN Yüksek Lisans öğr. SERHAT KAVUK	TÜRKİYE'NİN 20.YÜZYIL ORTADOĞU POLİTİKALARI
Doç. Dr. Helin SARI ERTEM Doktora Adayı Çağla VURAL	ABD DIŞ POLİTİKASINDA LATİN AMERİKA VE GÖÇ: ONTOLOJİK GÜVENLİK EKSENLİ BİR OKUMA
Doç. Dr. Helin SARI ERTEM Doktora Adayı Ceren Melis KILIÇ	DIŞ POLİTİKA ANALİZİNDE ONTOLOJİK GÜVENLİK, PSİKANALİZ VE LACAN
Gamze ÇELEBİZADE Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan IĞDIR AKARAS	YUGOSLAVYA'NIN DAĞILMA SÜRECİ VE BOSNA SAVAŞINDA GÜVENLİK KONSEYİ'NİN ROLÜ
Gamze ÇELEBİZADE Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan IĞDIR AKARAS	DOĞU AKDENİZ MESELESİ BAĞLAMINDA TÜRKİYE- LİBYA İLİŞKİLERİ
BARKIN ÖZYURT	FORMATIONS OF HIGHER JUDICIAL BODIES IN THE CONSTITUTIONAL AMENDMENT PROPOSAL OF SIX POLITICAL PARTIES (TABLE OF SIX)
Assist. Prof. Dr. KEMAL ATASOY	THE RISK OF AMBUSH MARKETING IN SPORT SPONSORSHIP
ALP EREN TURHAN,	LEGAL NATURE OF THE ACT FOR ANNULMENT OF OBJECTION
Dr. Öğretim Üyesi HÜSEYİN MURAT IŞIK	TÜRKİYE'DE 2023 CUMHURBAŞKANLIĞI SEÇİMİNİN TARTIŞMALI YÖNLERİ

Tayfun YILDIRIM Doç. Dr. Nursel YALÇIN	Android Akıllı Telefonların Adli Bilişim İncelemesinde Root Yetkisini Kazanmanın Gerekliliği ve Hukuki Kabul Edilebilirliği

29.12. 2022	16: 00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL:6 **SESSION: 3**	**MODERATOR: Doç. Dr., Seval Deniz KILIÇ**
Doç. Dr., Salih GÜRBÜZ	EBEVEYN VE ÇOCUK İLETİŞİMİNDE İLETİŞİM ENGELLERİNİN "SEN HİÇ ATEŞ BÖCEĞİ GÖRDÜN MÜ?" FİLMİ ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ
Doç. Dr., Seval Deniz KILIÇ	MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİK TARİHİNE YÖNELİK PROBLEM KURMA YAKLAŞIMLARI
Doç. Dr., Seval Deniz KILIÇ,	MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL OYUN OLUŞTURMA SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi, İREM GÜRGAH OĞUL	COVID-19 PANDEMİSİ SÜRECİNDE ERKEN ÇOCUKLUK EĞİTİMİNE İLİŞKİN YAPILAN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ
Çağla Nur ÖZKAN Doc. Dr. Seda OKUMUŞ	7. SINIF FEN DERSİ ÖĞRETİMİNDE DENEYLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİ BAŞARISINA VE DÜŞÜNCELERİNE ETKİSİ
Dr. Serkan ÇİFTCİ Dr. Abdulkadir SAĞLAM	THE USE OF WEB 2.0 TOOLS IN FOREIGN LANGUAGE EDUCATION: A REVIEW ON THE BENEFITS AND CHALLENGES
ELİF BULAÇ Prof. Dr. MUSTAFA YEŞİLYURT	İLKOKULDAKİ BİR META ANALİZ İÇİN İÇERİK ANALİZİ
Assoc. Prof. Dr. SÜLEYMAN BAŞARAN	CULTURAL BARRIERS TO EFL TEACHERS' PROFESSIONAL DEVELOPMENT
Assoc. Prof. Dr. SÜLEYMAN BAŞARAN	DISCOURSE ANALYSIS OF POETRY AS A TOOL IN EFL CLASSES: EXPLORING POSSIBILITIES FOR LANGUAGE LEARNING
Dr. Abdulkadir Yüksel	A RESEARCH ON UNEMPLOYMENT CONCERNS OF FEMALE TEACHER CANDIDATES IN THE PROCESS OF PEDAGOGICAL FORMATION EDUCATION

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	16: 00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 7	**SESSION: 3** **MODERATOR: Doç. Dr. RECEP TEMEL**
Araştırma Görevlisi Doktor, MERVE KAYADUVAR	THE ROLE OF ACTIVE LABOUR MARKET POLICIES IN THE NEOLIBERALISATION OF THE LABOUR MARKETS
Dr. Öğr. Üyesi Özgür KOÇBULUT Dr. Öğr. Üyesi Aytekin ALTIPARMAK	KAMU HARCAMALARI VE İŞSİZLİK İLİŞKİSİ: TÜRK CUMHURİYETLERİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ÇALIŞMA
Assist. Prof. Dr. Muhammed SAMANCI	FINANCIAL RULES AND TAX POLICY: CASE OF TÜRKİYE
Doç. Dr. RECEP TEMEL	TÜRKİYE'DE İL ÖZEL İDARELERİ BÜTÇE GELİŞMELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ (2013-2022)
Dr. Yunus Emre KARACA Dr. Ahmet Melik SAHABİ	IMPORTANCE OF UNMANNED SYSTEMS IN TERMS OF INTERNATIONAL AND NATIONAL SECURITY
Doç. Dr., DİLEK GÖZE KAYA GÜLŞAH ÇETİN	TÜRKİYE'DE SOSYAL BELEDİYECİLİĞİN GELİŞİMİ VE YAŞANAN SORUNLAR
Ali YILDIRIM	TÜRKİYEDE ALINAN GELİR VE KURUMLAR VERGİSİNİN İLLER BAZINDA KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ
Prof. Dr. Fatih KIRIŞIK	A PROPOSAL OF AN INSTITUTION FOR TRAINING CANDIDATES FOR PUBLIC ADMINISTRATION ADMINISTRATOR IN TURKEY: SCHOOL OF PUBLIC ADMINISTRATION
Prof. Dr. Fatih KIRIŞIK	TÜRKİYE CENTERED APPROACH TO DEVELOP TÜRKİYE'S PUBLIC POLICY ON FOREIGN STUDENTS: TÜRKİYE CENTURY POLICY

29.12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	16: 00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 8 SESSION: 3	**MODERATOR: Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI**
Assistant Professor Derya SİNANOĞLU	THE BIOSTRATIGRAPHY OF THE FIRAT FORMATION AND ITS IMPORTANCE FOR THE PETROLEUM SYSTEM
AYŞENUR ALBAYRAK Prof. Dr., UFUK CEBECİ ÖZGENUR TUNCER Res.Asst., OSMAN ÖĞÜNÇLÜ	DEVELOPMENT OF APS SOFTWARE SELECTION METHODOLOGY AND APPLICATION IN A JEWELERY COMPANY
Prof. Dr., Hasan SERİN Nihan Ayşe ANÇEL Arş. Gör. Dr. Yunus ŞAHİN	KAHRAMANMARAŞ İLİNDE YER ALAN ÇOÇUK OYUN PARKLARININ TASARIM VE PLANLAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Prof. Dr., Hasan SERİN Ahmet GÜL , Arş. Gör. Dr. Yunus ŞAHİN	MOBİLYA İŞLETMESİNDE BULUNAN MAKİNALARDA TOZ ÖLÇÜMÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ
Assist. Prof. Dr. Esra Taştan Özkan	INVESTIGATION OF DESİGN PARAMETERS OF BABY CLOTHES
Lecturer CİHAN GÖKÇÖL	CURRENT SITUATION OF SOLAR ENERGY IN TURKEY: 2023 UPDATE
Lecturer CİHAN GÖKÇÖL	POTENTIAL AND UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE MARMARA REGION
Alican ÖKDEM Prof. Dr. Adnan AKKURT	DIŞ YÜZEYİ TRİBOELEKTRİK NANO MALZEME İLE KAPLANMIŞ ROKETTE ENERJİ HASADI
Dr. Öğretim Üyesi, EMİNE YAĞIZ GÜRBÜZ	UTILIZATION OF VARIOUS NANOFLUID SOLUTIONS IN A PLATE HEAT EXCHANGER
MSc, ELÇİN EROĞLU Phd, SEMANUR BELEN Assoc. Prof. Dr. UĞUR CENGİZ	FABRICATION OF ACRYLIC ACID/TEOS ORMOSIL SURFACE BY ONE-STEP, ONE-POT REACTION
Assist Prof, Mahmut SARI Erdem GÖKTÜRK	DETERMINATION OF SOIL PROPERTIES OF KROM VALLEY SARIOĞLU CHURCH BY GEOPHYSICAL METHODS
Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI	JEOLOJİK ORTAM BELİRTECİ OLARAK NADİR TOPRAK ELEMENTLER
Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI	NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN (NTE) MADEN YATAKLARINDA KÖKEN BELİRTECİ OLARAK KULLANILMASI

29. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	16: 30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:9 SESSION: 3	**MODERATOR: Tamara Djurickovic MSc**
Hastuti Saptorini	OCCUPANTS- BEHAVIOR AND SPATIAL IMPLICATIONS OF RIVERFRONT RESIDENTIAL IN YOGYAKARTA, INDONESIA
Charru Malhotra, Girija Krishnaswamy	CITIZENS- EXPECTATIONS FROM RURAL TELECENTRES: A CASE STUDY OF IMPLEMENTATION OF COMMON SERVICE CENTRES IN MUSHEDPUR VILLAGE, HARYANA, INDIA
Mirjana Radman-Funarić, Katarina Potnik Galić	RESEARCH OF POTENTIAL CLUSTER DEVELOPMENT IN PANNONIAN CROATIA
Suleiman Obeidat, Adnan Bashir, Wisam Abu Jadayil	THE IMPORTANCE OF CLASS ATTENDANCE AND CUMULATIVE GPA FOR ACADEMIC SUCCESS IN INDUSTRIAL ENGINEERING CLASSES
Suzana Basaruddin, Haryani Haron, Siti Arpah Noodin	DEVELOPING OMS IN IHL
Rachelle Bosua, Nina Evans	SOCIAL NETWORKS AND ABSORPTIVE CAPACITY
Tamara Djurickovic MSc	FROM E-GOVERNMENT TO E-DEMOCRACY CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT IN MONTENEGRO
Abdel-Samad M. Ali	SPATIAL THINKING ISSUES: TOWARDS RURAL SOCIOLOGICAL RESEARCH AGENDA IN THE THIRD MILLENNIUM
Mona Masood, Zakiah Zain	APPRECIATING, INTERPRETING AND UNDERSTANDING POSTERS VIA LEVELS OF VISUAL LITERACY
Anastasia Katsamaki, Nikolaos Bilalis, Vassilis Dedoussis	LEAN THINKING PROCESS IN THE DETERMINATION OF DESIGN SUGGESTIONS TO OPTIMIZE TREATMENT OF WEEE

29. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	16: 30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:10 SESSION: 3	**MODERATOR: Ana Hol**
Prakash Singh	LEARNERS' VIOLENT BEHAVIOUR AND DRUG ABUSE AS MAJOR CAUSES OF TOBEPHOBIA IN SCHOOLS
Juha Kettunen	CO-AUTHORSHIP NETWORKS OF SCIENTIFIC COLLABORATION
Valeda Dent	IMPACT OF FOUR READING AND LIBRARY FACTORS ON THE GRADE AVERAGE OF UGANDAN SECONDARY SCHOOL STUDENTS: A QUANTITATIVE STUDY
Mahmoud I. Syam, Osama K. El-Hafy	THE BEST METHODS OF MOTIVATING AND ENCOURAGING THE STUDENTS TO STUDY: A CASE STUDY
Eleni Ioanna Levantinou	THE EFFECT OF ICONIC AND BEAT GESTURES ON MEMORY RECALL IN GREEK'S FIRST AND SECOND LANGUAGE
Iva Košek Bartošová	DEVELOPMENT OF ELEMENTARY LITERACY IN THE CZECH REPUBLIC
Ana Hol	STUDENTS AS GLOBAL CITIZENS: LESSONS FROM THE INTERNATIONAL STUDY TOUR
Nancy Jennings, Chris Collins	VIRTUAL OR VIRTUALLY U: EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN SECOND LIFE
Glenda A. Gunter	THE EFFECTS OF THE IMPACT OF INSTRUCTIONAL IMMEDIACY ON COGNITION AND LEARNING IN ONLINE CLASSES

29. 12. 2022	16: 30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL:11 SESSION: 3	**MODERATOR: Subramaniam Chandran**
Fariba Haghbin, Othman Bin Ibrahim, Mohammad Reza Attarzadeh Niaki	KNOWLEDGE RELATIONSHIP MODEL AMONG USER IN VIRTUAL COMMUNITY
Hasimah Sapiri Anton Abdulbasah Kamil, Razman Mat Tahar, Hanafi Tumin	DYNAMICS SIMULATION APPROACH IN ANALYZING PENSION EXPENDITURE
Norma Rodrigues Gomes	KNOWLEDGE MANAGEMENT APPLIED TO FORENSIC SCIENCES
Amir Hossein Davami, A< li Gholami, Ebrahim Panahpour	THE USED OF ENVIRONMENTAL ETHICS IN METHODS AND TECHNIQUES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
Asim Tanvir, Numera Rafaqat	ADOPTABILITY ISSUES OF GPS IN PUBLIC SECTOR IN PAKISTAN
Marzieh Mokhtaripour	SYSTEMS AND SOFTWARE SAFETY AND SECURITY
Shoureshe Kanani, Hassan Zandi	A STUDY OF THE DAMAGES TO HISTORICAL MONUMENTS DUE TO CLIMATIC FACTORS AND AIR POLLUTION AND OFFERING SOLUTIONS
Subramaniam Chandran	HOW DO POLITICIANS RECOVER THEIR COSTS? THE POLITICAL ECONOMY OF REPRESENTATIVE DEMOCRACY IN INDIA
Claude Alavoine	ETHICS IN NEGOTIATIONS: THE CONFRONTATION BETWEEN REPRESENTATION AND PRACTICES
Timothy Yoonsuk Lee, Jinhwan Yu, Somi Nah	A CONFUCIANISM OBSERVED IN DISASTER FILMS OF EAST ASIA
Dragana Bjelić, Mirela Mezak Stastny	CONSTITUTIONAL COMPLAINT AS AN INSTRUMENT OF FULFILLING THE WORKER ′S RIGHTS IN CROATIAN LEGAL SYSTEM

29. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	16: 30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:12 SESSION: 3	**MODERATOR: Siavash Asadi Ghajarloo**
Nancy Ling Sze Leung	The Low-fertility problem in Hong Kong: Do Mainlanders- Births Help to Rejuvenate Low-fertility Problem?
Teodora Bakardjieva Galya Gercheva	Knowledge Management and e-Learning –An Agent-Based Approach
Muhammad Wajid Tahir Rubina Kauser Majid Ali Tahir	Brain Drain of Doctors; Causes and Consequences in Pakistan
Subramaniam Chandran	From Separatism to Coalition: Variants in Language Politics and Leadership Pattern in Dravidian Movement
Mahboubeh Molaei	Knowledge Management Model for Managing Knowledge among Related Organizations
Abbas Moshref Razavi, Rodina Ahmad	Users- Motivation and Satisfaction with IS
Jamalodin Alvani Fardin Boustani, Omid Tabiee, Masoud Hashemi	The Effects of Human Activity in Yasuj Area on the Health of Stream City
Siavash Asadi Ghajarloo	Mining Implicit Knowledge to Predict Political Risk by Providing Novel Framework with Using Bayesian Network
Nor'Aini Yusof, Ismael Younis Abu-Jarad	The Organizational Innovativeness of Public-Listed Housing Develo
Tingan Tang, Kimmo Karhu, Matti Hamalainen	Community Innovation in Sustainable Development: A Cross Case Study

29. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	16: 30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:13 SESSION: 3	**MODERATOR: Maral Mohamadi Zanjani**
Michael Lissack	WHEN EXPLANATIONS “CAUSE“ ERROR: A LOOK AT REPRESENTATIONS AND COMPRESSIONS
Lilac Al Safadi, Rana Abu Nafesa, Regina Garcia	COURSE ADOPTION OF MS TECHNOLOGIES – CASE STUDY
Maria Satya Rani, Fandy Tjiptono, Suyoto	INTERNET: A NEW MEDIUM TO PROMOTE TRADITIONAL DANCES IN INDONESIA
Aida Amirazodi	IRANIAN BAZAARS: THE ILLUSTRATION OF STABLE THOUGHTS
Zaiton Samdin, Kasimu Abdu Bakori, Hamimah Hassan	FACTORS INFLUENCING ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PRACTICES AMONG HOTELS IN MALAYSIA
Helen P. Greatrex	ROBUST HUMAN RIGHTS GOVERNANCE: DEVELOPING INTERNATIONAL CRITERIA
Senian Malie, Oriah Akir	DETERMINANTS FOR SUCCESS IN EXPATRIATION OF MALAYSIAN INTERNATIONAL CORPORATIONS
Maral Mohamadi Zanjani	ECOTOURISM, EXPANSION, ALONGSIDE WITH DOMINANT FUNCTION OF KHARK (KHARG) AND KHARKO ISLANDS
Shafiq ur Rehman, Jane-Lisa Coughlan	DESIGN AESTHETICS OF MOBILE INTERFACE
Yimeng Deng, Klarissa T.T. Chang	A DESIGN FRAMEWORK FOR EVENT RECOMMENDATION IN NOVICE LOW-LITERACY COMMUNITIES
Nurmukhambetov Ardak	SOCIAL AGGRAVATIONS DURING THE PERIOD OF MEDIEVAL WARS IN EUROPE

29. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	16: 30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL:14 SESSION: 3	**MODERATOR: Srisawas Siriporn,**
Reza Sigari Tabrizi, Yeap Peik Foong, Nazli Ebrahimi	USING INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELING TO DETERMINE THE RELATIONSHIPS AMONG KNOWLEDGE MANAGEMENT CRITERIA INSIDE MALAYSIAN ORGANIZATIONS
Ioan Popa, Radu Lupu, Cristiana Tudor	AN INVESTIGATION INTO THE ROLE OF MARKET BETA IN ASSET PRICING: EVIDENCE FROM THE ROMANIAN STOCK MARKET
Paula Ferreira, Filipa Vieira	EVALUATION OF AN OFFSHORE WIND POWER PROJECT: ECONOMIC, STRATEGIC AND ENVIRONMENTAL VALUE
Omid Jadidi, Fatemeh Firouzi, Enzo Bagliery	TOPSIS METHOD FOR SUPPLIER SELECTION PROBLEM
Ajay Gupta, Arvind Bhardwaj, Arun Kanda	FUNDAMENTAL CONCEPTS OF THEORY OF CONSTRAINTS: AN EMERGING PHILOSOPHY
Dahir A. Ga'al, Wardah Zainal Abidin	POLICY MANAGEMENT FRAMEWORK FOR MANAGING ENTERPRISE POLICIES
Srisawas Siriporn, Rotchanakitumnuai Siriluck	SOCIAL NETWORK MANAGEMENT ENHANCES CUSTOMER RELATIONSHIP
Svetlana Saksonova	APPROACHES TO DETERMINING OPTIMAL ASSET STRUCTURE FOR A COMMERCIAL BANK
Kamila Tislerova, Marta Zambochova	MARKETING SEGMENTATION OF STUDENTS WILLING TO STUDY ABROAD BASED ON CLUSTER ANALYSIS
J. Zambujal-Oliveira	A REAL OPTIONS ANALYSIS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT COMPETITION IN A NEWS UNCERTAIN ENVIRONMENT

29. 12. 2022	16: 30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL:15 SESSION: 2	**MODERATOR: Ibraheem Alzahrani**
Juha Kettunen	THE STRATEGY OF THE INNOVATION ALLIANCE IN HIGHER EDUCATION
Bibiana Hlebova	OTHERNESS OF ROMA IN INCLUSIVE EDUCATION OF ROMA PUPILS IN SLOVAKIA
Md Rabiul Islam, Ben Wadham	EQUITY AND DIVERSITY IN BANGLADESH'S PRIMARY EDUCATION: STRUGGLING INDIGENOUS CHILDREN
Sujit K. Basak, Simon Collin	ANALYZING THE TECHNOLOGY AFFECTING ON THE SOCIAL INTEGRATION OF STUDENTS AT UNIVERSITY
Samal Abzhanova, Saule Mussabekova	THE EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTING INTERACTIVE TRAINING FOR TEACHING KAZAKH LANGUAGE
Simin Sadeghi-Saeb	USING METACOGNITIVE STRATEGIES IN READING COMPREHENSION BY EFL STUDENTS
Abdul Rofiq Badril Rizal Muzammil	THE INVESTMENT OF ISLAMIC EDUCATION VALUES TOWARD CHILDREN IN THE EARLY AGE THROUGH STORY-TELLING METHOD
Mustafa Jahanara	THE RELATIONSHIP OF EMOTIONAL INTELLIGENCE, PERCEIVED STRESS, RELIGIOUS COPING WITH PSYCHOLOGICAL DISTRESS AMONG AFGHAN STUDENTS
Ibraheem Alzahrani	THE ROLE OF THE CONSTRUCTIVIST LEARNING THEORY AND COLLABORATIVE LEARNING ENVIRONMENT ON WIKI CLASSROOM AND THE RELATIONSHIP BETWEEN THEM
Elena Krelja Kurelović, Jasminka Tomljanović, Vlatka Davidović	INFORMATION OVERLOAD, INFORMATION LITERACY AND USE OF TECHNOLOGY BY STUDENTS
Brandy Yee, Dianne Yee	LEADING, TEACHING AND LEARNING "IN THE MIDDLE": EXPERIENCES, BELIEFS, AND VALUES OF INSTRUCTIONAL LEADERS, TEACHERS, AND STUDENTS IN FINLAND, GERMANY, AND CANADA

30. 12. 2022	10:00- 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222

HALL: 1 SESSION:1 MODERATOR: **Dr. Öğr. Üyesi, M. Mustafa ERTAY**

Jamal Karmoua Béla Kovács	SEAM TRACKING FOR AUTOMATIC WELDING ROBOTS
Mustafa KAFALI Gökhan BUDAK	BİR GEMİNİN HEDEFLENEN BÖLGE İÇİN DÜMEN AÇISININ OPTİMİZASYONLA BELİRLENMESİ
Kübra Yazar Kurul Prof. Dr. Muzaffer Kapanoğlu	HÜCRESEL İMALATIN YENİDEN YAPILANDIRILMASINA YÖNELİK KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ: HAVACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA
Prof. Dr. Necla Cakmak	GAMOW-TELLER TRANSITION LOGFT VALUE FOR Ni-70 ISOTOPE
Prof. Dr. Necla Cakmak	U1F BETA TRANSITION LOGFT VALUE FOR Y-94 ISOTOPE
Ömer TÜRKMEN Tolga ÖZER	İHA'LARDA KULLANILAN ENERJİ TÜRLERİNE GENEL BİR BAKIŞ
Asst. Prof. BÜLENT DAĞ FERHAT SELİM AKÇAM	A SMALL SIGNAL MODELLING METHOD FOR SWITCHING CONVERTERS
Dr. Serdar GÜMBÜR Dr. Öğr. Üyesi Erdal KÜÇÜKÖNDER	DOĞRUDAN GAMA DOZ HIZI ÖLÇÜMÜ
Dr. Öğr. Üyesi, M. Mustafa ERTAY	DC MİKRO ŞEBEKELERDE KORUMA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi, M. Mustafa ERTAY	AC MİKRO ŞEBEKELERDE KONTROL YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ
Elektrik Elektronik Mühendisi, Ayşe TANATAR	TEK FAZ GİRİŞ BESLEMELİ GÜÇ FAKTÖRÜ DÜZELTME DEVRESİ

30. 12. 2022	10:00- 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 2 SESSION:1	**MODERATOR:** Şebnem Salın Güner
Res. Assist. Dr. HÜLYA AVCI ÖZBEK	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEW DECAVANADATES
NEHİR ERGELEN ZEYNEP HAZAL TEKİN CAKMAK SALİH KARASU	FARKLI PRES KOŞULLARININ SOĞUK SIKIM ÇÖREK OTU YAĞI YAN ÜRÜNÜN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİ ÜZERİN ETKİSİ
Dr. Öğretim Üyesi Beşir DAĞ İlham ASLAN	BATMAN YÖRESİNDE YETİŞEN ŞALGAM (BRASSICA RAPA L.) BİTKİSİNİN AĞIR METAL MİKTARININ BELİRLENMESİ
Dr. Öğretim Üyesi Beşir DAĞ İlham ASLAN	BATMAN YÖRESİNDE YETİŞEN ŞALGAM (BRASSICA RAPA L.) BİTKİSİNİN FENOLİK MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİ
MURAT BAYINDIR Prof. Dr.,MEHMET SAYIM KARACAN	SADE YAĞDA KARE DALGA SIYIRMA VOLTAMETRİSİ İLE PALMİTİK ASİT TAYİNİ İÇİN YÖNTEM GELİŞTİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Şilan TURHAN Dr. Öğr. Gör. Erhan ÖZTÜRK Dr. Öğr. Üyesi Aybek YİĞİT	OKSADİAZOL TABANLI POTANSİYEL ORGANİK FOTOVOLTAİK SERİSİ ÜZERİNDE HESAPLAMALI BİR ÇALIŞMA
Şebnem Salın Güner Prof. Dr. Emek Derun	SCHIST USAGE IN CEMENT PRODUCTION INSTEAD AS A SUBSTITUTE FOR FLY ASH

30. 12. 2022	10:00- 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 3 SESSION: 1 MODERATOR : Assoc. Prof. Dr. SİBEL DEMİRARSLAN	
Sanusi Abdulmaliki Olukayode	DECODING FACTORS THAT CONTRIBUTE TO GENDER DISCRIMINATION IN MODERN DWELLING ARCHITECTURE IN NIGERIA
Assoc. Prof. Dr. SİBEL DEMİRARSLAN	PROFESSIONAL DESCRIPTION OF ARCHITECTURE AND AI CONTRIBUTION TO SERVICES
Assoc. Prof. Dr. SİBEL DEMİRARSLAN	THE EVALUATION OF SCIENCE FICTION SPACES BY SIGNIFICANCE METHOD THROUGH THE ALTERED CARBON RESLEEVED FILM UNIVERSE
Dr. Fatma BOZKURT	A NEW METHOD TO CONSTRUCT FRAMES
MUHAMMED KUMCU Arş. Gör. ÖMER EKMEKÇİOĞLU Prof Dr. MEHMET ÖZGER	İÇMESUYU SİSTEMİNDE İZOLE ALT BÖLGELERİN (DMA) BULANIK AHP TOPSIS METHODU İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ
Asst. Prof. Dr. Hamid Asadi Dereshgi Researcher Sedanur Yilmaz	DESIGN AND DEVELOPMENT OF A NOVEL ELECTROENCEPHALOGRAPHY- CONTROLLED LINEAR MOTOR-BASED ACTIVE WRIST-HAND ORTHOSIS FOR REHABILITATION APPLICATION
İnş. Müh. Hayri KARAKAYA Prof. Dr. Hakan GÜLER	KENTİÇİ RAYLI SİSTEMLERDE İŞLETME PLANLAMASI VE OPTİMİZASYONU: EMİNÖNÜ ALİBEYKÖY TRAMVAY HATTI UYGULAMASI
Oya GÖKALP Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER	OKUL ÖNCESİ EĞİTİM YAPILARININ TASARIM KRİTERLERİNİN ÖRNEKLER ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ
Architect, LALE DELİCE Assoc. Prof. Dr. TAMER RIZAOGLU	PRELIMINARY FINDINGS ON TECHNICAL AND AESTHETIC PROPERTIES OF GEOMATERIALS USED IN KAYNARCA POND (ELBISTAN- KAHRAMANMARAŞ) RECREATION AREA
Yüksek lisans Öğrencisi, Firdevs Küçük	İSTANBUL'DA MEVCUT ESKI VE YENİ BİNANIN ENERJİ ETKİN TASARIMI BAĞLAMINDA BEP-TR UYGULAMASI İLE KARŞILAŞTIRILMASI
Dr. Öğretim Üyesi AYŞENUR USLU Dr. GÜL USLU	DERİ ÜRETİM PROSESİ KAYNAKLI İŞ GÜVENLİĞİ TEHLİKELERİ
Dr. GÜL USLU Dr. Öğretim Üyesi AYŞENUR USLU	PATLAYICI ORTAMLARIN FİNE KİNNEY YÖNTEMİYLE RİSK ANALİZİ: BOYAHANE ÖRNEĞİ

Arş. Fatmagül Yiğit Arş. Efe Savran Müh. Yavuzhan Coşkun Müh. İsmail Sertesen Prof. Dr. Fatih Karpat	ŞEHİR İÇİ OTOBÜSLERİN SONLU ELEMAN ANALİZLERİ ÜZERİNE DERLEME

30. 12. 2022	10:00- 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL:4 SESSION: 1	**MODERATOR: Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY**
Nitakshi Goyal	DIFFERENT TYPES OF WEEKLY OPEN SETS IN IDEAL TOPOLOGICAL SPACES
Fatma Yeşildağ Doç. Dr. Ozan Özkan	CONFORMABLE KESIRLI MERTEBEDEN DIFERANSIYEL DENKLEMLERDE PADÉ YAKLAŞIMI
RABİL AYAZOĞLU EBUBEKİR AKKOYUNLU	FRACTIONAL VARIATIONAL CALCULUS OF VARIABLE ORDER IN VARIABLE EXPONENT LEBESGUE SPACES
EBUBEKİR AKKOYUNLU RABİL AYAZOĞLU	GLOBAL EXISTENCE AND BLOW-UP FOR A NONLINEAR POROUS MEDIUM PROBLEM INVOLVING GENERALIZED EXPONENTS
Öğretmen Deniz HOŞER	AN APPLICATION OF THE SIMPLEST EQUATION METHOD
Doç. Dr., CAN AKTAŞ Doç. Dr., SEZGİN AYGÜN	TSALLIS HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİNİN UZAY – ZAMAN GEOMETRİSİ
Doç. Dr., SEZGİN AYGÜN Doç. Dr., CAN AKTAŞ	LYRA TEORİDE TSALLIS HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİNİN DAVRANIŞININ İNCELENMESİ
Assist. Prof. GÜLTEN TORUN	ON APPROXIMATION BY THE STANCU TYPE SCHURER-BLEIMANN-BUTZER-HAHN OPERATORS BASED ON THE - INTEGER
PhD. Erdem TOKSOY	FUNCTION SPACES WHOSE FRACTIONAL FOURIER TRANSFORMS ARE IN SUBSPACES OF HOMOGENEOUS BANACH SPACES
Associate Prof., Zehra YÜCEDAĞ	NONHOMOGENEOUS P(x)- LAPLACIAN STEKLOV PROBLEM WİTH WEIGHTS
Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY	AN APPLICATION OF THE GENERALIZED DISTRIBUTION FOR A CERTAIN SUBCLASS OF UNIVALENT FUNCTIONS
KEZİBAN TAŞ	ON AN INVERSE SPECTRAL PROBLEM FOR INTEGRO-DIFFERENTIAL OPERATOR
KEZİBAN TAŞ	ON THE INVERSE PROBLEM FOR INTEGRO-DIFFERENTIAL OPERATORS

30. 12. 2022	10:00- 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL:5 SESSION: 1	**MODERATOR: Dr.Öğr.Üyesi, ABDULAZİZ KAYA**
Zir. Müh. MELEK IRMAK Doç. Dr. ÖMER SÖZEN	KIRŞEHİR EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI YEŞİL MERCİMEK GENOTİPLERİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Zir. Müh. GURBET KARAMAN Doç. Dr. ÖMER SÖZEN	BAZI NOHUT ÇEŞİTLERİNİN AYRANCI/KARAMAN EKOLOJİK KOŞULLARINDA TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
Assoc. Prof. Dr. PINAR GOC RASGELE HILAL UCAN	EVALUATION OF ANTIMUTAGENIC ACTIVITY OF Salvia triloba L. THAT MEDICINAL PLANT
Assist. Prof. Dr. ABDULAZİZ KAYA	EFFECT OF REACTION CONDITIONS ON THE CATIONIZATION OF HAZELNUT SHELL POWDER
Erdoğan ÇÖÇEN Remzi KOKARGÜL Muhsin BAYSAL Mehmet KABAKÇI	KİRAZ YE TİŞTİRİCİLİĞİNDE ANAÇ OLARAK KULLANILABİLECEK SL-64 KLON ANACININ MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ
Remzi KOKARGÜL Erdoğan ÇÖÇEN Muhsin BAYSAL Mehmet KABAKÇI	KAYISI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANILABİLECEK MARİANNA 2624 ANACININ BİTKİSEL ÖZELLİKLERİ
Assist. Prof. Dr. Semih AÇIKBAŞ Assoc. Prof. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI	DETERMINATION OF GERMINATION AND SEEDLING CHARACTERISTICS OF PHACELIA (Phacelia tanacetifolia Bentham) PLANT UNDER SALT STRESS
Assist. Prof. Dr. Semih AÇIKBAŞ Assoc. Prof. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI	THE EFFECT OF SALICYLIC ACID SEED PRIMING ON GROWTH AND SEEDLING DEVELOPMENT OF BITTER VETCH (Vicia ervilia L.)
Assist. Prof. Dr. Aybüke KAYA ZM. Merve ATEŞ	THE CHANGE OF RICE PRODUCTION BY YEARS IN TURKEY
Assist. Prof. Dr. Aybüke KAYA ZM. Sude TARAKÇI	MELON PRODUCTION OF HATAY PROVINCE AND ITS PLACE IN TURKEY

30. 12. 2022	10:00- 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL:6 SESSION: 1	**MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. MEHMET KAPLAN**
Assoc. Prof. Dr. MEHMET KAPLAN	CONTROL OF INSECTS IN AGRICULTURAL PRODUCTION AREAS WITH BIOTECHNICAL FIGHTING METHODS
Assoc. Prof. Dr. MEHMET KAPLAN	AN EVALUATION ON BIOPESTICIDES AND TRANSGENIC PLANTS
Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR	DOMATESTE FUNGUSİT KALINTILARININ QUECHERS EKSTRAKSİYON YÖNTEMİ ve LC-MS/MS TEKNİĞİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ
Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK	KARPUZ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE MUHAFAZASI
Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME ORGANIC FERTILIZER APPLICATIONS ON SOME FRUIT PROPERTIES IN ALBİON STRAWBERRY (Fragaria spp. L.)
Murat ERMAN Mustafa CERİTOĞLU	DETERMINATION OF ADAPTATION PROPERTIES OF LENTIL CULTIVARS AS GROWN SPRING IN VAN ECOLOGICAL CONDITIONS
Assoc Prof., FIRAT PALA Prof. Dr., HUSREV MENNAN	STRATEGIES FOR NON-CHEMICAL WEED MANAGEMENT IN AGRICULTURE
Assoc Prof., FIRAT PALA Prof. Dr., HUSREV MENNAN	THE STATUS OF NON-CHEMICAL WEED CONTROL IN AGRICULTURE

30. 12. 2022	10:00- 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 7 SESSION: 1	**MODERATOR : Prof. Dr. Esin BASIM**
Prof. Dr. Esin BASIM Prof. Dr. Hüseyin BASIM	EVALUATION OF THE PLANT PROTECTION APPLICATIONS GREENHOUSE VEGETABLE GROWERS IN ANTALYA PROVINCE
Prof. Dr. Esin BASIM Prof. Dr. Hüseyin BASIM	COMPARISON OF THE AGRICULTURAL PRACTICES OF CONVENTIONAL FARMERS AND GOOD AGRICULTURAL PRACTICES IN ANTALYA AND EVALUATION OF THE PRACTICES IN TERMS OF PLANT PROTECTION
Prof. Dr. Hüseyin BASIM Prof. Dr. Esin BASIM	ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF BASIL (OCIMUM BASILICUM) OIL AGAINST CLAVIBACTER MICHIGANENSIS SUBSP. MICHIGANENSIS CAUSING BACTERIAL WILT AND CANKER DISEASE
Prof. Dr. Hüseyin BASIM Prof. Dr. Esin BASIM	INVESTIGATION OF THE USES OF ENDOPHYTIC BACTERIA FROM TOMATO GREENHOUSE PRODUCTION AREAS IN ANTALYA AGAINST CLAVIBACTER MICHIGANENSIS SUBSP. MICHIGANENSIS A CAUSAL AGENT OF BACTERIAL WILT AND CANKER DISEASE
Dr. Öğr. Üyesi MÜJGAN ELVEREN TUĞÇE VAROL Doç. Dr. ETEM OSMA	KAYA TUZU İLE DENİZ TUZUNUN BUĞDAY (Triticum vulgare L.) VE ARPA (Hordeum vulgare L.) ÇEŞİTLERİNDE ÇİMLENME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ
Esra Özge AYGÜL Mustafa KOCAKAYA Mehmet Ünsal BARAK Zekiye KOCAKAYA	TÜRKİYE İÇİN İKİNCİ KAYIT LİKEN TÜRÜ: Protoblastenia terricola
Mehmet Ünsal BARAK Mustafa KOCAKAYA Esra Özge AYGÜL Zekiye KOCAKAYA	TÜRKİYE'DEN NADİR BULUNAN İKİNCİ KAYIT LİKEN TÜRÜ: Agonimia allobata

30. 12. 2022	10:00- 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 8	**SESSION: 1** **MODERATOR: Prof. Dr, Mehmet ÇİFTCİ**
Dr. Emre ŞAHİN, Dr. Öğr. Üyesi Füsun ERTEN, Prof. Dr. Kazim ŞAHİN	EFFECT OF THE COMBINATION OF MAGNESIUM BIOTINATE AND ARGININE SILICATE- INOSITOL COMPLEX ON NEUROPROTECTIVE PROTEINS IN HIGH-FAT DIET-FED RATS
Semra KAYA Gökhan KOÇAK	RUMİNANTLARDA YÜKSEK PROTEİN İÇEREN DİYET İLE BESLEMENİN ÜREME ÜZERİNE ETKİSİ
Semra Kaya Murat Can Demir İnan Kaya Muhammet Ali Karadağ Gökhan Koçak Cihan Kaçar	KÖPEKLERDE KAN SERUMU VE İDRARDA ANTİ-MÜLLERİAN HORMON DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Ali Osman TURGUT Davut KOCA	THE IMPORTANCE OF MOLECULAR GENETICS TECHNIQUES IN THE IMPROVEMENT OF REPRODUCTIVE TRAITS IN CATTLE
Prof. Dr, Mehmet ÇİFTCİ	FARE KARBONİK ANHİDRAZ-I İZOENZİMİ İÇİN CDNA PRİMERLERİNİN DİZAYN EDİLMESİ
Nebi ÇETİN	DOĞUMU UYARILAN KOYUNLARDA KUZULARIN KALP FREKANSLARI VE BAZI MİNERAL MADDE DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Ogr. Uye., Ozhan KARATAS Dr., Gokhan AKCAKAVAK Dr. Ogr., Osman DOGAN	HEPATOID GLAND EPITHELIOMA İN A HUSKY DOG
Assist. Prof. Dr. Mehmet Ferit Özmen	THE IMPORTANCE AND FUTURE OF SHEEP GOAT BREEDING IN TURKEY

30. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	10:30- 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 9 SESSION: 1 MODERATOR: V. Komarova	
A. Galashev	COMPUTER STUDY OF CLUSTER MECHANISM OF ANTI-GREENHOUSE EFFECT
Sara Zamani, Mojtaba Fazeli, Abdollah Rashidi Mehrabadi	THE POTENTIAL USE OF NANOFILTERS TO SUPPLY POTABLE WATER IN PERSIAN GULF AND OMAN SEA WATERSHED BASIN
Obaidullah Nadeem, Rizwan Hameed	A CRITICAL REVIEW OF THE ADEQUACY OF EIA REPORTS-EVIDENCE FROM PAKISTAN
Abolfazl Moeini, Elahe Alizadeh Paeenafrakaty	GROUNDWATER QUALITY AND THE SOURCES OF POLLUTION IN BAGHAN WATERSHED, IRAN
Katarzyna Strzała-Osuch	ASSESSMENT OF POLLUTION REDUCTION
Masaki Tajima, Kenji Imou, Shinya Yokoyama	ESTIMATION METHOD FOR THE CONSTRUCTION OF HYDROGEN SOCIETY WITH VARIOUS BIOMASS RESOURCES IN JAPAN-PROJECT OF COST REDUCTIONS IN BIOMASS TRANSPORT AND FEASIBILITY FOR HYDROGEN STATION WITH BIOMASS-
Thaniya Kaosol, Sirinthrar Wandee	CELLULOLYTIC MICROBIAL ACTIVATOR INFLUENCE ON DECOMPOSITION OF RUBBER FACTORY WASTE COMPOSTING
Mitsuyuki Kawakami, Kimihiro Yamanaka	A STUDY ON ENERGY-EFFICIENT TEMPERATURE CONTROL
V. Komarova	VALUING ENVIRONMENTAL IMPACT OF AIR POLLUTION IN MOSCOW WITH HEDONIC PRICES
O. I. Nkwonta, G. M. Ochieng	WATER POLLUTION IN SOSHANGUVE ENVIRONS OF SOUTH AFRICA

30. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	10:30- 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 10 SESSION: 1 MODERATOR: Frank Emmert-Streib	
Valeri A. Makarov, Nazareth P. Castellanos	INFERRING THE DYNAMICS OF “HIDDEN“ NEURONS FROM ELECTROPHYSIOLOGICAL RECORDINGS
Swapnoneel Roy, Minhazur Rahman, Ashok Kumar Thakur	SORTING PRIMITIVES AND GENOME REARRANGEMENTIN BIOINFORMATICS: A UNIFIED PERSPECTIVE
Nazar Zaki, Safaai Deris	DETECTING REMOTE PROTEIN EVOLUTIONARY RELATIONSHIPS VIA STRING SCORING METHOD
Manpreet Singh, Parvinder Singh Sandhu, Basant Raj Singh	COEFFICIENT OF PARENTAGE FOR CROP HYBRIDIZATION
Usha Chouhan, K. R. Pardasani	0 A MAXIMUM PARSIMONY MODEL TO RECONSTRUCT PHYLOGENETIC NETWORK IN HONEY BEE EVOLUTION
Frank Emmert-Streib, Matthias Dehmer	FIRST STUDIES OF THE INFLUENCE OF SINGLE GENE PERTURBATIONS ON THE INFERENCE OF GENETIC NETWORKS
Helyane Bronoski Borges, Júlio Cesar Nievola	ATTRIBUTE SELECTION METHODS COMPARISON FOR CLASSIFICATION OF DIFFUSE LARGE B-CELL LYMPHOMA
Farshad Rahimpour, Mohsen Pirdashti	THE EFFECT OF GUANIDINE HYDROCHLORIDE ON PHASE DIAGRAM OF PEG- PHOSPHATE AQUEOUS TWO-PHASE SYSTEM

30. 12. 2022	10:30- 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 11 SESSION: 1 MODERATOR: Petia Georgieva	
Dalia Angeles-Wedler, Katrin Mackenzie, Frank-Dieter Kopinke	PALLADIUM-CATALYZED HYDRODECHLORINATION FOR WATER REMEDIATION: CATALYST DEACTIVATION AND REGENERATION
Smaali Assia, Outemzabet Ratiba, Media El Mahdi, Kadi Mohamed	OPTICAL REFLECTANCE OF PURE AND DOPED TIN OXIDE: FROM THIN FILMS TO POLY-CRYSTALLINE SILICON/THIN FILM DEVICE
Khaireyah Kh. Al-Hamad, V. Nassehi, A. R. Khan	METHANE AND OTHER HYDROCARBON GAS EMISSIONS RESULTING FROM FLARING IN KUWAIT OILFIELDS
Shilpi Kushwaha, Suparna Sodaye, P. Padmaja	EQUILIBRIUM, KINETICS AND THERMODYNAMIC STUDIES FOR ADSORPTION OF HG (II) ON PALM SHELL POWDER
Rahmatollah Rahimi, Fariba Moharrami	STUDY OF KINETICS INCORPORATION OF AG WITH TCPP
Zubair Ahmad, Muhammad Hassan Sayyad	INVESTIGATION OF THE ELECTRONIC PROPERTIES OF AU/METHYL-RED/AG SURFACE TYPE SCHOTTKY DIODE BY CURRENT-VOLTAGE METHOD
Homayon Ahmad Panahi, Hossein Sid Kalal, Atyeh Rahimi	SEPARATION OF VITAMIN B2 AND B12 BYIMPREGNATE HPTLC PLATES WITH BORIC ACID
B. Tirandazi, M. Mehrpooya, A. Vatani	EFFECT OF VALVE PRESSURE DROP IN EXERGY ANALYSIS OF C2+ RECOVERY PLANTS REFRIGERATION CYCLES
P. Manivannan, M. Rajasimman	OSMOTIC DEHYDRATION OF BEETROOT IN SALT SOLUTION: OPTIMIZATION OF PARAMETERS THROUGH STATISTICAL EXPERIMENTAL DESIGN
Petia Georgieva, Sebastião Feyo de Azevedo	APPLICATION OF FEED FORWARD NEURAL NETWORKS IN MODELING AND CONTROL OF A FED-BATCH CRYSTALLIZATION PROCESS

30. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	10:30- 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 12 SESSION: 1 MODERATOR: Naoto Suzuki	
Majid Mirzaei, Saeid Samiezadeh , Abbas Khodadadi, Mohammad R. Ghazavi	FINITE ELEMENT PREDICTION AND EXPERIMENTAL VERIFICATION OF THE FAILURE PATTERN OF PROXIMAL FEMUR USING QUANTITATIVE COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES
To-Yuan Chen, Tzu-Ching Shih, Hao-Li Liu, Kuen-Cheng Ju	UNIFORM HEATING DURING FOCUSED ULTRASOUND THERMAL THERAPY
Naoto Suzuki	BASIC RESEARCH FOR DISTINGUISHING SMALL RETINAL HEMORRHAGES FROM DUST ARTIFACT BY USING HUE, LIGHTNESS, AND SATURATION COLOR SPACE
Panos Kotsas, Tony Dodd	RIGID AND NON-RIGID REGISTRATION OF BINARY OBJECTS USING THE WEIGHTED RATIO IMAGE
Shabbar Naqvi, Jonathan M. Garibaldi	AN OVERVIEW OF THE APPLICATION OF FUZZY INFERENCE SYSTEM FOR THE AUTOMATION OF BREAST CANCER GRADING WITH SPECTRAL DATA
Dong Ming, Su Caihong	THE ROLE PLAYED BY SWIFT CHANGE OF THE STABILITY CHARACTERISTIC OF MEAN FLOW IN BYPASS TRANSITION
Nálevka Petr	SMARTPHONES FOR IN-HOME DIAGNOSTICS IN TELEMEDICINE
Benjamin Y. M. Kwan, Hon Keung Kwan	IMPULSE NOISE REDUCTION IN BRAIN MAGNETIC RESONANCE IMAGING USING FUZZY FILTERS
Natasha Hussain, Maleeha Aslam, Robina Farooq	SENSITIVITY COMPARISON BETWEEN RAPID IMMUNO-CHROMATOGRAPHIC DEVICE TEST AND ELISA IN DETECTION AND SERO-PREVALENCE OF HBSAG AND ANTI-HCV ANTIBODIES IN APPARENTLY HEALTHY BLOOD DONORS OF LAHORE, PAKISTAN

30. 12. 2022	10:30- 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 13 **SESSION: 1**	**MODERATOR:** Prof. Dr, Mehmet ÇİFTCİ
A.H. Akhaveissy	2D NUMERICAL ANALYSIS OF SAO PAULO TUNNEL
Zhengyong Liu, Huiqing Ying	ELASTIC LATERAL FEATURES OF A NEW GLASS FIBER REINFORCED GYPSUM WALL
Mohammed B. Abohedma, Milad M. Alshebani	WIND LOAD CHARACTERISTICS IN LIBYA
Amin Eisazadeh, Khairul Anuar Kassim, Hadi Nur	MOLECULAR CHARACTERISTICS OF PHOSPHORIC ACID TREATED SOILS
A. H. Akhaveissy	IMPLEMENTATION OF GENERALIZED PLASTICITY IN LOAD-DEFORMATION BEHAVIOR OF FOUNDATION WITH EMPHASIS ON LOCALIZATION PROBLEM
Israngkura Na Ayudhya B, Kunishima M.	THE PERFORMANCE OF DISBURSEMENT PROCEDURE OF PUBLIC WORKS IN THAILAND
Mohamed A. Azab	STRUCTURAL SUSTAINABILITY TECHNIQUES FOR RC HIGH RISE BUILDINGS
Mohammed Sharif, Donald Burn	DETECTION OF LINKAGES BETWEEN EXTREME FLOW MEASURES AND CLIMATE INDICES
Carlos Mendez Galindo, Toshiro Hayashikawa, Javier Gil Belda	DAMAGE EVALUATION OF CURVED STEEL BRIDGES UPGRADED WITH ISOLATION BEARINGS AND UNSEATING PREVENTION CABLE RESTRAINERS
Narayanan Sambu Potty , Mohammad Kabir B. Mohd Akram	STRUCTURAL INTEGRITY MANAGEMENT FOR FIXED OFFSHORE PLATFORMS IN MALAYSIA

30. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	10:30- 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 14 SESSION: 1 MODERATOR: Seunghwan Lee	
Dimitar Karastoyanov, Vladimir Monov	AN INTELLIGENT SYSTEM FOR KNEE AND ANKLE REHABILITATION
Hsiao-Wei Wang, Jung-Tang Huang, Chun-Chiang Lin	REAL-TIME DETECTING CONCENTRATION OF MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS BY CNTFET BIOSENSOR
Muhammd Hassan Khalil, Xu Jiadong	DESIGN THE BOWTIE ANTENNA FOR THE DETECTION OF THE TUMOR IN MICROWAVE TOMOGRAPHY
Reza Yousefian, Michael A. Kia, Mehrdad Hosseini Zadeh	ON THE DESIGN OF SHAPE MEMORY ALLOY LOCKING MECHANISM: A NOVEL SOLUTION FOR LAPAROSCOPIC LIGATION PROCESS
Harcharan Singh Ranu	WHY WE ARE TALLER IN THE MORNING THAN GOING TO BED AT NIGHT – AN IN VIVO AND IN VITRO STUDY
Dyah Iswantini, Trivadila, Novik Nurhidayat, Waras Nurcholis	ANTIOXIDANT BIOSENSOR USING MICROBE
Seunghwan Lee	CHARACTERIZATION OF LUBRICITY OF MUCINS AT POLYMERIC SURFACES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS
Mohsin T. Mohammed, Zahid A. Khan, Arshad N. Siddiquee	INFLUENCE OF MICROSTRUCTURAL FEATURES ON WEAR RESISTANCE OF BIOMEDICAL TITANIUM MATERIALS
Nor Azali Azmir, Iskhrizat Taib, Mohammed Rafiq Abdul Kadir	THE EFFECT OF PRESS FIT ON OSSEOINTEGRATION OF ACETABULAR CUP

30. 12. 2022 Meeting ID: 833 6093 5859	10:30- 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 15 SESSION: 1 MODERATOR: Vrajesh Mehta,	
K. Vakhshouri, M.M. Y. Motamed Hashemi	SIMULATION STUDY OF RADIAL HEAT AND MASS TRANSFER INSIDE A FIXED BED CATALYTIC REACTOR
Seong-Pil Kang, Ho-Jung Ryu, Yongwon Seo	PHASE BEHAVIOR OF CO2 AND CH4 HYDRATE IN POROUS MEDIA
Ehsan Ghanaei, Feridun Esmaeilzadeh, Jamshid Fathi Kaljahi	NEW MULTI-SOLID THERMODYNAMIC MODEL FOR THE PREDICTION OF WAX FORMATION
Benedek Kovacs, Janos Toth	ESTIMATING REACTION RATE CONSTANTS WITH NEURAL NETWORKS
Farshad Rahimpour, Ali Reza Baharvand	PHASE EQUILIBRIUM IN AQUEOUS TWO-PHASE SYSTEMS CONTAINING POLY (PROPYLENE GLYCOL) AND SODIUM CITRATE AT DIFFERENT PH
Zare Aliabadi, Hassan, Mirzaei, Somaye	USING MIXED AMINE SOLUTION FOR GAS SWEETENING
Maazuza Z. Othman, Liqiang Ding, Yi Jiao	EFFECT OF ANIONIC AND NON-IONIC SURFACTANTS ON ACTIVATED SLUDGE OXYGEN UPTAKE RATE AND NITRIFICATION
Vrajesh Mehta, Anal Chavan	PHYSICO-CHEMICAL TREATMENT OF TAR-CONTAINING WASTEWATER GENERATED FROM BIOMASS GASIFICATION PLANTS
Rudy Agustriyanto, Akbarningrum Fatmawati	MODEL OF CONTINUOUS CHEESE WHEY FERMENTATION BY CANDIDA PSEUDOTROPICALIS
Akbarningrum Fatmawati, Rudy Agustriyanto, Lindawati	KINETIC STUDY OF GLUCONIC ACID BATCH FERMENTATION BY ASPERGILLUS NIGER

30. 12. 2022	10:30- 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 16 SESSION: 1 MODERATOR: Akinwumi F. Olusegun	
Rameswar Debnath, Haruhisa Takahashi	A COMPARISON OF SVM-BASED CRITERIA IN EVOLUTIONARY METHOD FOR GENE SELECTION AND CLASSIFICATION OF MICROARRAY DATA
Akinwumi F. Olusegun	BIOEFFICACY OF SOME OIL-MIXED PLANT DERIVATIVES AGAINST AFRICAN MUD CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS) BEETLES, DERMESTES MACULATUS AND NECROBIA RUFIPES
Selvakumar Dhanasingh, Shunmuga Kumar Nallaperumal	CHITOSAN/CASEIN MICROPARTICLES: PREPARATION, CHARACTERIZATION AND DRUG RELEASE STUDIES
Uun Yanuhar	THE ROLE OF IMMUNOGENIC ADHESIN VIBRIO ALGINOLYTICUS 49 K DA TO MOLECULE EXPRESSION OF MAJOR HISTOCOMPATIBILITY COMPLEX ON RECEPTORS OF HUMPBACK GROUPER CROMILEPTES ALTIVELIS
Norlin Pauzi, Ahmad R.M. Yahya, Z airossani Nor, Amirul A. Abdullah	THE POTENTIAL OF STRAIN M PROTEASE IN DEGRADATIONS OF PROTEIN IN NATURAL RUBBER LATEX
Yetti Marlida , Rina Delfita , Neni Gusmanizar, Gita Ciptaan	IDENTIFICATION CHARACTERIZATION AND PRODUCTION OF PHYTASE FROM ENDOPHYTIC FUNGI
Darren C-W. Tan, Partha Roy	GLUCOSE-DEPENDENT FUNCTIONAL HETEROGENEITY IN B-TC-6 MURINE INSULINOMA
Mithilesh Singh, Rakhi Chaturvedi	AN EFFICIENT PROTOCOL FOR CYCLIC SOMATIC EMBRYOGENESIS IN NEEM (AZADIRACHTA INDICA A JUSS.)
Joan Iliopoulou-Georgudaki, Chris Theodoropoulos, Danae Venieri, Maria Lagkadinou	A MODEL PREDICTING THE MICROBIOLOGICAL QUALITYOF AQUACULTURED SEA BREAM (SPARUS AURATA) ACCORDING TO PHYSICOCHEMICAL DATA: AN APPLICATION IN WESTERN GREECE FISH AQUACULTURE
Omar Gaci, Stefan Balev	A GENERAL MODEL FOR AMINO ACID INTERACTION NETWORKS
Heinz Stockinger	GRID COMPUTING IN PHYSICS AND LIFE SCIENCES

30. 12. 2022	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 1	**SESSION: 2** **MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi Yeter KURT**
Sevgi AKBUZ Öğr. Gör. Feray BUCAK	GEBELİK DÖNEMİNDE ALT ÜRİNER SİSTEM SEMPTOMLARI VE EBELİK BAKIMI
Sevgi AKBUZ Öğr. Gör. Feray BUCAK	DOĞUM- KADIN SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI HEMŞİRELİĞİNİN ROL VE SORUMLULUKLARI
Lec. Dr. NİSA SİPAHİ	THE COMPARATIVE STUDY OF ANTIBIOFILM PROPERTIES OF SOME HERBAL EXTRACTS TOOTHPASTES AGAINST STREPTOCOCCUS MUTANS
Dr. Öğr. Üyesi Yeter KURT	EVALUATION OF NURSING STUDENTS' PERCEPTIONS OF INSIDER STATUS TOWARDS CLINICAL INTERNSHIPS: FIRST CLINICAL EXPERIENCE
Dr. Öğr. Üyesi, Yeter KURT Arş. Gör. Dr., Çiğdem Gamze ÖZKAN	COVİD-19 SALGINI SÜRECİNDE HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN SANAL SINIF ORTAMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ VE YAŞADIKLARI SORUNLAR
Uzm. Dr. İlknur SAYAR Dr. Öğr. Üyesi Ece YİĞİT Uzm. Dr. Alican SAPMAZ Doç Dr. Elif YILMAZ Prof. Dr. Tuncay KÜÇÜKÖZKAN	ERİŞKİN GEBELERDE BAKILAN NÖTROFİL/LENFOSİT ORANI, PLATELET/LENFOSİT ORANI VE HEMOGLOBİN DEĞERLERİNİN DOĞUM AĞIRLIĞI İLE İLİŞKİSİ VE BU SONUÇLARIN ADÖLESAN GEBELER İLE KARŞILAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi, ZİLA ÖZLEM KIRBAŞ Öğr. Gör. Dr. EMEL ŞAHİN	ÇOCUKLARIN "HAYIR" DİYEBİLME BECERİSİ ONLARI CİNSEL İSTİSMARDAN KORUYABİLİR Mİ?
Uzman Doktor FİLİZ YILMAZ Doktor Öğretim Üyesi ERCAN AYAZ	ZAYIF OVERYAN YANITLI VE AÇIKLANAMAYAN İNFERTİL KADINLARIN SERUMDA VE FOLİKÜL SIVISINDA DENDRİTİK HÜCRE İLİŞKİLİ SİTOKİNLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Öğr.Gör.Dr. Gözde ÖZTAN	miRNA EXPRESSION PROFILING IN LUNG CANCER WITH TRANSCRIPTOMIC DATA APPROACH
Dr.Öğr.Üyesi Kemal Alp NALCI Yusuf NERSE Dr.Öğr.Üyesi Leyla GÜVEN	Rosa canina Metanol Ekstraktının İnsan Dermal Fibroblast Hücrelerindeki Yara İyileştirici Etkilerinin Araştırılması

Asst. Prof. Gülsen BAYRAK Prof. Dr. Ebru BALLI Asst. Prof. Tuba ÖZCAN METİN	EFFECTS OF VITAMIN-D ON METHOTREXATE-INDUCED DUODENUM INJURY
Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU Dr. Öğr. Üyesi, Safiye YANMIŞ Dr. Öğr. Üyesi, Gülcan BAHÇECİOĞLU TURAN	65 YAŞ ÜSTÜ DİYABETLİ BİREYLERİN KİNEZYOFOBİK İNANÇLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER
Nagihan KÖROĞLU KABA Betül BAL Havva ÖZTÜRK	HEMŞİRELERİN NEZAKETSİZLİK ALGISI İLE İŞ STRESİ VE İŞ PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ
Prof. Dr. Hülya Çiçek	CHILDHOOD OBESITY AND OBESOGENIC ENVIRONMENT

30. 12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 2 SESSION: 2 MODERATOR: Öğr. Gör. Dr. Yasemin ÖZEL	
Öğr. Gör. Dr. Yasemin ÖZEL Doç. Dr. Birgül ÖZKAN	PSİKİYATRİ HEMŞİRELERİ TARAFINDAN DENEYSEL ARAŞTIRMALARDA KULLANILAN BİLİŞSEL DAVRANIŞÇI UYGULAMALARIN ETKİNLİĞİ
Öğr. Gör. Dr. Yasemin ÖZEL	DUYGUSAL ÖZGÜRLEŞME TEKNİĞİNE (EFT) DAYALI GELİŞTİRİLEN BAKIM FORMUNUN PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİNDE UYGULAMASI: OLGU SUNUMU
Uz. Dr. Rezan Harman Günerkan	NAZOKOMİAL İDRAR YOLU ENFEKSİYONLARINA NEDEN OLAN ETKENLERİN BEŞ YILLIK DAĞILIMI
Dr.Dilek Kalaycı Dr.Özlem Şen	POSTOPERATİF YOĞUN BAKIMDA TAKİP EDİLEN GERİATRİK HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ
Arş. Gör. Meryem PELİN Doç. Dr. Havva SERT	PROBİYOTİKLERLE İLGİLİ SAĞLIK ALANINDA YAPILAN DOKTORA TEZLERİNİN İNCELENMESİ
Arş. Gör. Büşra GÜRÇAY Arş. Gör. Meryem PELİN Doç. Dr. Havva SERT	TÜRKİYE'DE AROMATERAPİ KULLANIMINA YÖNELİK YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ
Öğretim Görevlisi, YUNUS AZBOY	EVALUATION OF THE QUALITY OF LIFE AND THE COVID FEAR LEVEL OF THE PREGNANT INDIVIDUAL WHO GOT THE COVID-19 VACCINE: CASE REPORT
Uzman Dr., Tuğba Aşkın Asistan Dr., Aylin Nilkondiloğlu Prof. Dr., Süheyla Ünver	YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE TANI ALAN HIV POZİTİF TOKSOPLAZMA ENSEFALİTİ
Dr. Dyt. HAKAN TOĞUÇ	TOTAL PARENTERAL NÜTRİSYONDA OMEGA-3 TAKVİYESİNİN ETKİLERİ
Dr. Dyt. HAKAN TOĞUÇ	ÜLSERATİF KOLİT VE PROBİYOTİK İLİŞKİSİ
Öğr. Gör., Songül GÜNGÖR	CERRAHİ DUMAN
Prof. Dr. Şehime G. TEMEL	MICROWAVE ASSISTED IRRADIATION IN TISSUE PREPARATION: FROM FIXATION TO STAINING

30. 12. 2022	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 3 SESSION: 2	**MODERATOR: Doç. Dr. Selman AYDIN**
Mehmet YAHŞİ Assist. Prof. Dr. Erol GÜLTEKİN	COMPARISON OF HEXAHEDRAL AND TETRAHEDRAL ELEMENTS ON TOPOLOGY-OPTIMIZED LATTICE-BASED STRUCTURE FOR ELECTRICAL VEHICLE BATTERY PACKS
Assoc. Prof. Dr. RABİ KARAALİ Dr.Lec. ARZU KEVEN	PERFORMANCE ANALYSES OF NEWLY MANUFACTURED REFRIGERANTS FOR VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION CYCLES
Assoc.Prof.Dr. RABI KARAALI Dr.Lec. ARZU KEVEN	ANALYSIS OF COGENERATION FACILITIES WITH RECUPERATORS ACCORDING TO SOME CRITERIA
Doç. Dr. Filiz ÖZGEN Arş. Gör. Dr. Erman ÇELİK Uğurcan YARDIMCI Ayşe TAŞKAN Övünç TÜMER Cengizhan ÖZDEMİR	PARABOLİK GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜ TASARIMINDA PERFORMANS ANALİZİ
Doç. Dr. Filiz ÖZGEN Arş. Gör. Dr. Erman ÇELİK Uğurcan YARDIMCI Cengizhan ÖZDEMİR Övünç TÜMER Ayşe TAŞKAN	ÜLKEMİZDEKİ RÜZGÂR ENERJİ POTANSİYELİ VE BAZI İLLERİN KIYASI
Tarhan TAN Doç. Dr. Selman AYDIN	INVESTIGATION OF THE USE OF BIODIESEL FUEL BLEND WITH NANOPARTICLE ADDITIVES IN A DIESEL ENGINE
Tarhan TAN Doç. Dr. Selman AYDIN	EXAMINING OF THE EFFECT OF MANGANESE BASED BIODIESEL FUEL MIXTURE ON COMBUSTION PARAMETERS IN A DIESEL ENGINE
GÖNÜL ÇİÇEK Doç. Dr., ERSİN SAYAR	INVESTIGATION OF THE ORBITAL THERMAL BEHAVIOR OF SMALL SATELLITES IN LOW EARTH ORBIT

Erhan CANLI Prof.Dr. Mehmet EROĞLU	SİLAH SİSTEMLERİNDE(12,7 mm) GERİ TEPME SÖNÜMLEYİCİ MODELLENMESİ VE OPTİMİZASYON ÇALIŞMASI
Makine Mühendisi, Enes Muhammed KAPLAN Makine Mühendisi, Prof. Dr. Hakan ÇALIŞKAN	TAMAMEN ELEKTRİKLİ BİR ARABANIN ULUSLARARASI UYUMLU HALE GETİRİLMİŞ HAFİF ARAÇLAR TEST PROSEDÜRÜ (WLTP) İLE ÖLÇÜLMÜŞ ENERJİ TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ
Erkan ALTINTAŞ İsmet ÇELİK Seray ÖDEN	APPLICABILITY OF SLS ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY IN PROTOTYPE PRODUCTION OF SHEET METAL MOLDS
Arş. Gör, CEMİLE ŞANLIER	3 BOYUTLU FDM YAZICILARDA KULLANILAN SÜRDÜRÜLEBİLİR MALZEMELER VE UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR DERLEME
Asst. Prof. Dr. Muhammet AYDIN	COMPARISON OF THE LIMB VELOCITIES AND ACCELERATIONS OF THE FOUR-BAR MECHANISM BY CALCULATING WITH DIFFERENT METHODS
Asist. Prof. Dr. Muhammet AYDIN	OBTAINING OF VELOCITY AND ACCELERATION OF POINT C OF THE FOUR-BAR MECHANISM VIA VELOCITY AND ACCELERATION COEFFICIENTS

30. 12. 2022 Meeting ID: 879 9439 2037	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3) Passcode: 29301222
HALL: 4 SESSION: 2 MODERATOR: Doç. Dr., Bekir ÇÖL	
Doç. Dr., Bekir ÇÖL	Escherichia coli'de çok kopyalı bir plazmitte rfaQ geninin aşırı ifade edilmesi borik aside karşı tolerans SAĞLAR
Anara BABAYEVA Doç. Dr. Bekir ÇÖL Dr. Öğr. Üyesi Esra DİBEK Öğr. Gör. Dr. Merve SEZER KÜRKÇÜ	EPETRABOROLE İÇEREN ORTAMDA RPLE GENİNİN AŞIRI İFADESİ ESCHERİCHİA COLİ SUŞUNA AVANTAJ SAĞLAR
Dr. Öğr.Üyesi HİLAL YILMAZ	YAĞI ÇIKARILMIŞ ÇÖREK OTU VE DEFNE YAPRAĞI KÜSPESİNDEN PROTEİN İZOLASYONU VE BU PROTEİNLERİN İŞLEVSELLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi ADİL UMAZ	Alkanna trichophila Hub.-Mor. var. mardinensis, Anchusa azurea Miller var. azurea ve Sedum sediforme (Jacq.) Pau Türlerinin Multi-element Analizi
YUSUF GÜDÜCÜ Dr. Öğr. Üyesi AYDAN GÜLSU	KİTOSAN ESASLI HİDROJELLERİN HAZIRLANMASI, ŞİŞME VE DEGRADASYON AVRANIŞLARININ ANALİZLERİ
Ar. Gör. Dr., ŞÜKRÜ SERTER ÇATAV	YANMA İLE İLİŞKİLİ ÜRÜNLERİN AKDENİZ BİTKİLERİNİN ÇİMLENMELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Res. Assist. Sinan ÖZCAN	FREEZING SPERM IN TROUT BREEDING
Res. Assist. Sinan ÖZCAN	GENDER CONTROL IN TROUT BREEDING
Dr. Öğr. Üyesi Ramazan YAZICI	TATLISU KEFALİ (Squalius cephalus (L., 1758))'NİN BAYAT GÖLETİ (ANKARA, TÜRKİYE) POPULASYONUNUN BOY-AĞIRLIK, BOY-BOY İLİŞKİLERİ VE KONDİSYON FAKTÖRÜ PARAMETRELERİ
Dr. Kadriye ALTAY	VAZGEÇİLMEZ LEZZET ÇİKOLATA, ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ
Rabia İrem KARAKUZU Cemal KAYA Esra Esin YÜCEL	NEW COOKING TECHNIQUE: AIR FRYER

30. 12. 2022	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 5	**SESSION: 2** **MODERATOR: Öğr. Gör. Dr., Tuba TEZER**
Gizem ERŞEN Prof. Dr. Muzaffer KAPANOĞLU	KİŞİSEL TERCİHLERE GÖRE ÇOK AMAÇLI YÜRÜME YOLLARI BELİRLEMEYE YÖNELİK KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRMESİ
Assist. Prof. MUSTAFA TUNÇ	A PRELIMINARY STUDY ON THE NUMERICAL INVESTIGATION OF ANTI-VORTEX PLATE PLACED IN WATER INTAKE STRUCTURES
Öğr. Gör. Dr., Tuba TEZER	ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ HİBRİT YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ İÇİN GENETİK ALGORİTMA TABANLI BOYUT OPTİMİZASYONU YAKLAŞIMI VE GÜÇ YÖNETİMİ STRATEJİSİ
Öğr. Gör. Dr., Tuba TEZER	A COLUMN GENERATION BASED APPROACH FOR A VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH PICKUP AND DELIVERY TIME WINDOWS AND SAMPLE APPLICATIONS
ŞAFAK KİREN Dr. Öğr. Üyesi, AHMET FEYZİOĞLU	KOMPRESÖR DAİRESİNDE OLUŞAN DURUŞ SÜRESİ, HURDA MİKTARI VE ENERJİ TÜKETİMİNİN AZALTILMASI
Dr.Öğr.Üyesi, Erdinç KESKİN İnşaat Mühendisi, Baliğ SARAÇ	DONMA-ÇÖZÜLMENİN KALSİYUM LİGNOSÜLFONAT İLE İYİLEŞTİRİLMİŞ KİLLİ BİR ZEMİNİN CBR DEĞERİNE ETKİSİ
Dr.Öğr.Üyesi, Erdinç KESKİN İnşaat Mühendisi, Buğra BOZKIR	PİRİNÇ KABUĞU KÜLÜ İLE İYİLEŞTİRİLMİŞ KİLLİ BİR ZEMİNİN DONMA-ÇÖZÜLME ETKİSİNDE CBR DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ
DOĞAN DEREN S. ÖMER ATALAY FERHAT KILIÇ	WOVEN RAW FABRIC FRACTURE CAUSES AND PREVENTION WORKS
Assoc. Prof. Sevda KOÇ AKRAN	TEACHER'S OPINIONS ON SKILL-FOCUSED EDUCATION
Assoc. Prof. Sevda KOÇ AKRAN	EXAMINATION OF THE QUESTIONS IN THE 5TH GRADE MATHEMATICS TEXTBOOK ACCORDING TO THE MATH TAXONOMY

30. 12. 2022	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL:6 SESSION: 2	**MODERATOR: Dr. Öğretim Üyesi RÜSTEM ORHAN**
Dr. Öğretim Üyesi RÜSTEM ORHAN	COMPARISON OF PHYSICAL ABILITY TEST OF UNDERGRADUATE PROGRAM IN SPORTS IN TURKISH AND GERMAN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS
Bilgin ATAŞ İbrahim CAN	COMPARISON OF STAIR AGILITY TEST IN CHILDREN BY GENDER
Bilgin ATAŞ İbrahim CAN	COMPARISON OF REPETITIVE AND INTERMITTENT SPRINTING PERFORMANCE (CRISP) TEST ACCORDING TO AGE IN CHILDREN
Dr. Öğr. Üyesi Ali COŞKUN	EXAMINATION OF PHYSICAL ACTIVITY LEVELS AND STEPS IN UNIVERSITY STUDENTS AFTER COVID 19
Dr. Öğretim Üyesi Tugay YILMAZ	LİSEDE ÖĞRENİM GÖRMEKTE OLAN ÖĞRENCİLERİN SPOR YAPMA DURUMUNUN İLETİŞİM BECERİSİNE ETKİSİ
Öğr. Gör. METİN CAN KALAYCI Doç. Dr. BETÜL AKYOL	BİSİKLET EGZERSİZLERİNİN SEDANTER ERKEKLERİN DİNAMİK DENGELERİNE ETKİSİ
Öğr. Gör. METİN CAN KALAYCI Doç. Dr. BETÜL AKYOL	MENTAL RETARDASYONLU ERKEK ÇOCUKLARA UYGULANAN MASA TENİSİ ETKİNLİKLERİNİN BACAK, SIRT VE PENÇE KUVVETİNE ETKİSİ

30. 12. 2022	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL:7 **SESSION: 2**	**MODERATOR:** Asst. Prof. Cemile Nihal YURTSEVEN
Hande AKINLI Doç. Dr. Özgür MÜLAZIMOĞLI BALLI	İLKOKUL ÇOCUKLARININ GERÇEK VE ALGILANAN MOTOR YETERLİLİK İLİŞKİSİ
İbrahim CAN Bilgin ATAŞ	ÇOCUKLARIN ANAEROBİK PERFORMANS ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE GENEL BİR ARAŞTIRMA
Asst. Prof. Cemile Nihal YURTSEVEN	SMART INDUSTRY IN SPORTS EQUIPMENT: NANOTECHNOLOGY
Asst. Prof. Cemile Nihal YURTSEVEN	GREEN EVENT GREEN ECO-FRIENDLY CONCEPT IN SPORTS TOURISM
Yüksek Lisans Öğrencisi Meltem KAVAK Doç. Dr. Özden TEPEKÖYLÜ ÖZTÜRK	BEDENSEL ENGELLİLERDE FİZİKSEL AKTİVİTE VE İLETİŞİM BECERİLERİ
SABRİ TOPLUCA TURAN ÇETİNKAYA	SPOR YAPAN VE SPOR YAPMAYAN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SPORCU ÖĞRENCİ DEĞER ALGILARININ FARKLI AÇILARDAN İNCELENMESİ
Öğr. Gör. METİN CAN KALAYCI Doç. Dr. BETÜL AKYOL	BİSİKLET KULLANABİLEN VE KULLANAMAYAN SEDANTER KADINLARI DİNAMİK DENGELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Öğr. Gör. METİN CAN KALAYCI Doç. Dr. BETÜL AKYOL	MASA TENİSİ ETKİNLİKLERİNİN MENTAL RETARDASYONLU KIZ ÇOCUKLARIN ESNEKLİK VE STATİK DENGELERİNE ETKİSİ

30. 12. 2022	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL:7 SESSION: 2	**MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi FAZİLET TAŞDEMİR**
Prof.Dr., Sabri SİDEKLİ Hale ÇOKÇALIŞKAN Arş.Gör. Dr., Alper YORULMAZ	SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ HAYAT BİLGİSİ ÖĞRETİMİNE YÖNELİK ÖZ YETERLİLİK ALGILARININ İNCELENMESİ
Prof.Dr., Sabri SİDEKLİ Arş.Gör. Dr., Alper YORULMAZ	SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ KİŞİLERARASI ÖZ YETERLİKLERİ İLE İLETİŞİM BECERİLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi FAZİLET TAŞDEMİR Halk Eğitim Merkez Müdürü, HANDAN YELKENCİ	HALK EĞİTİM MERKEZLERİNDE GÖREV ALAN İDARECİLERİN MERKEZLERİN İHTİYAÇLARINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi FAZİLET TAŞDEMİR Kurum Müdürü, YAŞAR KESKİN	PROJE OKULU ÖĞRETMENLERİNİN KURUMSAL GELECEK ALGILARININ İNCELENMESİ
Remzi Satı Assoc. Prof. Dr. Levent Uncu	ANTROPO-GEOMORPHOLOGICAL RESEARCHES IN BILECIK (CENTRAL DISTRICT)
Res. Assist. Dr. Yelda BEKTAŞ	A CONTROVERSIAL RESEARCH METHOD IN SOCIAL SCIENCES: DIGITAL ETHNOGRAPHY
Hasibe Şeyma ALTUNDAĞ Prof. Dr. Mustafa DOĞAN	KESİR, RASYONEL SAYI VE ORAN KAVRAMLARININ BENZERLİK VE FARKLARININ İNCELENMESİ
Dr. Aynur Pala	EXAMINING STUDENTS' PERCEPTIONS OF "MORALİTY AND ETHICS IN EDUCATION " COURSE THROUGH METAPHOR ANALYSIS
Hande AKINLI Doç. Dr. Özgür MÜLAZIMOĞLI BALLI	İLKOKUL ÇOCUKLARININ GERÇEK VE ALGILANAN MOTOR YETERLİLİK İLİŞKİSİ

30. 12. 2022	14:00- 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 9439 2037	Passcode: 29301222
HALL: 8	**SESSION: 2** **MODERATOR: Araş.Gör.Dr.,OSMAN SAFA TERZİ**
Vet. Hekim Cansu TOKSÖZ Prof. Dr. Serkal GAZYAĞCI	INVESTIGATION OF THIOL DISULFIDE BALANCE AND ISCHEMIA-MODIFIED ALBUMIN LEVELS IN CATS WITH HYPERTROPHIC CARDIOMYOPATHY AND ARTERIAL THROMBOEMBOLISM
Hüseyin DENK	THE CURRENT SITUATION OF SHEEP AND GOAT BREEDING IN AĞRI
Hüseyin DENK	HAMDANI SHEEP
Dr.Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK Dr.Yasin ÖZTÜRK Dr.Merve ÖZTÜRK	HISTOPATHOLOGICAL EXAMINATION OF KIDNEY TISSUE DAMAGE AND EVALUATION OF SOME BLOOD PARAMETERS IN NEPHROTOXICITY CAUSED BY 5-FU IN RATS
Gökhan Gökçe Uğur Ödevci	ATLARDA BESLEME
Uğur Ödevci Gökhan Gökçe	ÜLKEMİZDE SAFKAN ARAP ATÇILIĞI'NIN MEVCUT DURUMU VE SAFKAN ATLARDA EŞKAL TESPİTİ
Araş.Gör.Dr.,OSMAN SAFA TERZİ Veteriner Hekim, CANSU TOKSÖZ	MEDİKAL TEDAVİYE BAĞLI DEĞİŞKEN KLİNİK SEYİRLİ FELİNE HİPERTROFİK KARDİYOMAYOPATİ OLGUSU
Araş.Gör.Dr.,OSMAN SAFA TERZİ Veteriner Hekim, CANSU TOKSÖZ	KEDİLERDE ARTERİYEL TROMBOEMBOLİ SESSİZ AMA KATİL Mİ?
Dr.NAFİYE KOÇ Dr.GÖKBEN ÖZBAKIŞ BECERİKLİSOY	THE CONTROL STRATEGIES OF BROILER COCCIDIOSIS

30. 12. 2022	14:30- 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 9	**SESSION: 2** **MODERATOR: Sepulveda Juan**
Zainab Almukhtar, Adel Merabet	MAXIMUM POWER POINT TRACKING BASED ON ESTIMATED POWER FOR PV ENERGY CONVERSION SYSTEM
Abhishek Priyam, Prabha Chand	EFFECT OF COLLECTOR ASPECT RATIO ON THE THERMAL PERFORMANCE OF WAVY FINNED ABSORBER SOLAR AIR HEATER
Mohammed W. Abdulrahman	SIMILITUDE FOR THERMAL SCALE-UP OF A MULTIPHASE THERMOLYSIS REACTOR IN THE CU-CL CYCLE OF A HYDROGEN PRODUCTION
Rishindra M. Sarviya, Ashish Agrawal	ENHANCEMENT OF THERMAL PERFORMANCE OF LATENT HEAT SOLAR STORAGE SYSTEM
Hossein Lotfizadeh, André McDonald, Amit Kumar	TECHNICAL ANALYSIS OF COMBINED SOLAR WATER HEATING SYSTEMS FOR COLD CLIMATE REGIONS
Avadhesh Yadav, Anunaya Saraswat	AN EXPERIMENTAL STUDY ON EVACUATED TUBE SOLAR COLLECTOR FOR STEAM GENERATION IN INDIA
Junjie Chen, Deguang Xu	COUPLING HEAT AND MASS TRANSFER FOR HYDROGEN-ASSISTED SELF-IGNITION BEHAVIORS OF PROPANE-AIR MIXTURES IN CATALYTIC MICRO-CHANNELS
Marina Kapsali, John S. Anagnostopoulos	TECHNO-ECONOMIC PROSPECTS OF HIGH WIND ENERGY SHARE IN REMOTE VS. INTERCONNECTED ISLAND GRIDS
Sepulveda Juan	RENEWABLE ENERGY TRENDS ANALYSIS: A PATENTS STUDY

30. 12. 2022	14:30- 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 10	**SESSION: 2** **MODERATOR: Zeljko Panian**
Manuel Seidel, Rainer Seidel, Des Tedford, Richard Cross, Logan Wait	A SYSTEMS MODELING APPROACH TO SUPPORT ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE BUSINESS DEVELOPMENT IN MANUFACTURING SMES
Sinnakkrishnan Perumal, Nitish Pandey	PROCESS-BASED BUSINESS TRANSFORMATION THROUGH SERVICES COMPUTING
Vineet Kansal	PROPOSING ENTERPRISE WIDE INFORMATION SYSTEMS BUSINESS PERFORMANCE MODEL
Adla Bentellis, Zizette Boufaïda	CONCEPTUAL METHOD FOR FLEXIBLE BUSINESS PROCESS MODELING
Wararat Rungworawut, Twittie Senivongse	USING ONTOLOGY SEARCH IN THE DESIGN OF CLASS DIAGRAM FROM BUSINESS PROCESS MODEL
Eakong Atiptamvaree, Twittie Senivongse	A QUANTITATIVE APPROACH TO STRATEGIC DESIGN OF COMPONENT-BASED BUSINESS PROCESS MODELS
Zeljko Panian	A NEW DIMENSION OF BUSINESS INTELLIGENCE: LOCATION-BASED INTELLIGENCE
Petr Cernohorsky, Jan Voracek	COMPUTATIONAL MODELING IN STRATEGIC MARKETING
Michiko Miyamoto, Shuhei Kudo, Kayo Iizuka	MEASURING BUSINESS AND INFORMATION TECHNOLOGY VALUE IN BPR: AN EMPIRICAL STUDY IN THE JAPANESE ENTERPRISES

30. 12. 2022	14:30- 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 11	**SESSION: 2** **MODERATOR: Surinder Deswal**
Esra E. Aleisa	DEVELOPING EFFICIENT TESTING AND UNLOADING PROCEDURES FOR A LOCAL SEWAGE HOLDING PIT
Surinder Deswal, Mahesh Pal	ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BASED MODELING OF EVAPORATION LOSSES IN RESERVOIRS
Surinder Deswal	OXYGEN TRANSFER BY MULTIPLE INCLINED PLUNGING WATER JETS
Mahmoud M. S. Albattah	OPTIMIZATION OF THE CHARACTERISTIC STRAIGHT LINE METHOD BY A “BEST ESTIMATE“ OF OBSERVED, NORMAL ORTHOMETRIC ELEVATION DIFFERENCES
Sandeep Sharma, Sarabjit Singh, Meenakshi Sharma	PERFORMANCE ANALYSIS OF LOAD BALANCING ALGORITHMS
Janhavi Inamdar, S.K. Singh	PHOTOCATALYTIC DETOXIFICATION METHOD FOR ZERO EFFLUENT DISCHARGE IN DAIRY INDUSTRY: EFFECT OF OPERATIONAL PARAMETERS
Mohammad Reza Ghasemi, Amin Ghorbani	APPLICATION OF WAVELET NEURAL NETWORKS IN OPTIMIZATION OF SKELETAL BUILDINGS UNDER FREQUENCY CONSTRAINTS
Yogesh Aggarwal	MODELING OF REINFORCEMENT IN CONCRETE BEAMS USING MACHINE LEARNING TOOLS
Ahmad Munawar	PUBLIC TRANSPORT REFORM IN INDONESIA, A CASE STUDY IN THE CITY OF YOGYAKARTA

30. 12. 2022	14:30- 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 12	**SESSION: 2** **MODERATOR: Fadia M. A. Ghali**
Roy R. Gu, Mahesh Sahu	ASSESSING THE IMPACT OF CONTOUR STRIPS OF PERENNIAL GRASS WITH BIO-FUEL POTENTIALS ON AQUATIC ENVIRONMENT
Fadia M. A. Ghali	PHOTOVOLTAIC SMALL-SCALE WASTEWATER TREATMENT PROJECT FOR RURAL AND NEW-CULTIVATED AREAS IN EGYPT
Altayeb Qasem, Tarek Zayed, Zhi Chen	A CONDITION RATING SYSTEM FOR WASTEWATER TREATMENT PLANTS INFRASTRUCTURES
Kamel K. Alzboon, Khalid N.Mahasneh	EFFECT OF USING STONE CUTTING WASTE ON THE COMPRESSION STRENGTH AND SLUMP CHARACTERISTICS OF CONCRETE
Nermen N. Maximous, George F. Nakhla, W. K. Wan	REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WASTEWATER BY ADSORPTION AND MEMBRANE PROCESSES: A COMPARATIVE STUDY
Ehsan Bashiri	STATISTICAL ANALYSIS-DRIVEN RISK ASSESSMENT OF CRITERIA AIR POLLUTANTS: A SULFUR DIOXIDE CASE STUDY
Alaa Hussein Wadi	EFFECT OF A GRAVEL BED FLOCCULATOR ON THE EFFICIENCY OF A LOW COST WATER TREATMENT PLANTS
Bi Bo, Kayoko Yamamoto	CHARACTERISTICS OF E-WASTE RECYCLING SYSTEMS IN JAPAN AND CHINA
Mahmoud R. Shaghaghian	PREDICTION OF DISSOLVED OXYGEN IN RIVERS USING A WANG-MENDEL METHOD – CASE STUDY OF AU SABLE RIVER
Wendong Tao	INVESTIGATION INTO HETEROTROPHIC ACTIVITIES AND ALGAL BIOMASS IN SURFACE FLOW STORMWATER WETLANDS
Do Hoai Nam, Keiko Udo, Akira Mano	EXAMINATION OF FLOOD RUNOFF REPRODUCTIVITY FOR DIFFERENT RAINFALL SOURCES IN CENTRAL VIETNAM

30. 12. 2022	14:30- 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 13	**SESSION: 2** **MODERATOR: Mohammad Ahmed Rehmatullah**
Mohammad Ahmed Rehmatullah	TOWARDS MODELING FOR CRASHES A LOW-COST ADAPTIVE METHODOLOGY FOR KARACHI
Bijaya Krushna Mangaraj, Deepak Kumar Das	INTERACTIVE FUZZY MULTI-OBJECTIVE PROGRAMMING IN LAND RE-ORGANISATIONAL PLANNING FOR SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT
Ikhwan Hakim, Bruno Parolin	SPATIAL STRUCTURE AND SPATIAL IMPACTS OF THE JAKARTA METROPOLITAN AREA: A SOUTHEAST ASIAN EMR PERSPECTIVE
Mohammad Ali Abdi, Sima Mehdizadegan Namin	SPATIAL PLANNING AS AN APPROACH TO ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN HISTORIC CITIES
Aeslina Abdul Kadir, Abbas Mohajerani	POSSIBLE UTILIZATION OF CIGARETTE BUTTS IN LIGHT- WEIGHT FIRED CLAY BRICKS
Madhav V. Chitturi, Anshu Manik, Kasthurirangan Gopalakrishnan	DIGITAL FILTERS FOR HOT-MIX ASPHALT COMPLEX MODULUS TEST DATA USING GENETIC ALGORITHM STRATEGIES
Madhuri Bhavsar, Anupam K Singh, Shrikant Pradhan	PERFORMANCE ASSESSMENT OF COMPUTATIONAL GRIDON WEATHER INDICES FROM HOAPS DATA
Kasthurirangan Gopalakrishnan, Siddhartha Khaitan, Anshu Manik	ENHANCED CLUSTERING ANALYSIS AND VISUALIZATION USING KOHONEN'S SELF-ORGANIZING FEATURE MAP NETWORKS
Ross Jeffry, Muhammad N. S. Hadi	THE EFFECT OF CONFINEMENT SHAPES ON OVER-REINFORCED HSC BEAMS

30. 12. 2022	14:30- 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 14	**SESSION: 2** **MODERATOR: Fatahian Dehkordi R.F**
Amira, A. Goma, U. E. Mahrous	CHANGES IN BEHAVIOR AND LEARNING ABILITY OF RATS INTOXICATED WITH LEAD
Alina Anton, Gheorghe Solcan, Carmen Solcan	THE IMPACT OF COPPER AND ZINC DEFICIENCY ON MILK PRODUCTION PERFORMANCES OF INTENSIVELY GRAZED DAIRY COWS ON THE NORTH-EAST OF ROMANIA
Ibrahim Mohammed Saeed Shnawa	TUBERCULIN, TETANUS IMMUNOGLOBULIN AND DPT VACCINE AS AN AVIAN IN VIVO T-LYMPHOCYTE MITOGENS
Amina M. Bishr, Ahmed B. Magdub, Abdul-Baset R. Abuzweda	THE APPROPRIATE TIME REQUIRED FOR NEWBORN CALF CAMEL TO GET OPTIMAL AMOUNT OF COLOSTRUMS IMMUNOGLOBULIN (IGG) WITH RELATION TO LEVELS OF CORTISOL AND THYROXIN
Nurliyani, E. Harmayani, MHNE. Soesatyo	THE EFFECT OF GOAT MILK FRACTIONS SUPPLEMENTATION ON SERUM IGE RESPONSE AND LEUKOCYTES COUNT IN DINITROCHLOROBENZENE SENSITIZED RAT
Diah Tri Widayati	EMBRYO TRANSFER AS AN ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY IN FARM ANIMALS
Hazim J. Al-Daraji	ADDING OLIVE OIL INTO DILUENTS FOR IMPROVING SEMEN QUALITY AND STORAGE ABILITY OF ROOSTERS' SEMEN DURING LIQUID STORAGE
Mehdi Dehghan-Banadaky, Fridoon Niazi, Mohsen Ghiasvand	THE EFFECTS OF FEEDING RAW FIBER CONCENTRATE ON GROWTH PERFORMANCE AND BLOOD METABOLITES OF SUCKLING HOLSTEIN CALVES
Fazlollah Moosavinasab, Zhila Motamedi	COMPARISON OF THE EFFECTS OF THREE DIFFERENT TYPES OF PROBIOTICS ON THE SUCRASE ACTIVITIES OF THE SMALL INTESTINE MUCOSA OF BROILER CHICKS
Immanuel I. Bitto, Thomas Agam	SPERM PRODUCTION RATE, GONADAL AND EXTRAGONADAL SPERM RESERVES IN THE SOKOTO RED (MARADI) BUCK IN A TROPICAL ENVIRONMENT
Fatahian Dehkordi R.F, Parchami A.	THE KEY ROLE OF THE STEROIDAL HORMONES IN THE PATTERN DISTRIBUTION OF THE EPIPHYSEAL STRUCTURE IN RABBIT

30. 12. 2022	14:30- 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 833 6093 5859	Passcode: 29301222
HALL: 15	**SESSION: 2** **MODERATOR: Shyama Ranjani Weerakoon**
Rameswar Debnath, Haruhisa Takahashi	A COMPARISON OF SVM-BASED CRITERIA IN EVOLUTIONARY METHOD FOR GENE SELECTION AND CLASSIFICATION OF MICROARRAY DATA
Akinwumi F. Olusegun	BIOEFFICACY OF SOME OIL-MIXED PLANT DERIVATIVES AGAINST AFRICAN MUD CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS) BEETLES, DERMESTES MACULATUS AND NECROBIA RUFIPES
Uun Yanuhar	THE ROLE OF IMMUNOGENIC ADHESIN VIBRIO ALGINOLYTICUS 49 K DA TO MOLECULE EXPRESSION OF MAJOR HISTOCOMPATIBILITY COMPLEX ON RECEPTORS OF HUMPBACK GROUPER CROMILEPTES ALTIVELIS
Yetti Marlida , Rina Delfita , Neni Gusmanizar, Gita Ciptaan	IDENTIFICATION CHARACTERIZATION AND PRODUCTION OF PHYTASE FROM ENDOPHYTIC FUNGI
Shyama Ranjani Weerakoon	DIRECT AND INDIRECT SOMATIC EMBRYOGENESIS FROM PETIOLE AND LEAF EXPLANTS OF PURPLE FAN FLOWER (SCAEVOLA AEMULA R. BR. CV. 'PURPLE FANFARE')
Musammat F. Nahar, Anna Roujeinikova	STRUCTURAL BASIS OF RESISTANCE OF HELICOBACTERPYLORI DNAK TO ANTIMICROBIAL PEPTIDE PYRRHOCORICIN
Puntipar Sonthiphand, Tawan Limpiyakorn	COMMUNITIES OF AMMONIA-OXIDIZING ARCHAEA AND BACTERIA IN ENRICHED NITRIFYING ACTIVATED SLUDGE
Antonella Bandiera	HUMAN ELASTIN-DERIVED BIOMIMETIC COATING SURFACE TO SUPPORT CELL GROWTH
Mahbobeh Hajirostamloo	A REPORT ON OCCURRENCE AND PARASITE-HOST OF LIGULA INTESTINALIS IN SATTARKHAN LAKE(EAST AZERBAIJAN-IRAN)
Surakan Payakkhabut	VOCAL COMMUNICATION IN SOOTY-HEADED BULBUL; PYCNONOTUS AURIGASTER

CONTENT

CONGRESS ID	
SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE	
PROGRAM	
CONTENT	
ORAL PRESENTED PAPERS IN THE CONFERENCE	
Microwave assisted irradiation in tissue preparation: From fixation to staining as an alternative approach in histopathology laboratories Şehime G. TEMEL	1
REKUPERATORLÜ KOJENERASYON TESİSLERİNİN BAZI KRİTERLERE GÖRE ANALİZİ Doç.Dr. RABİ KARAALİ[1], Dr.Öğr.Gör. ARZU KEVEN[2]	14
SOSYAL MEDYA MADENCİLİĞİ VE DUYGU ANALİZİ İLE TELEFON HAKKINDAKİ YORUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: TWITTER ÖRNEĞİ DOÇ. DR., SELAHATTİN BARDAK [1], DOÇ.DR. TİMUÇİN BARDAK [2]	23
EV DEKORASYON ÜRÜNLERİNDE TÜKETİCİ DENEYİMLERİNİN WEB MADENCİLİĞİ İLE ARAŞTIRILMASI DOÇ. DR., TİMUÇİN BARDAK [1], DOÇ.DR. SELAHATTİN BARDAK [2]	32
DETECTION OF HYPOCHLORITE IONS WITH NOVEL GREEN SYNTHESIS CARBON DOT FROM *MYRTUS COMMUNIS* ASSOC. PROF. DR. EBRU BOZKURT	40
CURRENT SUSTAINABLE FIBERS IN THE TEXTILE INDUSTRY Doç. Dr. Semiha EREN [1], Zeynep ATLAS[2] , PhD. Student Aliye AKARSU ÖZENÇ[3]	49
SERBEST DOLAŞIMLI ARAÇ KİRALAMA VERİLERİNDE UZAMSAL KÜMELEME EMRE DELİCE1, DR. ÖĞR. ÜYESİ, ULAŞ VURAL2	57
SENTİNEL-2 VERİSİNİ KULLANARAK AKARSUYUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE BELİRLENMESİ: AMUDERYA NEHRİ ÖRNEĞİ BEGENCH BEGMYRADOV[1], GORDANA KAPLAN[2]	69
İNTERNET TABANLI GNSS VERİ DEĞERLENDİRME YAZILIMI İLE FARKLI KONFİGÜRASYONLARA GÖRE ELDE EDİLEN SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL İNCELENMESİ Doç. Dr., KUTALMIŞ GÜMÜŞ[1], Harita Müh., SELİM ŞAŞA[2], Arş. Gör. Dr., MÜNEVVER GİZEM GÜMÜŞ[3]	78
SPEECH RECOGNITION USING DEEP LEARNING MODEL WITH VOLTERRA SERIES-BASED LAYERS IN TENSORFLOW ZAKARIA FAYEZ ABD ALYAFAWI[1], DEVRIM AKGUN [2]	95
SELÜLOZ ESASLI REJENERE ÖNCÜL LİFLERİNDEN VİSKOZ RAYONUN ÖN KİMYASAL İŞLEM UYGULANARAK STABİLİZASYON İŞLEMİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ Zübeyde TURGUT [1], Prof. Dr.,İsmail KARACAN [2]	104
ARDAHAN YÖRESİ SAF VE DOĞAL SARIÇAM MEŞCERELERİ İÇİN AĞAÇ HACİM DENKLEMLERİ *AYDIN KAHRİMAN[1], BURAK SAYGILI[2]	115

Samsun-Vezirköprü Yöresi Saf Sarıçam Meşcerelerinin Toprak Üstü Biyokütlesinin İrdelenmesi Aydın KAHRİMAN	124
BİR GEMİNİN HEDEFLENEN BÖLGE İÇİN DÜMEN AÇISININ OPTİMİZASYONLA BELİRLENMESİ Mustafa KAFALI [1], Gökhan BUDAK[2]	135
HÜCRESEL İMALATIN YENİDEN YAPILANDIRILMASINA YÖNELİK KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ: HAVACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA KÜBRA YAZAR KURUL1, PROF. DR. MUZAFFER KAPANOĞLU	146
GAMOW-TELLER TRANSITION LOGFT VALUE FOR Ni-70 ISOTOPE Necla ÇAKMAK	157
U1F BETA TRANSITION LOGFT VALUE FOR Y-94 ISOTOPE NECLA ÇAKMAK	164
İHA'LARDA KULLANILAN ENERJİ TÜRLERİNE GENEL BİR BAKIŞ Ömer TÜRKMEN [1], Dr. Öğr. Üyesi Tolga ÖZER [2]	170
A SMALL SIGNAL MODELLING METHOD FOR SWITCHING CONVERTERS ASST. PROF. BÜLENT DAĞ[1], FERHAT SELİM AKÇAM [2]	177
AC MİKRO ŞEBEKELERDE KONTROL YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ M. MUSTAFA ERTAY[1]	187
DC Mikro Şebekelerde Koruma Yöntemlerinin İncelenmesi M. Mustafa ERTAY [1]	192
TEK FAZ GİRİŞ BESLEMELİ GÜÇ FAKTÖRÜ DÜZELTME DEVRESİ Elektrik Elektronik Mühendisi, Ayşe TANATAR [1]	199
OKSADİAZOL TABANLI POTANSİYEL ORGANİK FOTOVOLTAİK SERİSİ ÜZERİNDE HESAPLAMALI BİR ÇALIŞMA Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Şilan TURHAN[1], Dr. Öğr. Gör. Erhan ÖZTÜRK[2], Dr. Öğr. Üyesi Aybek YİĞİT[2]	217
MİMARLIK MESLEK TANIMI VE HİZMETLERE YAPAY ZEKA KATKISI Doç.Dr. SİBEL DEMİRARSLAN[1]	226
BİLİM KURGU TÜRÜNDE MEKANLARIN 'ALTERED CARBON RESLEEVED' FİLM EVRENİ ÜZERİNDEN GÖSTERGEBİLİM YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ DOÇ.DR. SİBEL DEMİRARSLAN[1]	234
A NEW METHOD TO CONSTRUCT FRAMES Fatma BOZKURT	244
KENTİÇİ RAYLI SİSTEMLERDE İŞLETME PLANLAMASI VE OPTİMİZASYONU: EMİNÖNÜ ALİBEYKÖY TRAMVAY HATTI UYGULAMASI İNŞ. MÜH. HAYRİ KARAKAYA [1], PROF. DR. HAKAN GÜLER [2]	251
OKUL ÖNCESİ EĞİTİM YAPILARININ TASARIM KRİTERLERİNİN ÖRNEKLER ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ Oya GÖKALP[1], Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER[2]	263
İSTANBUL'DA MEVCUT ESKI VE YENİ BİNANIN ENERJİ ETKİN TASARIMI BAĞLAMINDA BEP-TR UYGULAMASI İLE KARŞILAŞTIRILMASI Yüksek lisans Öğrencisi, Firdevs Küçük	274
DERİ ÜRETİM PROSESİ KAYNAKLI İŞ GÜVENLİĞİ TEHLİKELERİ DR. ÖĞRETİM ÜYESİ AYŞENUR USLU [1], DR. GÜL USLU [2]	289

PATLAYICI ORTAMLARIN FİNE KİNNEY YÖNTEMİYLE RİSK ANALİZİ: BOYAHANE ÖRNEĞİ GÜL USLU [1], AYŞENUR USLU [2]	305
ŞEHİR İÇİ OTOBÜSLERİN SONLU ELEMAN ANALİZLERİ ÜZERİNE DERLEME Fatmagül Dede Yiğit [1], Efe Savran [2], Yavuzhan Çoşkun [3], İsmail Sertesen [4], Fatih Karpat [5]	314
DEVELOPMENT OF APS SOFTWARE SELECTION METHODOLOGY AND APPLICATION IN A JEWELERY COMPANY Industrial Eng., AYŞENUR ALBAYRAK 1, Prof. Dr., UFUK CEBECİ2, Industrial Eng., ÖZGENUR TUNCER3, Res. Asst., OSMAN ÖĞÜNÇLÜ4	330
KAHRAMANMARAŞ İLİNDE YER ALAN ÇOÇUK OYUN PARKLARININ TASARIM VE PLANLAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ Prof. Dr., Hasan SERİN [1], Nihan Ayşe ANÇEL[2], Arş. Gör. Dr. Yunus ŞAHİN[3*]	342
MOBİLYA İŞLETMESİNDE BULUNAN MAKİNALARDA TOZ ÖLÇÜMÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ Prof. Dr., Hasan SERİN 1, Ahmet GÜL2, Arş. Gör. Dr. Yunus ŞAHİN3	346
INVESTIGATION OF DESİGN PARAMETERS OF BABY CLOTHES ESRA TAŞTAN ÖZKAN[1]	350
POTENTIAL AND UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE MARMARA REGION Lecturer, CİHAN GÖKÇÖL	359
CURRENT SITUATION OF SOLAR ENERGY IN TURKEY: 2023 UPDATE LECTURER, CİHAN GÖKÇÖL	370
DIŞ YÜZEYİ TRİBOELEKTRİK NANO MALZEME İLE KAPLANMIŞ ROKETTE ENERJİ HASADI Alican ÖKDEM [1], Prof. Dr. Adnan AKKURT [2]	379
DETERMINATION OF SOIL PROPERTIES OF KROM VALLEY SARIOĞLU CHURCH BY GEOPHYSICAL METHODS Assist Prof, Mahmut SARI [1], Erdem GÖKTÜRK [2]	392
AĞRI İLİ KÜÇÜKBAŞ HAYVANCILIĞININ MEVCUT DURUMU Dr.Öğr.Üyesi Hüseyin DENK	397
HAMDANİ KOYUNU DR. ÖĞR. ÜYESİ HÜSEYİN DENK	407
KEDİLERDE ARTERİYEL TROMBOEMBOLİ SESSİZ AMA KATİL Mİ? Araş.Gör.Dr.,OSMAN SAFA TERZİ[1] Veteriner Hekim, CANSU TOKSÖZ[2]	414
MEDİKAL TEDAVİYE BAĞLI DEĞİŞKEN KLİNİK SEYİRLİ FELİNE HİPERTROFİK KARDİYOMAYOPATİ OLGUSU ARAŞ.GÖR.DR.,OSMAN SAFA TERZİ[1] VETERİNER HEKİM, CANSU TOKSÖZ[2]	419
İLKOKUL ÇOCUKLARININ GERÇEK VE ALGILANAN MOTOR YETERLİLİK İLİŞKİSİ HANDE AKINLI [1] VE DOÇ. DR. ÖZGÜR MÜLAZIMOĞLI BALLI [2]	424
SPOR EKİPMANLARINDA AKILLI ENDÜSTRİ: NANOTEKNOLOJİ DR. ÖĞR. ÜYESİ, CEMİLE NİHAL YURTSEVEN [1]	434
SPOR TURZİMİNDE YEŞİL ETKİNLİK YEŞİL ÇEVRE DOSTU KAVRAMI Dr. Öğr. Üyesi, Cemile Nihal YURTSEVEN	443

GREEN EVENT GREEN ECO-FRIENDLY CONCEPT IN SPORTS TOURISM ASST. PROF. CEMİLE NİHAL YURTSEVEN[1]	444
ÇOCUKLARIN ANAEROBİK PERFORMANS ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE GENEL BİR ARAŞTIRMA İbrahim CAN [1], Bilgin ATAŞ [2]	454
İLKOKUL ÇOCUKLARININ GERÇEK VE ALGILANAN MOTOR YETERLİLİK İLİŞKİSİ HANDE AKINLI [1] VE DOÇ. DR. ÖZGÜR MÜLAZIMOĞLI BALLI [2]	461
KALSİYUM NİTRAT VE SODYUM TİYOSİYANAT ESASLI ANTİFRİZ KATKILARIN KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN TAZE HALDEKİ BETONLARIN DON DİRENCİNE ETKİSİ Dr. Öğr. Üye. Ali ÖZ1, Dr. Öğr. Üye. Fatma KARAGÖL2, Doç. Dr. Rıza POLAT2, Dr. Öğr. Üye. Cemal KARAASLAN3	471
KİŞİSEL TERCİHLEre göre ÇOK AMAÇLI yürüme yolları BELİRLEMEYE YÖNELİK KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRMESİ Gizem ERŞEN [1], Prof. Dr. Muzaffer KAPANOĞLU[2]	483
A PRELIMINARY STUDY ON THE NUMERICAL INVESTIGATION OF ANTI-VORTEX PLATE PLACED IN WATER INTAKE STRUCTURES ASSIST. PROF. MUSTAFA TUNÇ[1]	495
ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ HİBRİT YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ İÇİN GENETİK ALGORİTMA TABANLI BOYUT OPTİMİZASYONU YAKLAŞIMI VE GÜÇ YÖNETİMİ STRATEJİSİ Öğr. Gör. Dr., Tuba TEZER	502
A COLUMN GENERATION BASED APPROACH FOR A VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH PICKUP AND DELIVERY TIME WINDOWS AND SAMPLE APPLICATIONS ÖĞR. GÖR. DR., TUBA TEZER	515
PİRİNÇ KABUĞU KÜLÜ İLE İYİLEŞTİRİLMİŞ KİLLİ BİR ZEMİNİN DONMA-ÇÖZÜLME ETKİSİNDE CBR DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ Dr. Öğr. Üyesi, Erdinç KESKİN[1], İnşaat Mühendisi, Buğra BOZKIR[2]	530
DONMA-ÇÖZÜLMENİN KALSİYUM LİGNOSÜLFONAT İLE İYİLEŞTİRİLMİŞ KİLLİ BİR ZEMİNİN CBR DEĞERİNE ETKİSİ DR. ÖĞR. ÜYESİ, ERDİNÇ KESKİN[1], İNŞAAT MÜHENDİSİ, BALİĞ SARAÇ[2]	538
Escherichia coli'de çok kopyalı bir plazmitte rfaQ geninin aşırı ifade edilmesi borik aside karşı tolerans sağlar Doç. Dr. Bekir ÇÖL	545
EPETRABOROLE İÇEREN ORTAMDA *RPLE* GENİNİN AŞIRI İFADESİ *ESCHERİCHİA COLİ* SUŞUNA AVANTAJ SAĞLAR ANARA BABAYEVA[1], DOÇ. DR. BEKİR ÇÖL[2,4], DR. ÖĞR. ÜYESİ ESRA DİBEK[3,4], ÖĞR. GÖR. DR. MERVE SEZER KÜRKÇÜ[4]	553
Alkanna trichophila Hub.-Mor. var. *mardinensis*, *Anchusa azurea* Miller var. *azurea* ve *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau Türlerinin Multi-element Analizi DR. ÖĞR. ÜYESİ ADİL UMAZ [1]	562
GENDER CONTROL IN TROUT BREEDING ARŞ. GÖR. SİNAN ÖZCAN, DOÇ. DR. VEYSEL PARLAK	568
FREEZING SPERM IN TROUT BREEDING ARŞ. GÖR. SİNAN ÖZCAN, DOÇ. DR. EBRU İFAKAT ÖZCAN	576

TATLISU KEFALİ (*Squalius cephalus* (L., 1758))'NİN BAYAT GÖLETİ (ANKARA, TÜRKİYE) POPULASYONUNUN BOY-AĞIRLIK, BOY-BOY İLİŞKİLERİ VE KONDİSYON FAKTÖRÜ PARAMETRELERİ Dr. Öğr. Üyesi Ramazan YAZICI	582
VAZGEÇİLMEZ LEZZET ÇİKOLATA, ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ DR. KADRİYE ALTAY	588
GÜNCEL PİŞİRME TEKNİĞİ: HAVA FRİTÖZÜ RABİA İREM KARAKUZU*,1, CEMAL KAYA 2, ESRA ESİN YÜCEL 2	594
PARABOLİK GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜ TASARIMINDA PERFORMANS ANALİZİ DOÇ. DR. FİLİZ ÖZGEN[1], ARŞ. GÖR. DR. ERMAN ÇELİK[2], UĞURCAN YARDIMCI[3], AYŞE TAŞKAN[4], ÖVÜNÇ TÜMER[5], CENGİZHAN ÖZDEMİR[6]	611
ÜLKEMİZDEKİ RÜZGÂR ENERJİ POTANSİYELİ VE BAZI İLLERİN KIYASI Doç. Dr. Filiz ÖZGEN[1], Arş. Gör. Dr. Erman ÇELİK[2], Uğurcan YARDIMCI[3], Cengizhan ÖZDEMİR[4], Övünç TÜMER[5], Ayşe TAŞKAN[6]	618
NANOPARTİKÜL KATKILI BİYODİZEL YAKIT KARIŞIMININ BİR DİZEL MOTORDA KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI TARHAN TAN [1], DOÇ. DR. SELMAN AYDIN [2]	624
MANGAN ESASLI BİYODİZEL YAKIT KARIŞIMININ BİR DİZEL MOTORDA YANMA PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ TARHAN TAN [1], DOÇ. DR. SELMAN AYDIN [2]	636
INVESTIGATION OF THE ORBITAL THERMAL BEHAVIOR OF SMALL SATELLITES IN LOW EARTH ORBIT GÖNÜL ÇİÇEK[1], Doç. Dr., ERSİN SAYAR [2]	648
TAMAMEN ELEKTRİKLİ BİR ARABANIN ULUSLARARASI UYUMLU HALE GETİRİLMİŞ HAFİF ARAÇLAR TEST PROSEDÜRÜ (WLTP) İLE ÖLÇÜLMÜŞ ENERJİ TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ MAKİNE MÜHENDİSİ, ENES MUHAMMED KAPLAN [1], MAKİNE MÜHENDİSİ, PROF. DR. HAKAN ÇALIŞKAN [2]	657
SAC KALIPLARIN PROTOTİP ÜRETİMİNDE SLS EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİSİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ Erkan ALTINTAŞ, İsmet ÇELİK, Seray ÖDEN	662
OBTAINING OF VELOCITY AND ACCELERATION OF POINT C OF THE FOUR-BAR MECHANISM VIA VELOCITY AND ACCELERATION COEFFICIENTS ASST. PROF. DR. MUHAMMET AYDIN	675
COMPARISON OF THE LIMB VELOCITIES AND ACCELERATIONS OF THE FOUR-BAR MECHANISM BY CALCULATING WITH DIFFERENT METHODS Asst. Prof. Dr. Muhammet AYDIN	683
DUYGUSAL ÖZGÜRLEŞME TEKNİĞİNE (EFT) DAYALI GELİŞTİRİLEN BAKIM FORMUNUN PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİNDE UYGULAMASI: OLGU SUNUMU YASEMİN ÖZEL	692
PSİKİYATRİ HEMŞİRELERİ TARAFINDAN DENEYSEL ARAŞTIRMALARDA KULLANILAN BİLİŞSEL DAVRANIŞÇI UYGULAMALARIN ETKİNLİĞİ ÖĞR. GÖR. DR. YASEMİN ÖZEL[1], DOÇ. DR. BİRGÜL ÖZKAN [2]	700

NAZOKOMİAL İDRAR YOLU ENFEKSİYONLARINA NEDEN OLAN ETKENLERİN BEŞ YILLIK DAĞILIMI Dr. Rezan Harman Günerkan	711
PROBİYOTİKLERLE İLGİLİ SAĞLIK ALANINDA YAPILAN DOKTORA TEZLERİNİN İNCELENMESİ ARŞ. GÖR. MERYEM PELİN[1], DOÇ. DR. HAVVA SERT[2]	715
TÜRKİYE'DE AROMATERAPİ KULLANIMINA YÖNELİK YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ Arş. Gör. Büşra GÜRÇAY[1], Arş. Gör. Meryem PELİN[2], Doç. Dr. Havva SERT[3]	720
CERRAHİ DUMAN ÖĞR. GÖR., SONGÜL GÜNGÖR	739
GEBELİK DÖNEMİNDE ALT ÜRİNER SİSTEM SEMPTOMLARI VE EBELİK BAKIMI SEVGİ AKBUZ ÖĞR. GÖR. FERAY BUCAK	746
Doğum- Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliğinin Rol ve Sorumlulukları Sevgi AKBUZ, Öğr. Gör. Feray BUCAK	756
THE COMPARATIVE STUDY OF ANTIBIOFILM PROPERTIES OF SOME HERBAL EXTRACTS TOOTHPASTES AGAINST *STREPTOCOCCUS MUTANS* NİSA SİPAHİ	764
COVİD-19 SALGINI SÜRECİNDE HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN SANAL SINIF ORTAMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ VE YAŞADIKLARI SORUNLAR DR. ÖĞR. ÜYESİ, YETER KURT, [1] ARŞ. GÖR. DR., ÇİĞDEM GAMZE ÖZKAN [2]	773
EVALUATION OF NURSING STUDENTS' PERCEPTIONS OF INSIDER STATUS TOWARDS CLINICAL INTERNSHIPS: FIRST CLINICAL EXPERIENCE Dr. Öğr. Üyesi Yeter KURT, Yeter KURT [1]	785
ZAYIF OVERYAN YANITLI VE AÇIKLANAMAYAN İNFERTİL KADINLARIN SERUMDA VE FOLİKÜL SIVISINDA DENDRİTİK HÜCRE İLİŞKİLİ SİTOKİNLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ Uzman Doktor FİLİZ YILMAZ[1], Doktor Öğretim Üyesi ERCAN AYAZ[2]	794
AKCİĞER KANSERİNDE TRANSKRİPTOMİK VERİ YAKLAŞIMIYLA MİRNA EKSPRESYON PROFİLLEMESİ ÖĞR.GÖR.DR. GÖZDE ÖZTAN[1]	800
65 YAŞ ÜSTÜ DİYABETLİ BİREYLERİN KİNEZYOFOBİK İNANÇLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER PROF. DR. MUKADDER MOLLAOĞLU[1], DR. ÖĞR. ÜYESİ, SAFİYE YANMIŞ[2] DR. ÖĞR. ÜYESİ, GÜLCAN BAHÇECİOĞLU TURAN [3]	815
HEMŞİRELERİN NEZAKETSİZLİK ALGISI İLE İŞ STRESİ VE İŞ PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ Nagihan KÖROĞLU KABA[1], Betül BAL[2], Havva ÖZTÜRK[3]	822
RUMİNANTLARDA YÜKSEK PROTEİN İÇEREN DİYET İLE BESLEMENİN ÜREME ÜZERİNE ETKİSİ SEMRA KAYA[1], GÖKHAN KOÇAK[2]	838
THE IMPORTANCE OF MOLECULAR GENETICS TECHNIQUES IN THE IMPROVEMENT OF REPRODUCTIVE TRAITS IN CATTLE	843

ALI OSMAN TURGUT[1], DAVUT KOCA[2]	
FARE KARBONİK ANHİDRAZ-I İZOENZİMİ İÇİN CDNA PRİMERLERİNİN DİZAYN EDİLMESİ MEHMET ÇİFTCİ	853
DOĞUMU UYARILAN KOYUNLARDA KUZULARIN KALP FREKANSLARI VE BAZI MİNERAL MADD E DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ Nebi ÇETİN	862
HEPATOID GLAND EPITHELIOMA IN A HUSKY DOG OZHAN KARATAS[1], GOKHAN AKCAKAVAK[2], OSMAN DOGAN[3]	868
TÜRKİYE'DE KOYUN KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN ÖNEMİ VE GELECEĞİ MEHMET FERİT ÖZMEN	874
Comparison of The Agricultural Practices of Conventional Farmers and Good Agricultural Practices in Antalya and Evaluation of The Practices in Terms of Plant Protection Prof. Dr. Esin BASIM[1], Prof. Dr. Hüseyin BASIM[2]	881
EVALUATİON OF THE PLANT PROTECTİON APPLİCATİONS GREENHOUSE VEGETABLE GROWERS İN ANTALYA PROVİNCE PROF. DR. ESİN BASIM[1] PROF. DR. HÜSEYİN BASIM[2]	889
ANTİBACTERİAL ACTİVİTY OF BASİL (*OCİMUM BASİLİCUM*) OİL AGAİNST *CLAVİBACTER MİCHİGANENSİS* SUBSP. *MİCHİGANENSİS* CAUSİNG BACTERİAL WİLT AND CANKER DİSEASE PROF. DR. HÜSEYİN BASIM[1*], PROF. DR. ESİN BASIM[2]	896
Investigation of The Uses of Endophytic Bacteria from Tomato Greenhouse Production Areas in Antalya Against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* A Causal Agent of Bacterial Wilt and Canker Disease Prof. Dr. Hüseyin BASIM[1*], Prof. Dr. Esin BASIM[2]	901
KAYA TUZU İLE DENİZ TUZUNUN BUĞDAY (*TRİTİCUM AESTİVUM* L.) VE ARPA (*HORDEUM VULGARE* L.) ÇEŞİTLERİNDE ÇİMLENME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ DR. ÖĞR. ÜYESİ MÜJGAN ELVEREN[1], TUĞÇE VAROL[2], DOÇ. DR. ETEM OSMA[3]	907
TÜRKİYE İÇİN İKİNCİ KAYIT LİKEN TÜRÜ: *PROTOBLASTENİA TERRİCOLA* ESRA ÖZGE AYGÜL [1], MUSTAFA KOCAKAYA [2], MEHMET ÜNSAL BARAK [3], ZEKİYE KOCAKAYA [4]	912
TÜRKİYE'DEN NADİR BULUNAN İKİNCİ KAYIT LİKEN TÜRÜ: *Agonimia allobata* Mehmet Ünsal BARAK [1], Mustafa KOCAKAYA [2], Esra Özge AYGÜL [3], Zekiye KOCAKAYA [4]	917
TARIMSAL ÜRETİM ALANLARINDA BÖCEKLERİN BİYOTEKNİK SAVAŞ YÖNTEMLERİYLE KONTROLÜ DOÇ.DR. MEHMET KAPLAN [1]	924
BİYOPESTİSİTLER VE TRANSGENİK BİTKİLER ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME DOÇ.DR. MEHMET KAPLAN [1]	935
DOMATESTE FUNGUSİT KALINTILARININ QUECHERS EKSTRAKSİYON YÖNTEMİ VE LC-MS/MS TEKNİĞİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR	944

KARPUZ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE MUHAFAZASI Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK	950
BAZI ORGANİK GÜBRE UYGULAMALARININ ALBİON ÇİLEK (*FRAGARİA SPP.* L.) ÇEŞİDİNİNİN MEYVE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ ÖĞR. GÖR. DR. FIRAT İŞLEK	956
VAN EKOLOJİK KOŞULLARINDA YAZLIK OLARAK YETİŞTİRİLEN MERCİMEK ÇEŞİTLERİNİN ADAPTASYON ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ MURAT ERMAN [1], MUSTAFA CERİTOĞLU [2]	961
THE STATUS OF NON-CHEMICAL WEED CONTROL IN AGRICULTURE ASSOC. PROF., FIRAT PALA [1], PROF. DR., HUSREV MENNAN [2]	968
STRATEGIES FOR NON-CHEMICAL WEED MANAGEMENT IN AGRICULTURE Assoc. Prof., FIRAT PALA [1], Prof. Dr., HUSREV MENNAN [2]	981
EVALUATION OF ANTIMUTAGENIC ACTIVITY OF *Salvia triloba* L. THAT MEDICINAL PLANT Assoc. Prof. Dr. PINAR GOC RASGELE [1], HILAL UCAN [2]	988
TUZ STRESİ ALTINDAKİ ARI OTU (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) BİTKİSİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ Dr. Öğr. Üyesi Semih AÇIKBAŞ[1], Doç. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI[2]	996
SALİSİLİK ASİT TOHUM ÖN UYGULAMA İŞLEMİNİN BURÇAK (*VICIA ERVILIA* L.) BİTKİSİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ETKİSİ DR. ÖĞR. ÜYESI SEMIH AÇIKBAŞ[1], DOÇ. DR. MEHMET ARIF ÖZYAZICI[2]	1005
TÜRKİYEDE ÇELTİK ÜRETİMİNİN YILLAR İTİBARİYLE DEĞİŞİMİ DR. ÖĞR. ÜYESİ AYBÜKE KAYA[1], ZM. MERVE ATEŞ[2]	1014
HATAY İLİNİN KAVUN ÜRETİMİ VE TÜRKİYEDEKİ YERİ Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA[1], ZM. Sude TARAKÇI[2]	1023
DIFFERENT TYPES OF WEEKLY OPEN SETS IN IDEAL TOPOLOGICAL SPACES NITAKSHI GOYAL	1030
GLOBAL EXISTENCE AND BLOW-UP FOR A NONLINEAR POROUS MEDIUM PROBLEM INVOLVING GENERALIZED EXPONENTS Ebubekir AKKOYUNLU [1], Rabil AYAZOGLU [2]	1035
FRACTIONAL VARIATIONAL CALCULUS OF VARIABLE ORDER IN VARIABLE EXPONENT LEBESGUE SPACES $L^{p(\cdot)}[0,l]$ Rabil AYAZOGLU [1], Ebubekir AKKOYUNLU [2]	1048
TSALLIS HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİNİN UZAY – ZAMAN GEOMETRİSİ Doç. Dr., CAN AKTAŞ[1], Doç. Dr., SEZGİN AYGÜN[2]	1060
LYRA TEORİDE TSALLIS HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİNİN DAVRANIŞININ İNCELENMESİ DOÇ. DR., SEZGİN AYGÜN[1], DOÇ. DR., CAN AKTAŞ[2]	1070
FUNCTION SPACES WHOSE FRACTIONAL FOURIER TRANSFORMS ARE IN SUBSPACES OF HOMOGENEOUS BANACH SPACES Erdem TOKSOY	1077

NONHOMOGENEOUS $p(x)-$ LAPLACIAN STEKLOV PROBLEM WİTH WEIGHTS ASSOCİATE PROF., ZEHRA YÜCEDAĞ	1086
ON THE INVERSE PROBLEM FOR INTEGRO-DIFFERENTIAL OPERATORS KEZİBAN TAŞ	1095
THERMODYNAMIC ANALYSIS AND METAHEURISTIC OPTIMIZATION OF A GEOTHERMAL BASED DOUBLE FLASH ORGANIC RANKINE CYCLE SYSTEM USING AN OPEN-SOURCE PROCESS SIMULATOR DR. VOLKAN RAMAZAN AKKAYA	1098
TOTAL PARENTERAL NÜTRİSYONDA OMEGA-3 TAKVİYESİNİN ETKİLERİ DR. DYT. HAKAN TOĞUÇ1	1106
ÜLSERATİF KOLİT VE PROBİYOTİK İLİŞKİSİ Dr. Dyt. HAKAN TOĞUÇ1	1111
PERFORMANCE ANALYSES OF NEWLY MANUFACTURED REFRIGERANTS FOR VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION CYCLES DR.ÖĞR.GÖR. ARZU KEVEN1, DOÇ.DR. RABİ KARAALİ2	1115
KÜBİK LAVES FAZLI ERIR2 BİLEŞİĞİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ DOÇ. DR. ABDULLAH CANDAN 1, DOÇ. DR. SALİH AKBUDAK 2	1123
NdPdBi YARI HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL STABİLİTESİ, MEKANİK VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİ İÇİN İLK PRENSİPLER ÇALIŞMASI Abdullah CANDAN 1, Salih AKBUDAK 2	1129
KOLU YÜKSELEN-ALÇALAN VE GÖBEK AÇISI DEĞİŞEN QUADROTOR'DA BAŞKALAŞIM VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASI Öğr. Gör. ,Enes ÖZEN1, Prof. Dr. , Tuğrul OKTAY	1136
COVİD-19 AŞISI YAPILAN GEBE BİREYİN YAŞAM KALİTESİ VE COVİD KORKU DÜZEYİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: VAKA SUNUMU EVALUATION OF THE QUALITY OF LIFE AND THE COVID FEAR LEVEL OF THE PREGNANT INDIVIDUAL WHO GOT THE COVID-19 VACCINE: CASE REPORT Öğretim Görevlisi, YUNUS AZBOY	1144
AISI 316L PASLANMAZ ÇELİĞİN KUTU KROMLAMA PROSESİ İLE YÜZEY MODİFİKASYONUNUN MODELLENMESİ Fulya KAHRIMAN 1, Gregory N. HAIDEMENOPOULOS 2, Maria-Ioanna T. TZINI 2,3	1150
AN APPLICATION OF THE GENERALIZED DISTRIBUTION FOR A CERTAIN SUBCLASS OF UNIVALENT FUNCTIONS Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY	1161
PRODUCTION AND ANALYSIS OF HARD CARBON FROM WATER HYACINTH Mustafa Goktan Aydin1, Emine Yalman2, Tolga Depci3, Yunus Onal4	1166
KANAT VE KANATÇIK TİPİ VORTEKS ÜRETİCİLERİN ISIL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI **Arş. Gör. Dr. HÜSEYİN ZAHİT DEMİRAĞ1, Dr. Öğr. Üyesi MEHMET DOĞAN2**	1172
VAZGEÇİLMEZ LEZZET ÇİKOLATA, ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ Dr. Kadriye ALTAY1	1189

CHILDHOOD OBESITY AND OBESOGENIC ENVIRONMENT Prof. Dr. Hülya Çiçek	1195
Investigation of Thiol Disulfide Balance and Ischemia-Modified Albumin Levels in Cats with Hypertrophic Cardiomyopathy and Arterial Thromboembolism Vet. Hekim Cansu TOKSÖZ, Prof. Dr. Serkal GAZYAĞCI	1206
NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN (NTE) MADEN YATAKLARINDA KÖKEN BELİRTECİ OLARAK KULLANILMASI Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI	1219
JEOLOJİK ORTAM BELİRTECİ OLARAK NADİR TOPRAK ELEMENTLER Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI	1230
AN APPLICATION OF THE SIMPLEST EQUATION METHOD Deniz HOŞER	1242
BATMAN YÖRESİNDE YETİŞEN ŞALGAM (BRASSICA RAPA L.) BİTKİSİNİN BAZI AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN TAYİNİ Beşir DAĞ1 , İlham ASLAN2	1250
BATMAN YÖRESİNDE YETİŞEN ŞALGAM (BRASSICA RAPA L.) BİTKİSİNİN FENOLİK MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİ Beşir DAĞ1 , İlham ASLAN2	1258

Microwave assisted irradiation in tissue preparation: From fixation to staining as an alternative approach in histopathology laboratories

Şehime G. TEMEL[1'2]

1. **Bursa Uludag University, Faculty of Medicine, Department of Medical Genetics, Bursa, Türkiye**
2. **Bursa Uludag University, Faculty of Medicine, Department of Histology & Embryology, Bursa, Türkiye**

Abstract

Fixation, which is the first step in tissue preparation in histopathology laboratories, followed by tissue processing, embedding and staining. Routine use of formalin fixation, dehydration, paraffin infiltration, embedding and sectioning gives uniform and well preserved tissue structure closest to the live one. These routine procedures take at least 1 to 4 days, depending on the technique used. In this study it is aimed to assess microwave assisted irradiation in tissue fixation, processing and staining and to determine if it can be replaced routine formalin fixed paraffin embedded tissue preparation. For this purpose, liver and kidney pieces taken from rats were fixed with microwave irradiation. After fixation; tissue dehydration, clearing (1,1,1 trichloroethane), impregnation and staining steps were all performed in the microwave oven. When the results were compared with the standard protocol there was no statistically significant difference in terms of morphology as structural preservation and staining quality. All tissue preparations carried out in microwave oven were completed in 2 hours and 10 minutes. Because of the ease of application and speed of the technique; this microwave assisted tissue preparation technique can be used as an alternate in histopathology laboratories for rapid diagnosis. For example formaline fixed parafine embedded tissues stored for longer period had a reduced concentration and quantity of extractable protein, RNA and DNA. Especially in precision oncology for detecting somatic variations; it can be speculated that our microwave assisted tissue preparation can be an alternative method for better quality of protein, RNA and DNA. To show this; an experiment will be planned for future directions.

Keywords: Microwave oven, Tissue preparation, Fixation, Tissue processing, 1,1,1 trichloroethane

INTRODUCTION

The main purpose of histopathological examinations; to preserve the tissue in to the closest state and to ensure the highest level of separation of its different structural components. The first step is fixation and it forms the basis for the next steps. After fixation, tissue processing begins. Tissue processing includes all the operations to bring the part to a cross-sectional state. After this step comes the process of embedding of the tissue in paraffin (1-3).

Although these processes vary according to the technique used, when performed at room temperature, it takes 1-4 days. This period is quite long in cases where diagnosis and treatment are urgent especially in precision oncology. Frozen sections and rapid staining methods are used to shorten this process (4). However, making a diagnosis with the preparations prepared by these methods and working with these sections is not as easy as working with paraffin sections. In order to shorten the preparation time by taking advantage of the reaction-enhancing effect of heat, ovens, pressure cookers and in recent years microwave ovens are used at various stages of the techniques. Microwave radiation was first used by Mayers (5) in the fixation process in 1970. Since the temperature in microwave ovens can be controlled, its use in histopathology laboratories has become increasingly widespread in parallel with the changes and developments in technology (6-11). Due to the absence of quality differences in the results obtained with microwave assisted irradiation compared to conventional methods, it is preferred to use becaue of significant reductions in time and ease of use. It is used at different stages of studies such as light and electron microscopic fixation, tissue follow-up, staining, decalcification, immunohistochemistry, recovery of antigenicity, in situ hydribization, and polimerase chain reaction (12-24).

To date, microwave radiation has been applied in some of the stages from fixation to staining in histopathology laboratories. The number of studies using microwave radiation at all stages in tissue preparation is few (25-26) and has not yet entered into routine use. In the view of this knowledge, in this study, we aimed to carry out all the stages of tissue preparatin in microwave oven in order to achieve a good quality paraffin section stained with H-E, and to obtain a good morphology ready for examination under the light microscope in a short time.

MATERIAL & METHODS

In this study, Wistar-albino female rats obtained from Uludağ University Experimental Animal Breeding, Application and Research Center. This study was approved by the Experimental Animal Care and Use Committee. Rats were anesthetized by ether inhalation and made through

an incision in the midline of the abdomen and the organs (liver, kidney) were removed. After the organs were washed, the fixation process was started.

Control group: Fixation, tissue tracking (with xylene) and staining are conventionally spread at room temperature (27).

Experimental group I: Fixation, tissue processing (with 1,1,1 trichloroethene) and staining.

Frozen group: 5-6 mm sections were taken with a cryostat and stained with H-E by applying the fast freezing method applied to emergency materials in the operating room of Uludağ University Medical Faculty Health Application and Research Center Hospital. This group was then compared with the experimental group.

Tissue Processing	Islatma Aşaması	Power (W)	Time	Initial Temperature (°C)	Final Temperature (°C)
%50 ALKOL	-	Maksimum	45 sc	18.93+0.275	40.3+0.311
		90	10 min	-	49.2+0.268
ABSOLU ALKOL	-	600	1min	18.6+0.316	65.8+1.177
		90	20 min	-	69.2+0.329
TRİKLOROETAN	10 min	Maksimum	45 sc	18.2+0.269	72.2+0.453
		90	20 min	-	73.04+0.337
PARAFİN I	10 min	Maksimum	1min	60	68.6+1.80
		90	20 min	-	60.9+1.03
PARAFİN II	-	Maksimum	1.5 min	60	72.3+1.21
		90	30 min	-	66+1.93

Table 1. Tissue Processing in microwave oven

Evaluation of the Preparations and Statistical Procedures: Preparations belonging to all groups were photographed with the photomicroscope of Olympus BX-50 (Olympus Optical Co. Ltd., Tokyo, Japan). The magnifications given under the photomicrographs refer to the objective magnification. The arithmetic mean and standard errors of the first and last temperatures recorded in 10 trials were calculated for each step in the operations performed in the microwave

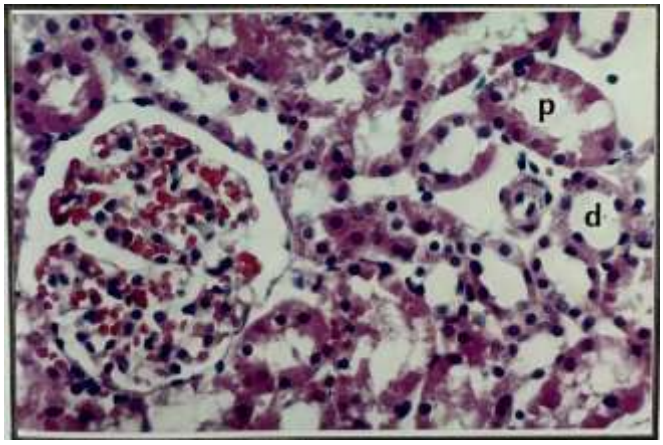
oven. Evaluation of the preparations was done objectively without knowing the groups with 5 obeserves. Morphological and staining quality criteria are given in Table III for kidney and Table IV for liver. Considering these criteria: 0: very bad, 1: moderate, 2: good, 3: very good scores were made. These values were compared using the Mann Whitney-U test.

RESULTS

Since the blocks obtained from the experimental group were hard and the impregnation of the tissues with paraffin was excellent, no difficulties were encountered while taking the sections. No artifacts such as cracking or zoning were observed in the tissue due to microwave radiation and temperature.

As a result of the evaluation of kidney preparations belonging to all groups; It was seen that the preparations belonging to the control group (Figure 1-A-B) (28,29) and experimental group I (Figure 2-A-B) (28,29) were equal in terms of the histological criteria. There was no statistically significant difference between the control group and the experimental group in terms of morphological criteria ($p>0.05$). When these groups were compared with the frozen group (Figure 3-A-B), in terms of morphological criteria; frozen group was evaluated more negatively than other groups as expected.

As a result of the evaluation of liver preparations belonging to all groups; Except for the frozen group, the other groups control group (Figure 4-A-C) (28,29), and experimental group I (Figure 5-A-C) (28,29) were similar in terms of histological criteria, and no statistically significant difference was found between them ($p> 0.05$). The frozen group was evaluated more negatively than the other groups in morphological criteria determined as a result of the comparison of these groups with the liver frozen sections (Figure 6-A-C) (28,29).



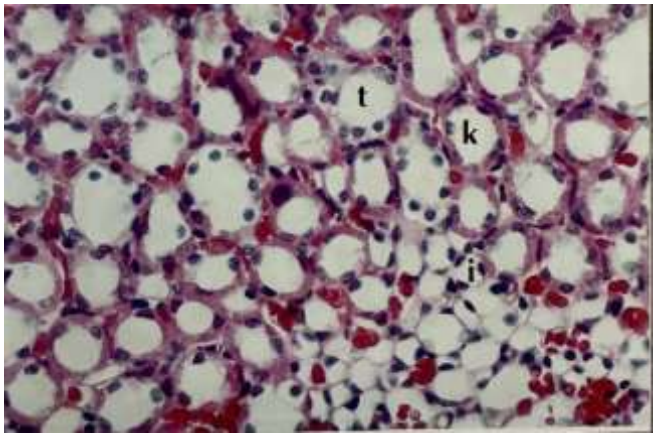


Figure 1-A-B. Photomicrograph of Control Group; Kidney Cortex (28) & Medulla (29) respectively H&E (X40), p: proximal tubule' d: distal tubule, t: collector tubule, k: Henle's thick arm, i: Henle's thin arm

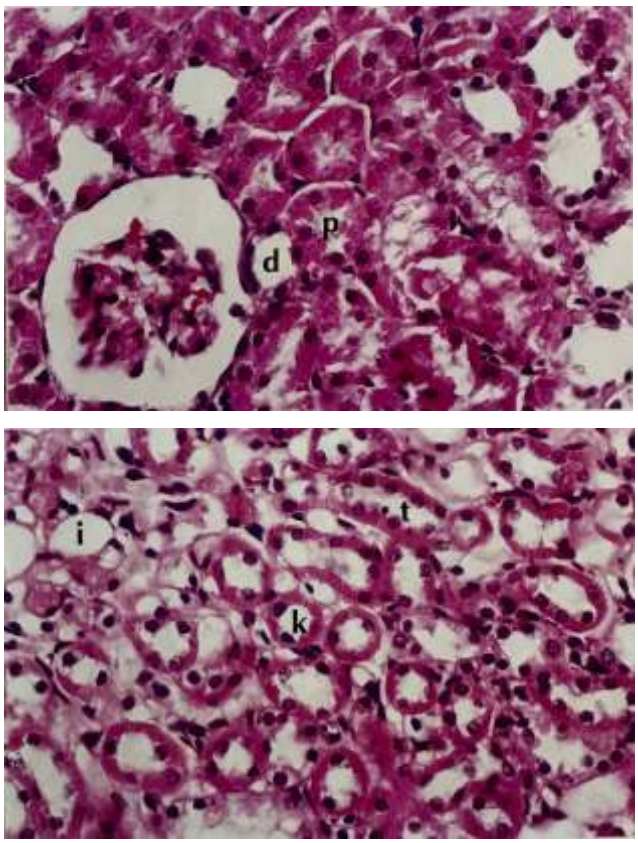


Figure 2-A-B. Photomicrograph of Experimental Group; Kidney Cortex (28,) &Medulla (29) respectively, H&E (X40), p: proximal tubule' d: distal tubule, t: collector tubule, k: Henle's thick arm, i: Henle's thin arm

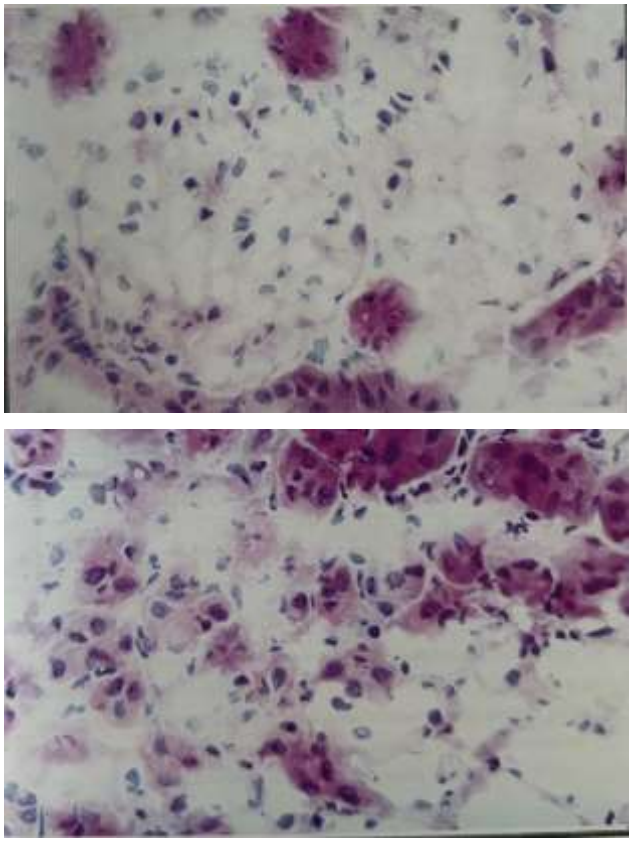
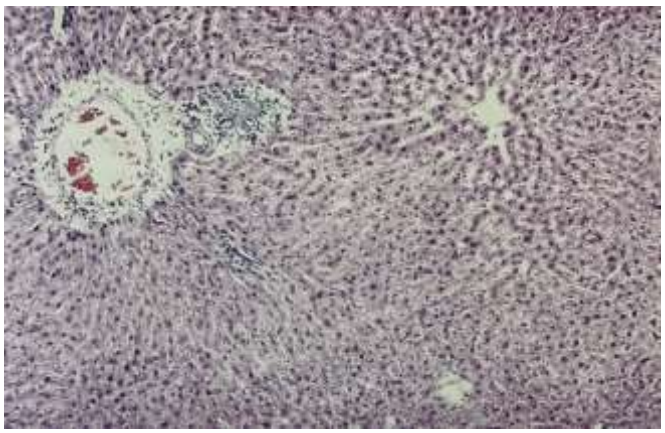
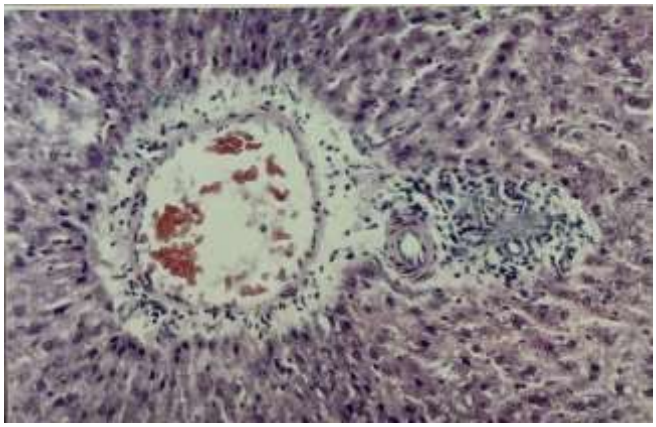


Figure 3-A-B. Photomicrograph of Frozen Group; Kidney Cortex (28) & Medulla (29), respectively, H&E (X40).





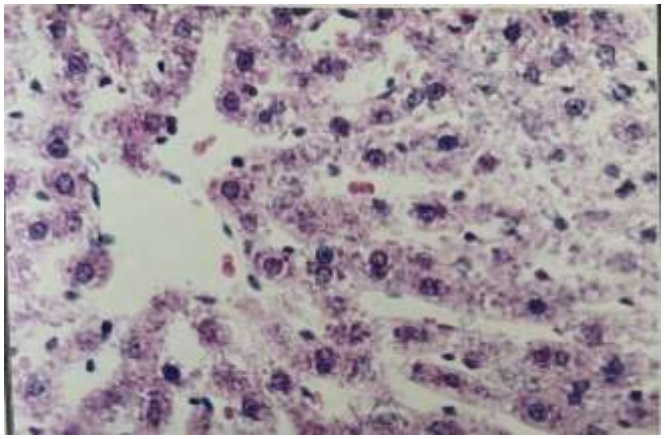


Figure 4-A-C. Photomicrograph of Control Group; Liver **4A**. General View H&E (X10), **4B.** portal interspace and related structures, H&E (X40), **4C.** Vena centralis, hepotocytes and sinusoids , H& E (X40) (28,29).

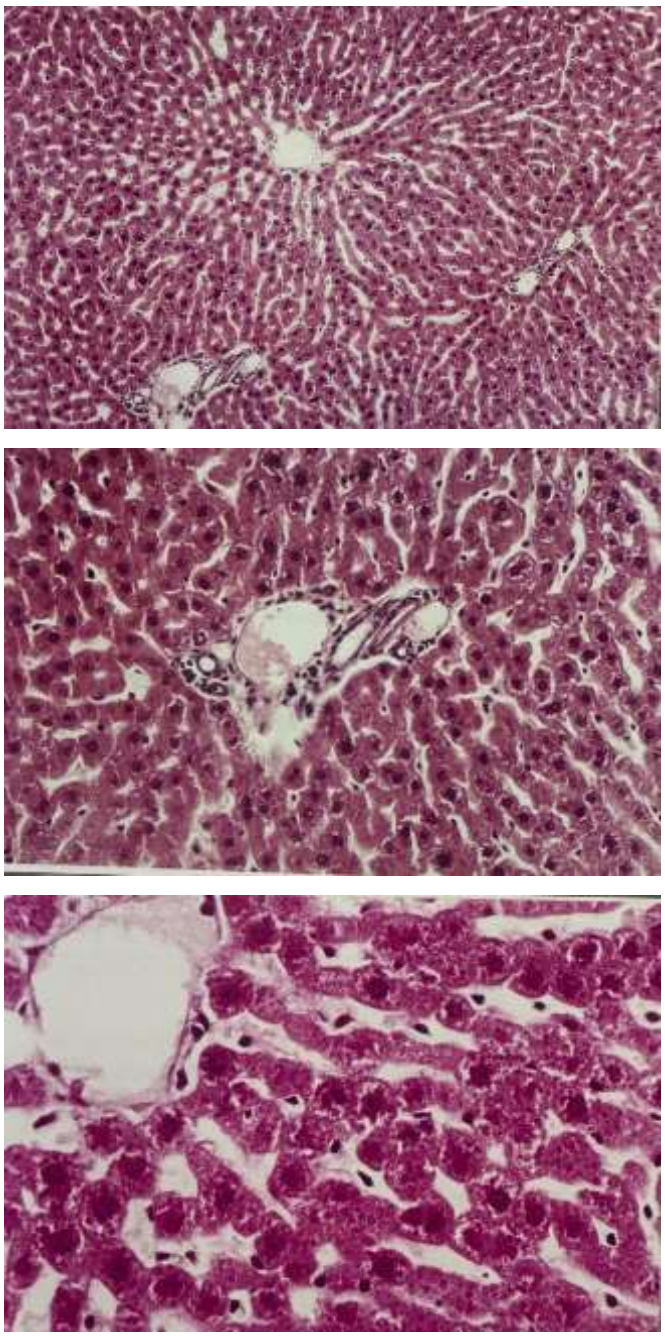


Figure 5-A-C. Photomicrograph of Experimental Group; Liver **5A**. General View, H&E (X10), **5B.** portal interspace and related structures, H&E (X20), **5C.** Vena centralis, hepotocytes and sinusoids , H& E (X40) (28,29).

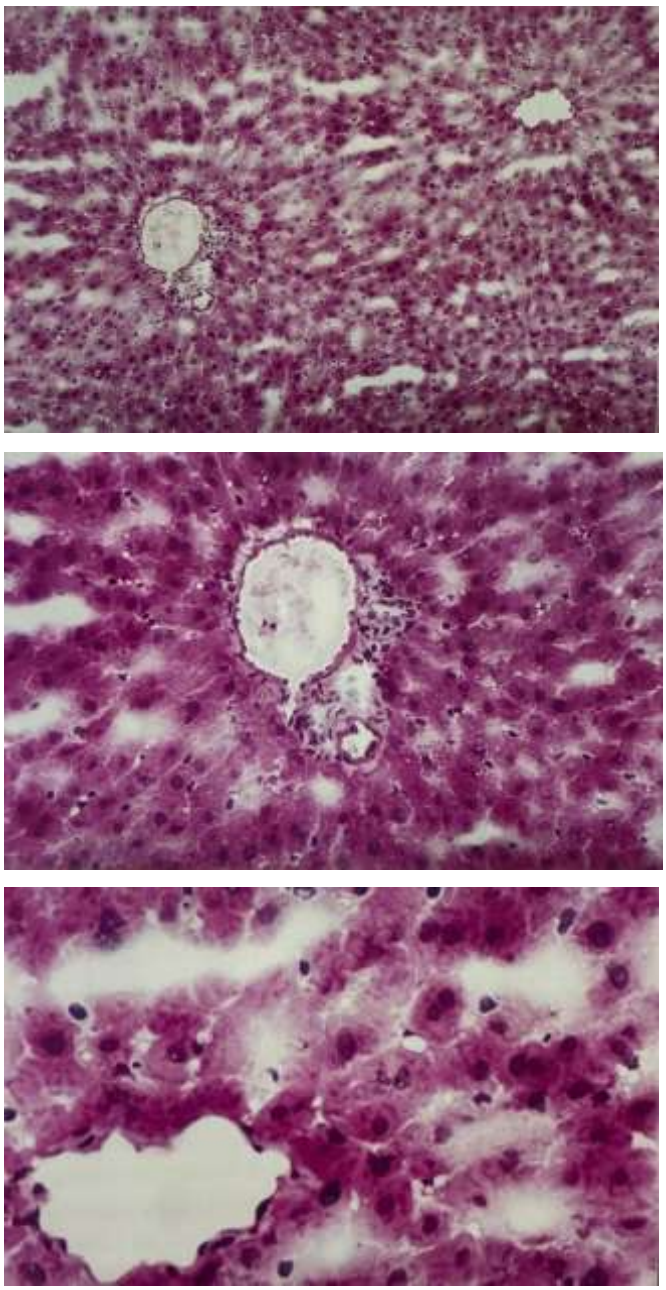


Figure 6-A-C. Photomicrograph of Frozen Group; Liver **6A**. General View, H&E (X10), **6B.** portal interspace and related structures, H&E (X20), **6C.** Vena centralis, hepotocytes and sinusoids , H& E (X40) (28,29).

4. Conclusion & Discussion

Microwave ovens are currently used in histopathology laboratories at any point such as fixation, tissue processing and staining (20, 30-36). However, the number of studies in which all of this application is done with the use of microwave radiation is very few (25,26,34,35) and has never exceeded routine application.

In our study results of kidney tissue except for the frozen group, experimental gropup were equivalent to the control group in terms of the criteria considered.

In the liver tissue, as in the kidneys, the expermental group, except the frozen group, were equal to the control group in morphology.

When all groups, including the control group, were compared with the frozen group, there were significant differences in favor of the control group and experimental group in terms of all criteria. Since fixation is not applied to fresh frozen sections, it is expected that morphological details are not well preserved compared to paraffin sections. In frozen sections partially fixed with alcohol during dehydration, the nuclear pattern is better than the cytoplasmic detail. The reason why the frozen group, which was used as a diagnostic method, was included in our study was to reveal the difference between the results of the two methods performed in a short time.

Although the eosinophilia density we observed in some of the stages performed in the microwave oven and in some groups masked some morphologies, it was not high enough to cause problems in terms of diagnostic criteria, since it did not completely cover the morphology in eperimental group.

In this study, the preparations of the control group, experimental group were found to be of equal quality in terms of all criteria determined for kidney and liver. In our study, all of the processes performed in the microwave oven were completed in approximately 2 hours and 10 minutes. Considering that the paraffin block procedures applied in routine pathology laboratories are completed in 24 hours; In cases where it is extremely important in terms of diagnosis and treatment choice like precision oncologys, it provides a significant time saving; therefore we might suggest using the microwave-assisted preparation technique as an alternative method.

REFERENCES

1. Drury RAB, Wallington EA: Fixation (Eds. Drury RAB, Wallington EA). Carleton's Histological Tecnique. 4th Edition. Ox,forf University Press, New York, 1967, pp 33-46.

2. Hopwood D: Fixation and fixtives (Eds, Bancroft JD, Steven A) Theory and Practice of Histological Tecnique. 3th Edition. Churchill Livingstone, New York, 1990, pp 20-41

3. Fox CH, Johnson FB, Whitting EA, Roller PP: Formaldehyde fixation. J Histochem Cytochem 33:845-53, 1985.

4. Stevens A: The heamatoxylins (Eds. Bancroft JD, Steven A). Theory and Practive of Histological Techniques. 3th Edition, Churchill Livingstone, New York. 1990, pp 107-18.

5. Mayers CP: Histological fixation by microwave heating. J Clin Pathol 23: 273-5, 1970.

6. Horobin WR: Problems and artifacts of microwave sccelerated procedures in neurohistotechnology and resolutions. Methods 15: 101-6, 1998.

7. Boon ME, Kok LP: Microwave Cookbook of Pathology. 2nd Edition, Coulomb Press Leyden, Leiden, Holland. 1988, pp 1-210

8. Suurmeijer AJH, Boon ME, Kok LP: Notes on the application of microwaves in histopatology. Histochem J 22: 341-6, 1990.

9. Hororbin BW, Flemming L: Trouble shooting microwave accelerated procedures in histology and histochemistry: understanting and dealing with artifacts, errors and hazards. Histochem J 22: 371-6, 1990

10. Leong ASY: A review of microwave tecniques for diagnostic pathology. MSA Bull 23:253-63, 1993

11. Boon ME, Kok LP: Microwave stimulated diffusion for fast processing of tissue; reduced dehydrating, clearing and impregnating times. Histopathol 10: 303-9, 1986

12. Kok LP, Visser PE: Histoprocessing with microwave oven: an update. Histochem J 20: 373-87, 1988.

13. Login GR, Dvorak MA: Microwave fixation provides excellent preservarion of tissue cells and antigens for light and electron microscopy. Histochem J 20: 373-87, 1988

14. Kennedy A, Foulis AK: Use of microwave oven improves morphology and staining of cryostat sections. J Clin Pathol 42: 101-5, 1989

15. Küpelioğlu A, Gökdeb N: Mikrodalga ışınlarının parafin kesitlerin boyanmasına etkisi. Türk Patol Derg 5: 7-11, 1989

16. Leong ASY: Microwave techniques for tissue fixation, processing and staining. EMSA Bull 20: 61-5, 1990.

17. Reed W, Erichsen A, Roald B: Rapid supplementary fixation in frozen sections: microwave versus conventional fixation. Pathol Res Pract 187: 824-7, 1991.

18. Kahveci Z: Değişik dokuların fiksasyonunda mikrodalganın kullanımı. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, Türkiye. 1993.

19. Ainley CD, Ironside JW: Mikrowave technology in diagnostic neuropathology. J Neurosci Methods 55: 183-90, 1997.

20. Kahveci Z, Çavuşoğlu İ, Sırmalı ŞA: Microwave fixation of whole fetal specimens. Biotech Histochem 72: 144-7, 1997.

21. Kahveci Z, Minbay FZ, Çavuşoğlu İ, Oya A, Noyan S, Sırmalı ŞA: Mikrodalga fırın ile doku takibi. Türk Patol Derg 13: 23-6, 1997.

22. Minbay FZ: Kemik dokusunun dekalsifikasyonunda mikrodalga ışınımının kullanılması. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, Türkiye. 1997.

23. Çavuşoğlu İ, Kahveci Z, Sırmalı ŞA: Rapid staining of ultrathin sections with the use of microwave oven. J Microsc 192: 211-6, 1998.

24. Noyan S, Kahveci Z, Çavuşoğlu İ, Minbay ZF, Sunay FB, Sırmalı ŞA: Effects of microwave irradiation and chemical fization on the localization of perisinusoidal cells in rat liver by gold impregnation. J Microsc 197: 101-6, 2000.

25. Kovacs L, Szende B, Elek G, Lapis K, Horvath O, Hizsek I, Tamasi A, Schmidt O: Working experince with a new vacuum-accelerated microwave histoprocessor. J Pathol 180: 106-10, 1996.

26. Schichnes D, Nemson J, Sohlberg L, Ruzin SE: Microwave protocols for paraffin microtechnique and in situ localization in plants. Microsc Microanal 4: 491-6, 1998.

27. Smith A, Bruton J: Common processing and sectioning methods (Eds. Smith A, Bruton J). A Colour Atlas of Histological Staining Techniques. Wolfe Medical Publications Ltd, London., p 184,1997.

28. Sehime G. Temel, Semiha Noyan, Zeynep Kahveci: Mikrodalga Işınımının sıçan karaciğer ve böbrek dokularının preparasyonunda kullanımı. Bursa Devlet Hat. Bült. 19(2)83-91, 2004.

29. Şehime G. Temel.: Mikrodalga Isınımının sıçan karaciğer ve böbrek dokularının preparasyonunda kullanımı. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2002.

30. Gordon CK: Tissue processing (Eds. Bancroft JD, Steven A). Theory and Practice of Histological Techniques. 3th Edition. Churchill Livingstone, New York. 1990, pp 43-53.

31. Mills B: Frozen sections (Eds. Prophet E, Mills B, Arrington JB, Sobin LH). Laborratory Methods in Histotechnology. American Registry of Pathology, Washington D.C, USA. 1992, pp 67-70.

32. Boon ME, Gerrits PO, Moorlag HE, Nieuwenhuis P, Kok LP: Formaldehyde fixation and microwave irradiation. Histochem J 20: 313-22, 1988.

33. Login GR, Dvorak AM: Ultrafast microwave energy fization for electron microscopy. J Histochem Cytochem 34: 381-7, 1986.

34. Dhara Dwivedi, Sowmya Kasetty, Manisha S Tijare, Shreenivas Kallianpur, Nitin Prabhakar, Raju T Ragavendra, Ami Desai: Effect of Conventional and Microwave Tissue Processing Technique on DNA Integrity: A Comparative Molecular Analysis
Ethiop J Health Sci. 28(5): 615–624, 2018.

35. Mahesh Rao1, Shaila M Pai Sanjeev Balappa Khanagar, Salman Siddeeqh, Darshan Divakar Devang, and Sachin Naik Microwave-assisted tissue processing, fixation and staining in tissues of different thicknesses: A comparative study. J Oral and Maxillofacial Pathology, 2020 Jan-Apr; 24(1): 186.

36. Pallavi Mishra, Alokenath Bandyopadhyay, Harish Kumar, Kailash Chandra Dash, Lipsa Bhuyan, and Abikshyeet Panda: Microwave-Based Rapid Tissue Processing Technique: A Novel Aid in Histopathologic LaboratoryJ Pharm Bioallied Sci. 13 (Suppl 1): S566–S570, 2021.

REKUPERATORLÜ KOJENERASYON TESİSLERİNİN BAZI KRİTERLERE GÖRE ANALİZİ

Doç.Dr. RABİ KARAALİ[1], Dr.Öğr.Gör. ARZU KEVEN[2]

[1]Bayburt Üniv. Mühendislik Fakültesi Makine Müh. Bölümü rabikar@gmail.com ORCID No: 0000-0002-2193-3411

[2]Kocaeli Üniv. Gölcük MYO Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Tek. Bölümü arzu.keven@kocaeli.edu.tr ORCID No: 0000-0003-0040-9167

ÖZET

Dünya'da elektrik ve ısı enerjisi kullanımı ve maliyeti hızla arttığından, enerjinin düşük maliyetli, düşük emisyonlu, çevreye zararsız, tasarruflu ve verimli üretiminin önemi de artmaktadır. Elektrik ve ısı enerjilerinin aynı anda üretildiği kojenerasyon, verimli, ekonomik daha temiz ve çevrede daha az iz bırakan üretim problemine çözüm olarak bu şartlarda büyük bir ilgi çekmekte ve yaygınlık kazanmaktadır. Bu çalışmada, yanma odasına girmeden önce havanın ve yakıtın ısıtıldığı yakıt hava ısıtmalı ve sadece havanın ısıtıldığı hava ısıtmalı kojenerasyon tesisleri değerlendirilmiştir. Enerji, ekserji ve bazı kriterlere göre performans analizi metotları kullanılarak, çalışma şartlarının çeşitli değişkenlere göre değişimi araştırılmıştır. Kojenerasyon tesislerini oluşturan kompresör, rekuperatör, türbin, yanma odası ve atık ısı geri kazanım (HRSG) cihazlarının basınç, sıcaklık, etkenlik ve verim gibi bazı performanslarının analizi de yapılmış ve karşılaştırılarak tartışılmıştır. Hesaplamalar için FORTRAN bilgisayar dilinde programlar yazılmış ve çalıştırılarak elde edilen sonuçlar literatürdeki sonuçlarla uyumluluk yönünden incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Kojenerasyon sistemlerinde rekuperasyonun verimi ve elektrik-ısı oranlarını, performansı ve çalışma esnekliğini iyileştirip artırdığı, aynı zamanda piyasanın veya tüketim taleplerindeki değişimlere hızlıca cevap verilmesini ve uyum sağlanmasını kolaylaştırıp etkili çözümlerin hızlıca uygulanmasını sağladığı ortaya çıkarılmıştır. Hava fazlalık katsayısının, kompresör sıkıştırma (basınç) oranlarının, giriş havası sıcaklığı ve basıncının ve diğer verime ve çalışma şartları üzerine etki eden faktörlerin bazı performans kriterlerine olan etkisi de incelenip tartışılmıştır. Hava fazlalık katsayısının, kompresör sıkıştırma (basınç) oranının yakıt hava ısıtmalı ve hava ısıtmalı kojenerasyon tesislerinin birçok performans kriterleri ve parametreleri üzerinde en önemli faktör ve değişkenler oldukları gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Soğutucu akışkanlar, COP, Ekserji

ANALYSIS OF COGENERATION FACILITIES WITH RECUPERATORS ACCORDING TO SOME CRITERIA

ABSTRACT

Since the use and the cost of electricity and heat energy in the world is increasing rapidly, the importance of low-cost, low-emission, environmentally friendly, economical and efficient

production of energy is also increasing. Cogeneration, in which electricity and heat energies are produced at the same time, attracts great attention and gains popularity as a solution to the production problem that is efficient, economical, cleaner and leaves less traces in the environment. In this study, fuel air heated, in which air and fuel are heated before entering the combustion chamber, and air-heated, in which air are heated before entering the combustion chamber cogeneration plants are evaluated. By using energy, exergy and performance analysis methods according to some criteria, the change of working conditions according to various variables was investigated. Some performances such as pressure, temperature, efficiency and effectiveness of compressor, recuperator, turbine, combustion chamber and waste heat recovery (HRSG) devices that make up the cogeneration facilities are also analyzed, compared and discussed. Programs were written in FORTRAN computer language for calculations and the results obtained by running them were examined and compared in terms of compatibility with the results in the literature. It has been revealed that recuperation in cogeneration systems improves and increases efficiency and electricity-heat ratios, performance and operating flexibility, as well as facilitates rapid response and adaptation to changes in the market or consumption demands, and enables the rapid implementation of effective solutions. The effects of excess air coefficient, compressor compression (pressure) ratios, intake air temperature and pressure, and other factors affecting efficiency and operating conditions on some performance criteria are also examined and discussed. It has been shown that the excess air coefficient and compressor compression (pressure) ratio are the most important factors and variables on many performance criteria and parameters of fuel air heated and air heated cogeneration plants.
Keywords: Refrigerants, COP, Exergy.

1. GİRİŞ

Dünya'da elektrik ve ısı enerjisi kullanımı ve maliyeti hızla arttığından, enerjinin düşük maliyetli, düşük emisyonlu, çevreye zararsız, tasarruflu ve verimli üretiminin önemi de artmaktadır. Elektrik ve ısı enerjilerinin aynı anda üretildiği kojenerasyon, verimli, ekonomik daha temiz ve çevrede daha az iz bırakan üretim problemine çözüm olarak bu şartlarda büyük bir ilgi çekmekte ve yaygınlık kazanmaktadır. Kojenerasyonda ısı tek bir ısı üretim tesisiyle üretilir. Bu ısıdan, önce ısı enerjini taşıyın akışkanla elektrik üretilir. Geriye kalan ısıdan da buhar ya da sıcak su üretilir. Konvansiyonel ya da klasik olarak adlandırılan tesislerin toplam verimi %60 dolayındadır. Ancak kojenerasyon tesislerinde bu verim %90'a kadar çıkabilmektedir. Burada iki tesis arasında % 30 dolayında verim farkı vardır. Ayrıca kojenerasyonda ısı ve elektrik tek sistemde üretildiği için, sistemin yatırım ve işletme maliyeti de önemli oranlarda azalmaktadır. Üretim eğer aynı anda üç amaç için yapılıyorsa yani ısı, elektrik ve absorpsiyonlu soğutma üretimi de yapılıyorsa buna trijenerasyon denmektedir. Burada kojenerasyon ya da trijenerasyon daha tasarruflu sağlanması yanında çevre kirliliği ve emisyon azalmaktadır [1, 2, 3].

Gaz türbinli kojenerasyonda ana makine gaz türbini olduğundan, gaz türbininin, verimi ve çalışması tüm sistemin çalışması ve özelliklerini karakterize eder. Kojenerasyon tesisleri çalışma metotluna göre; gaz, buhar, gaz-buhar türbinli, motorlu kojenerasyon ve yakıt pilleri olarak ayırabiliriz. Gaz türbinli kojenerasyonda hava kompresörde 10–12 kat dolayında sıkıştırılıp yakıtla yanma odasında yakılmakta ve buradan 900–1500 ^{0}C sıcaklıktaki çıkan egzoz gazı bir miktar enerjisini mekanik enerji şeklinde türbinde bırakır. Bu şekilde türbinden çıkan egzoz gazlarının sıcaklığı 500–900 ^{0}C'ye düşmekte olup, bunların kalan enerjisiyle de atık ısı kazanında sıcak su ya da buhar elde edilir [1, 2, 3]. Elde edilen buhar ya da sıcak su proseste kullanılmak (ısıtma, kurutma) üzere ya da buhar türbini eklenip elektrik üretilerek veya absorbsiyonlu soğutma gibi yerlerde değerlendirilir. 1950'ler sonu hafif gaz türbinleri üretilmeye başlanmış ve zamanla geliştirilerek kullanımda yaygınlık kazanmaya başlamıştır.

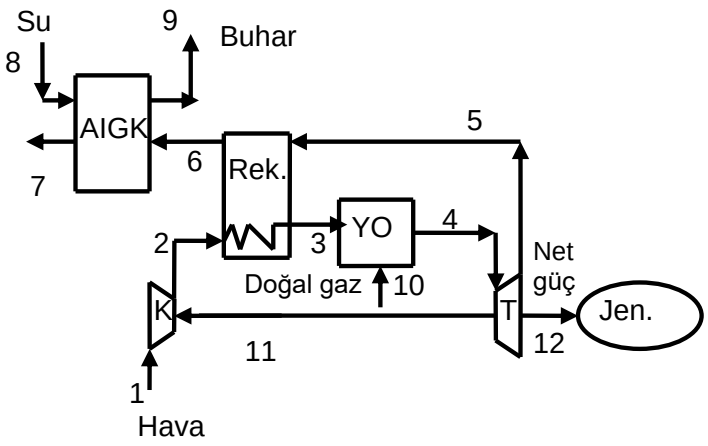
Güç ve elektrik eldesinde ya da çeşitli tesislerde değişik amaçlar için çalıştırılmıştır. İkinci nesiller 1970'lerde üretilip geliştirilmiş ve mekanik verimleri %30–40 dolaylarına çıkmıştır. Bunlarda egzoz gazı çıkış sıcaklığı yükselmiş ve bunun için gaz türbini kanatları daha dayanıklı yapılmıştır [4, 5].

Bu çalışmada, havanın ve yakıtın yanma odasına girmeden ön ısıtma yapıldığı yakıt hava ısıtmalı çevrim ve sadece havanın ısıtıldığı hava ısıtmalı çevrim bazı yönlerden incelenmiştir. Ekserji ve bazı kriterlere göre çalışma şartları ve çeşitli değişkenler göz önüne alınarak değişimi incelenmiştir. Hava ısıtmalı çevrim ile hava yakıt ısıtmalı çevrimleri oluşturan türbin, yanma odası, kompresör, rekuperatör ve atık ısı geri kazanım (HRSG) cihazlarındaki bazı performansların da analizi yapılıp karşılaştırılmış ve tartışılmıştır. Hesaplamalarda kullanılmak üzere FORTRAN bilgisayar dilinde programlar yazılmıştır. Bunlar çalıştırılıp bulunan sonuçlar literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılıp incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Görsel 1'de gaz türbinli hava ısıtmalı kojenerasyon şeması gösterilmiştir. Kompresörde sıkıştırılan hava, yanma odasından önce rekuperatörle ısıtılır. Doğal gaz ile ısıtılmış havanın oksijeni yanma odasında yanar ve yüksek sıcaklık ve basınçta egzoz gazları oluşur. Gaz türbininde egzoz gazı basınç ve ısı enerjisinin bir miktarı mekanik enerjiye dönüşür. Bu mekanik enerjiden jeneratörde elektrik enerjisi elde edilir. Egzoz gazları türbinden reküperatöre kompresörden gelen havayı ısıtıp geçtikten sonra atık ısı geri kazanım cihazında buhar üretmek üzere kullanılır.

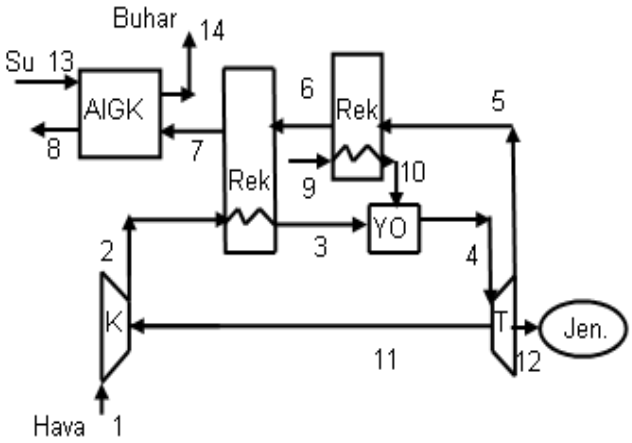
Sıcaklıkta, basınçta ve kimyasal kompozisyonda değişimler kojenerasyon sistemlerinin cihazlarında meydana gelir. Hesaplamalarda yapılan olan kabuller [1, 2, 3]; Sistem sürekli rejimde ve ideal gaz yasaları egzoz ve hava için geçerli, yakıt olarak doğal gaz, metan olarak alınmıştır. Isı kaybı sadece yanma odasında yakıt üst ısıl değeri %2 kadar olmaktadır. Kinetik ve potansiyel enerjiler hesaba katılmamıştır [6].



Görsel 1. Gaz türbinli hava ısıtmalı kojenerasyon şeması

Yakıt hava ısıtmalı çevrim Görsel 2'de görüldüğü gibi bir kompresör, bir türbin, bir yakıt rekuperatörü, bir yanma odası, bir hava rekuperatörü ve bir atık ısı geri kazanım (HRSG) cihazından oluşur ve Brayton çevrim kurallarına göre çalışır. Burada yakıt, yakıt reküperatöründe egzoz gazının ısısı ile ısıtılır. Diğer kısımlar hava reküperatörlü çevrim gibi çalışır [1, 2, 3].

Her iki gaz türbinli kojenerasyon çevriminin hesaplarında şunlar kabul edilmiştir; Çevre koşulları da T_0 = 298.15 K ve P_0 = 1.013 kPa, hava kompresörü kapasitesi m_1=91.4 kg/s ile yakıtın kütlesel debisi 1.64 kg/s olarak alınmıştır. Spesifik entalpi ve spesifik entropiler her akış noktası için sıcaklığın fonksiyonu olan özgül ısılar denklemleri ile hesaplanmıştır [1, 2, 3].



Görsel 2. Gaz türbinli yakıt hava ısıtmalı kojenerasyon şeması

Yanma odasında olan kimyasal reaksiyon;

$$\bar{\lambda}CH_4 + [0.7748N_2 + 0.2059O_2 + 0.0003CO_2 + 0.019H_2O] \rightarrow (1+\bar{\lambda})[X_{N2}N_2 + X_{O2}O_2 + X_{CO2}CO_2 + X_{H2O}H_2O]$$

Çizelge 1 ve Çizelge 2'de yakıt hava ısıtmalı gaz türbinli kojenerasyon çevrimin cihazlarının kütle, enerji, entropi, ekserji ve ekserji verim denklemleri topluca verilmiştir. Hesaplamalarda çizelgelerde verilen denklemler kullanılmıştır.

Çizelge 1. Yakıt hava ısıtmalı gaz türbinli kojenerasyon çevrim cihazlarının kütle, enerji ve entropi denklemleri [1, 2, 3, 4, 5, 6].

CİHAZ	Kütle denklemi	Enerji denklemi	Entropi denklemi
Kompresör	$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$	$\dot{m}_1 h_1 + \dot{W}_K = \dot{m}_2 h_2$	$\dot{m}_1 s_1 - \dot{m}_1 s_2 + \dot{S}_{ür,K} = 0$
Rekuperator1	$\dot{m}_2 = \dot{m}_3$ $\dot{m}_6 = \dot{m}_7$	$\dot{m}_2 h_2 + \dot{m}_6 h_6 = \dot{m}_3 h_3 + \dot{m}_7 h_7$	$\dot{m}_2 s_2 + \dot{m}_6 s_6 - \dot{m}_3 s_3 - \dot{m}_7 s_7 + \dot{S}_{ür,R1} = 0$
Rekuperator2	$\dot{m}_5 = \dot{m}_6$ $\dot{m}_9 = \dot{m}_{10}$	$\dot{m}_5 h_5 + \dot{m}_9 h_9 = \dot{m}_6 h_6 + \dot{m}_{10} h_{10}$	$\dot{m}_5 s_5 + \dot{m}_9 s_9 - \dot{m}_6 s_6 - \dot{m}_{10} s_{10} + \dot{S}_{ür,R2} = 0$
Yanma odası	$\dot{m}_3 + \dot{m}_{10} = \dot{m}_4$	$\dot{m}_3 h_3 + \dot{m}_{10} h_{10} = \dot{m}_4 h_4 + 0.02\dot{m}_{10} LHV$	$\dot{m}_3 s_3 + \dot{m}_{10} s_{10} - \dot{m}_4 s_4 + \dot{S}_{ür,YO} = 0$
Türbin	$\dot{m}_4 = \dot{m}_5$	$\dot{m}_4 h_4 = \dot{W}_T + \dot{W}_K + \dot{m}_5 h_5$	$\dot{m}_4 s_4 - \dot{m}_5 s_5 + \dot{S}_{ür,T} = 0$
HRSG	$\dot{m}_7 = \dot{m}_8$ $\dot{m}_{13} = \dot{m}_{14}$	$\dot{m}_7 h_7 + \dot{m}_{13} h_{13} = \dot{m}_8 h_8 + \dot{m}_{14} h_{14}$	$\dot{m}_7 s_7 + \dot{m}_{13} s_{13} - \dot{m}_8 s_8 - \dot{m}_{14} s_{14} + \dot{S}_{ür,HRSG} = 0$
Tüm çevrim	$\bar{h}_i = f(T_i)$ $\bar{s}_i = f(T_i, P_i)$ $\dot{m}_{hava} h_{hava} + \dot{m}_{yakıt} LHV_{CH4} - \dot{Q}_{kayıp,YO} - \dot{m}_{eg.,ç} h_{eg.,ç} - \dot{W}_T - \dot{m}_{buhar}(h_{su,g} - h_{buhar,ç}) = 0$ $\dot{Q}_{kayıp,YO} = 0.02\dot{m}_{yakıt} LHV_{CH4}$		

Çizelge 2. Yakıt hava ısıtmalı gaz türbinli kojenerasyon çevrim cihazlarının ekserji ve ekserji verim denklemleri[1, 2, 3, 4, 5, 6].

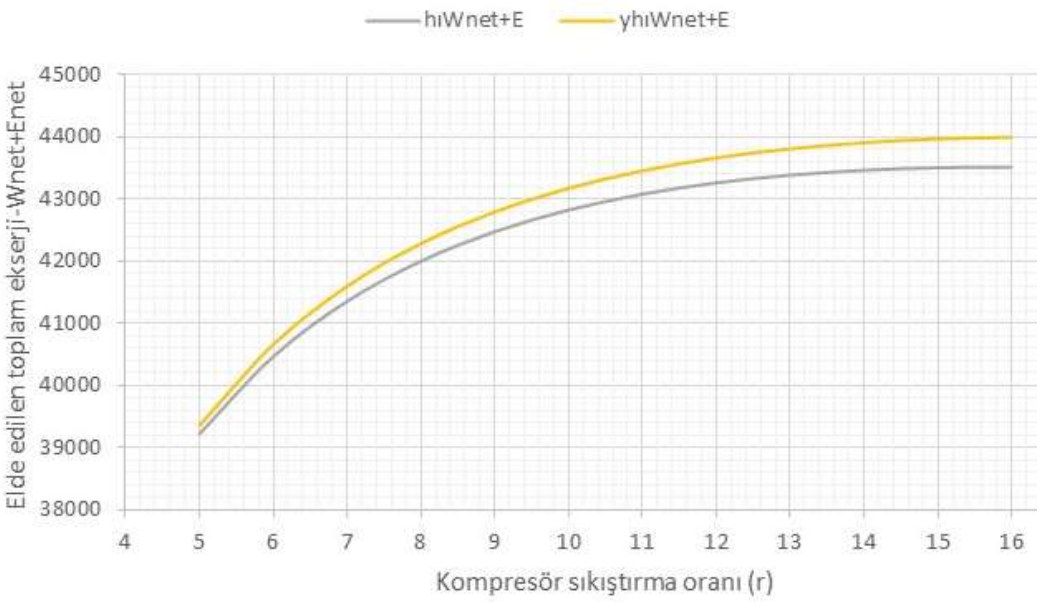
CİHAZ	Ekserji denklemi	Ekserji verimi denklemi
Kompresör	$\dot{E}_{K,K} = \dot{E}_1 + \dot{W}_K - \dot{E}_2$	$\eta_{ex,K} = \frac{\dot{E}_{ç,K} - \dot{E}_{g,K}}{\dot{W}_K}$
Rekuperator1	$\dot{E}_{K,R1} = \dot{E}_2 + \dot{E}_6 - \dot{E}_3 - \dot{E}_7$	$\eta_{ex,R1} = \frac{\dot{E}_{ç,hava,R1} - \dot{E}_{g,hava,R1}}{\dot{E}_{ç,eg,R1} - \dot{E}_{g,eg,R1}}$
Rekuperator2	$\dot{E}_{K,R2} = \dot{E}_5 + \dot{E}_9 - \dot{E}_6 - \dot{E}_{10}$	$\eta_{ex,R2} = \frac{\dot{E}_{ç,hava,R2} - \dot{E}_{g,hava,R2}}{\dot{E}_{ç,eg,R2} - \dot{E}_{g,eg,R2}}$
Yanma odası	$\dot{E}_{K,YO} = \dot{E}_3 + \dot{E}_{10} - \dot{E}_4$	$\eta_{ex,YO} = \frac{\dot{E}_{ç,YO}}{\dot{E}_{g,YO} + \dot{E}_{yakıt}}$
Türbin	$\dot{E}_{K,T} = \dot{E}_4 - \dot{E}_5 - \dot{W}_C - \dot{W}_T$	$\eta_{ex,T} = \frac{\dot{W}_{net,T} + \dot{W}_K}{\dot{E}_{g,T} - \dot{E}_{ç,T}}$
HRSG	$\dot{E}_{K,HRSG} = \dot{E}_7 - \dot{E}_8 + \dot{E}_{13} - \dot{E}_{14}$	$\eta_{ex,HRSG} = \frac{\dot{E}_{buhar,HRSG} - \dot{E}_{su,HRSG}}{\dot{E}_{g,eg,HRSG} - \dot{E}_{ç,eg,HRSG}}$
Tüm çevrim	$\dot{E} = \dot{E}_{fiz} + \dot{E}_{kim}$ $\dot{E}_{fiz} = \dot{m}(h - h_0 - T_0(s - s_0))$ $\dot{E}_{kim} = \frac{\dot{m}}{M}\left\{\sum x_k \bar{e}_k^{kim} + \bar{R}T_0 \sum x_k \, lnx_k\right\}$ $\eta_{ex} = \frac{\dot{W}_{net,T} + (\dot{E}_{buhar,HRSG} - \dot{E}_{su,HRSG})}{\dot{E}_{yakıt}}$	

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

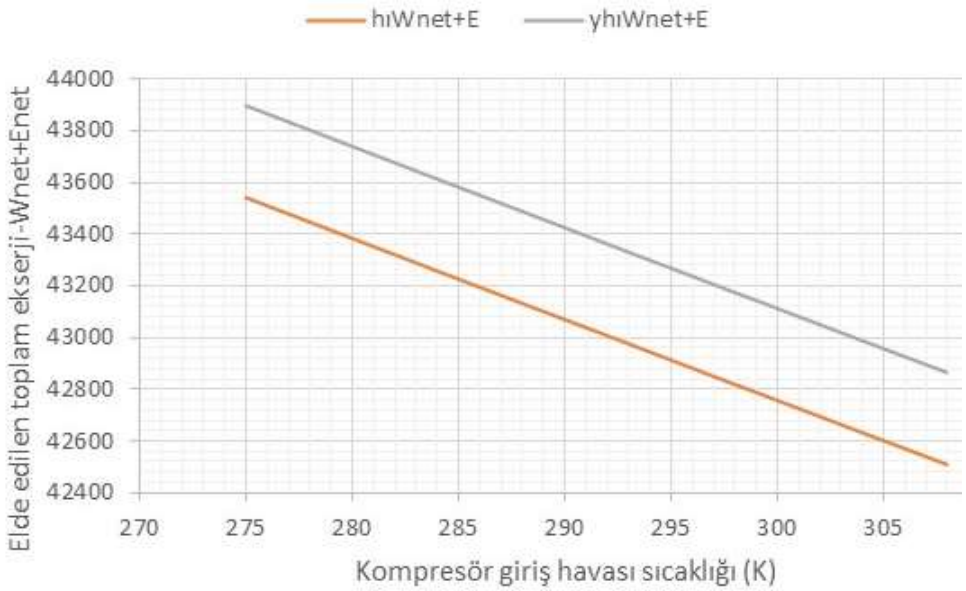
Bu çalışmada kompresyon oranı (P_2/P_1= r= 10), izentropik kompresör ve türbin verimleri (η_{sc}=0,86), (η_{st}=0,86), ve türbinin giriş sıcaklığı $T_{ÇYO}$<1550 K alınmıştır (Bejan ve diğ., 1996). Havanın bileşimi mol yüzdesi şeklinde % 77,48 N_2, % 20,59 O_2, % 1,9 $H_2O(g)$, % 0,03 CO_2 alınmıştır [6]. T_{buhar}=485,57 K ve $T_{bacasıc}$=426 K olarak kabul edilmiştir.

Görsel 3'te elde edilen toplam ekserjinin hava fazlalık katsayısı ile değişimi verilmiştir Görselde görüldüğü gibi hava fazlalık katsayısı arttıkça elde edilen toplam ekserji %30 dolaylarında artmaktadır. Yakıt hava ısıtmalı çevrimde bu artış biraz daha fazladır.

Görsel 3. Elde edilen toplam ekserjinin hava fazlalık katsayısı ile değişimi



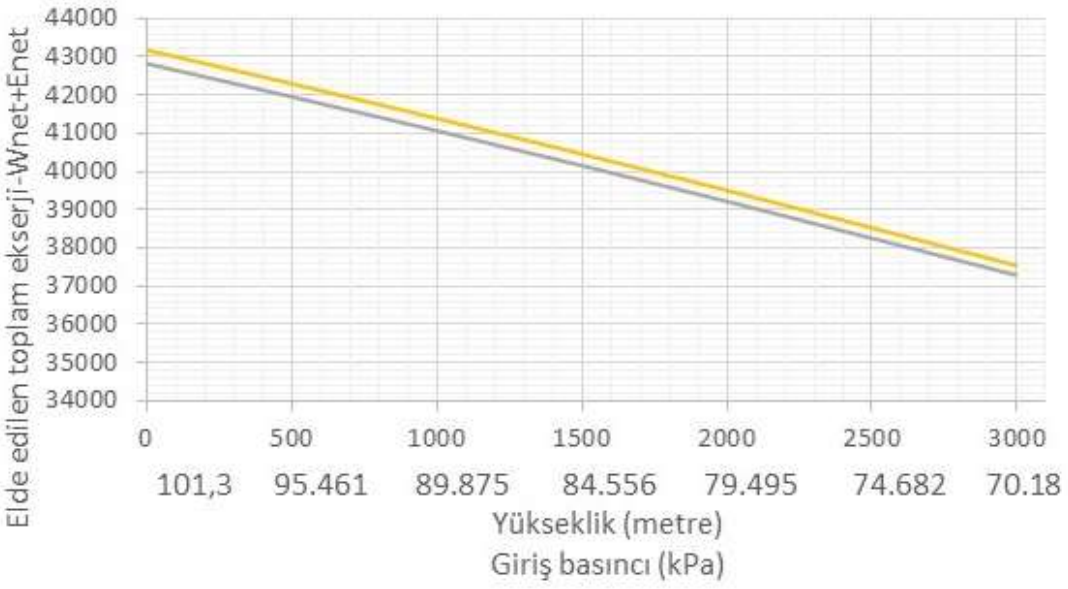
Görsel 4. Elde edilen toplam ekserjinin kompresör sıkıştırma oranı ile değişimi



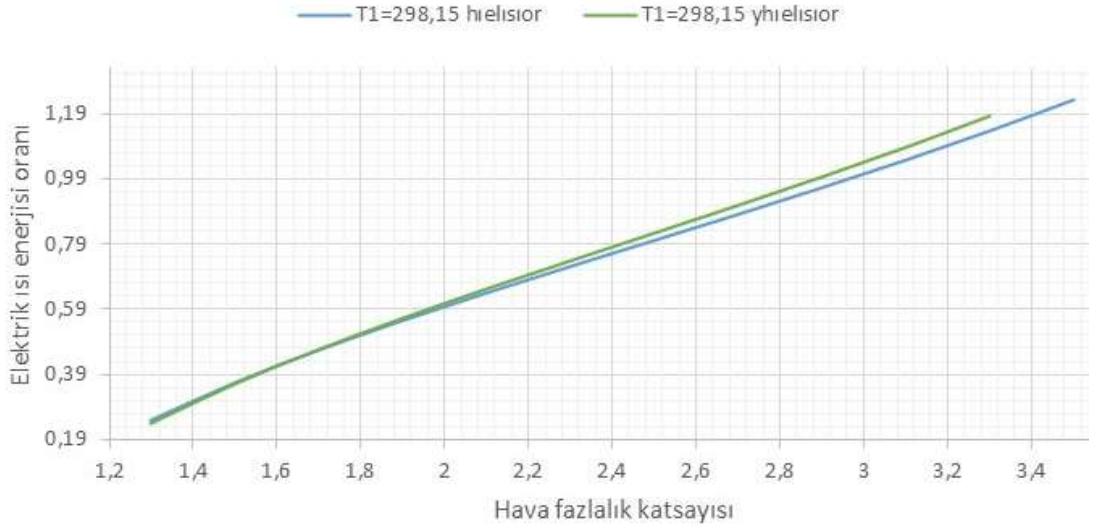
Görsel 5. Elde edilen toplam ekserjinin kompresör giriş havası sıcaklığı ile değişimi

Görsel 4'te elde edilen toplam ekserjinin kompresör sıkıştırma oranı ile değişimi verilmiştir. Görselde görüldüğü gibi kompresör sıkıştırma oranı arttıkça elde edilen toplam ekserji yakıt hava ısıtmalı çevrimde %12, hava ısıtmalı çevrimde %11 dolaylarında artmaktadır.

Görsel 5'te elde edilen toplam ekserjinin kompresör giriş havası sıcaklığı ile değişimi verilmiştir. Görselde görüldüğü gibi kompresör giriş havası sıcaklığı arttıkça elde edilen toplam ekserji düşmektedir. Giriş havası sıcaklığı 275 Kelvin'de 308 Kelvin'e çıktığında edilen toplam ekserji hava ısıtmalı sistemde %2.4 ve yakıt hava ısıtmalı çevrimde %2.3 dolaylarında azalmaktadır. Bu da soğuk havalarda ya da giriş havasının soğutulduğu durumlarda %2-3 dolaylarında daha fazla ekserji elde edilebileceği anlamına gelmektedir.



Görsel 6. Elde edilen toplam ekserjinin kompresör giriş havası basıncı (yükseklik) ile değişimi.

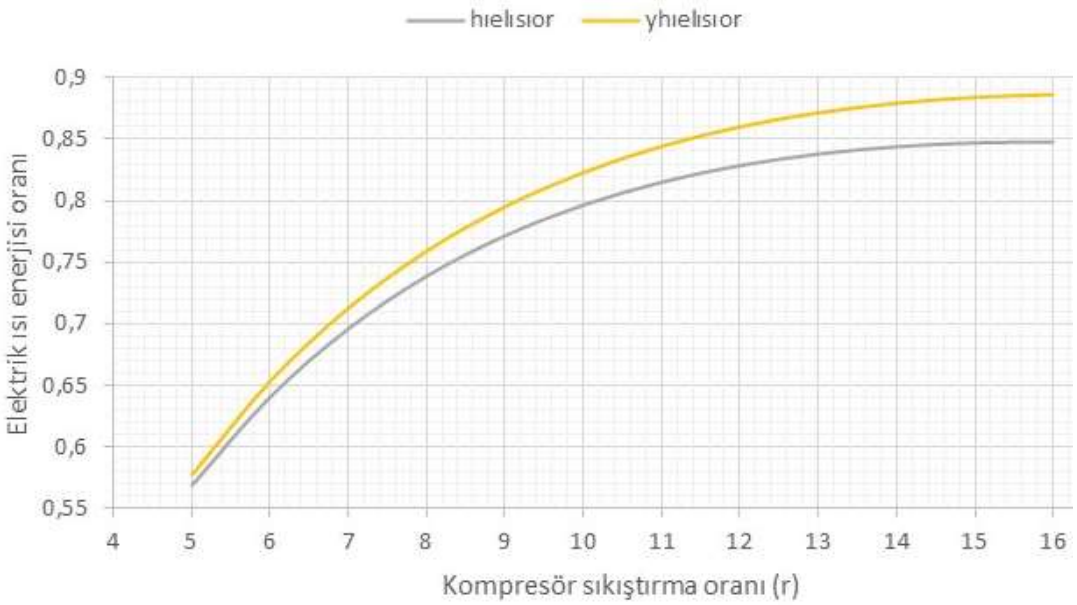


Görsel 7. Elektrik ısı enerjisi oranının hava fazlalık katsayısı ile değişimi

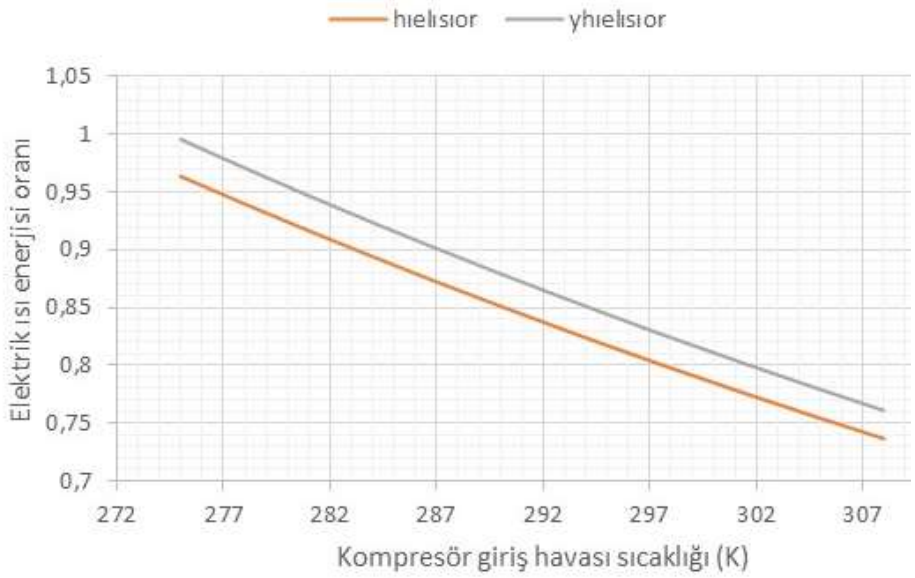
Görsel 6'da elde edilen toplam ekserjinin kompresör giriş havası basıncı (yükseklik) ile değişimi verilmiştir. Tesisin kurulum yüksekliği (inşa edildiği rakım) arttıkça yani kompresör giriş havasının basıncı düştükçe elde edilen toplam ekserji her iki çevrim için %12-13 dolaylarında azalmaktadır.

Görsel 7'de elektrik ısı enerjisi oranının hava fazlalık katsayısı ile değişimi verilmiştir. Hava fazlalık katsayısı arttıkça elektrik ısı enerjisi oranı %430 dolaylarında artmaktadır. Elektrik enerjisi ihtiyacının ve talebinin yükseldiği piyasa şartlarında yüksek hava fazlalık katsayısı ile çalışmak, tesisin çalışma esnekliğini sağlayacaktır. Yüksek buhar talebinde ihtiyaca göre daha düşük hava fazlalık katsayısı ile çalışmakta mümkündür.

Görsel 8'de elektrik ısı enerjisi oranının kompresör sıkıştırma oranı ile değişimi verilmiştir. Görselde görüldüğü gibi kompresör sıkıştırma oranı 5'ten 16'ya çıkarıldığında hava ısıtmalı çevrimde elektrik ısı enerjisi oranının %49, yakıt hava ısıtmalı çevrimde %53 dolaylarında artmaktadır.



Görsel 8. Elektrik ısı enerjisi oranının kompresör sıkıştırma oranı ile değişimi



Görsel 9. Elektrik ısı enerjisi oranının kompresör giriş havası sıcaklığı ile değişimi

Görsel 9'da elektrik ısı enerjisi oranının kompresör giriş havası sıcaklığı ile değişimi verilmiştir. Görselde görüldüğü gibi kompresör giriş havası sıcaklığı 275 Kelvin'de 308 Kelvin'e çıktığında elektrik ısı enerjisi oranını hava ısıtmalı sistemde %23 ve yakıt hava ısıtmalı çevrimde %24 dolaylarında azalmaktadır. Giriş havası sıcaklığı arttıkça elde edilen elektrik azalmakta ancak ısı miktarı artmaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kojenerasyon tesislerinde rekuperasyon, ekserji verimini ve elektrik-ısı oranlarını artırmakta ve bunun yanında piyasanın taleplerinde olabilecek değişikliklere hızlıca cevap verilmesini sağlayabilmektedir. Hava fazlalık katsayısı arttıkça elde edilen toplam ekserji %30, elektrik ısı enerjisi oranı %430 dolaylarında artmaktadır. Kompresör sıkıştırma oranı arttıkça

elde edilen toplam ekserji %11-12 ve elektrik ısı enerjisi oranı %50 dolaylarında artmaktadır. Hava fazlalık katsayısını ve kompresör sıkıştırma oranı değiştirerek piyasanın değişen ısı ve elektrik taleplerini karşılamak mümkündür. Giriş havası sıcaklığı 275 Kelvin'de 308 Kelvin'e çıktığında edilen toplam ekserji sistemlerde %2.4 ve elektrik ısı enerjisi oranı da %23 dolaylarında azalmaktadır. Bu da soğuk havalarda ya da giriş havasının soğutulduğu durumlarda verimli çalışılabildiği anlamına gelmektedir. Tesisin kurulum yüksekliği (inşa edildiği rakım) arttıkça yani kompresör giriş havasının basıncı düştükçe elde edilen toplam ekserji her iki çevrim için %12-13 dolaylarında azalmaktadır. Kurulumun deniz seviyesine yakın düşük rakımlarda yapılması yakıttan tasarruf sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Bejan, A., Tsatsaronis, G., Moran, M. *Thermal Design And Optimization*. Wiley Pub. 1996.

[2] Boyce, M.P. *Handbook For Cogeneration And Combined Cycle Power Plants.* Asme Press. 2002.

[3] Çengel, Y.A., Boles, M.A. *Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik*. Mc Graw Hill. 2000.

[4] Çetinkaya, S. *Gaz Türbinleri*. Nobel Yayın Dağıtım. 1999.

[5] Horlock, J.H. *Cogeneration-Combined Heat And Power (CHP)*. CRİEGER Pub. 1997.

[6] Karaali, R., Oztürk, IT. *Thermoeconomic optimization of gas turbine cogeneration plants*. Energy. 80, 474–85. 2015.

SOSYAL MEDYA MADENCİLİĞİ VE DUYGU ANALİZİ İLE TELEFON HAKKINDAKİ YORUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: TWITTER ÖRNEĞİ

DOÇ. DR., SELAHATTİN BARDAK [1], DOÇ.DR. TİMUÇİN BARDAK [2]

[1]Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, sbardak@sinop.edu.tr- 0000-0001-9724-4762

[2] Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, timucinb@bartin.edu.tr- 0000-0002-1403-1049

ÖZET

Günümüzde sosyal medya en çok kullanılan iletişim araçlarından biri haline gelmiştir. Sosyal medya aracılığı ile insanlar düşüncelerini içeren çok çeşitli paylaşımlara bulunabilmektedirler. Bu paylaşımlar olumlu ya da olumsuz olabilmektedir. Twitter en çok kullanılan sosyal medya araçlarından bir tanesidir. Bazen bir konu bazense bir ürün hakkında çeşitli bilgiler Twitter aracılığı ile paylaşılmaktadır. Fakat bu paylaşımlardaki bilgileri analiz etme çok kolay olmamaktadır. Çünkü paylaşımlarda çok fazla bilgi bulunabilmektedir. Veri madenciliği yöntemleri bize bu birçok veriden anlamlı bilgiler çıkarmamızı sağlamaktadır. Kullanım amacına göre birçok veri madenciliği yöntemi bulunmaktadır. Son zamanlarda popüler olmaya başlayan sosyal medya madenciliği ve duygu analizi de bu veri madenciliği yöntemleri arasında yer almaktadır.

Yapılan bu çalışmada Twitter'da telefon hakkında yapılan yorumlar analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada telefon hakkında son zamanlarda atılan en popüler 100 tweet değerlendirilmiştir. Bu yorumlar analiz edilirken olumlu ve olumsuz duygularda analiz edilmiştir. Ayrıca telefon hakkındaki tweetlerde en çok geçen kelimeler tespit edilmiştir.

Sosyal medya madenciliği ve duygu analizi yapabilmek için rapidminer yazılımı kullanılmıştır. Rapidminer yazılımı veri madenciliğinde kullanılan en popüler araçlardan bir tanesidir. Rapidminer yazılımında operatörleri birbirine bağlayarak çeşitli modeller oluşturulabilmektedir. Bu çalışmada rapiminer yazılımında iki ayrı model kurulmuştur.

Duygu analizi sonucunda; son zamanlara atılan popüler 100 tweetten 26'sının hem pozitif hem de negatif duygu içerdiği, 33'ünün pozitif, 20'sinin negatif ve 21'inin ise nötr olduğu bulunmuştur. Tweetlerde telefon hakkında anlamsız olan kelimeler elenmiştir. Anlamlı olarak

en çok kullanılan kelimelerin ise telefon, kadın, yakarsın, Twitter, barış, numara, yakın ve hayatınızdaki gibi kelimeler tespit olduğu edilmiştir.

Son zamanlarda sosyal medya madenciliği ve duygu analiz konusunda çalışmalar olmasına rağmen yeterli değildir. Bu alandaki çalışmalar arttırılarak hem firmalar hem de ileride bu konuda araştırma yapacaklara faydalı bilgiler sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler : Twitter, Sosyal Medya Madenciliği, Duygu Analizi

EVALUATION OF COMMENTS ABOUT THE PHONE WITH SOCIAL MEDIA MINING AND EMOTION ANALYSIS: TWITTER EXAMPLE

ABSRACT

Today, social media has become one of the most used communication tools. Through social media, people can share a wide variety of their thoughts. These shares can be positive or negative. Twitter is one of the most used social media tools. Sometimes, various information about a subject and sometimes a product is shared via Twitter. However, it is not easy to analyze the information in these shares. Because there is a lot of information in the shares. Data mining methods allow us to extract meaningful information from this many data. There are many data mining methods according to the purpose of use. Social media mining and sentiment analysis, which have become popular recently, are among these data mining methods.

In this study, it was tried to analyze the comments made about the phone on Twitter. In this study, the most popular 100 tweets about the phone recently were evaluated. While analyzing these comments, positive and negative emotions were analyzed. In addition, the most common words in tweets about the phone were determined.

Rapidminer software was used for social media mining and sentiment analysis. Rapidminer software is one of the most popular tools used in data mining. Various models can be created by connecting operators in Rapidminer software. In this study, two different models were established in rapiminer software.

As a result of sentiment analysis; It has been found that 26 of the 100 popular tweets that have been posted recently contain both positive and negative emotions, 33 of them are positive, 20

of them are negative and 21 of them are neutral. Meaningless words about the phone were eliminated in the tweets. It has been determined that the words that are used most meaningfully are the words such as telephone, woman, you call, Twitter, peace, number, close and in your life.

Although there have been studies on social media mining and sentiment analysis lately, they are not enough. By increasing the studies in this field, useful information can be provided to both companies and those who will conduct research on this subject in the future.

Keywords : Twitter, Social Media Mining, Sentiment Analysis

1. GİRİŞ

Günümüzde telefon en çok kullanılan elektronik araçlardan bir tanesidir. İnsanalar bu araçla ilgili yorumlarını çeşitli internet sitelerinde veya sosyal medya araçlarında yapabilmektedirler.

Son zamanlarda Ülkemizde ve dünyada sosyal medya kullanımı her geçen gün. Bu nedenle sosyal medya ki paylaşımları incelemek ve tüketiciler hakkında bilgi sahibi olmak büyük avantajlar sağlamaktadır. Tüketicileri tanımak rekabet açısından firmalar avantaj sağlamaktadır. İnsanların sosyal medyadaki iyi yorumları şirketlerin işlerini artırabilirken kötü yorumları ise şirketlerin işlerinin kötü olmasına neden olabilmektedir [1]. İnsanların memnuniyetini anlamak için twitter verileri büyük olanaklar sunmaktadır [2]. Twitter'da genellikle insanlar gerçek görüşlerini sunmaktadır. Geleneksel yöntemler ile tüketiciler hakkında bilgi edinmek zor, pahalı ve zaman alıcı olmaktadır. Bu anlamda Twitter gibi sosyal ağlar önemli bir alternatif haline gelmiştir [3,4]. Fakat büyük miktarda veri çok karmaşıktır. Bu karmaşık verilerden anlamlı veriler çıkarabilmek oldukça zordur [5]. Bunun için veri madenciliği yöntemlerinden biri olan sosyal medya madenciliği ve duygu analizi bize anlamlı veriler çıkarmamızı sağlamaktadır.

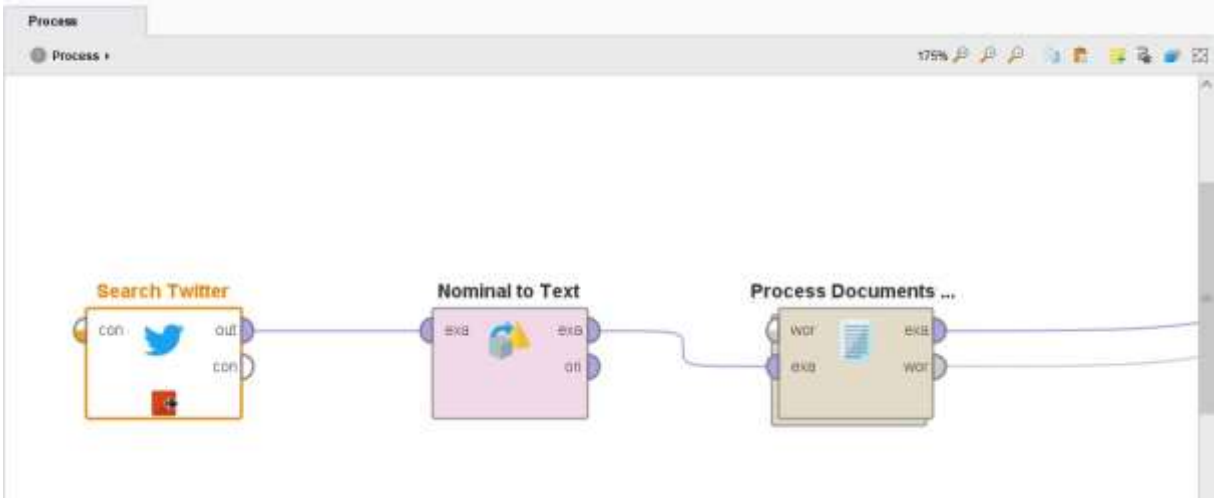
Duygu analizi birçok web sayfası ve sosyal medyada yer alan çok büyük miktardaki yorumların olumlu ya da olumsuz duygular içerdiğinin analizini yapmamızı sağlamaktadır. Duygu analizi yöntemleri ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi sözlüğe dayalı modellerdir. İkincisi ise makine öğrenmesine dayalı modellerdir. Sözlüğe dayalı modellerde, ilk başta metinlerde hangi duygu durumlarının aranmak istendiği tespit edilmektedir. Bu işlemden sonra tespit edilen duygu durumlarını ifade eden kelimeler ve o kelimelerin anlamdaşları metin içerisinde aranmaktadır. Son olarak ise her bir kelime için bir sözlük yardımıyla duygu durumu gösteren

bir skor değeri elde edilmektedir. İkici yöntem olan makine öğrenmesine dayalı yöntemlerde ise, ilk olarak metinler etiketlenmektedir. Daha sonra bu metinler çeşitli metin madenciliği yöntemleri ile temizlenerek ön işlemeden geçirilmekte ve sınıflandırmaya uygun hale getirilmek üzere vektör uzay modelleri oluşturulmaktadır. Son olarak ise, bu vektör uzayları alt setlere bölünerek duygu durumu tahmin edilebilmektedir [6,7].

Yapılan bu çalışmada Twitter'da telefonla ilgili yorumlar veri madenciliği yöntemlerinden biri olan sosyal medya madenciliği ile analiz edilmiştir. Ayrıca yine bu tweetlerdeki duygu durumlarını belirleyebilmek için duygu analizi yöntemi kullanılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Twitter'da son zamanlarda telefonla ilgili popüler olan 100 yorumu analiz etmek ve bu yorumların duygu durumlarını belirlemek için kullanılan sosyal medya madenciliği ve duygu analizi yöntemlerini uygulayabilmek için rapidminer yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılımda veri toplamak ve analiz etmek için birçok operatör bulunmaktadır. Aynı zamanda dünyada endüstrilerde ve bilimsel çalışmalarda büyük oranda kullanılmaktadır [3, 8-12,]. Rapidminer yazılımda Twitter'da telefon ile ilgili yorumların analizi için oluşturulan proses Görsel 1'de verilmiştir.

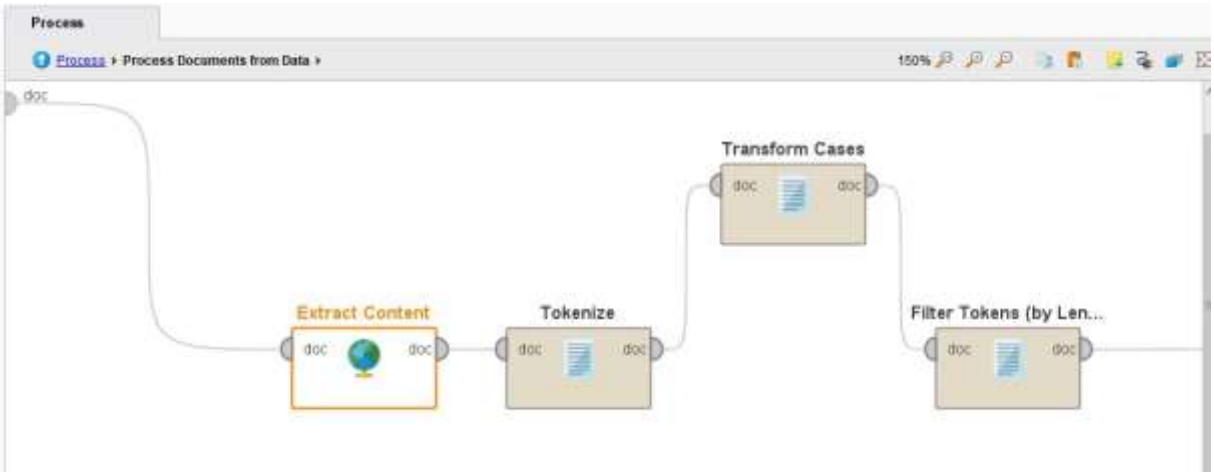


Görsel 1. Telefonla ilgili yorumların analizi için kullanılan proses

Yukarıdaki görselde görüldüğü üzere her operatörün görevi bulunmaktadır. Search Twitter operatörü Twitter'da istediğimiz kelimeyi içeren tweetleri aramamızı sağlar. Bu operatörde telefon anahtar kelime olarak aratılmıştır. Nominal to text operatörü seçilen yazılı niteliklerin

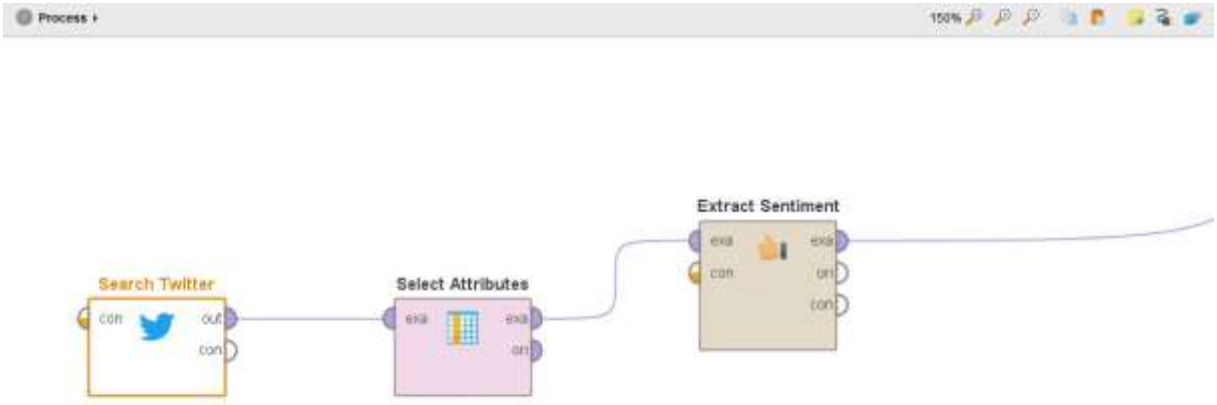
türünü metne değiştirmeyi sağlar. Pcosess documents operatörü ise belgelerin işlenmesini sağlamaktadır.

Görsel 2'de belgelerin işlenmesi için kullanılan operatörün içeri verilmiştir.



Görsel 2. Metin işleme operatörünün içeriği

Telefon ile ilgili son zamanlardaki 100 tweetin duygu analizi için oluşturulan proses Görsel 3'de verilmiştir.



Görsel 3. Duygu analizi için oluşturulan proses

Yukarıdaki görsel incelendiğinde extract sentiment operatörü telefonla ilgili yorumlarda pozitif ve negatif duyguların belirlenmesinde kullanılmaktadır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sosyal medya madenciliği analizi sonucunda Twitter'da telefonla ilgili 100 yorumda geçen kelimeler ve sayısı aşağıdaki Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tweetlerde telefonla ilgili en çok kullanılan kelimeler ve sayıları

Kelime	Sayı	Kelime	Sayı	Kelime	Sayı	Kelime	Sayı
aciliyetini	1	elimde	6	insan	1	sesimizi	1
adresinden	1	elimden	2	insana	1	sesini	1
almak	2	elimizde	3	istemiyoruz	3	sorun	1
almam	1	elinde	1	istiyorum	12	sürekli	3
almaz	1	eline	1	iyileştiricidir	1	süresi	1
alırken	1	emekli	6	işlerimizde	2	tablet	2
artık	11	enerjiyle	1	işık	1	takılıyor	1
atacağım	2	eski	1	kablolu	1	tarzında	1
atmak	1	etkiliyor	1	kadın	40	taşımada	1
atmıyor	1	evde	2	kaliteli	1	telefon	72
ayarlayın	1	evden	2	kapatıp	6	telefona	1
açabilir	1	firmayı	1	kayıt	1	telefonla	1
açık	1	fiyata	1	kaçırmayın	1	telefonu	1
bakım	2	fotoğraf	3	konuşması	1	telefonun	1
bana	3	futbol	1	konuşmuyorum	1	tweeter	1
barış	40	gayret	1	koruma	1	twit	2
becerisini	1	gece	7	kullanmasından	1	twitter	75
bekleme	1	geciktiriyor	1	kullanıyorum	1	twitterda	1
beklemek	3	geldi	1	kumandası	1	ulaşabilirsin	1
bence	1	geldik	1	kılıfına	2	ulaşamadıysan	1
bozuk	2	gelegen	1	kırılan	1	uygulaması	1
burayı	6	geliyo	2	kırıldı	1	uykusu	1
burdaki	1	geliyor	1	maalesef	2	yakarsın	40
bırak	1	genişlettik	2	mantıksız	1	yakındır	40
bırakmak	1	genç	1	masalarda	1	yeni	1
camı	1	gereklidir	1	mavi	1	çalışmıyor	2
canlı	1	gerektirir	1	mesajlar	1	çocuklar	1
daha	42	gerçekleştirirken	1	milyonlarca	1	çocuğu	1
dakikaya	1	geçebilirsin	1	modelini	1	çoker	1
demir	7	geçirince	1	muhteşem	1	çöktü	1
destek	1	gitmek	6	müşteri	2	çıkamayan	2
devam	1	görürsen	40	neden	1	çıkarıyorlar	1
diyemiyorsun	40	görüşmesi	1	numaranı	1	çıkmış	1
dolar	2	gündüz	7	numarasını	40	ödüllendirileceğini	1
dondu	1	günü	1	olumsuz	1	öfke	1
durumun	1	güzelküçük	1	onarıcı	1	özlem	1
duygularını	1	hakkinda	1	oturumunu	2	özsaygili	1
düşmüyor	2	hayatınızdaki	40	pahalı	1	öğretiyor	1
düşünüyorsunuz	1	hizmet	1	para	1	ülkelerde	1
düşürdüm	1	hizmetimiz	2	pera	1	ünlü	1
egzersiz	1	hizmetleri	2	performansın	1	üretildiği	1
ekibimizi	2	hiçbirinin	1	saat	3	ışık	1
ekibindeki	1	iletişime	1	sağlık	1	ışığı	1
ekleyerek	1	incelik	1	sağlığı	1	şarjı	1

Çalışmada bulunan kelimelerden anlamsız olanlar elenmiştir. Anlamlı kelimeleri içeren yukarıdaki Çizelge incelendiğinde; en çok geçen kelimelerin telefon, kadın, yakarsın, Twitter, barış, numara, yakın ve hayatınızdaki olduğu bulunmuştur.

Telefonla ilgili en çok kullanılan kelimeleri içeren kelime bulutu Görsel 4'de verilmiştir.

Görsel 4. Kelime bulutu

Rapidminer yazılımda oluşturulan duygu analizi sonucunda son zamanlara atılan popüler 100 tweetten 26'sının hem pozitif hem de negatif duyguları içerdiği, 33'ünün sadece pozitif, 20'sinin sadece negatif ve 21'inin ise nötr olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan duygu analizi sonucu duyguların skorlarını içeren örnek ekran görüntüsü Görsel 5'e verilmiştir.

Score	Scoring String	Negativity	Positivity
-0.051	swear (-0.05)	0.051	0
-0.590	bad (-0.64) pity (-0.31) play (0.36)	0.949	0.359
-0.051	leave (-0.05)	0.051	0
0.615	friends (0.54) number (0.08)	0	0.615
0.692	wonderful (0.69)	0	0.692
0.974	join (0.31) sure (0.33) sure (0.33)	0	0.974
0.692	wonderful (0.69)	0	0.692
0		0	0
-0.436	ignoring (-0.44)	0.436	0
0.513	want (0.08) help (0.44)	0	0.513
0.154	slap (0.15)	0	0.154
-0.821	losing (-0.41) losing (-0.41)	0.821	0
0		0	0

Görsel 5. Duygular ve skorları

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Günümüzde sosyal medya çok fazla kullanılmaktadır. Sosyal medyada ürünlerle ve hizmetlerle ilgili çok çeşitli yorumlar yer almaktadır. Twitter en çok kullanılan sosyal medya araçlarından bir tanesidir. Telefon günümüzün vazgeçilmez bir iletişim aracıdır. Telefonla ilgili sosyal medyada yapılan olumlu ve olumsuz yorumlar şirketler ve tasarımcılar için büyük önem arz etmektedir. Fakat bu büyük miktardaki yorumları analiz etmek zor olmaktadır. Sosyal medya madenciliği ve duygu analizi yöntemleri bize bu verileri analizi etmemizi sağlamaktadır.

Yapılan bu çalışmada sosyal medya madenciliği ve duygu analizi ile Twitter'da telefonla ilgili son zamanlar yapılan ve popüler olan 100 tweet analiz edilmiştir. Analiz sonucunda 100 tweetten 26'sının hem pozitif hem de negatif duygu içerdiği, 33'ünün pozitif, 20'sinin negatif ve 21'inin ise nötr olduğu bulunmuştur. Yine analiz sonucunda telefonla ilgili anlamlı olarak en çok kullanılan kelimelerin ise telefon, kadın, yakarsın, Twitter, barış, numara, yakın ve hayatınızdaki gibi kelimeler olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Poddar, A., Banerjee, S., Sridhar, K. False advertising or slander? using location based tweets to assess online rating-reliability, Journal of Business Research, June, 99, 2019.

[2] Pratt, A.N., Morris, E.A., Zhou, Y., Khan, S., Chowdhury, M. What do riders tweet about the people that they meet? Analyzing online commentary about uberpool and lyft shared/lyft line, Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour, April, 62, 2019.

[3] Bardak, T., Bardak, S. *Twitter Verilerine Dayalı Olarak Farklı Şehirlerdeki Mobilya Eğilimlerinin Cinsiyet Açısından Belirlenmesi,* 4th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences, 52-54, Samsun, 2019.

[4] Jalali, N.Y., Papatla, P. Composing tweets to increase retweets, International Journal of Research in Marketing, December, 36,4, 2019.

[5] Bardak, S. Odun kompozit malzemelerle ilgili şikayetlerin veri madenciliği yöntemleriyle değerlendirilmesi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Aralık, 6,2, 2021.

[6] Kaynar, O., Aydın, Z., Görmez, Y. Sentiment analizinde öznitelik düşürme

yöntemlerinin oto kodlayıcılı derin öğrenme makinaları ile karşılaştırılması. Bilişim Teknolojileri Dergisi, Temmuz, 10, 3, 2017.

[7] Karayılmazlar, S., Bardak, T., Avcı, Ö., Kayahan, K., Karayılmazlar, A.S., Çabuk, Y., Kurt, R., İmren, E. Veri madenciliği algoritmalarına dayalı olarak sosyal medya üzerinden mobilya seçimindeki yönelimlerin belirlenmesi: Twitter örneği, Türkiye Ormancılık Dergisi, Aralık, 20,4, 2019.

[8] Demeter, K., Szász, L., Kő, A. A text mining based overview of inventory research in the ISIR , International Journal of Production Economics, March, 209, 2019.

[9] Udayakumar, S., Senadeera, D.C., Yamunarani, S., Cheon, N.J. Demographics analysis of twitter users who tweeted on psychological articles and tweets analysis, Procedia Computer Science, 144, 2018.

[10] Chou, J.S., Ho, C.C., Hoang, H.S. Determining quality of water in reservoir using machine learning, EcologicalI informatics, March, 44, 2018.

[11] Ristoski, P., Bizer, C., Paulheim, H. Mining the web of linked data with rapidminer, Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, 35, 2015.

[12] Rasjid, Z.E., Setiawan, R. Performance comparison and optimization of text document classification using k-nn and naïve bayes classification techniques, Procedia Computer Science, October, 116, 2017.

EV DEKORASYON ÜRÜNLERİNDE TÜKETİCİ DENEYİMLERİNİN WEB MADENCİLİĞİ İLE ARAŞTIRILMASI

DOÇ. DR., TİMUÇİN BARDAK [1], DOÇ.DR. SELAHATTİN BARDAK [2]

[1] Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, timucinb@bartin.edu.tr-0000-0002-1403-1049

[2] Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,sbardak@sinop.edu.tr-0000-0001-9724-4762

ÖZET

Tüketiciler arasında ev dekorasyon ürünlerine talep genellikle oldukça yüksektir. Ev dekorasyon ürünlerinden birini tercih etmeden önce insanlar bilgi sahibi olmak isterler. Günümüzde insanların bilgiye ulaşım hızları keskin bir şekilde artmıştır. Bu noktada internet en sık kullanılan ve tercih edilen kaynaklardan biridir. Tüketiciler aldıkları ürünler hakkında deneyimlerini kamuya açık çeşitli web sayfalarında paylaşabilmektedir. Tüketiciler satın alma kararlarını belirlerken diğer insanların deneyimlerinden faydalanmaktadır. Bu amaçla web sayfalarında bulunan yorumlara başvurabilmektedir. Burada bulanan yorumlar çoğunlukla tüketicilerin gerçek görüş ve deneyimleridir. Birçok farklı endüstride tüketicilerin ürünler hakkındaki gerçek görüşlerini elde etmek oldukça önemlidir. Bu sayede firmalar ürünlerini geliştirmek için daha doğru karar alabilmektedir. Aynı zamanda firmaların inovasyon yapabilmeleri içinde tüketicilerin gerçek görüşlerine ihtiyaç duymaktadır. Web madenciliği ile web saylarında bulanan veriler içindeki gizli kalıpları ve bilgileri bulmak genellikle karmaşık bir uygulamadır. Bununla birlikte web madenciliği alanı hızla gelişmekte ve bilim dünyasında ilgi sürekli olarak artmaktadır. Bu çalışmada tüketicilerin ev dekorasyon ürünleri için yaptıkları yorumlar web madenciliği yöntemleri ile toplanmış ve analiz edilmiştir. Verilerin toplanmasında ve sonuçların elde edilmesinde Rapidminer yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım birçok bilimsel çalışmada yaygın olarak kullanılan bir veri bilimi platformudur. Çalışma sonucunda tüketici deneyimlerinde en sık geçen kelimeler belirlenmiştir. Güzel, ürün, şık, benzersiz, renk ve özel en sık geçen kelimeler olarak bulunmuştur. Web madenciliği üzerine bilimsel yayın sayısı oldukça sınırlıdır. Bu alanda farklı disiplinlerde özgün çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada ev dekorasyon ürünleri ile ilgili tüketici deneyimlerini anlamak için web madenciliğine dayalı yeni bir bakış açısı önerilmektedir. Web madenciliği sayesinde

önceden bilinmeyen gizli bilgilerin elde edilmesi ile tüketici beklentileri daha hızlı ve doğru anlaşılabilir. Bu durum tüketicilerin memnuniyeti artırabilir.

Anahtar Kelimeler: Dekorasyon, Web Madenciliği, Deneyim

INVESTIGATION OF CONSUMER EXPERIENCES IN HOME DECORATION PRODUCTS BY WEB MINING

ABSRACT

Demand for home decoration products is generally quite high among consumers. Before choosing one of the home decoration products, people want to have information. Today, the speed of people's access to information has increased sharply. At this point, the internet is one of the most frequently used and preferred resources. Consumers can share their experiences about the products they buy on various web pages open to the public. Consumers benefit from other people's experiences while determining their purchasing decisions. For this purpose, it can refer to the comments on the web pages. Reviews found here are mostly real opinions and experiences of consumers. In many different industries, it is very important to get real opinions of consumers about products. In this way, companies can take better decisions to improve their products. At the same time, companies need real opinions of consumers in order to innovate.

Finding hidden patterns and information in data found in web pages with web mining is often a complex practice. However, the field of web mining is developing rapidly and the interest in the scientific world is constantly increasing. In this study, comments made by consumers for home decoration products were collected and analyzed by web mining methods. Rapidminer software was used to collect data and obtain results. This software is a widely used data science platform in many scientific studies.

As a result of the study, the most frequently used words in consumer experiences were determined. Beautiful, product, stylish, unique, color and special were found to be the most frequent words. The number of scientific publications on web mining is quite limited. There is a need for original studies in different disciplines in this field. In the study, a new perspective based on web mining is proposed to understand consumer experiences with home decoration products. By obtaining previously unknown confidential information through web mining, consumer expectations can be understood more quickly and accurately. This can increase consumer satisfaction.

Keywords : Decoration, Web Mining, Experience

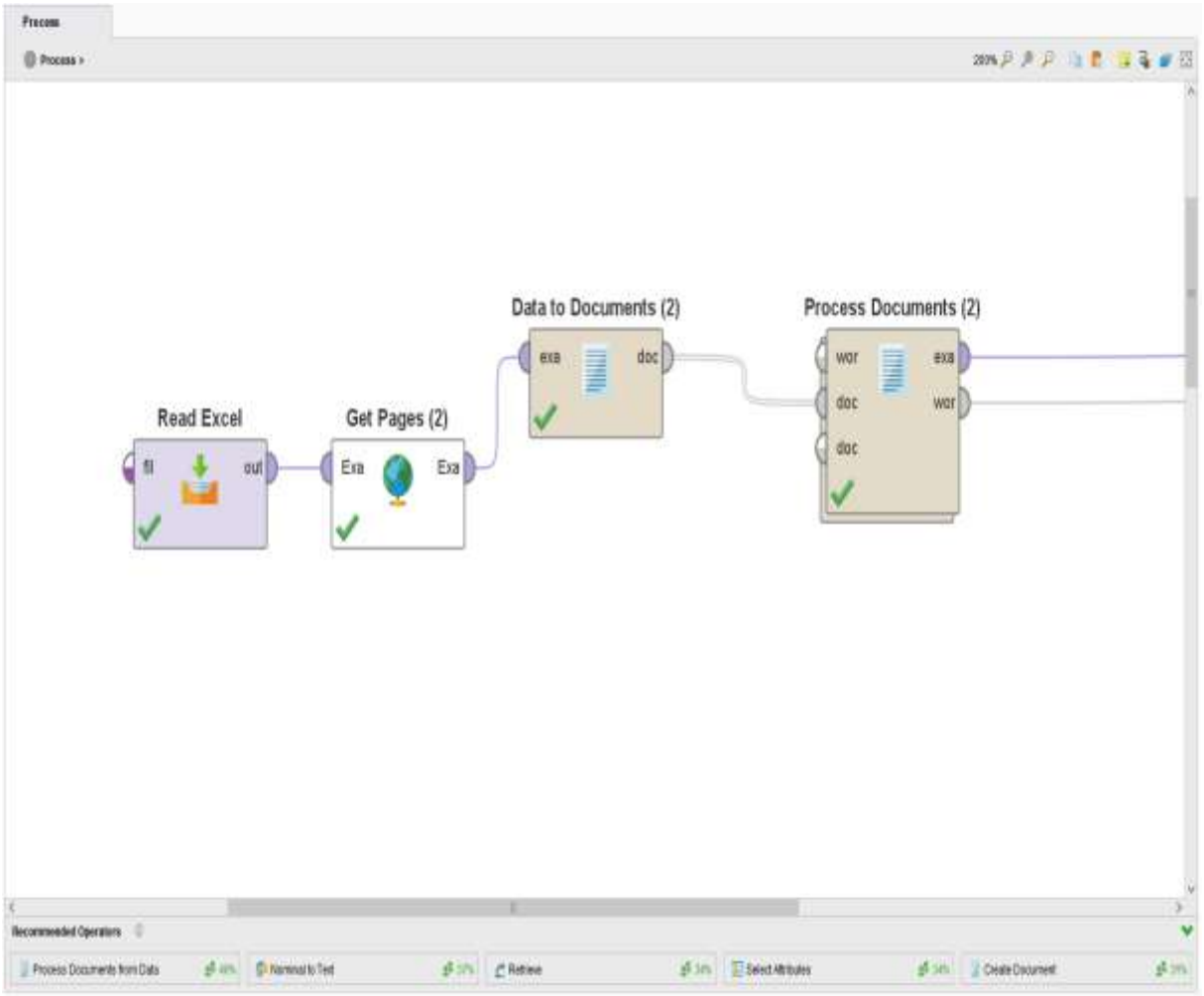
1. GİRİŞ

Son yıllarda ev iç tasarımı ve süs eşyalarına olan talep hızla artmaktadır ve bu pazarın potansiyeli gelecek vaat etmektedir [1]. Bu nedenle ev dekorasyon ürünleri için tüketicilerin beklentilerini ve şikayetlerini anlamak oldukça önemli bir konuya dönüşmüştür. Tüketiciler ürünleri kullanırken çeşitli olumlu ya da olumsuz deneyimler yaşalar. Bazı tüketiciler bu deneyimler sonucu elde ettikleri görüşlerini kamuya açık çeşitli web sayfalarında paylaşmaktadır. Günümüzde internet kullanımının önemli derecede artması nedeniyle insanlar ürünlere ait yorumlara çok hızlı bir şekilde ulaşılabilmektedir. Tüketicilerin ürünler ya da markalar hakkında algıları deneyimler sonucu oluşan görüşler ile değişebilmektedir. Bu nedenle, firmalar ürünleri hakkında değişen tüketici deneyimlerini hızlı bir şekilde anlamaları gerekmektedir. Bu amaçla genellikle firmaların kullandığı yöntem tüketicilere anket uygulamaktadır. Fakat bu yöntem oldukça pahalı ve her zaman tüketicilerin gerçek düşüncelerini elde etmek mümkün değildir. Anket yöntemi yerine çeşitli web sayfalarında bulanan çok sayıda gerçek görüşe web madenciliği ile elde etmek mümkündür. Web madenciliği, web kaynaklı verilerden (web verileri) bilgi elde etmek için kullanılan tüm teknikleri, yöntemleri ve algoritmaları bir araya getiren bir kavram olarak tanımlanabilir [2,3]. Web madenciliğinin en önemli avantajları insanların çeşitli konularda gerçek düşüncelerini düşük maliyetle ulaşmaktır. Aynı zamanda inşalar tarafından web'de oluşturulan bilgiler, hem her geçen gün önemli ölçüde artmaktadır [3]. Web madenciliğinin önemli bir bileşeni metin madenciliğidir. Bu madencilik türü sayesinde metinlerden anahtar kelimelerin çıkartılabilir ve duygu analizleri yapılabilir. Firmalar açısından web madenciliği müşteri isteklerini ve şikayetlerini anlamak kadar endüstri 4.0 içinde önemlidir [4]. Tüketicileri doğru olarak anlayan firmalar rekabette büyük üstünlük sağlamaktadır. Bu nedenle firmalar veri, web ve sosyal medya madenciliği gibi konularına ilgi duymaktadır. Aynı zamanda firmalar tarafından veri uzmanlarına talep giderek artmaktadır.

Bu çalışmada tüketicilerin ev dekorasyon ürünleri için deneyimleri sonucu elde ettikleri görüşlerin web madenciliği yöntemleri ile toplanmış ve en sık geçen kelimeler belirlenmiştir. Bu anahtar kelimeler sayesinde ev dekorasyon ürünleri için bir içgörü oluşturulabilir.

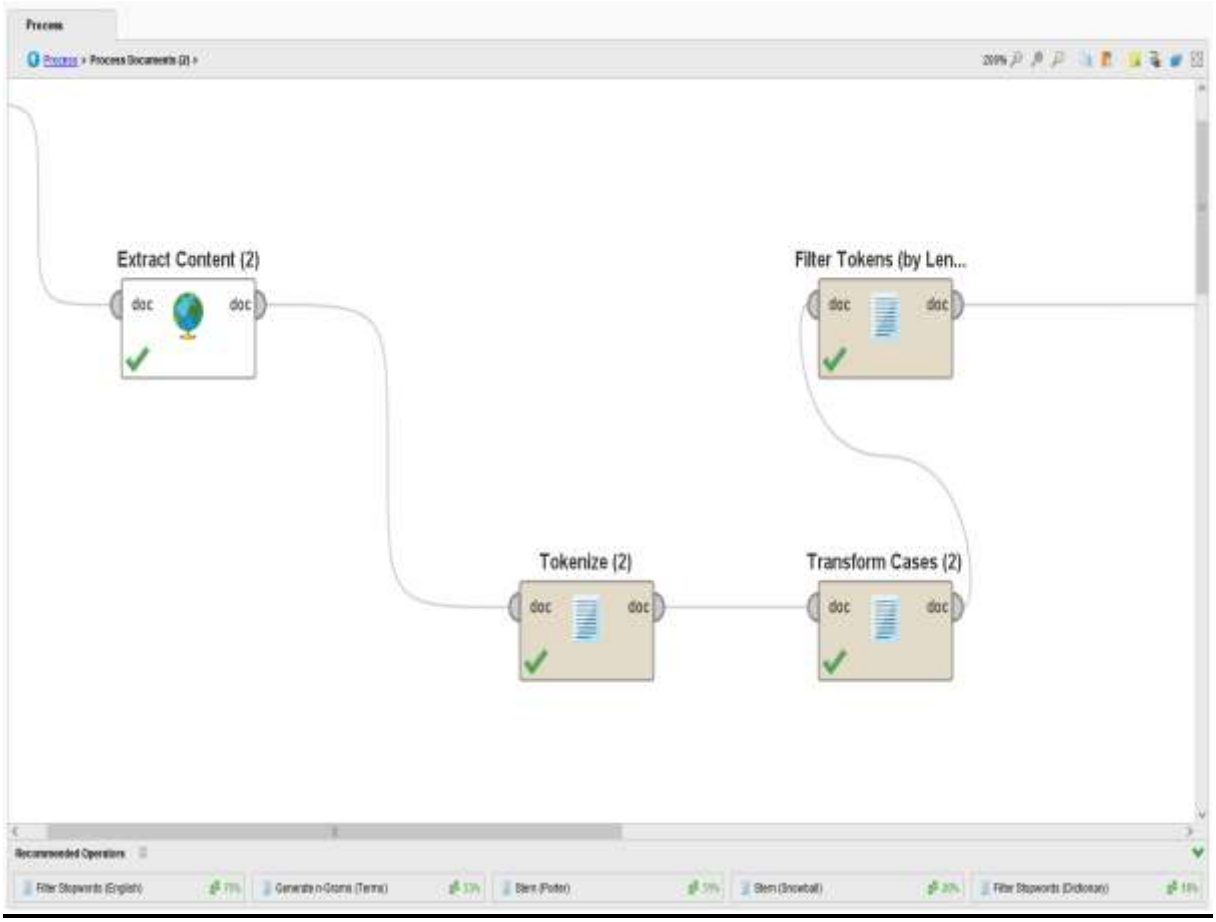
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, ev dekorasyon ürünleri için tüketicilerin deneyimleri sonucu yaptıkları yorumlardan en sık geçen kelimelerin bulunması hedeflenmiştir. Bu amaçla kamuya açık web sayfalarında bulanan metin verileri toplanmıştır. Verilerin toplanmasında ve analizinde Rapidminer veri analiz yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım birçok bilimsel çalışmada ve firmaların verimliliklerini artırması amacıyla için tercih edilmiştir [5–7]. Rapidminer yazılımı prosesler oluşturarak kullanılmaktadır. Görsel 1'de web sayfalarında bulanan tüketici deneyim metin verileri toplamak için hazırlanan proses gösterilmiştir.



Görsel 1. web sayfalarında bulanan tüketici deneyim metin verileri toplamak için hazırlanan proses

Rapidminer yazılımı ile veriler toplandıktan sonra en sık geçen kelimeler belirlenmiştir. Ev dekorasyon ürünleri için deneyim görüşlerinde en sık geçen kelimeleri belirlemek için kullanılan proses görsel 2'de gösterilmiştir.



Görsel 2. Ev dekorasyon ürünleri için deneyim görüşlerinde en sık geçen kelimeleri belirlemek için kullanılan proses

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Web madenciliği ile elde edilen ev dekorasyon ürünleri için deneyimler sonucu oluşan yorumlarda en sık geçen kelimeler çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Ev dekorasyon ürünleri için deneyimler sonucu oluşan yorumlarda en sık geçen kelimeler

Kelime	Toplam Geçme Sayısı
güzel	98
ürün	95

şık	95
benzersiz	91
renk	86
iyi	68
özel	67
dekorasyon	55
saat	54
yaşam	54
aksesuar	53
siyah	53
boya	49
ev	49
gerekli	49
gerçek	49
kolayca	49
sehpa	47
hediyelik	46
katkı	46
kokan	46
tablolar	46
yansıtan	46
akıllı	45
alan	45
asmak	45
duvarınıza	45
huzur	45
objeler	45
zevkinizi	45
çerçeve	45
çiçekler	45
büyük	35
kaliteli	35
beyaz	28
rahat	27
sevmek	27
kullanışlı	24
fiyat	23
içinde	23
son	21
değerli	18
hoş	18
masası	18
yüksek	18
plastik	17

Rapidminer yazılımı ile belirlenen en sık geçen kelime ait kelime bulutu görsel 3'de gösterilmiştir.

Görsel 3. Ev dekorasyon ürünlerinin deneyimi için kelime bulutu

Tüketici deneyimlerinde geçen en sık kelimeler inceldiğinde güzel, ürün ve şık kelimeleri ilk üç sıradadır. Daha sonra benzersiz, renk ve iyi kelimeleri gelmektedir. Bu durum insanlar için güzel, iyi, şık ve benzersiz ürünlerin daha çekici geldiğini düşündürmektedir. Aynı zamanda, çalışma web madenciliğinden yararlanarak ürünlerinin kullanım deneyiminde nelerin önemli olduğunu belirlenebileceğini göstermektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Günümüzde tasarımcılar müşterilerin beklentilerini ve şikayetlerini çok iyi anlamaları gerekmektedir. Bu görev için ürünleri kullanan tüketicilerin verilere ihtiyaç duyulmaktadır. En

büyük veri kaynağı olarak internet olarak gösterilebilir. Web madenciliği sayesinde internette bulanan büyük veri kaynağından faydalanabilmekte ve bu sayede anlamlı bilgiler çıkartılabilmektedir. Bu çalışmada ev dekorasyon ürünleri için kullanım sonucu oluşan deneyimler web madenciliği ile analiz edilmiş ve en sık geçen kelimeler belirlenmiştir. Analiz sonucu en sık geçen kelimeler sırası ile güzel, ürün, şık, benzersiz ve renk olarak belirlenmiştir. Çalışma web madenciliğinin kullanım sonucu oluşan yorumlarının değerlendirilmesi için kullanılabileceğini göstermektedir. Web madenciliği üzerine yeni bilimsel çalışmalar ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] X. Xu, Interior design decoration simulation based on wireless sensors, Microprocess. Microsyst. 82 103813, 2021.

[2] T. Brauner, M. Heumann, T. Kraschewski, O. Prahlow, J. Rehse, C. Kiehne, M.H. Breitner, Web content mining analysis of e-scooter crash causes and implications in Germany, Accid. Anal. Prev. 178, 106833. 2022

[3] J.D. Velásquez, Web mining and privacy concerns: Some important legal issues to be consider before applying any data and information extraction technique in web-based environments, Expert Syst. Appl. 40 5228–5239, 2013.

[4] J. Schedlbauer, G. Raptis, B. Ludwig, Medical informatics labor market analysis using web crawling, web scraping, and text mining, Int. J. Med. Inform. 150 104453, 2021.

[5] S. Udayakumar, D.C. Senadeera, S. Yamunarani, N.J. Cheon, Demographics Analysis of Twitter Users who Tweeted on Psychological Articles and Tweets Analysis, Procedia Comput. Sci. 144 96–104, 2018.

[6] P. Ristoski, C. Bizer, H. Paulheim, Mining the Web of Linked Data with RapidMiner, J. Web Semant. 35 142–151, 2015.

[7] G. Napolitano, A. Marshall, P. Hamilton, A.T. Gavin, Machine learning classification of surgical pathology reports and chunk recognition for information extraction noise reduction, Artif. Intell. Med. 70, 77–83. 2016 .

DETECTION OF HYPOCHLORITE IONS WITH NOVEL GREEN SYNTHESIS CARBON DOT FROM *MYRTUS COMMUNIS*

Assoc. Prof. Dr. Ebru Bozkurt

Department of Nanoscience and Nanoengineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Atatürk University, 25240, Erzurum, Türkiye
Program of Occupational Health and Safety, Vocational College of Technical Sciences, Atatürk University, 25240 Erzurum, Türkiye
ebrubozkurt@atauni.edu.tr- 0000-0002-5345-9718

ABSTRACT

New carbon dots structures (CDs) were synthesized by hydrothermal method from *myrtus communis*, which is a completely natural resource, and characterized structurally, morphologically and optically by TEM, XRD, XPS, FTIR, UV-Vis. absorption and steady-state fluorescence measurements. It was observed that nano-sized, spherical CDs were obtained according to structural and morphological analyzes. Optical analyzes showed that this new CDs exhibited fluorescence property. The potential of these new CDs to be used as optical sensors was investigated using 14 different anions (F^-, Cl^-, Br^-, I^-, CH_3COO^-, NO_3^-, CN^-, SCN^-, ClO^-, ClO_4^-, S^{-2}, CO_3^{-2}, SO_4^{-2}, PO_4^{-3}). The obtained results showed that the fluorescence intensity of CDs decreased in the presence of only ClO^- anion among all anions. LOD value for ClO^- was calculated as 6.95 µM using the fluorescence titration results. In addition, the results of the response time studies showed that the new CDs sensor has rapid response for the ClO^- ion. The results obtained showed that this new CDs exhibit "turn-off" detection for ClO^- ions.

Keywords: Carbon dots, ClO^-, Myrtus communis, Turn off

1. INTRODUCTION

Hypochlorite ion (ClO^-), one of the most effective oxidizing agents, is widely used in swimming pool water, drinking water and wastewater treatment processes to destroy microorganisms. In addition, endogenous ClO^-, produced by a myeloperoxidase enzyme-catalyzed reaction between hydrogen peroxide and chloride ions, is processed as an antimicrobial agent in the immune system. On the other hand, excess of ClO^- causes serious diseases such as lung damage, atherosclerosis, neuron degeneration, cardiovascular diseases and cancer [1, 2]. For this reason, studies on the rapid and sensitive detection of ClO^- ions are very important.

One of the most important reasons why nano-structured materials have attracted the attention of scientists in recent years is that these structures exhibit different chemical, physical,

mechanical, optical and electrical properties compared to their large-size forms. Carbon dot structures (CDs), an example of nano-sized material, are used in many potential applications such as bioimaging, sensors, drug delivery, optoelectronic devices, solar cells and photocatalysis due to their good biocompatibility, chemical inertness, high stability, water solubility, easy functionalization and excellent optical properties [3]. While a wide variety of synthetic carbon sources are used for the synthesis of CDs, the hazardous chemicals take place in these syntheses pose significant problems for both the environment and human health. Therefore, in recent years, researchers have turned to natural carbon sources such as various vegetables, fruits, plants and their residues. At the same time, these natural materials come to the fore with their easy preparation and low cost. In this study, *myrtus communis*, which grows mostly in the Mediterranean region in our country, was used as a natural carbon source. In addition to being an ornamental plant, the essential oils obtained from its leaves are used in cosmetics, pharmacy, various beverages, confectionery, seasoning mixes, sauces, ice creams and bakery products [4].

In this study, CDs were synthesized from *myrtus communis* fruit for the first time in a single step and by hydrothermal synthesis, which is a very simple way. The usability of these new fluorescent CDs obtained without using any passivating reagents as anion sensors was investigated. It was observed that these newly synthesized CDs exhibited sensitive only for ClO^- ions among 14 different anions. The results showed that *myrtus communis* CDs is a new sensor "turn-off" detection for ClO^- ions.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materials

Myrtus communis was bought from the market and washed several times with distilled water before synthesizing of CDs. NaF, NaCl, NaBr, NI, CH_3COONa, $NaNO_3$, NaCN, NaSCN, NaClO, $NaClO_4$, Na_2S, Na_2CO_3, Na_2SO_4, Na_3PO_4 used as a source of anion were purchased from Sigma–Aldrich. All studies were carried out at room temperature.

2.2. CDs synthesis

20 g of *myrtus communis* was weighed and 100 ml of distilled water was added to it. The mixture was taken into the autoclave bottle and kept in the autoclave at 130 °C for 12 hours. The mixture taken from the autoclave was first filtered with ordinary filter paper and then passed through a 0.22 µm filter membrane. The resulting filtrate was centrifuged at 10000 rpm for 30 minutes. Measurements were made by taking 30 µl of the prepared stock solution.

2.3. Instruments

Various devices were used for the structure, morphology and optical characterization of CDs. FEI TALOS F200S TEM 200 kV, PANalytical's X-ray diffractometer, Bruker VERTEX 70v, Spect-Flex with a standard Al X-ray source, Shimadzu UV-1800 spectrophotometer and Agilent Technologies Cary Eclipse Fluorescence Spectrophotometer were using for transmission electron microscope (TEM), X-ray diffractometry (XRD), Fourier transform

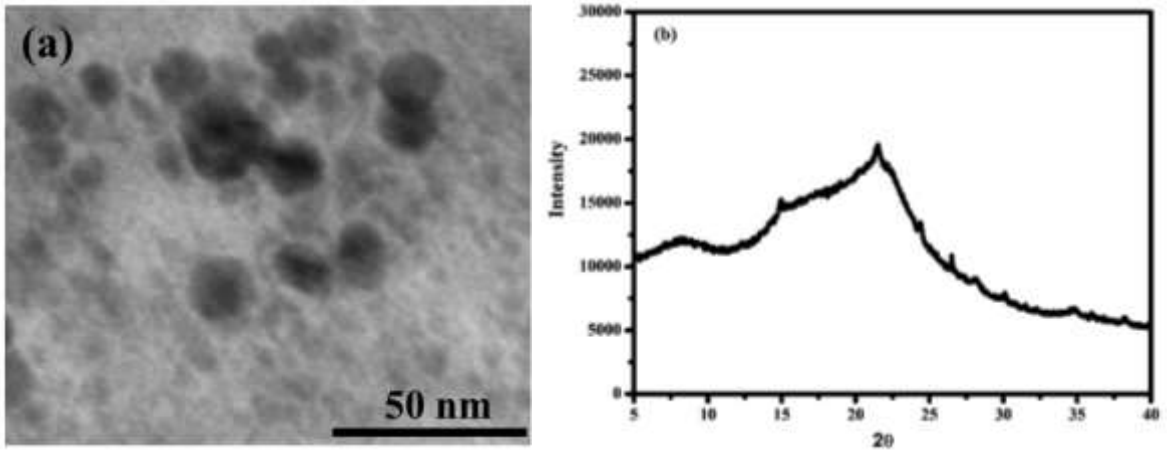
infrared spectroscopy (FTIR), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), UV–vis. spectroscopy and steady state fluorescence spectroscopy, respectively.

2.4. Anion sensing studies

1.0 x 10^{-2} M stock solutions of all studied anions (F^-, Cl^-, Br^-, I^-, CH_3COO^-, NO_3^-, CN^-, SCN^-, ClO^-, ClO_4^-, S^{-2}, CO_3^{-2}, SO_4^{-2}, PO_4^{-3}) were prepared using pure water. Then, 100 µL of anion solution was added to 5 ml of CDs aqueous solution at room temperature. Changes in optical properties of CDs were examined by absorption and steady-state fluorescence measurements.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Firstly, morphological and structural properties of newly synthesized CDs were determined by TEM, XRD, FTIR and XPS results. It was seen that the synthesized CDs are spherical structures with an average size of 10 nm from TEM images (Figure 1a). The weak peak in the XRD patterns observed at about 21° indicated the presence of amorphous carbon in the CDs structure (Figure 1b). The FTIR spectrum in Figure 1c shows the functional groups on the surface of CDs. The peaks associated with the stretching vibrations of O–H deformations of the C–H groups, nitrile groups (C≡N) and C–O–C groups were observed at 3324 cm^{-1}, 2952 cm^{-1}, 2355 cm^{-1} and 1040 cm^{-1}, respectively. Elemental characterization of CDs was done by XPS measurement to support the FTIR spectrum. As seen in Figure 1d, five peaks were observed at 531, 412 and 282 eV corresponding to O1s, N1s and C1s, respectively. In addition, the ratios of elements in the structure of CDs were determined as 86.1% C, 13.0% O and 0.9% N. It was observed that the results of FTIR and XPS supported each other.



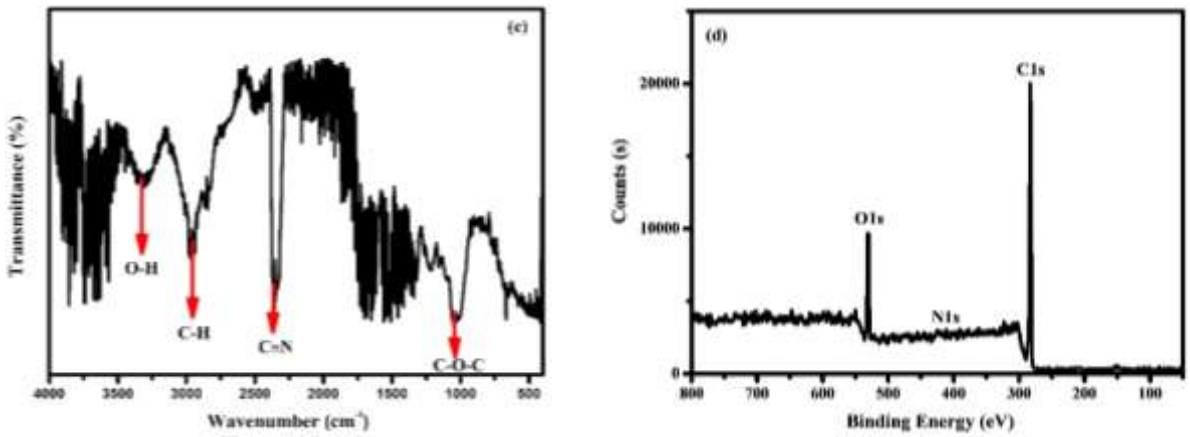


Figure 1. (a) TEM image (b) XRD pattern (c) FTIR spectra and (d) XPS analysis of the CDs.

Secondly, optical properties of newly synthesized CDs were determined with absorption and fluorescence measurements. The spectra obtained from the measurements were given in Figure 2. As seen in Figure 2, the two absorption peaks observed at 250 nm and 330 nm were due to π–π* and n–π* transitions in the structure. However, CDs showed a fluorescence peak at about 427 nm when the excitation wavelength was 330 nm. The dependence on the excitation wavelength of the fluorescence intensity of CDs was also examined. For this purpose, fluorescence measurements were taken at excitation wavelengths with 10 nm intervals in the 300-440 nm range (Figure 3). It was observed that while the fluorescence intensity of CDs decreased depending on the excitation wavelength, the peak maximum was also redshifted. It was stated that the change of fluorescence of CDs with excitation wavelength was due to particles of different sizes in its structure and emissive traps on its surface [5]. Since the maximum fluorescence intensity of these newly synthesized CDs was observed at 330 nm excitation wavelength, this wavelength was used in the study.

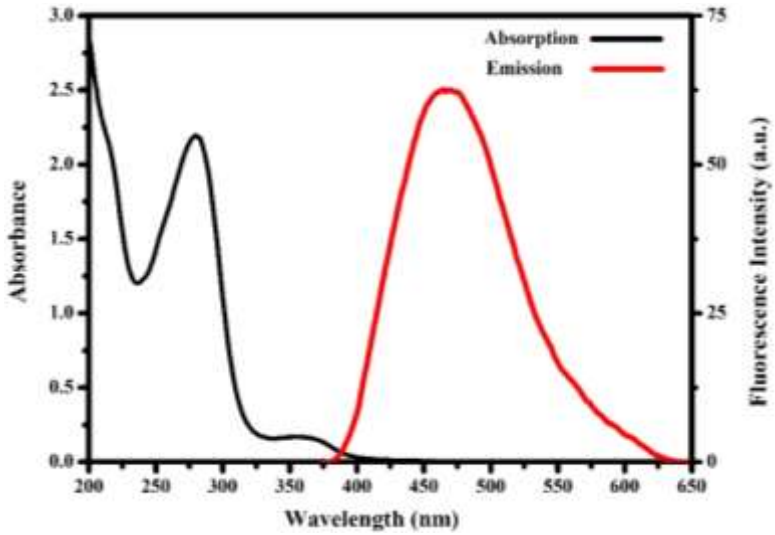


Figure 2. UV–Vis. absorption and fluorescence spectra of CDs (λ_{exc}=330 nm).

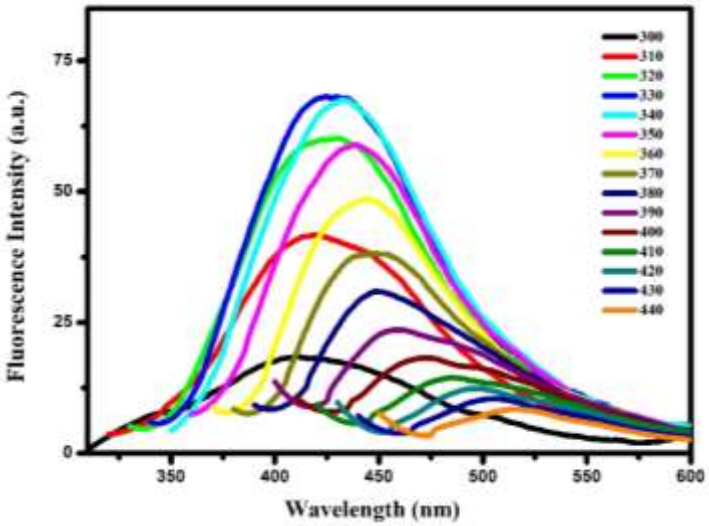
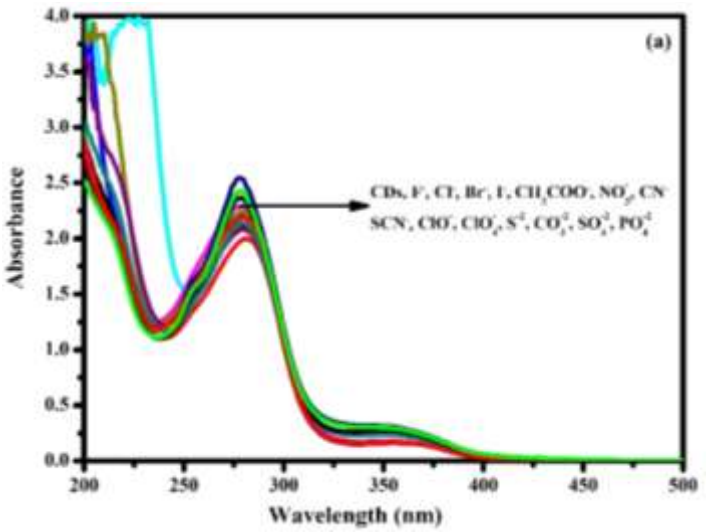


Figure 3. Fluorescence spectra of CDs at various excitation wavelengths in the range from 300 nm to 440 nm.

The potential of newly synthesized CDs to be sensors was analyzed using 14 different anions (F^-, Cl^-, Br^-, I^-, CH_3COO^-, NO_3^-, CN^-, SCN^-, ClO^-, ClO_4^-, S^{-2}, CO_3^{-2}, SO_4^{-2}, PO_4^{-3}). The absorption and fluorescence spectra of CDs in the presence of each ion (20 µM) were given in Figures 4a and 4b. The results obtained showed that there was no significant change in the absorption spectra of CDs in the presence of ions. On the contrary, the decrease fluorescence intensity of CDs was observed in the presence of only ClO^- ions (Figure 4b). This result showed that the new CDs were a sensitive sensor for ClO^- ions.



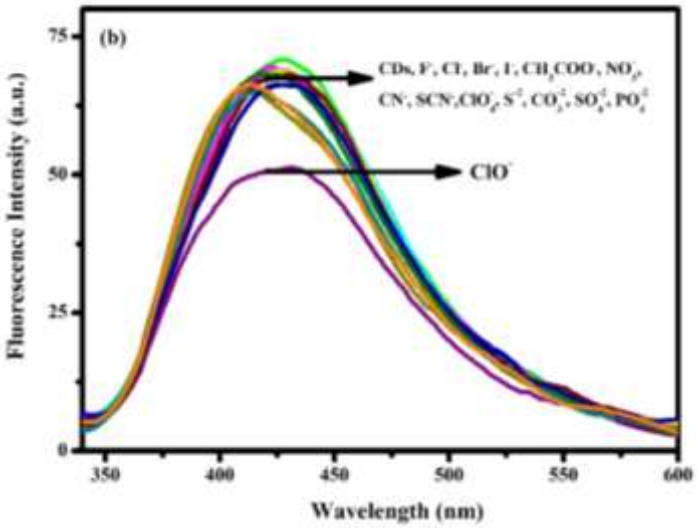
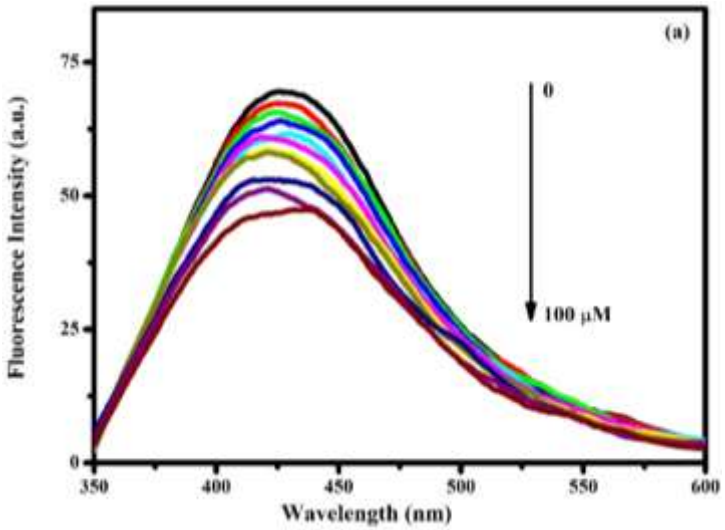


Figure 4. (a) UV–Vis. absorption and (b) fluorescence spectra of CDs in the absence and presence of 20 µM anion in water (λ_{exc}=330 nm).

The sensitivity of CDs for ClO^- ions was determined by taking the fluorescence measurements of CDs at different concentrations of the anion (Figure 5a). It was determined that the fluorescence intensity of CDs decreased with increasing ClO^- concentration. These changes in fluorescence intensity of CDs due to increasing concentrations of ClO^- ions were plotted (Figure 5b). It was determined that these changes were quite linear for ClO^- ions. The detection limit (LOD) value of ClO^- ions was determined with 3s/k equation using slopes of Figure 5b. LOD value of ClO^- ions ions were calculated as 6.95 µM.



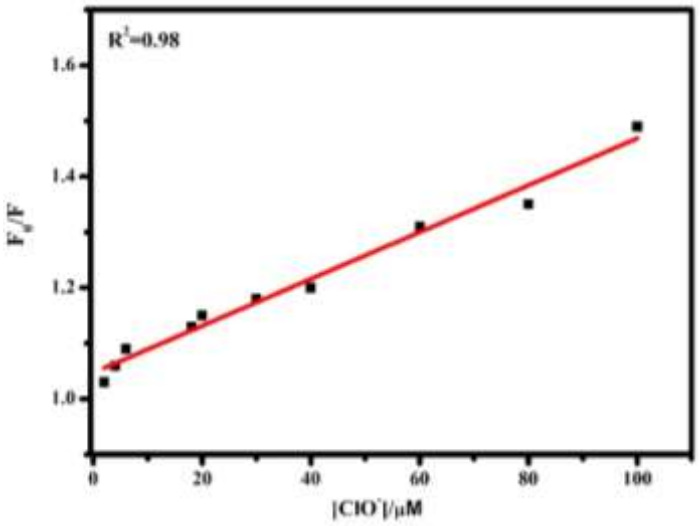


Figure 5. (a) The fluorescence responses of CDs in aqueous solution after the addition of different concentrations of ClO^- (λ_{exc}=330 nm) (b) Change fluorescence intensity of CDs with the increasing concentration of ClO^-.

One of the important issues in sensor studies is that the response time of the sensor is fast. Therefore, fluorescence measurements were taken every minute between 0.5 and 10 minutes for ClO^- ions to determine this time. It was observed that the fluorescence intensity of CDs decreased completely in 0.5 minutes in the presence of ClO^- ions and remained constant after 1 minute (Figure 6). This demonstrated that the new CDs has the advantage of a fast and stable response time.

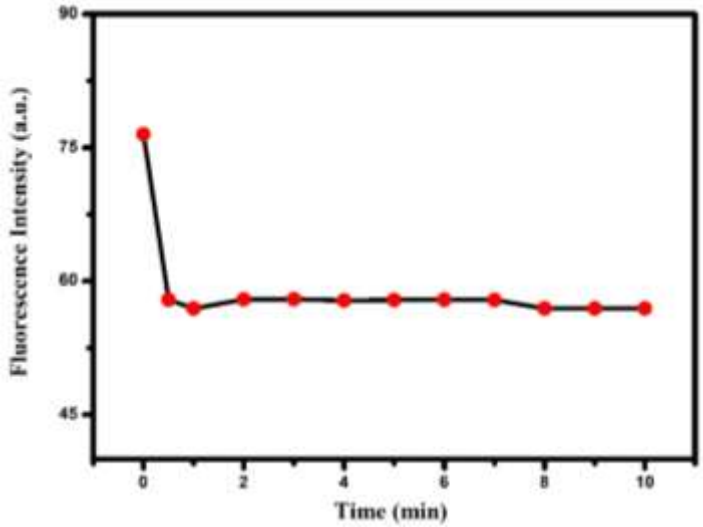


Figure 6. Fluorescence enhancing profile of addition ClO^- ions to CDs in water from 0.5 min to 10 min.

4. CONLUSIONS

Finally, CDs were synthesized by hydrothermal synthesis from a new natural source and characterized with TEM, XRD, FTIR, XPS, UV-Vis. absorption and steady-state fluorescence measurements. It was determined that spherical, nano-structured, fluorescent CDs were obtained. The fluorometric sensor capacity of these new CDs was investigated using 14 different anions. The results obtained showed that CDs were selective for the detection of only ClO^- ions. With response time studies, it was determined that CDs responded very quickly in the detection of ClO^- ions.

REFERENCES

[1] Wang, L., Jana, J., Chung, J. S., Hur, S. H., High quantum yield aminophenylboronic acid-functionalized N-doped carbon dots for highly selective hypochlorite ion detection. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, November, 5, 260, 2021.

[2] Shangguan, M., Jiang, X., Lu, Z., Zou, W., Chen, Y., Xu, P., Pan, Y., Hou, L., A coumarin-based fluorescent probe for hypochlorite ion detection in environmental water samples and living cells, Talanta, September, 1, 202, 2019.

[3] Senol, A. M., Bozkurt, E., Facile green and one-pot synthesis of seville orange derived carbon dots as a fluorescent sensor for Fe^{3+} ions, Microchemical Journal, December, 159, 2020.

[4] Ozcan, M., Akbulut, M., Mersin (*Myrtus communis L.*) meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, Gıda, April, 1, 23, 1998.

[5] Wei, X., Li, L., Liu, J., Yu, L., Li, H., Cheng, F., Yi, X., He, J., Li, B., Green synthesis of fluorescent carbon dots from gynostemma for bioimaging and antioxidant in zebrafish, ACS Appl. Mater. Interfaces, March, 13, 11, 2019.

CURRENT SUSTAINABLE FIBERS IN THE TEXTILE INDUSTRY

Doç. Dr. Semiha EREN [1], Zeynep ATLAS[2] , PhD. Student Aliye AKARSU ÖZENÇ[3]
[1] Bursa Uludag University, Institute of Science and Technology, Department of Textile Engineering- - 0000-0002-2326-686X

[2]Barutçu Textile ARGE Deparmant, Bursa, Türkiye

[3]Bursa Uludag University, Institute of Science and Technology, Department of Textile Engineering- 0000-0001-5603-5913

ABSTRACT

Synthetic fibers are generally produced from petroleum-derived raw materials. Although these materials are affordable compared to natural fibers, the spreading of plastic microfiber to water resources in washing processes and the long time it takes to disappear in nature makes these materials disadvantageous. For example, polyester fiber, which represents about 80% of the world's synthetic fiber market, is lost in nature in a period of 300 years. This situation increases our carbon footprint and creates a situation against global warming, which is already a problem. The limited energy and natural resources have led scientists to work on this subject in recent years. Life cycle analysis, sustainable design, ecological textile and design concepts, conscious production and consumption emerged with this process. For this purpose, working in the field of using natural fibers that dissolve in nature and have comfort properties, instead of using synthetic fibers that create waste in nature, will be a solution to these basic problems. Cotton is one of the natural fibers used in the textile industry. However, the insufficient resources of traditional fibers such as cotton, linen and wool lead people working in this field to discover sustainable and innovative new fiber groups. Thanks to the developing technologies, new material groups have emerged and started to be used in the textile industry. While natural fibers such as pineapple fiber, nettle fiber, bamboo fiber have been used in recent years, especially hemp fiber, which is among the development plans of our country, studies are also carried out on fibers such as recycled wool, recycled cotton, biodegradable polyester. It is thought that with the increase in the use of these fibers in the textile industry, in addition to the aesthetic and comfort properties they will provide to the user, they will provide environmental positive contributions to the textile industry such as waste management, water saving, reduction of emissions, and soil renewal.

Keywords : Sustainable fibers, ecological textiles, sustainable production

1. INTRODUCTION

The use of natural fibers for clothing is almost as old as human history. The widespread use of natural fibers today, as in the past, is associated with the properties of these fibers such as breathability, durability, high moisture absorption, and softness. With the discovery of polyester fiber after the discovery of nylon in 1938, synthetic fibers came to the market and the use of these fibers increased [1]. Synthetic fibers basically consist of petroleum-derived materials and it takes about 300 years for these materials to disappear in nature.

The environmental movement, which started in America and spread to the whole world, has affected many sectors, one of them is the textile sector. As a result of this situation, concepts such as “ecological textile, sustainability” have emerged in the textile industry. It covers the design, production and marketing processes within sustainable fashion and thus creates a life cycle [2]. Ecological methods, the use of recycled materials or natural fibers are necessary for this system. In line with these concepts, many textile companies have adapted to this idea and have started to prefer to use sustainable, biodegradable fibers instead of using synthetic fibers and have supported R&D studies in this direction.

Long production processes and costs of traditional natural fibers such as cotton, wool and silk limit the use of these fibers. Scientists have searched for new natural fibers to overcome this problem. As a result of these studies, many new fiber groups have emerged. In this study, fibers with an innovative sustainable approach that have emerged in recent years will be mentioned and general information about them will be given.

2. SUSTAINABLE AND INNOVATIVE FIBERS

2.1 Hemp Fibers

Hemp fiber is obtained from the stems of the hemp plant. It has started to be preferred in the textile industry because it is antimicrobial and absorbent [3]. In addition to showing biodegradable hemp fiber, it is an environmentally friendly fiber because it requires less water use during production. Cotton production requires more water consumption than hemp production [4]. Hemp fabric is in a rough form in its unprocessed form and can be transformed into a soft form with current techniques, hemp fabrics can be used as upholstery and drapery fabric in this state [5]. Gregori et al. [6] reported that hemp straw, which is rich in fiber content, is suitable for use in the textile industry, and they stated that it exhibits high tensile strength and elastic modulus. There are studies in the literature on hemp fibers, which are also preferred in the composite industry. Zhang et al. [7] reported that as the hemp content increased in the composite material formed from polyvinalcohol

(PVA) and hemp fibers, the UV resistance increased and the composite material formed showed high mechanical properties.

Figure 1. Hemp fabric [8]

2.2 Pineapple Fibers

The pineapple plant is a perennial herbaceous plant and pineapple fibers are produced from the pineapple leaf. These fibers, which have high hydrophilicity and high mechanical properties, are also very suitable for industrial uses due to their self-renewal and biodegradability in a short time [9]. Although it is not preferred to be used as a clothing fabric due to its rough structure, it is used as a blended fabric [10]. Surjit et al. [11] produced pineapple fibers and cotton blended yarn in their work and weaved curtain fabric from this yarn. The performance properties of the fabric produced were compared with those of commercially used fabrics. In the results they obtained, they stated that the developed fabric could be an alternative to synthetic products. Jalil et al. [12] spun pineapple fibers and cotton blended fibers and characterized their properties. They reported that the blended yarn has potential for the production of fancy clothing products.

Figure 2. Shirt made of pineapple fiber [13]

2.3 Nettle Fibers

Nettle fiber is light resistant fibers with good tensile strength derived from nettle. In addition to its use as medicine, food and fertilizer, there are also uses as fiber. It is known that this plant was used as fiber in ancient Roman and Greek civilizations [14]. Nettle fiber is used in jackets, denim fabrics, and bedding [15]. Viju and Thilagavathi [16] fabricated a polyester/nettle-based nonwoven surface and tested its oil and water separating properties. They reported that the fabric produced can be used as a sorbent. Viju et al. [17] investigated the oil absorption capacity of the fibers by adding butyl acrylate to stinging nettle fibers and reported that they showed good properties even in seven cycles.

Figure 3. Nettle fabric [18]

2.4 Bamboo Fibers

Bamboo fibers are widely used in the textile industry because they are inexpensive and biodegradable. Having a high moisture absorption capacity and a soft handle feature these fibers are at the forefront among innovative natural fibers [19]. In addition, bamboo fibers can show UV protective properties and can be used as summer clothes [20]. These fibers are also frequently used in making composite materials.

Figure 4 Bamboo fabric [21]

2.5 Jute Fibers

Jute fibers are among the most suitable fibers to manufacture in the world. Due to its high mechanical properties, it is used in the textile industry for knitting carpets and making sacks. It is also used as a nonwoven surface due to its cost-effectiveness and good mechanical properties [22]. Nair et al. [23] polymerized jute fabrics with pyrrole monomer and investigated the conductivity of the fabrics. In the results they obtained, they reported that the fabrics showed good conductivity properties. Camacho and Encinas [24] coated jute fibers with a commercially available conductive dye and reported that the fibers showed conductive properties in their results.

Figure 5. Jute fabric [25]

3. CONCLUSION

In today's conditions, where saving energy and resources requires sensitivity, environmentalist and sustainable approaches are at the forefront. There are many natural fibers with potential for use in the world. With the advancement of technology, it becomes more possible to return to natural fibers. Increasing the use of these fibers is of great importance for a sustainable world.

REFERENCES

[1] Gümüşer, T. (2013). Ekolojik bebek giysilerinde doğal liflerin önemi. *Sanat-Tasarım Dergisi*, *1*(4), 23-34.

[2] Şen, K. & Gurel, E. (2021). Tekstilde Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Esaslı Yenilikçi Hammaddeler Üzerine Bir Yaklaşım. *The European Journal of Research and Development,* 1(1), 4-15.

[3] Lee, K. E., & Sanders, E. A. (2016). Hanji, the mulberry paper yarn, rejuvenates nature and the sustainable fashion industry of Korea. In *Green Fashion* (pp. 159-184). Springer, Singapore.

[4] Averink, J. (2015). *Global water footprint of industrial hemp textile* (Master's thesis, University of Twente).

[5] Gedik, G., & Avinc, O. (2020). Hemp fiber as a sustainable raw material source for textile industry: can we use its potential for more eco-friendly production?. In *Sustainability in the Textile and Apparel Industries* (pp. 87-109). Springer, Cham.

[6] Grégoire, M., Barthod-Malat, B., Labonne, L., Evon, P., De Luycker, E., & Ouagne, P. (2020). Investigation of the potential of hemp fibre straws harvested using a combine machine

for the production of technical load-bearing textiles. *Industrial crops and products*, *145*, 111988.

[7] Zhang, Y., Haque, A. N. M. A., & Naebe, M. (2021). Lignin–Cellulose Nanocrystals from Hemp Hurd as Light-Coloured Ultraviolet (UV) Functional Filler for Enhanced Performance of Polyvinyl Alcohol Nanocomposite Films. *Nanomaterials*, *11*(12), 3425.

[8] https://www.greenmatters.com/p/hemp-fabric-advantages-disadvantages

[9]Bozacı, E., Öktem, T., & Seventekin, N. (2007). Ananas yaprak lifi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, *17*(3), 167-169.

[10]Kalaycı, E., Avinc, O. O., Bbozkurt, A., & YavaŞ, A. (2016). Tarımsal atıklardan elde edilen sürdürülebilir tekstil lifleri: Ananas yaprağı lifleri. *Sakarya University Journal of Science*, *20*(2), 203-221.

[11] Surjit, R., Kandhavadivu, P., & Ashwin, S. (2022). Evaluating the Potential of Pineapple Leaf Fibre Fabrics and Its Blends for Sustainable Home Textile Applications. In *Sustainable Approaches in Textiles and Fashion* (pp. 123-155). Springer, Singapore.

[12] Jalil, M. A., Moniruzzaman, M., Parvez, M. S., Siddika, A., Gafur, M. A., Repon, M. R., & Hossain, M. T. (2021). A novel approach for pineapple leaf fiber processing as an ultimate fiber using existing machines. *Heliyon*, *7*(8), e07861.

[13]https://www.the-sustainable-fashion-collective.com/2019/06/04/

[14] Ayan, A.,Çalışkan, Ö., Çırak, C. A (2006). Isırganotu (Urtica spp.)'nunEkonomik Önemi ve Tasarımı *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *21*(3), 357-363.

[15] Akpınarlı, H.F, Başaran, F.N, Bekiroğlu, E. (2018) Isırgan Bitkisinden Lif Elde Etme Yöntemleri.

[16] Viju, S., & Thilagavathi, G. (2021). Study on polyester/nettle nonwoven textile substrates for oil spill management. *Man-Made Textiles in India*, *49*(9).

[17] Viju, S., Brindha, R., & Thilagavathi, G. (2021). Surface modification of nettle fibers by grafting to improve oil sorption capacity. *Journal of Industrial Textiles*, *50*(8), 1314-1329.

[18] https://startupfashion.com/textile-spotlight-nettle-fabric/

[19]Elibüyük U., Bulut, M. O., & Üçgül, İ. (2018). Bambu-Pamuk Ve% 100 Pamuklu Kumaşların Bazı Fiziksel Ve Boyama Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Teknik Bilimler Dergisi*, *8*(2), 11-16.

[20]Tekoğlu, S. Ö. O. Ekolojik Tekstil Ürünlerinde Kullanılan Hammaddeler. *Akdeniz Sanat*, *4*(8).

[21] https://naturesfabrics.com/collections/bamboo-fabric

[22] Mutlu, S. (2012). Jüt lifi ve tekstil-hazır giyim sektöründe kullanım alanları. *Akdeniz Sanat*, *4*(8).

[23] Nair, G. G., Pai, A. R., Kalarikkal, N., Thomas, S., & Thomas, P. C. (2022). Electromagnetic Attenuation Performance of Sustainable e-Textile Derived from Polypyrrole Impregnated Jute Fabrics with Predominant Microwave Absorption. *Journal of Natural Fibers*, 1-14.

[24] Camacho, D. E., & Encinas, A. (2021). Electrically conductive Jute fibers by spray coating. *Materials Letters*, *300*, 130204.

[25]https://www.fibre2fashion.com/news/textile-news/downtrend-in-trade-of-yarn-of-jute-and-other-bast-fibres-254374-newsdetails.html

SERBEST DOLAŞIMLI ARAÇ KİRALAMA VERİLERİNDE UZAMSAL KÜMELEME

EMRE DELİCE[1], Dr. Öğr. Üyesi, ULAŞ VURAL[2]

[1]Vektör Teknoloji A.Ş., emre.delice@vektortelekom.com

[2]Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, ulas.vural@kocaelisaglik.edu.tr –0000-0003-2344-9372

ÖZET

Serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamaları, esneklikleri ve sürdürülebilirlikleriyle dikkat çekmektedir. 2000'li yıllardan itibaren dünyada yaygınlaşmaya başlayan bu sistemler, Türkiye'de de son 5 yılda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Bu alanda hizmet veren uygulama sayısı ve kullanmaya başlayan kişi sayısı her geçen yıl artmaktadır. Bu sistemler kullanıcılara oldukça esnek bir şekilde ihtiyaç duydukları anda araç kiralama ve istedikleri kadar kullanma imkânı sunmaktadır. Ücretlendirme, kiralama süresi ve kiralanan aracın modeline göre hesaplanmakta olup, herhangi bir üst veya alt süre sınırı bulunmamaktadır. Ortak bir özellik olarak tüm serbest dolaşımlı araç paylaşım sistemleri tanımlı bölgelerde hizmet verirler. Araçlar kiralama sürecinde belirlenen bu bölgelerin dışına çıkabilmekle birlikte, kiralamaların tanımlanmış bölgeler içerisinde başlatılması ve bitirilmesi zorunludur. Bu durum, bazı bölgelerde aşırı araç yoğunlaşması, bazı bölgelerde ise araç bulunmaması sonucu araç kullanım oranlarının düşmesine neden olmaktadır. Bu olumsuz etkileri azaltmak için tanımlı servis bölgelerinin sınırlarının optimal şekilde belirlenebilmesi önemlidir. Kiralamalara ait veriler ile kullanıcıların arama verilerinin analizi optimizasyon için önemli bilgiler vermektedir. Mobil uygulamalar ve araçlar üzerindeki sensörler aracılığıyla toplanan konum verilerinin uzamsal olarak kümelenmesi ile araç yoğunluğunun ya da sıkıntısının yaşandığı alanların tespit edilmesi mümkündür. Bu çalışmada akademik kaynaklarda yer alan, serbest dolaşımlı araç paylaşım sistemlerine ait konum verilerinin uzamsal kümelenmesi için kullanılabilecek kümeleme algoritmaları incelenmiş ve bu algoritmaların karşılaştırmalı bir derlemesi sunulmuştur. İncelenen algoritmaların serbest dolaşımlı araç kiralama hizmet bölgelerinin belirlenmesi için uygunlukları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Serbest Dolaşım Araç Kiralama, Kümeleme, Coğrafi Kümeleme, K-means, K-Medoids, BIRCH, OPTICS, DBSCAN, GMM, Mean Shift

SPATIAL CLUSTERING ON FREE-FLOAT CAR SHARING DATA

ABSTRACT

Free-floating car-sharing applications have attracted attention by their flexibility and sustainability. These systems, which have started to become widespread in the world since the 2000s, have also made significant progress in Turkey in the last 5 years. The number of applications serving in this sector and the number of people using it are increasing every year. These systems offer users the opportunity to rent a car whenever they need it and use it as much as they want in a very flexible way. Pricing is calculated according to the rental duration and vehicle types while there are not any limits on rental durations. As a common feature, all free-float car sharing systems serve in defined regions. Although the vehicles can go outside of these defined regions, it is obligatory for the rentals to be started and finished within these defined regions. This situation causes a decrease in fleet utilization rates as a result of excessive vehicle concentration in some regions while the absence of vehicles in other regions. In order to reduce these negative effects, it is important to determine the boundaries of the defined service areas optimally. Analysis of rental data and users' search data provides important information for the optimization. By spatial clustering the location data collected through mobile applications and sensors, it is possible to detect areas where vehicle density or shortage occurred. In this study, clustering algorithms in academic resources which can be applicable for spatial clustering of free-floating car-sharing data are examined and a comparative review is presented. The suitability of the examined algorithms for the determination of optimal service areas is discussed.

Keywords: Free-float car-sharing, Clustering, Spatial Clustering, K-means, K-Medoids, BIRCH, OPTICS, DBSCAN, GMM, Mean Shift

1. GİRİŞ

Araç paylaşım uygulamaları uzun yıllardır bilinmekte ve kullanılmaktadır. Süreç içinde çok farklı türevleri ortaya çıkan bu uygulamalar değişik türlerdeki araçların farklı iş modelleri üzerinden kiralanmasına olanak sağlamaktadır. Temel prensip, araç sahibi birey ve kuruluşların sahip oldukları araçları bir platform üzerinden paylaşması ve diğer birey veya kuruluşların paylaşılan araçları ihtiyaç duydukları kadar kullanmalarıdır.

Araç paylaşım uygulamaları 1985'ten bu yana yenilikçi mobilite uygulamaları olarak göze çarpmaktadır. Erken dönem araç kiralama sistemleri istasyon bazlı kiralamaları temel alan

uygulamalardı. 2005'ten itibaren ise yeni bir iş modeliyle, bireyler istasyon bağımlılığı olmaksızın araçları hizmet bölgesi içinde istedikleri gibi kullanmaya başladılar. Bu modelin adı serbest dolaşımlı araç paylaşımı olarak bilinmektedir. Ücretlendirme, kullanılan süreye göre yapılmakta olup herhangi bir taahhüt veya sınır bulunmamaktadır (Weikl ve Bogenberger, 2015).

Bu çalışmada; farklı araç paylaşım uygulamalarından bahsedilmiş ve serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamaları üzerinde yoğunlaşılmıştır. Serbest dolaşımlı araç paylaşımında süre ve araç ile gidilecek konumlarda bir kısıt olmamakla birlikte kiralamanın başlama ve bitiş noktaları tanımlı bir coğrafi bölge içinde olmak zorundadır. Bu bölgenin geniş olması kiralamada müşteriye esneklik sağlamakta ve müşteri potansiyelini arttırmaktadır. Bununla birlikte; genişletilmiş bir hizmet bölgesinde araç yoğunluğunu düştüğünden araç bulunabilirliğini azaltmaktadır. Benzer şekilde geniş bir hizmet bölgesi farklı talep seviyelerine sahip olacak ve bazı bölgelere gitmiş araçlar uzun süre müşteri beklemek veya yeniden konumlandırılmak zorunda kalacaktır. Bu çalışmada serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamalarının tanımlı bölgenin belirlenmesi noktasında yaşadıkları sorunlar ve bu sorunların çözümüne yönelik olarak coğrafya kümeleme yöntemleri üzerine literatür araştırması yapılmış, sonuç olarak da yöntemlerin değerlendirilmesinde ve önerilerde bulunulmuştur.

2. ARAÇ PAYLAŞIM UYGULAMALARI SINIFLANDIRMASI

Nocerino ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada araç paylaşım uygulamaları aşağıdaki şekilde gruplandırmışlardır:

- İstasyon bazlı: araçlar istasyonda konumlanır, kullanıcılar araçları istasyondan alıp istasyona bırakmak zorundadır.
- Serbest dolaşımlı: Bir coğrafi hizmet bölgesi tanımı vardır, kullanıcılar araçları bu coğrafya içinde herhangi bir yerden alıp herhangi bir yerde bırakabilmektedir.
- Bireyler arası: Servis sağlayıcı bir portal geliştirir, kullanıcılar kendi araçlarını sunarlar ve diğer kullanıcılar da bu araçları kiralarlar.

Santos (2018) yaptığı çalışmada araç paylaşım uygulamalarını aşağıdaki şekilde gruplandırmıştır:

- Modern araç paylaşımı: servis sağlayıcı araçlarını mobil uygulama üzerinden müşterilerin kullanımına açar. Örnekler; Car2Go, Zipcar, Autolib

- Bireyler arası: Bireyler araçlarını kullanmadığı zamanlarda paylaşarak diğer insanların kullanmasını sağlayabilir. Örnekler; Turo, easyCar Club, hiyacar, Getaround

- Uber benzeri hizmetler: Hizmet sağlayıcının kendi araçları yoktur, araç sahiplerini işe alır. Örnekler; Uber, Lyft, Sidecar

- Talep üzerine toplu taşıma: aynı rotada giden müşterileri aynı araç üzerinde paylaşımlı olarak taşımayı hedefler. Örnekler; Via, UberPool, LyftLine, BlaBlaCar

Diğer bir araç paylaşım modeli ise bireylerin araçlarını diğer bireyler için kiralamaya açtığı bireyler arası modeldir. Bu modelde bireyler araçlarının boşta kaldığı %90'lık zaman diliminde gereksiz elde bulundurma maliyetlerinden kurtulmuş olmaktadır. Bu tarz hizmet veren kuruluşların görevi ise bireyleri ortak platformda buluşturmak ve araçların güvenliğini sağlamaktır (Schmöller ve ark., 2015).

3. SERBEST DOLAŞIMLI ARAÇ PAYLAŞIM UYGULAMALARI

Serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamaları, araçları bir istasyondan alıp tekrar istasyona geri bırakma zorunluluğu olmadığından önemli bir esneklik sağlamakta ve daha kısa yolculuklara fırsat vermektedir. Bu özellikleri sebebiyle de bilinirliği ve kullanılırlığı her geçen gün artmaktadır. Bununla birlikte, serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamaları bisiklet veya araba paylaşımı şeklinde olabilmektedir (Caggiani ve ark., 2017). Serbest paylaşımlı araç kiralama uygulamalarında bir servis alanı tanımlanır ve araçların bu servis alanı içindeki park etmeye uygun herhangi noktada bırakılabilmesi sağlanır (Schmöller ve ark., 2015).

Becker ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada en güncel yeniliklerden biri olan serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamaları müşterilerine bir mobil uygulama üzerinden araçları bulmalarına ve kullanmaya başlamadan önce kısa bir süre rezerve etmelerine olanak sağladıklarını ve serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamaları noktadan noktaya ulaşım imkânı sunduğundan hem özel araçlara ve taksilere hem de toplu taşıma araçlarına iyi bir alternatif olduğunu belirtmişlerdir.

Hardt ve Bogenberger (2018) yaptıkları çalışmada, araç paylaşım uygulamalarının insanların araç ihtiyaçlarını anlık olarak hızlı bir şekilde karşıladığından özel mülk bir araca bağlı

kalmamalarını sağladığını belirtmişlerdir. Paylaşımlı araç kiralama uygulamaları araç sahipliğine iyi bir alternatif sunmaktadır (Weikl ve Bogenberger, 2015).

Bir araç paylaşım uygulamasının verimli ve az maliyetli olarak işletilmesinin en önemli yolu talebi bilebilmektir (Schmöller ve ark., 2015). Talebi bilmek araçların nerede konumlanması gerektiği konusunda fikir verebilecektir. Serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamaları kullanıcılara yüksek erişilebilirlik sunmasına karşın talep ile araç bulunurluğu arasında yaşanabilecek dengesizlik sebebiyle araçların mekânsal dağılımı için sorun oluşturmaktadır. Bu sebeple servis sağlayıcı firma yeniden yerleştirme çözümleri üzerine çalışmak zorundadır (Nocerino ve ark., 2018). Serbest paylaşımlı araç kiralama uygulamalarında tek yönlü yolculuklar yapılabiliyor olması araçların hizmet bölgesi içinde dengesiz dağılımına sebep olabilmektedir (Weikl ve Bogenberger, 2015)

Serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamalarının istediğin yerden al istediğin yere bırak özelliğinin müşterilere esneklik sağlaması ile yeniden yerleştirme süreçlerinde yani araçların kümelendiği yerlerden yoğun kullanım alanlarına transferi süreçlerinde ek iş yükü çıkarmaktadır. Yeniden yerleştirme problem çözümü iki farklı şeklide olabilmektedir; müşteri bazlı ve operatör bazlı. Müşteri bazlı çözümde müşterilerin araçları kullanımları neticesinde hediye hak kazanmaları şeklinde iken, operatör bazlı çözümde saha elemanlarının araçları alıp en az maliyetle yoğun noktalara taşıması şeklinde gerçekleşmektedir (Caggiani ve ark., 2017).

4. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamalarında kullanılabilecek coğrafya kümeleme yöntemleri hem kiralamaların hem de müşterilerin araç arama noktalarının konumsal ilişkilerinin ortaya konulabilmesi için önemlidir. Bu kapsamda akademik kaynaklardaki uzamsal kümeleme yöntemlerinin bir derlemesi yapılmış ve yöntemlerin detaylı açıklamaları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

4.1. Kümeleme Yöntemleri

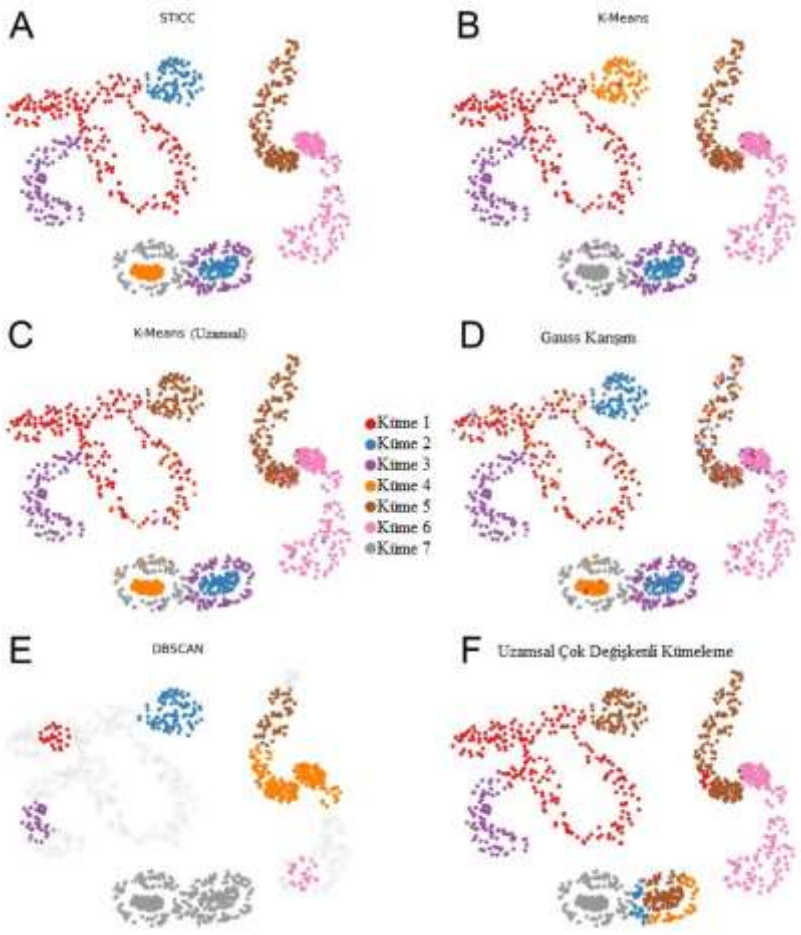
Rodriguez ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada Kümeleme yöntemi olarak çok sayıda yöntem olmasına karşın hangi yöntemin daha doğru olduğuna yönelik fikir birliği olmadığını belirtmişlerdir. Farklı senaryolar için farklı yöntemleri karşılaştırmak önemlidir.

Bu çalışmada, farklı senaryolar için üretilmiş sentetik veriler üzerinden en yaygın 9 kümeleme yöntemi karşılaştırılması yapılmıştır. Değerlendirilen metotların başarı seviyesine göre

sıralaması şu şekilde elde edilmiştir: Subspace, Spectral, EM, CLARA, HCMODEL, K-means, Hierarchical, OPTICS, DBSCAN.

Bir veri topluluğunu kümelemenin amacı, eğitimci olmaksızın, farklı modellere uygun koleksiyonu homojen gruplar halinde kümelemektir. İyi bir kümeleme algoritması, bir küme elemanları içerisinde yüksek tutarlılık ve farklı küme elemanları içerisinde düşük tutarlılık sergiler (Caggiani ve ark., 2018).

Kang ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada çoklu değişkenleri dikkate alan yeni bir coğrafi kümeleme yöntemi denenmiştir. Bu yeni metodun doğruluğu farklı kümeleme yöntemleri sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda coğrafya kümelemede kullanılabilecek yöntemler ve çalışma sonuçları gösterilmiştir (Görsel-1). Bu yöntemler: STICC, K-means, Spatial K-means, Gaussian Karışım Modelleri (GMM), DBSCAN, Uzamsal Olarak Kısıtlanmış Çok Değişkenli Kümeleme.



Görsel 1. Coğrafi Kümeleme Yöntemleri Kıyaslaması (Kang ve ark., 2021)

Saxena ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada kümeleme algoritmasının, eğitimsiz olarak a nesneyi b öbek haline getirmenin matematiksel veya algoritmik işlemlerini ifade ettiğini belirtmişlerdir. Netice olarak öbek içindeki nesneler diğer öbekteki nesnelere göre daha fazla benzerlik gösterir. Kümeleme yöntemleri aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- Bölümlemeli algoritmalar: K-means Algoritması, K-Medoids (PAM, CLARA)
- Hiyerarşik algoritmalar: Agglomerative (BIRCH, CHAMELEON), Divisive
- Olasılık ve oluşum bazlı algoritmalar: Olasılık bazlı kümeleme, EM Algoritması
- Yoğunluk bazlı kümeleme: DBSCAN, OPTICS, Mean Shift
- Izgara bazlı kümeleme: STING, CLIQUE
- Bulanık algoritmalar: Exclusive Membership-based Clustering, Overlapped Membership-Based Clustering

4.2. Serbest Dolaşımlı Araç Paylaşım Uygulamalarında Coğrafya Kümeleme

Caggiani ve ark. (2018) yaptıkları çalışma; serbest dolaşımlı bisiklet paylaşım uygulamalarına yönelik araştırma ve uygulama yapılmıştır. Hizmet bölgesi kiralama verilerini baz alarak zamansal ve mekânsal olarak gruplandırılmıştır. Sonrasında, gruplandırılan her bir bölge için müşterilerin talep edeceği bisiklet sayısını tahminleyebilmek için doğrusal olmayan otoregresif sinir ağı talep tahmin modeli kullanılmıştır.

Kümeleri belirlerken önce zamansal kümelere odaklanılmıştır. Zamansal kümeler üzerinden de coğrafi kümelerin oluşturulmasına ve nihai kümelere ulaşmak hedeflenmiştir. Serbest dolaşımlı bisiklet paylaşım uygulamalarında sabit istasyonlar bulunmadığından kiralanan bisikletlerin alındığı ve bırakıldığı noktaların zamansal ve mekânsal analizini yapabilmek için bisikletleri sanki sanal istasyonlara dahilmiş gibi hareket edilmiştir. Mekânsal kümelerin belirlenmesinde yöntem olarak k-means algoritması tercih edilmiştir.

Hardt ve Bogenberger (2018) yaptıkları çalışma; Almanya'da hizmet veren bir serbest dolaşımlı araç paylaşım sistemi üzerinden 100,000 kiralama verisi işlenerek çalışma yapılmıştır. Bu veriler; araç bilgisi, kiralama zaman bilgileri, yakıt kullanım, km bilgileri, kiralama başlangıçları ve bitişleri, kiralama başlama-bitiş konum bilgileridir.

Hizmet bölgesi kümelere ayrılırken altıgen şeklinde küçük parçalar halinde gruplandırılmasının mantıklı olduğu düşünülmüştür. Altıgenler bir alanı daireye yakın bir şekilde eşit

bölümleyebilir, bununla birlikte dairelerin çakışması veya daireler arası boşluklar gibi sorunlarla karşılaşmaz. Müşterilerin bir araç kiralamak için yürüyebilecekleri kabul edilebilir mesafenin 500 metre olduğu düşünüldüğünde yarıçap değeri 250 metre olarak belirlenmiştir. Coğrafya kümeleme işleminde; mesafe ölçüsü olarak çapraz korelasyonu kullanan hiyerarşik bir yöntem olan artımlı çapraz korelasyon yöntemi uygulanmıştır.

Sun ve ark. (2019) yaptıkları çalışma; bu çalışmada yoğun kullanım zamanları olan sabah ve akşam saatlerine bağlı olarak bir kümeleme algoritması öneri sunulmuştur. Bununla birlikte kiralama verileri kullanılarak serbest dolaşımlı bisiklet kiralama uygulamaları sanal istasyon konumları optimize edilmeye çalışılmıştır.

Bu problem bir karma tam sayılı doğrusal programlama modeli olarak tanımlanmıştır ve CPLEX ile kümeleme yapılmıştır. Bu kümeleme sonuçları, kullanım olarak en yaygın yöntem olan k-means algoritması sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, CPLEX yönteminin k-means'e göre daha iyi performans gösterdiği ve kullanıcı talebini daha yüksek seviyelere çıkarabildiği görülmüştür.

Caggiani ve ark. (2017) yaptıkları çalışma; Serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamalarında da istasyon bazlı araç kiralamadakine benzer şekilde talepte günün saatlerine ve coğrafi konumlara bağlı olarak dalgalanmalar olmaktadır. Bu çalışmada bu sorunu giderecek ve yeniden yerleştirme süreçleri maliyetlerini azaltacak bir dinamik coğrafi kümeleme çözümü sunulmaktadır. Çalışma 1,2 km x 1,2 km'lik bir alanda uygulanmıştır. Bu alan 0,2 km x 0,2 km'lik 36 ızgaraya bölümlenerek coğrafya kümeleme uygulaması yapılmıştır. Yöntem olarak k-means algoritması kullanılmıştır.

Schmöller ve ark. (2015) yaptıkları çalışma; bu çalışmanın amacı müşteri talebinin zamansal ve mekânsal faktörler bazında nasıl etkilendiğinin açıklanması ve coğrafya kümeleme üzerinden incelenmesidir. Coğrafya kümeleme yöntemi olarak k-means algoritması kullanılmıştır. Otobüs durakları için kabul edilebilir yürüme mesafesi 400 metredir, bu değer serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamalarında araca yürüme mesafesi olarak kabul edilmiştir.

Weikl ve Bogenberger (2015) yaptıkları çalışma; yeniden yerleştirme problemlerinin çözümü için serbest dolaşımlı araç paylaşım sistemleri yapay bir istasyon bazlı araç kiralama uygulamasına dönüştürülebilir. Bunun için hizmet bölgesi eşit ve sabit ızgaralara bölünür ve her bir ızgara bir istasyon gibi hareket edilir. Bu çalışmada ızgaralar altıgen şeklinde

oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında derlenen veri türleri; başlangıç-bitiş zamanları ve konumları, kullanım süresi, bekleme süresidir. Coğrafi kümeler geçmiş ortalama park halinde kalma sürelerine göre (kısa, orta ve uzun olacak şekilde) gruplandırılmıştır.

Becker ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada İsviçre'deki bir şirketin 23.660 adet kiralamasına ait kullanılmıştır. Başlama bitiş zamanı ve konumu, araç bilgisi, müşteri bilgisi, süre ve mesafe değerleri bu veri içinde yer almaktadır. Coğrafya kümeleme yöntemi olarak uzamsal regresyon yönetimi tercih edilmiştir.

Nocerino ve ark. (2018) yaptıkları çalışma; Milano şehrinde gerçekleştirilmiş olup 154 km2'lik bir alanı içermektedir. Bu coğrafya, yeniden yerleştirme problemini küçük parçalar halinde modelleyebilmek için ızgaralara bölünmüştür. Bu ızgaralar 0.01 x 0.01° büyüklüğünde (788 x 1.110 metre) olup 0,875 m2'lik bir alana denk gelmektedir ve tüm ızgara sayısı 176'dır.

Chen ve Ye (2021) yaptıkları çalışma; Çalışma Çin'in Chengdu şehrinde yapılmıştır ve serbest dolaşımlı bisiklet paylaşım uygulaması üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hizmet bölgesi çekirdek yoğunluk kestirimi metodu ile kümelenmiştir. Çekirdek yoğunluk kestirimi metodu ile hizmet bölgesi sıcaklık haritası şeklinde görselleştirebilir ve yoğun alanların tespitini kolaylaştırabilir.

Stofberg (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada hizmet alanı kümeleme metodu eşit altıgenlere bölünmüş alanların kümelenmesi şeklinde çalışır. Belirlenmiş altıgenlerin kümelenmesi k-means algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Giordano ve ark. (2021) yaptıkları çalışma Car2go verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Hizmet bölgesi kenar uzunluğu 500 metre olan ızgaralara bölünmüştür ve her bir ızgara için ortalama günlük kiralama sayısı hesaplanmıştır. Ortalama kiralama sayıları baz alınarak harita üzerinde görselleştirilip sıcak bölgeler tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Araç paylaşım uygulamaları ve çeşitleri her geçen gün artmakta ve kullanımı genişlemekle birlikte serbest dolaşımlı araç paylaşım uygulamaları son yılların popüler uygulamaları haline gelmiştir. Müşterilerine kullanım esnekliği sağlayan bu uygulamaların geniş bir coğrafi alanda hizmet vermesi avantajlarının yanında bazı sorunları da gündeme getirmiştir. Bu sorunların en önemlisi araçların tüm alana eşit bir şekilde dağılmaması sorunudur. Bu sorunun çözümü için yeniden yerleştirme süreçleri uygulanmalıdır. Yeniden yerleştirme süreçlerinin

uygulanabilmesi ise hizmet verilen coğrafi alanın çok talep gelen ve talep gelmeyen alanlarının bilinmesi elzemdir. Literatürde yer alan farklı araştırmalar ve uygulamalar incelendiğinde birçok farklı metodun kullanıldığı görülmektedir. Rodriguez ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada kümeleme yöntemi olarak çok sayıda yöntem olmasına karşın hangi yöntemin daha doğru olduğuna yönelik fikir birliği olmadığını belirtmişlerdir. Bu bakımdan çalışma özelinde farklı metotlar denenmeli en iyi sonuç veren metot seçilmelidir. Bu çalışmanın elde ettiği sonuçlar; serbest dolaşımlı araç paylaşım hizmeti veren firmaların, kiralama verileri üzerinden coğrafi kümeleme ve yeniden yerleştirme çalışmaları yapabilmelerine imkân sağlayacaktır.

İncelenen araştırmalarda şu sonuçlardan bahsetmek mümkündür:

- Coğrafi kümeleme ile hizmet alanı içerisindeki çok yoğun ve az yoğun bölgeleri görmek mümkün olabilmiştir.

- Coğrafi kümeleme algoritmaları uygulanmadan önce alanın belli büyüklükteki ızgaralara bölündüğü ve bunun üzerinden kümeleme çalışması yapıldığı görülmüştür.

- Coğrafi küme ızgaralarının büyüklükleri bulunurken uçtan uca mesafenin maksimum yürünebilecek mesafeyi aşmamasına özen gösterilmiştir.

- Coğrafi kümeleme yapılırken zamansal etki göz önünde bulundurulmuştur ve farklı zaman kümelerine yönelik coğrafi kümeler elde edilebilmiştir.

- Coğrafi kümeleme yapabilmek için kiralamalara ait zamansal, mekânsal ve kiralamaya ait özniteliklerin çıkarılması gerekmektedir.

- K-means algoritması çok geniş bir kullanıma sahiptir.

KAYNAKÇA

Becker, H., Ciari, F., & Axhausen, K. W. (2017). Modeling free-floating car-sharing use in Switzerland: A spatial regression and conditional logit approach. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *81*, 286-299.

Caggiani, L., Camporeale, R., & Ottomanelli, M. (2017). A dynamic clustering method for relocation process in free-floating vehicle sharing systems. *Transportation Research Procedia*, *27*, 278-285.

Caggiani, L., Camporeale, R., Ottomanelli, M., & Szeto, W. Y. (2018). A modeling framework for the dynamic management of free-floating bike-sharing systems. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *87*, 159-182.

Chen, E., & Ye, Z. (2021). Identifying the nonlinear relationship between free-floating bike sharing usage and built environment. *Journal of Cleaner Production*, *280*, 124281.

Giordano, D., Vassio, L., & Cagliero, L. (2021). A multi-faceted characterization of free-floating car sharing service usage. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *125*, 102966.

Hardt, C., & Bogenberger, K. (2018, November). Empirical analysis of demand patterns and availability in free-floating carsharing systems. In *2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)* (pp. 1186-1193). IEEE.

Kang, Y., Wu, K., Gao, S., Ng, I., Rao, J., Ye, S., ... & Fei, T. (2022). STICC: a multivariate spatial clustering method for repeated geographic pattern discovery with consideration of spatial contiguity. *International Journal of Geographical Information Science*, 1-32.

Nocerino, R., Tresca, P., Bruglieri, M., Luè, A., & Studer, L. (2018). The vehicle relocation for electric free-floating car-sharing services.

Rodriguez, M. Z., Comin, C. H., Casanova, D., Bruno, O. M., Amancio, D. R., Costa, L. D. F., & Rodrigues, F. A. (2019). Clustering algorithms: A comparative approach. *PloS one*, *14*(1), e0210236.

Santos, G. (2018). Sustainability and shared mobility models. *Sustainability*, *10*(9), 3194.

Saxena, A., Goyal, L. M., & Mittal, M. (2015). Comparative analysis of clustering methods. *International Journal of Computer Applications*, *118*(21).

Schmöller, S., Weikl, S., Müller, J., & Bogenberger, K. (2015). Empirical analysis of free-floating carsharing usage: The Munich and Berlin case. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *56*, 34-51.

Stofberg, T. T. Proactive vehicle relocation in free-floating car sharing systems.

Sun, Z., Li, Y., & Zuo, Y. (2019). Optimizing the location of virtual stations in free-floating bike-sharing systems with the user demand during morning and evening rush hours. *Journal of Advanced Transportation*, *2019*.

Weikl, S., & Bogenberger, K. (2015). A practice-ready relocation model for free-floating carsharing systems with electric vehicles–Mesoscopic approach and field trial results. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *57*, 206-223.

Sentinel-2 verisini kullanarak akarsuyun mevsimsel değişiminin uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesi: Amuderya nehri örneği

Begench Begmyradov[1], Gordana Kaplan[2]

[1]Eskişehir Teknik Üniversitesi Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, begenchbegmyradov@eskisehir.edu.tr 0000-0002-7365-0595

[2]Eskişehir Teknik Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitiüsü gkaplan@eskisehir.edu.tr

ÖZET

Amuderya nehri, Afganistan'ın kuzeyinde yer alan, yüksekliği 4900 metre olan Hindikuş dağlarından başlayıp, Afganistan, Türkmenistan ve Özbekistan sınırlarından geçerek Aral gölüne dökülmektedir. Mevsimsel olarak değişim gösteren su kütleleri akarsu ve göller gibi su bileşenleridir. Bu su kütlelerinin değişiminde önemli etkenler meteorolojik uç durumlardır. Mevsimsel değişim sürecinde göl ve akarsu gibi su kütlelerinin hacmi ve alanları etkilenmektedir. Bu araştırmada uzaktan algılama teknikleri ile Amuderya nehrinin suyunun mevsimsel olarak değişiminin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu analizde Sentinel-2 uydu verileri ile eCognition Developer ve ArcGIS 10.5 yazılımlarından yararlanılmıştır. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile Amuderya nehrinin mevsimsel olarak değişimi analiz edilmiştir. Bu analizleri gerçekleştirmek için çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemlerden birisi de sınıflandırma yöntemidir. Sınıflandırma yöntemini piksel tabanlı ve obje (nesne) tabanlı sınıflandırmadır. Çalışma kapsamında nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi su kütleleri, tarım alanları, kumluk alanalar (çölün bir kısmı), çıplak alanlar ve yerleşim yerleri analiz sınıfları olarak belirlenmiştir ve yapılan analiz sonucu doğruluk analizi yapılmıştır. Analizin genel doğruluk oranı: Ocak ayı 0.852, Mart ayı 0.805, Temmuz ayı 0.832 ve Ekim ayı için de 0.785'dir. Kappa değeri ise: Ocak ayı 0.851, Mart ayı 0.803, Temmuz ayı 0.831, Ekim ayı 0.783 olmuştur. Analiz sonucu sonbahardan itibaren yağışların azalması ve kar yağışların başlaması nedeniyle ilkbahara kadar su seviyesinde azalma gözlemlenmiştir. Ilkbahar aylarında, Amuderya nehrinin kesiştiği ülkelerde tarım sulamasının başlamasıyla en düşük seviyesine ulaşmıştır. Yaz mevsiminde sıcaklığının artmasıyla, nehrin ana beslenme kaynağı olan karların erimesi ile su seviyesi yükselişe geçmektedir ve Temmuz ayında en yüksek zirvesine ulaştığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, Nesne tabanlı sınıflandırma, Amuderya nehri, Sentinel-2

1. Giriş

Mevsimsel olarak değişim gösteren su kütleleri akarsu ve göller gibi su bileşenleridir. Bu su kütlelerinin değişiminde önemli etkenler meteorolojik uç durumlardır. Mevsimsel değişim sürecinde göl ve akarsu gibi su kütlelerinin hacmi ve alanları etkilenmektedir [1]

Mevsimsel değişimden en çok etkilenen su kütlelerinin başında, mevsimsel yağan yağışlara, karlara ve yer altı su kaynaklarına bağlı olarak akarsular gelmektedir. Bol yağışlı mevsimlerde akarsu dolup taşarken, az yağışlı mevsimlerde kurumaya yüz tutabilmektedir. Bunun yanı sıra doğal nedenlerden olduğu gibi beşeri etkenlerde değişime etki etmektedir. Tarım arazilerinin sulanması amaçlı su tüketiminde etkisi büyüktür ve özellikle de kurak geçen yaz ayları gerçekleşmektedir.

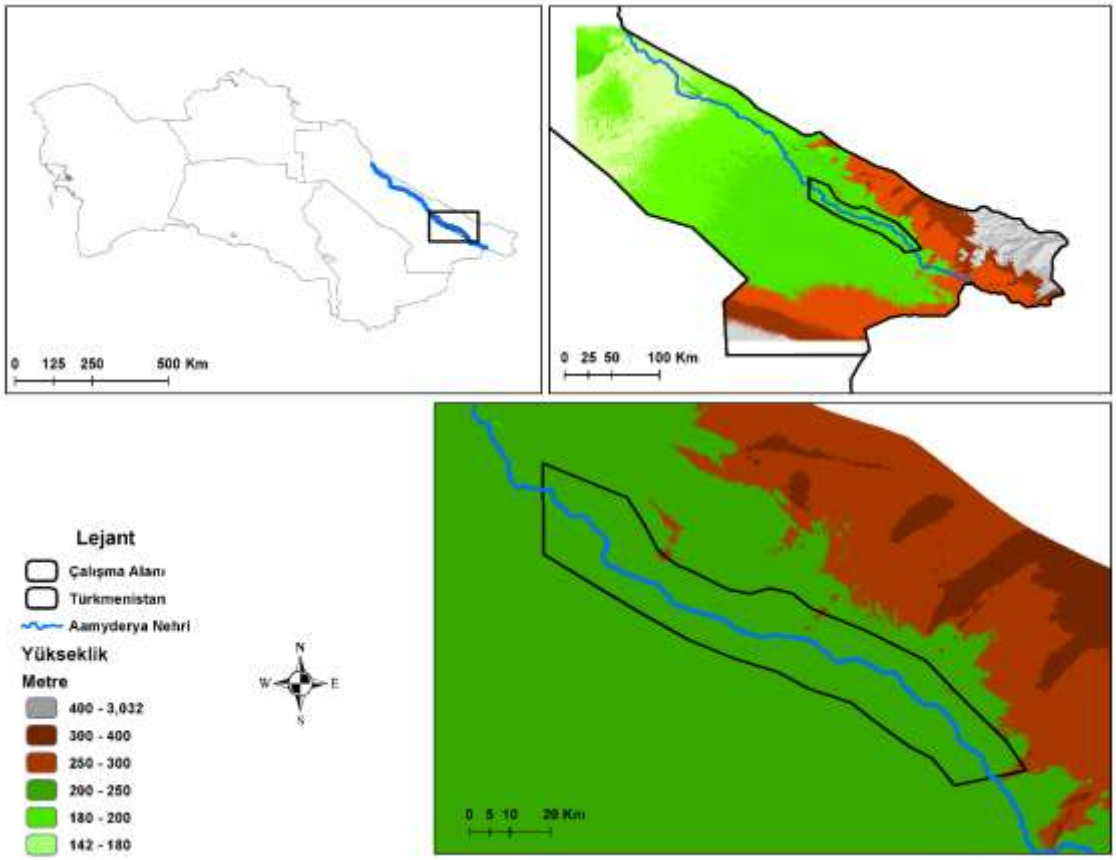
Uzaktan algılama uygulama ve analizleri günümüzde birçok alanda etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Uzaktan algılama doğal afet tespitinden tarıma, bitki örtüsü haritalamasından şehir planlamasına, taşkın ve alan değişimi gibi analizler günümüzde kullanılan analizlerden birkaçıdır [2]. Bu analizleri gerçekleştirmek için çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemlerden birisi de sınıflandırma yöntemidir. Sınıflandırma yöntemini piksel tabanlı ve obje (nesne) tabanlı sınıflandırmadır. Piksel tabanlı sınıflandırma dijital sayılarla gösterilen spektral bilgileri kullanarak bantlar üzerindeki aynı özelliklere sahip pikselleri, belirlenen sınıflara göre sınıflandırmaktır [3]. Nesne tabanlı sınıflandırma, uydu görüntüsü üzerindeki benzer spektral özelliklere sahip piksellerin gruplandırılarak bu pikselleri temsil eden görüntü objelerinin oluşturulmasıdır [4]. Bu yöntem pikseller yerine sınıflandırılmak istenilen nesnelerin temeline dayanır.

Bu çalışmada, Amuderya nehrinin suyunun yıl içindeki mevsimsel değişimi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi su kütleleri, tarım alanları, kumluk alanalar (çölün bir kısmı), çıplak alanlar ve yerleşim yerleri analiz sınıfları olarak belirlenmiştir ve yapılan analiz sonucu doğruluk analizi yapılmıştır.

2. Çalışma alanı

Amuderya nehri, Afganistan'ın kuzeyinde yer alan, yüksekliği 4900 metre olan Hindikuş dağlarından başlayıp, Afganistan, Türkmenistan ve Özbekistan sınırlarından geçerek Aral gölüne dökülmektedir. Uzunluğu yaklaşık olarak 2540 km'dir. Bunun 1000 km'si Türkmenistan'ın sınırları içerisinden geçmektedir. Toplam su hacmi 63.5 km^3'tür ve yaklaşık olarak 465000 km^3'lik havza büyüklüğüne sahiptir [5].

Orta Asya'nın en büyük nehirlerinden olmakla birlikte en bulanık nehridir. Nehir, dağların yüksek kısımlarında bulunan kar ve buzullardan beslenmektedir. Nehrin su seviyesi yıl içinde değişmekte olup, yaz ayları 4 metreye kadar yükselmektedir. Amuderya nehrinin yıllık su akışının yaklaşık %77'i Nisan- Eylül ayları arasında gerçekleşmektedir [5]. Sıcak geçen yaz aylarında su seviyesinin yükselmesi taşkınlara neden olmaktadır.



Görsel 1. Çalışma alanının konumu

3. Kullanılan Veri ve Yöntemler

3.1 Kullanılan veriler

Analiz için veri seçiminde bulutluluk oranının %10'un altında olması dikkate alınarak, 2019 yılı Ocak, Mart, Temmuz ve Ekim ayına ait Sentinel-2 uydusunun multispectral görüntüler kullanılmıştır. Sentinel-2 uydusu ESA tarafından 2015 yılında tarımsal izleme, acil durum yönetimi, arazi örtüsü sınıflandırması ve su kalitesi izleme gibi birçok alanlarda hizmet vermek için fırlatılmıştır [6]. Sentinel-2 uydusu görünür/yakın kızılötesi (VNIR), kısa dalga kızılötesi (SWIR) ile birlikte toplam 13 spektral banda sahiptir. Band özellikler çizelge 1'de verilmiştir. Nesne tabanlı sınıflandırma için eCognition yazılımı ve doğruluk analizi için ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılmıştır.

Çizelge 1. Sentinel-2 band özellikleri *[6]*

Bandlar	Çözünürlük (m)	Dalga Boyu (nm)	Band Genişliği (nm)
Band 1-Caostal aerosol	60	443	20
Band 2-Blue	10	490	65
Band 3- Green	10	560	35
Band 4-Red	10	665	30
Band 5-Vegetation red edge	20	705	15

Band 6-Vegetation red edge	20	740	15
Band 7-Vegetation red edge	20	783	20
Band 8-NIR	10	842	115
Band 8A-Narrow NIR	20	865	20
Band 9-Water vapour	60	945	20
Band 10-SWIR Cirrus	60	1375	30
Band11-SWIR	20	1610	90
Band 12-SWIR	20	2190	180

3.2 Yöntem

Bu analizde Çoklu Çözünürlüklü Segmentasyon (Multiresolution Segmentation) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem belirli bir sayıda görüntü nesnesi için ortalama heterojenliği en aza indiren ve ilgili homojenlikleri en üst düzeye çıkaran yöntemdir. Çalışma alanını, sulak alan, yerleşim alanları, çıplak arazi, çöl alanı ve tarım alanları olarak sınıflandırmak için sınıf kullanılmıştır. Sınıflandırmak için Sentinel-2 uydu görüntüsünün toplamda 10 bandı (Blue, Green, Red, Band 5-6-7 Vegetation red edge, NIR, Narrow NIR, Band11-12 SWIR) kullanılmıştır. Bu bantlara ek olarak Sentinel-2 verilerinden hesaplanan 5 spectral index araştırmaya eklenmiştir. Indislerin detayları çizelge 2'de verilmiştir. Her sınıf için örnek noktalar alınmıştır ve her noktanın confusion matrix oluşturarak kappa değeri hesaplanmıştır.

Çizelge 2 Sınıflandırmada kullanılan spektral indeksler.

Index	Bantlar	Denklem
NDVI [7]	Green, NIR	Green-NIR/Green+NIR
NDWI [8]	Red, NIR	NIR-Red/NIR+Red
NPCRI [9]	Blue, Red	Red-Blue/Red+Blue
AVI [9]	Red, NIR	NIR*(1-Red)*(NIR+Blue)
BSI [10]	Blue, Red, NIR, SWIR	(SWIR+Red)-(NIR+Blue)/(SWIR+Red)+(NIR+Blue)

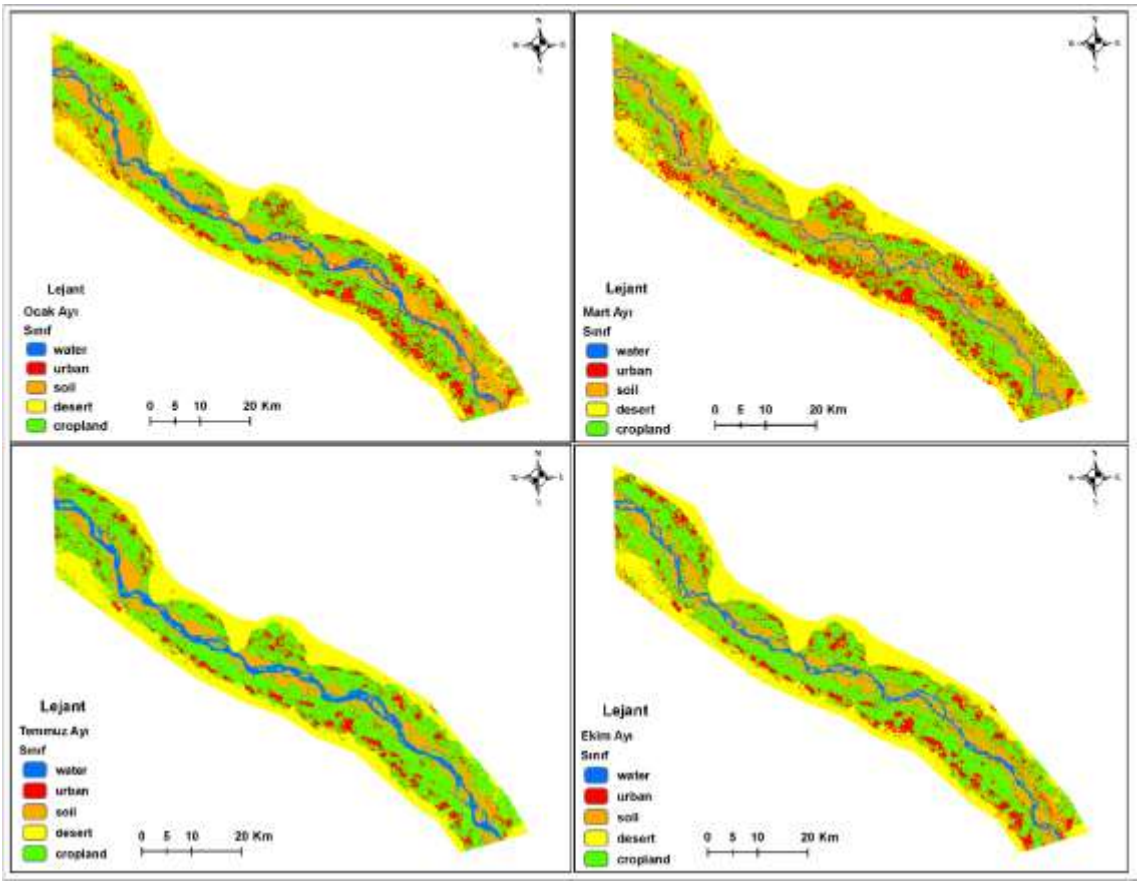
4. Sonuç

Her sınıf için toplamda 400 örnek alınmıştır. Bu alınan örnekler accuracy assessment (doğruluk analizi) için kullanılmıştır. Bu sonuçlar çizelge 3'te verilmiştir**.**

Çizelge 3. Doğruluk değerlendirme sonuçları

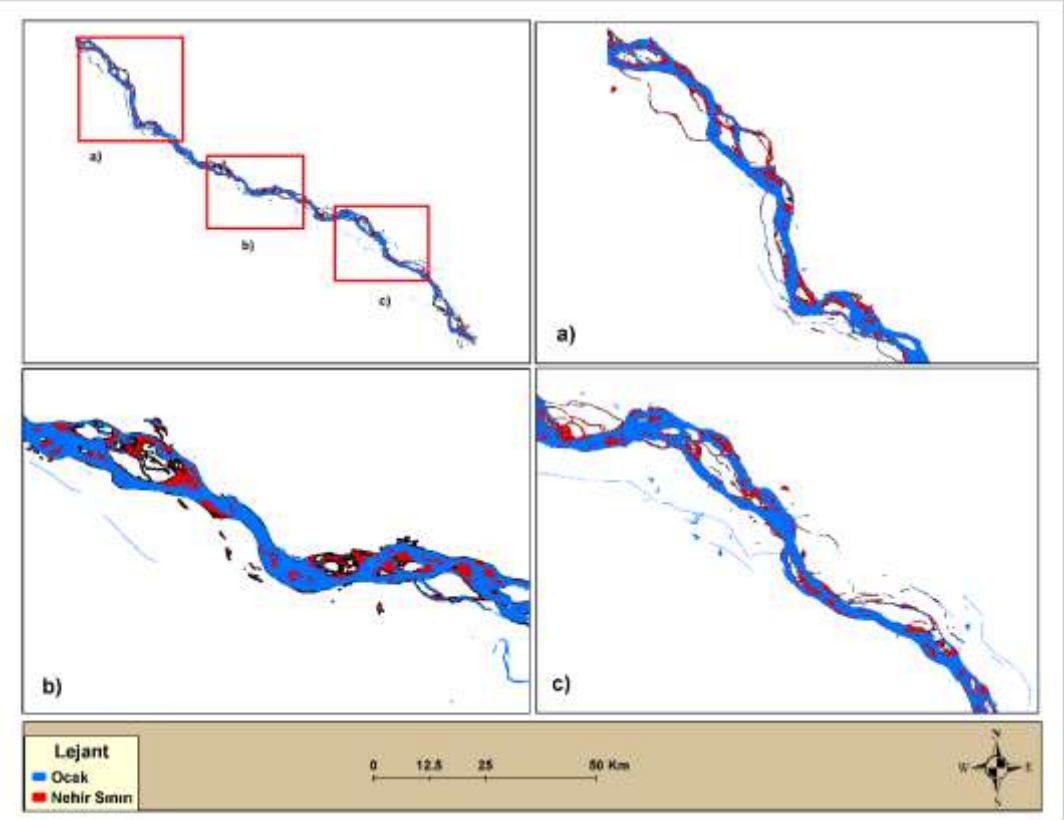
Aylar	Genel doğruluk	Kappa değeri

Ocak	0.852	0.851
Mart	0.805	0.803
Temmuz	0.832	0.831
Ekim	0.785	0.783

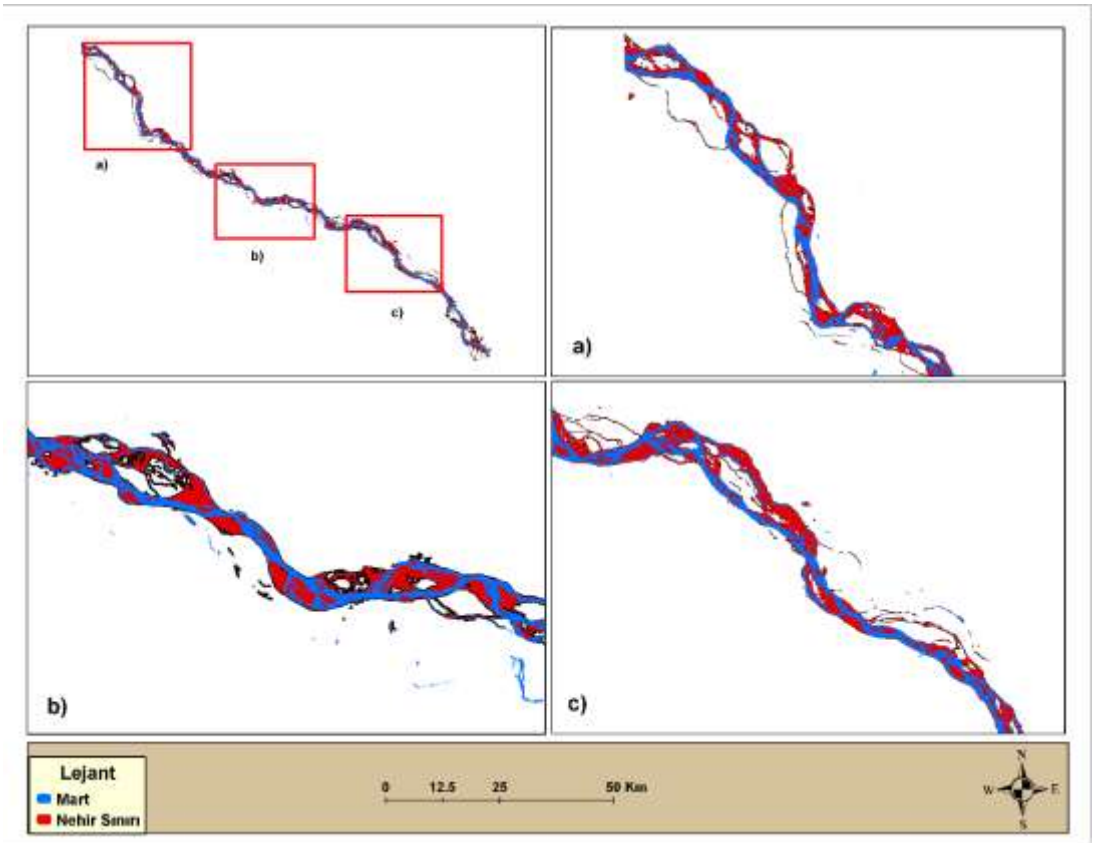


Görsel 2. Sınıflandırma sonucu

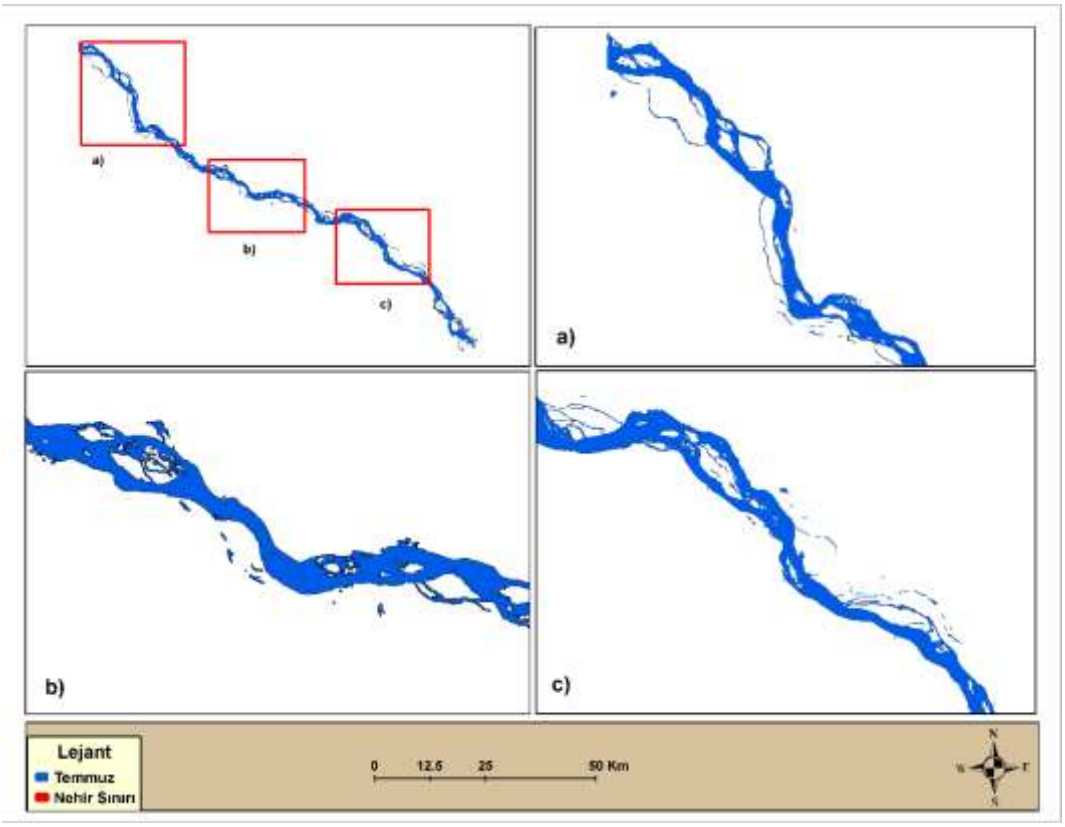
Sınıflandırma sonucunda çalışma bölgesinde mevsime bağlı olarak daha çok Amuderya nehrinde değişikliğin olduğu görülmektedir. Amuderya nehrinin en düşük seviyesinin Mart ayında ve en yüksek seviyesinin Temmuz ayında gerçekleştiği görülmektedir. Mart ayı itibariyle ekim mevsiminin başlaması ve ona bağlı olarak tarım alanlarında sulamanın artması bu değişikliğin başlıca nedenlerinden birisidir.



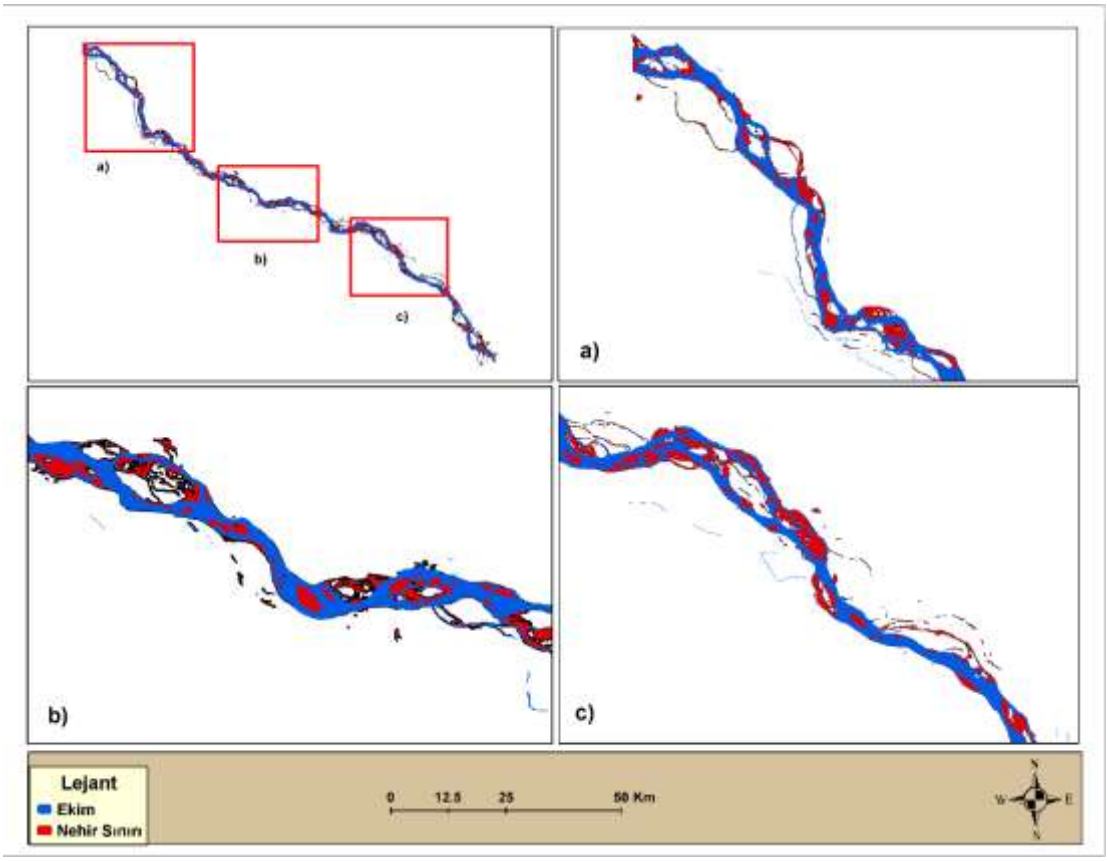
Görsel 3. Ocak ayı Amuderya nehrinin su seviyesi



Görsel 4. Mart ayı Amuderya nehrinin su seviyesi



Görsel 5. Temmuz ayı Amuderya nehrinin su seviyesi



Görsel 6. Ekim ayı Amuderya nehrinin su seviyesi

Amuderya nehri Hindikuş dağlarından başlayarak Tacikistan, Afganistan, Türkmenistan ve Özbekistan sınırlarından geçerek Aral gölünü beslemektedir. Amuderya nehri Orta Asya'nın en önemli akarsularından biridir. Bu nehir yağmur ve kar yağışlarından beslenmektedir. Söz konusu ülkelerin büyük bir kısmı tarım alanlarında geleneksel yollardan Amuderya nehrinin suyundan yararlanmaktadır. Bu durum ilkbaharın başlamasıyla nehir suyunun seviyesinin azalmasına neden olmaktadır (şekil 3) ve yaz aylarının başlarına kadar devam etmektedir. Yaz aylarından itibaren artan sıcaklığın etkisiyle Hindikuş dağlarındaki karların erimesi sonucu Amuderya nehrinin suyunun seviyesi yükselişe geçmektedir ve Temmuz ayında en yüksek zirvesine ulaşmaktadır (şekil 5). Bu durum Sonbahara kadar devam etmektedir.

KAYNAKÇA

[1] M. Karaman, K. Özelkan ve S. Taşdelen, «Dar Nehirlerin Sentinel2-A Uydu Görüntüleri ile Belirlenebilirliğinde Havza Hidrojeolojisinin Etkisi: Karamenderes (Çanakkale) Örneği,» *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi,* pp. 140-141, 2018.

[2] U. Avdan ve N. E. Öçer, «Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Obje Tespitinde ve Sınıflandırmasında Derin Öğrenme Temelli Yaklaşım,» p. 140.

[3] K. Kalkan ve D. Maktav, «Nesne Tabanlı ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerin Karşılaştırılması (Ikonos Örenği)».

[4] A. Sabuncu ve F. Sunar, «Ortofotolar ile Nesne Tabanlı Görüntü Sınıflandırma Uygulaması: Van Erciş Depremi Örneği,» *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi,* p. 3, 2017.

[5] A. Durdykaow, Gidrologiya, Aşkabat: Ylym Maatbası, 2011.

[6] «Sentinel-2 Mission,» 15 03 2021. [Çevrimiçi]. Available: https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2.

[7] M. M. F. Wong, J. C. Hung Fung ve P. P. Shing Yeung , «High-resolution calculation of the urban vegetation fraction in the Pearl River Delta from the Sentinel-2 NDVI for urban climate model parameterization,» *Springer Link,* 2019.

[8] J. Teng, S. Xia, Y. Liu, X. Yu, H. Duan, H. Xiao ve C. Zhao, «Assessing habitat suitability for wintering geese by using Normalized Difference Water Index (NDWI) in a large floodplain wetland, Chin,» *Ecological Indicators,* cilt 122, 2021.

[9] M. Mngadi, J. Odindi ve O. Mutanga, «The Utility of Sentinel-2 Spectral Data in Quantifying Above-Ground Carbon Stock in an Urban Reforested Landscape,» *Remote Sensing,* cilt 13, no. 21, 2021.

[10] K. Rouibah ve M. Belabbas, «Applying Multi-Index approach from Sentinel-2 Imagery to Extract Urban Area in dry season (Semi-Arid Land in North East Algeria),» *APPLİCATİONS OF COPERNİCUS SENTİNEL SATELLİTES,* 2020.

İNTERNET TABANLI GNSS VERİ DEĞERLENDİRME YAZILIMI İLE FARKLI KONFİGÜRASYONLARA GÖRE ELDE EDİLEN SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL İNCELENMESİ

Doç. Dr., KUTALMIŞ GÜMÜŞ[1], Harita Müh., SELİM ŞAŞA[2], Arş. Gör. Dr., MÜNEVVER GİZEM GÜMÜŞ[3]

[1] Ömer Halisdemir Üniversitesi, Kutalmış GÜMÜŞ, Mühendislik Fakültesi, kgumus@ohu.edu.tr - ORCID: 0000-0003-3114-8449

[2] Ömer Halisdemir Üniversitesi, Selim ŞAŞA, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı, selimsasa44@gmail.com - ORCID: 0000-0002-4260-6532

[3] Ömer Halisdemir Üniversitesi, Münevver Gizem GÜMÜŞ, Mühendislik Fakültesi, gizemkisaaga@ohu.edu.tr - ORCID: 0000-0003-4606-2277

ÖZET

Web tabanlı GNSS (Global Navigation Satellite System) değerlendirme servisleri kullanıcılarına kısa süre içerisinde yüksek hassasiyetli koordinat elde etme hizmeti sunmaktadır. Bu çalışmada TUSAGA-AKTİF ağında bulunan AKSR, KAMN, KAP1, NIGD, ONIY ve POZA İstasyonlarına ait 1 günlük verilerin değerlendirilmesi için web tabanlı GNSS yazılımlarından magicGNSS yazılımı kullanılmıştır. MagicGNSS yazılımı ile değerlendirmeler, farklı veri gözlem süresi (1, 4, 6, 8, 12, 16, 20 ve 24 saat), farklı uydu konfigürasyonları (GPS, GLONASS ve GPS+GLONASS) ve kullanılan farklı efemerislere (GMV Rapid, GMV Internal NRT, IGS Final ve IGS Rapid) göre yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, farklı konfigürasyonlara göre elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını ANOVA testleri ile belirmeye çalışmaktır. Bu amaçla bu verilerden 1,4,6,8,12,16,20 ve 24 saatlik gözlem dosyaları oluşturulmuştur. Her bir dosya farklı konfigürasyonlara göre magicGNSS servisine gönderilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Gerçek değer olarak kabul edilen TUSAGA-AKTİF İstasyonlarının ITRF 96 Datumu 2005.0 referans epoğundaki koordinatları magicGNSS değerlendirmeleri sonucu elde edilen kartezyen koordinatlara yani ITRF2014 Datumu 2021.91 ölçü epoğuna dönüştürülerek çoklu karşılaştırmalar ile varyans analizi yapılmıştır. Farklı veri gözlem süresine göre bütün koordinat farklarında, farklı uydu konfigürasyonlarına göre sadece Z koordinat farklarında, farklı efemerislere göre ise yine bütün koordinat farklarında anlamlı farklar görülmüştür. Gözlem süresi arttıkça genelde doğruluk da artmış, farklı uydu konfigürasyonları genelde benzer özellik göstermiştir. GPS+GLONASS çözümlerinin yalnızca GPS ve yalnızca GLONASS çözümlerine göre daha iyi, GPS çözümlerinin de GLONASS çözümlerine göre daha iyi sonuçlar ürettiği görülmüştür. Uygulamada kullanılan efemerisler arasında IGS Final efemerislerinin en iyi çözümleri ürettiği, GMV Rapid, GMV Internal NRT ve IGS Rapid efemerislerinin ise genellikle benzer çözümler ürettiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Veri gözlem süresi, efemeris, Magic GNSS, doğruluk, ANOVA.

STATISTICAL EXAMINATION OF THE RESULTS OBTAINED ACCORDING TO DIFFERENT CONFIGURATIONS WITH THE INTERNET-BASED GNSS DATA EVALUATION SOFTWARE

ABSTRACT

Web-based GNSS (Global Navigation Satellite System) evaluation services provide high-precision coordinate acquisition services to their users in a short time. In this study, magicGNSS software, one of the web-based GNSS software packages, was used to evaluate the 1-day data of AKSR, KAMN, KAP1, NIGD, ONIY, and POZA Stations in the TUSAGA-AKTİF network. Evaluations with magicGNSS software were made according to different data recording times (1, 4, 6, 8, 12, 16, 20, and 24 hours), different satellite configurations (GPS, GLONASS, and GPS+GLONASS), and different ephemeris (GMV Rapid, GMV Internal NRT, IGS Final and IGS Rapid) used. The aim of this study is to try to determine whether there is a statistically significant difference between X, Y, and Z coordinate differences obtained according to different configurations with ANOVA tests. For this purpose, 1,4,6,8,12,16,20 and 24-hour observation files were created from these data. Evaluations were made by sending each file to the magicGNSS service according to different configurations. The coordinates of TUSAGA-AKTİF Stations, which are accepted as real values, in ITRF 96 Datumu 2005.0 reference epoch were converted to cartesian coordinates obtained as a result of magicGNSS evaluations, namely ITRF2014 Datumu 2021.91 measurement epoch, and variance analysis was performed with multiple comparisons. Significant differences were observed in all coordinate differences according to different data recording times, only in Z coordinate differences according to different satellite configurations, and in all coordinate differences according to different ephemeris. As the observation time increased, the accuracy increased, and different satellite configurations generally showed similar characteristics. It has been observed that GPS+GLONASS solutions produce better results than only GPS and only GLONASS solutions, and GPS solutions produce better results than GLONASS solutions. Among the ephemeris used in practice, it was seen that the IGS Final ephemeris produced the best solutions, while the GMV Rapid, GMV Internal NRT, and IGS Rapid ephemeris generally produced similar solutions.

Keywords: Data observation time, ephemeris, Magic GNSS, accuracy, ANOVA.

1. GİRİŞ

İnternet tabanlı GNSS konumlama servisleri son yıllarda GNSS verilerini değerlendirme yazılımlarına alternatif olarak oldukça geliştirilmiştir. Bu GNSS konumlama servisleri GNSS verilerini web sayfaları aracılığıyla yüklemekte ve otomatik olarak değerlendirmektedir. Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) ortaya çıktığı ilk günden bu yana sivil ve askeri amaçla insanoğlunun hayatında yer almıştır. Günümüzde dört adet küresel iki adet bölgesel olmak üzere toplam altı adet uydu sistemi aktif olarak hizmet vermektedir. Japonya'ya ait QZSS ve Hindistan'a ait IRNSS bölgesel anlamda hizmet vermekte iken Amerika'ya ait GPS, Rusya'ya ait GLONASS, Avrupa Birliği'ne ait Galileo ve Çin'e ait olan Beidou uydu sistemleri ise küresel çapta hizmet vermektedir. Uydularla konum belirlemenin temel mantığı, uzay geriden kestirme yöntemine dayalıdır. Uydulardan elde edilen gözlemlerle mutlak ve bağıl yöntemler ile konum belirlenmektedir [1].

Bağıl konum belirleme için birden fazla alıcıya ve bu alıcılardaki eş zamanlı yapılan ölçümlere ihtiyaç duyulurken, mutlak konum belirlemede tek bir alıcı ile başka bir alıcıya ihtiyaç duyulmadan konum belirleme işlemleri yapılarak zaman ve bütçe gibi imkânlardan tasarruf sağlanmaktadır. Mutlak konum belirleme kendi içerisinde SPP ve PPP olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Günümüzde PPP servisleri; deformasyon izleme, tarım endüstrisi, hidrografi, denizaltı haritalarının yapımı, havadan haritalama gibi çalışmalarda kullanılmaktadır. PPP yönteminin hem statik hem de kinematik konum belirleme doğruluğu ve hassasiyetine ilişkin farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir [2].

Alçay ve İmren 2017 yaptıkları çalışmada bağıl konumlama hizmeti sunan servislerle (24 s) lik uzun ve (2 s) lik kısa gözlemleri statik olarak değerlendirmişlerdir. Servislerin yüksek doğruluk gerektiren çalışmalarda 24 saatlik toplanan verilerden yararlanabileceğini, kadastral uygulamalar ve birçok sivil uygulamalar gibi çalışmalarda ise 2 saatlik ölçümlerin konum belirlemek için yeterli olabileceği sonucuna varılmıştır. Alçay vd. 2013 yaptıkları çalışmada CSRS-PPP, magicGNSS ve APPS web tabanlı GNSS değerlendirme yazılımlarını kullanarak üç adet IGS noktasının 2'şer, 4'er ve 8'er ve 24 saatlik RINEX verilerini statik PPP yöntemi ile değerlendirmiş ve internet tabanlı yazılımlar kullanılarak cm seviyelerinde koordinat doğruluğuna ulaşmanın mümkün olduğu sonucuna varmışlardır. Bilgen vd. 2021 yaptıkları çalışmada Batı, Orta ve Doğu Anadolu'da yer alan ikişer adet TUSAGA-AKTİF istasyonundaki meteorolojik hava olaylarının PPP'ye etkisini, CSRS-PPP, GAPS ve magicGNSS servisleriyle araştırmış ve sonuçları istatistiksel olarak karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, web tabanlı PPP servislerinin doğruluğunu hava koşullarının etkilediği görülmüştür.

Bahadur ve Üstün 2014 yaptıkları çalışmada iki farklı metot izleyerek AUSPOS, OPUS, TRİMBLE, APPS, CSRS-PPP ve magicGNSS servisleri ile 7 gün 24 saatlik verilerin statik ve PPP analizini yapmış ve değişik sürelerdeki verilerin PPP sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Elde edilen sonuçların çoğunun mühendislik hizmetlerinin yürütülmesinde yeterli düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. Başka bir çalışmada, farklı mevsimlerde ve farklı gün ışığına sahip zamanlarda gözlem verileri seçilerek hava şartlarının ve gün ışığının iyonosferik ve troposferik modellere ve aynı zamanda PPP çözümlerine etkisini statik ve kinematik PPP yöntemiyle araştırmak için CSRS-PPP ve RTKLIB yazılımı kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, web-tabanlı online PPP servisleri ile cm-mm mertebesinde klasik rölatif yönteme alternatif olacak doğruluklarda konum belirlenebileceği gösterilmiştir [6]. Isioye vd. 2019 yaptıkları çalışmada bazı çevrimiçi GNSS servislerinin performansını gözlem süresine göre ve tahmini koordinatlardaki olası mevsimsel değişiklikleri belirlemek için Nijerya'daki beş sabit GNSS istasyonunun verilerini AUSPOS, GAPS ve magicGNSS servisleri ile değerlendirmişlerdir. Bu projedeki sonuçlar, kullanıcıların bu çevrimiçi hizmetlerden güvenilir sonuçlar bekleyebileceğini göstermiştir. Sezer vd. 2021 yaptıkları çalışmada ise Trimble RTX servisi ile farklı ölçme süresi ve Çoklu-GNSS çözümlerinin doğruluğu araştırılmıştır. Doğruluğun gözlem süresine bağlı olarak değiştiği Çoklu-GNSS çözümlerinin GPS ve GLONASS sistemlerine konum doğruluğu açısından katkı sağladığı ve doğruluğun enleme veya herhangi ek bir parametreye bağlı olmadığı, sadece gözlem süresine bağlı olduğu görülmüştür. Son olarak Pırtı ve Yazıcı 2022 yaptıkları çalışmada farklı ölçme süresine göre internet tabanlı GNSS yazılımlarından AUSPOS, CSRS-PPP ve Trimble RTX'i kullanarak ölçü süresinin konum doğruluğuna etkisini araştırmıştır. Çalışmanın bulgularına göre gözlem süresi arttıkça doğruluğun da arttığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada web tabanlı magicGNSS yazılımı kullanılarak farklı veri gözlem süresi (1, 4, 6, 8, 12, 16, 20 ve 24 saat), farklı uydu konfigürasyonları (GPS, GLONASS ve GPS+GLONASS) ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere (GMV Rapid, GMV Internal NRT, IGS Final

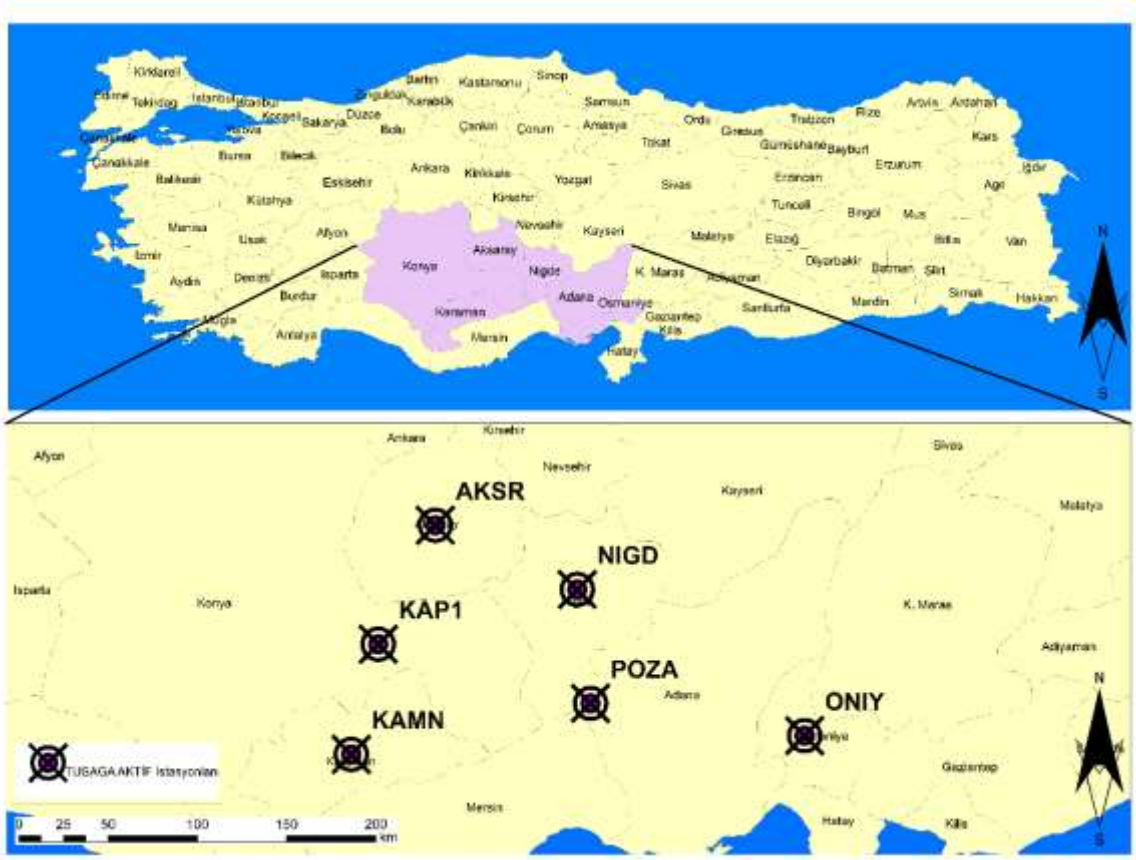
ve IGS Rapid) göre elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için çoklu karşılaştırma testleri ile varyans analizi (ANOVA) yapılması amaçlanmıştır. Bu gözlem verilerinden 1,4,6,8,12,16,20 ve 24 saatlik gözlem dosyaları oluşturulmuştur. MagicGNSS yazılımı kullanılarak farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında bulunan sonuçlar istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

2. MATERYAL METOT

Bu çalışmada, TUSAGA-AKTİF Ağına ait Niğde ili ve çevresindeki 5 adet sabit istasyon belirlenerek bu istasyonlara ait gözlem verileri değerlendirilmiştir. TUSAGA-AKTİF Ağı, İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) yürütücülüğünde, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve Harita Genel Müdürlüğü (HGM) ortaklığında, 08 Mayıs 2006 tarihinde başlamış ve Aralık 2008' de tam anlamıyla faaliyete geçmiştir. HGM ile TKGM tarafından müşterek olarak işletilen sistem, 15 Haziran 2011 tarihine kadar test amacıyla ücretsiz olarak işletilmiş, bu tarihten itibaren Bakanlıklar Arası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulunca belirlenen Birim Fiyatlar üzerinden ücretli olarak işletilmeye başlanmıştır [10]. TUSAGA-AKTİF Sistemi; 2 adet kontrol merkezi ve 167 adet Sabit GNSS istasyonundan oluşmaktadır. Kontrol merkezlerinin birisi TKGM' de diğeri HGM' de, 167 adet sabit istasyondan 4'ü de Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde (K.K.T.C.)' de bulunmaktadır [11]. Bu çalışmada kullanılan TUSAGA-AKTİF İstasyonlarının konumu Görsel 1'de, istasyonlara ait detaylar ise Çizelge 1' de gösterilmiştir.

Çizelge 1: Verisi kullanılan TUSAGA-AKTİF İstasyonlarına ait detaylar.

İstasyon	Ağ	Ülke	Enlem (Derece)	Boylam (Derece)	Yükseklik (m)	Alıcı	Anten
AKSR	TUSAGA-AKTİF	Türkiye	38.370	33.998	1005.790	TRIMBLE NETRS	TRM55971.00 NONE
KAMN	TUSAGA-AKTİF	Türkiye	37.193	33.220	1056.971	TRIMBLE NETRS	TRM55971.00 NONE
KAP1	TUSAGA-AKTİF	Türkiye	37.714	33.528	1034.697	TRIMBLE NETRS	TRM55971.00 NONE
NIGD	TUSAGA-AKTİF	Türkiye	37.959	34.679	1252.326	TRIMBLE NETRS	TRM55971.00 NONE
ONIY	TUSAGA-AKTİF	Türkiye	37.102	36.254	127.192	TRIMBLE NETRS	TRM55971.00 NONE
POZA	TUSAGA-AKTİF	Türkiye	37.422	34.872	826.401	TRIMBLE NETRS	TRM55971.00 NONE



Görsel 1: Verisi kullanılan TUSAGA-AKTİF İstasyonları, 2022.

Web tabanlı online değerlendirme servisleri GNSS verilerinin değerlendirilmesine oldukça kolay bir şekilde imkân tanımaktadır. Bu servislerden faydalanmak için internet bağlantılı bir bilgisayar ve geçerli bir e-posta adresinin olması genellikle yeterlidir. Veriler servislere gönderildikten sonra değerlendirilmeye başlanmakta ve sonuçlar kullanıcılara toplanan verinin boyutuna, internet hızına ve servisin yoğunluğuna bağlı olarak genellikle dakikalar mertebesinde çeşitli formatlarda gönderilmektedir [12]. Web tabanlı GNSS değerlendirme servisleri çizelgesi [3], [9], [6] ve [13]' ten yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çizelge 2. Web tabanlı GNSS değerlendirme servisleri ve bazı temel özellikleri.

Konumlama Yaklaşımı	Servisler	Geliştiren Kuruluş	Kullandığı Yazılım	Desteklediği Uydu Verisi	Ölçüm Modu	Web Sayfası
Bağıl	OPUS	American National Geodetic Survey/USA	PAGES	GPS	Statik Hızlı Statik	https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/
	AUSPOS	Geoscience/ Australia	BERNESE v5.2	GPS	Statik	http://www.ga.gov.au/bin/gps.pl
	SCOUT	Scripps Orbit and Permanent Array Center	GAMIT	GPS	Statik	http://sopac.ucsd.edu/scout.shtml
Mutlak	CSRS PPP	Natural Resources/ Canada	NRCan-PPP	GPS, GLONASS	Statik Kinematik	https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php
	GAPS	University of New Brunswick/ Canada	GAPS v6.0.0	GPS, GALILEO, BEIDOU	Statik Kinematik	http://gaps.gge.unb.ca/
	APPS	NASA-Jet Propulsion Laboratory/ USA	GIPSY OASIS II v6.4	GPS	Statik Kinematik	http://apps.gdgps.net/
	MAGIC GNSS	GMV Innavation Solutions/ Spain	MAGIC-PPP	GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS	Statik Kinematik	https://magicgnss.gmv.com/ppp
	TRIMBLE RTX	Trimble/USA	Trimble	GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS	Statik	http://www.trimblertx.com/ UploadForm.aspx

Bu çalışmada web tabanlı GNSS yazılımlarından magicGNSS yazılımı kullanılarak farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre elde edilen sonuçlar incelenmiştir. İspanya'da 2008 yılında GMV Aerospace and Defense Company tarafından geliştirilen magicGNSS online GNSS değerlendirme servisi ile statik veya kinematik modda toplanan veriler, IGS ile GMV tarafından üretilen hassas uydu yörünge ve saat ürünleri kullanılarak değerlendirilmektedir. Servis GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou ve QZSS uydularından toplanan verileri değerlendirebilmektedir. Ayrıca çoklu-GNSS sistemli PPP servisinin e-mail ile kullanılan modülü ücretsizdir. Pro lisanslı kullanıcılar ise yıl bazında oldukça yüksek sayılabilecek bir ücretle servise üye olarak GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou ve QZSS uydu sistemleri ile toplanan verileri değerlendirebilme ve pek çok ek özelliği kullanabilmektedirler [14]. Servis hakkında detaylı bilgilere [15]' teki web adresinden ulaşılabilir.

Kalaycı 2010'da belirtildiği gibi, istatistiksel analizlerde, iki ortalama arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için genelde t testi kullanılır. Bu sayı ikiden fazla ise ortalamalar

arasında fark olup olmadığını belirlemek için varyans analizi kullanılır. İkiden fazla ortalamanın karşılaştırılmasında ikişer ikişer ortalamaları t testi ile karşılaştırmak mümkündür. Fakat bu durumda ne kadar fazla test yapılırsa o kadar 1. tip hata oranı yükselmektedir. Birinci tip hata oranı; gerçekte bulgu iddiayı desteklemediği halde destekliyormuş gibi ileri sürme durumunda meydana gelmektedir [17]. Onun için varyans analizi, 1. Tip hata oranını yükseltmeden ikiden fazla ortalamanın karşılaştırılmasında kullanılan bir testtir.

Varyans analizinde bağımlı ve bağımsız değişkenler kullanılır. Genelde, bağımsız değişkenlerin (faktörlerin) bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi araştırılır. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin sayısına göre varyans analizinin türü değişmektedir. Çizelge 3'te bağımlı ve bağımsız değişkenlerin sayısına göre varyans analizlerinin çeşitleri gösterilmiştir.

Çizelge 3. Değişken sayısına göre uygulanan Varyans Analiz türleri [16].

		Bağımsız Değişken	
		1	**2**
Bağımlı Değişken	**1**	Tek Yönlü ANOVA	İki Yönlü ANOVA
	1'den Fazla	Tek Yönlü MANOVA	İki Yönlü MANOVA

Varyans analizinde önemli olan bir diğer konu ise değişkenlerin örneklem sayılarıdır. Örneklem sayılarının eşit olması istenmese de aradaki farkın çok fazla olmaması da önemlidir. Örneklem sayılarının eşit veya yakın olması varyans analizinden elde edilen sonuçların daha güvenilir olmasını sağlamaktadır. Örneklem sayılarının 10'dan fazla olması tercih edilmelidir [16].

Bu çalışmada web tabanlı GNSS yazılımlarından magicGNSS yazılımı kullanılarak farklı veri gözlem süresi (1, 4, 6, 8, 12, 16, 20 ve 24 saat), farklı uydu konfigürasyonları (GPS, GLONASS ve GPS+GLONASS) ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere (GMV Rapid, GMV Internal NRT, IGS Final ve IGS Rapid) göre elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için çoklu karşılaştırmalar ile varyans analizi yapılmıştır. Bu makalede gerçekleştirilen varyans analizi ve değerlendirmeler SPSS yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Varyans analizinde (ANOVA), analiz yapılmadan önce test edilecek grupların her birinin normal dağılımlı ve varyanslarının homojen olup olmadığının test edilmesi gerekir. Genel olarak ANOVA çizelgeleri, grupların ortalamaları arasında bir fark olup olmadığını göstermektedir. Post Hoc testleri, varyans analizi sonucunda gruplar arasında bir fark bulunmuşsa farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını görmek için kullanılır. Bu çalışmada, varyans homojenliğinin sağlandığı durumlarda Tukey testi, varyans homojenliğinin sağlanmadığı durumlarda ise Tamhane's T2 testi uygulanarak gruplar arasındaki farklılıklar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeleri yapmak için, istatistikte kullanılan F testinin tablo değerine bakmak gereklidir. SPSS yazılımı, F'nin %95 güven düzeyindeki tablo değeri olarak p değerini (Sig.) vermektedir. Eğer bu değer 0,05'ten küçükse Ho hipotezi reddedilmektedir. P(Sig.) değeri 0,05'in altında olan gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir.

Böylelikle hangi gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı ikili karşılaştırmalar yapılarak belirlenmektedir.

Bu çalışmada TUSAGA-AKTİF Ağındaki 6 istasyonun ITRF 96 Datumu 2005.0 referans epoğu koordinatları ve hız vektörleri [18] web sayfasından temin edilmiştir ve bu değerler gerçek değer olarak kullanılmıştır. Bu değerler magicGNSS değerlendirmeleri sonucu elde edilen kartezyen koordinatlara yani ITRF2014 Datumu 2021.91 ölçü epoğuna dönüştürülerek elde edilen sonuçlar ile gerçek değerler arasındaki farklar karşılaştırılmıştır. Böylelikle karşılaştırmalar aynı datum ve epoğa göre yapılmıştır. Yapılan bu datum dönüşümleri ve epok kaydırma işlemleri EUREF sitesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir [19]. Farklı konfigürasyonlara göre web tabanlı magicGNSS yazılımı ile elde edilen X,Y ve Z kartezyen koordinatlar ile gerçek değer olarak kabul edilen koordinatlar arasındaki farklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Varyans analizinde bağımlı değişken olarak X,Y ve Z koordinat eksenleri yönünde elde edilen farklar, bağımsız değişken olarak da farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve farklı efemerisler kullanılmıştır. Bu bağımlı ve bağımsız değişkenler ve alt gruplara göre varyans analizi gerçekleştirilerek farklı konfigürasyonlara göre elde edilen koordinat farkları arasında istatistiksel olarak bir fark olup olmadığı belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, web tabanlı magicGNSS yazılımı kullanılarak farklı istasyonlara göre farklı veri gözlem süresi (1, 4, 6, 8, 12, 16, 20 ve 24 saat), farklı uydu konfigürasyonları (GPS, GLONASS ve GPS+GLONASS) ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere (GMV Rapid, GMV Internal NRT, IGS Final ve IGS Rapid) göre elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı ANOVA testleri ile belirlenmiştir. Eğer istatistiksel olarak anlamlı bir fark varsa, bu farkın hangi değişken arasında olduğu gösterilmiştir. Varyans analizinde test edilecek grupların her birinin normal dağılımlı ve grupların varyanslarının homojen olup olmadığı varsayımı istatistiksel olarak sağlanmıştır (Çizelge 4).

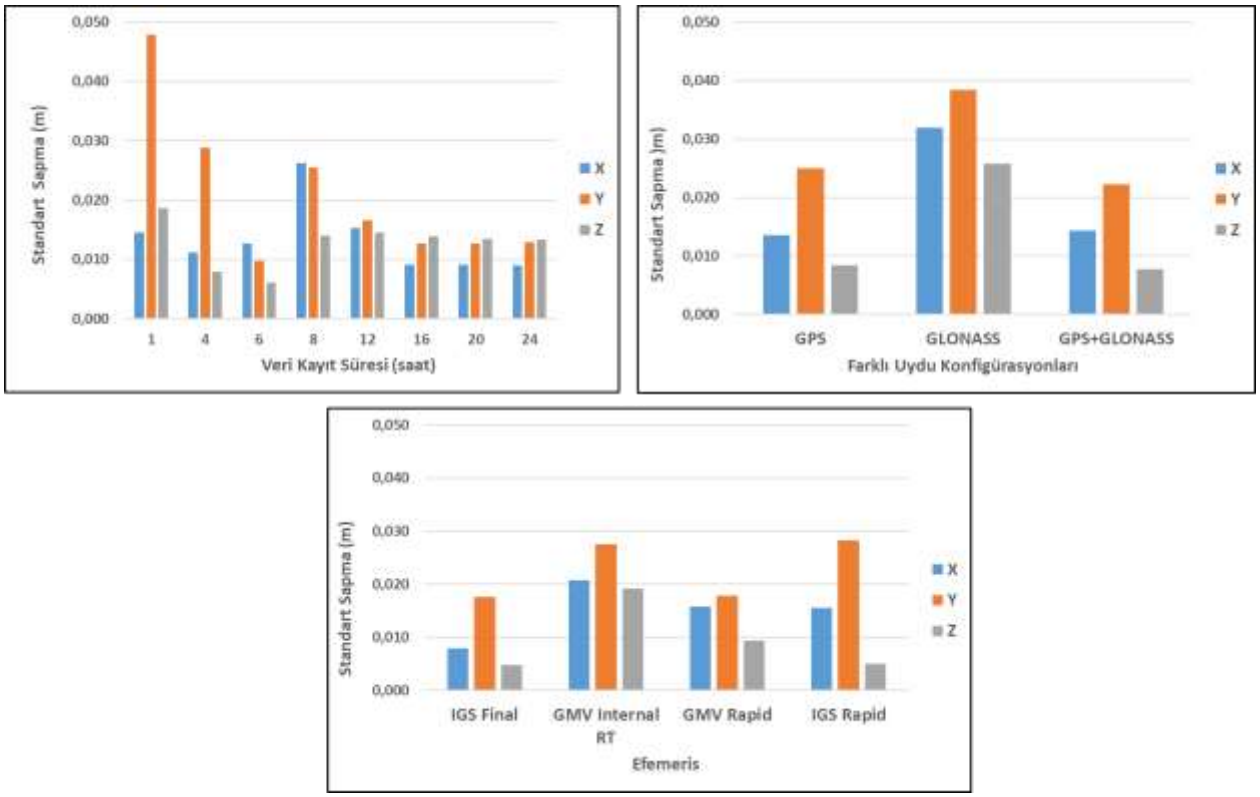
Çizelge 4: Farklı değişkenlere göre elde edilen Varyans Homojenliği Testi.

Değişkenler		Levene İstatistik	df1	df2	Sig.
Veri Gözlem Süresi	X	2,069	7	66	0,059
	Y	4,039	7	66	0,001
	Z	0,228	7	66	0,977
Farklı Uydu Konfigürasyonları	X	9,297	2	71	0
	Y	2,36	2	71	0,102

	Z	31,423	2	71	0
Efemeris	X	3,369	3	70	0,023
	Y	0,702	3	70	0,554
	Z	15,865	3	70	0

(df1, df2: Serbestlik derecesi, Sig.= p-değeri).

Aşağıdaki görsellerde farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre elde edilen standart sapma değerleri karşılaştırılmıştır.



Görsel 2: Veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve farklı efemerislere göre elde edilen standart sapma değerleri (m).

Ayrıca, aşağıda verilen Çizelge 5'deki ANOVA tablosunda, magicGNSS web yazılımı ile farklı istasyonlara göre farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında bir farklılığın olup olmadığı test edilmiştir. Bu çizelgede verilen sig. değeri 0.05 ten küçükse, bu değer farklı değerlendirme parametrelerine göre bulunan sonuçlar arasında bir farklılığın olduğunu göstermektedir. Farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre bulunan ANOVA değerleri incelendiğinde yapılan değerlendirmeler sonrası bulunan sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5: Farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere gerçekleştirilen ANOVA değerleri.

ANOVA	Veri Gözlem Süresi	Farklı Uydu Konfigürasyonları	Efemeris

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
X	Gruplar Arası	0,008	7	0,001	5,157	0,000	0,001	2	0,000	0,920	0,403	0,004	3	0,001	4,601	0,005
	Gruplar içi	0,014	66	0,000			0,021	71	0,000			0,018	70	0,000		
	Toplam	0,022	73				0,022	73				0,022	73			
Y	Gruplar Arası	0,014	7	0,002	3,745	0,002	0,001	2	0,001	0,990	0,377	0,011	3	0,004	6,955	0,000
	Gruplar içi	0,035	66	0,001			0,048	71	0,001			0,038	70	0,001		
	Toplam	0,049	73				0,049	73				0,049	73			
Z	Gruplar Arası	0,001	7	0,000	0,924	0,494	0,003	2	0,001	10,359	0,000	0,003	3	0,001	7,548	0,000
	Gruplar içi	0,012	66	0,000			0,01	71	0,000			0,01	70	0,000		
	Toplam	0,013	73				0,013	73				0,013	73			

(df: serbestlik derecesi, Sig.= p-değeri).

Varyans analizi sonucunda bu farkın, farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında olduğunu belirlemek için Post Hoc Testi uygulanmıştır. Veriler homojen ve normal dağılımlı ise Tukey testi, veriler homojen ve normal dağılımlı değilse Tamhane testi uygulanmıştır. Bunun için farklı parametrelere göre magicGNSS web yazılımı ile elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak örneğin farklı veri gözlem süresine göre elde edilen sonuçlar arasında bir fark olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu uygulamalar, farklı uydu konfigürasyonları ve farklı efemerisler için de yapılmıştır. Fakat bu değişkenlere göre elde edilen ikili karşılaştırma çizelgeleri çok uzun olduğu için, analiz edilen değişkenlere göre ikili karşılaştırmalarda farkın olduğu ve olmadığı farklı değişkenler için sadece X koordinat ekseninden elde edilen sonuçlar örnek olarak verilmiştir.

Yukarıda verilen Çizelge 4'de belirtilen Varyans Homojenliği Testi sonuçlarına bakılarak X koordinat ekseni boyunca elde edilen farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre elde edilen sonuçların bir bölümü bu çalışmada verilmiştir.

Aşağıdaki çizelgede, X koordinat eksenleri boyunca elde edilen farklı veri gözlem sürelerine göre verilerin homojen olduğu Tukey testi ile farkın anlamlı olduğu ikili karşılaştırmaların sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Bu çizelgede bu veri seti için hangi veri gözlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6: X koordinat eksenleri boyunca elde edilen farklı veri gözlem sürelerine göre elde edilen ikili karşılaştırmalar.

Bağımlı Değişken: X **Veri Gözlem Süresi - Çoklu Karşılaştırmalar (Tukey HSD)**

(I) SÜRE	(J) SÜRE	Ortalama Fark (I-J)	Standart Sapma	Sig.	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır

1	6	-0,033	0,007	0,001	-0,056	-0,010
1	16	-0,032	0,007	0,001	-0,053	-0,010
1	20	-0,032	0,007	0,001	-0,053	-0,010
1	24	-0,032	0,007	0,000	-0,054	-0,010
6	1	0,033	0,007	0,001	0,010	0,056
16	1	0,032	0,007	0,001	0,010	0,053
20	1	0,032	0,007	0,001	0,010	0,053
24	1	0,032	0,007	0,000	0,010	0,054

X koordinat eksenleri boyunca elde edilen farklı uydu konfigürasyonlarına göre verilerin homojen olmadığı Tamhane testi ile farkın anlamlı olduğu ikili karşılaştırmaların sonuçları aşağıdaki Çizelge 7'de verilmiştir. Bu çizelgede bu veri seti için hangi uydu konfigürasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7: X koordinat eksenleri boyunca elde edilen farklı uydu konfigürasyonlarına göre elde edilen ikili karşılaştırmalar.

Bağımlı Değişken: X **Farklı Uydu Konfigürasyonları - Çoklu Karşılaştırmalar (Tamhane)**

(I) GNSS	(J) GNSS	Ortalama Fark(I-J)	Standart Sapma	Sig.	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
GPS	GLONASS	0,008	0,010	0,837	-0,022	0,038
	GPS+GLONASS	0,000	0,003	1,000	-0,008	0,009
GLONASS	GPS	-0,008	0,010	0,837	-0,038	0,022
	GPS+GLONASS	-0,008	0,010	0,848	-0,038	0,022
GPS+GLONASS	GPS	0,000	0,003	1,000	-0,009	0,008
	GLONASS	0,008	0,010	0,848	-0,022	0,038

Ayrıca, X koordinat eksenleri boyunca elde edilen farklı efemerislere göre gerçekleştirilen değerlerdirmelerin sonucuna göre verilerin homojen olmadığı Tamhane testi ile farkın anlamlı olduğu ikili karşılaştırmaların sonuçları aşağıdaki Çizelge 8'de verilmiştir. Bu çizelgede bu veri seti için farklı efemerislere göre bulunan sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 8: X koordinat eksenleri boyunca farklı efemerislere göre elde edilen ikili karşılaştırmalar.

Bağımlı Değişken: X **Efemeris - Çoklu Karşılaştırmalar (Tamhane)**

(I) EFEMERİS	(J) EFEMERİS	Ortalama Fark (I-J)	Standart Sapma	Sig.	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
IGS Final	GMV Internal RT	0,017	0,005	0,013	0,003	0,031
	GMV Rapid	0,018	0,004	0,000	0,007	0,029
	IGS Rapid	0,010	0,004	0,175	-0,003	0,023
GMV Internal RT	IGS Final	-0,017	0,005	0,013	-0,031	-0,003
	GMV Rapid	0,001	0,006	1,000	-0,015	0,017
	IGS Rapid	-0,007	0,006	0,849	-0,023	0,010
GMV Rapid	IGS Final	-0,018	0,004	0,000	-0,029	-0,007
	GMV Internal RT	-0,001	0,006	1,000	-0,017	0,015
	IGS Rapid	-0,008	0,005	0,586	-0,022	0,007
IGS Rapid	IGS Final	-0,010	0,004	0,175	-0,023	0,003
	GMV Internal RT	0,007	0,006	0,849	-0,010	0,023
	GMV Rapid	0,008	0,005	0,586	-0,007	0,022

Yukarıdaki örnek çizelgeler incelendiğinde Çizelge 6'da, X koordinat ekseni boyunca bulunan sonuçlar arasında farklı gözlem sürelerine göre istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur. 1 saatlik veri sonucu bulunan sonuçlar ile 6, 16, 20 ve 24 saatlik verilerden elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak farklılık görünmektedir. 1 saatlik veri sonucu bulunan sonuçlar 4, 8 ve 12 saatlik verilerden elde edilen sonuçlarla benzer özellik göstermektedir. Aynı şekilde yine X koordinat ekseni boyunca bulunan sonuçlar arasında farklı uydu konfigürasyonlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Yani Çizelge 7'de, GPS, GLONASS ve GPS+GLONASS gibi farklı uydu konfigürasyonlarından elde edilen sonuçlar benzerdir. Farklı efemerislere göre gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucunda yine X koordinat ekseni boyunca bulunan sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Örnek olarak Çizelge 8'de IGS Final efemerisi kullanılarak elde edilen sonuçlar IGS Rapid ile benzer, diğer efemerisler kullanılarak elde edilen sonuçlardan istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

Genel olarak, X, Y ve Z koordinat eksenleri boyunca farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre elde edilen değerlendirmeler sonrasında elde edilen sonuçların birbirine göre benzer sonuçlar içerip içermediğini belirlemek ve istatistiksel olarak değerlendirmeler yapmak için alt gruplar oluşturulmuştur.

Çizelge 9: Farklı veri gözlem sürelerine göre oluşturulan alt gruplar.

Veri Gözlem Süresi - Subset for alpha = 0.05

X				Y				Z		
SÜRE	N	1	2	SÜRE	N	1	2	SÜRE	N	1
1	8	-0,035		1	8	-0,046		4	8	-0,015
8	10	-0,017	-0,017	8	10	-0,016	-0,016	1	8	-0,008
12	10	-0,015	-0,015	6	8		-0,010	6	8	-0,007
4	8		-0,012	4	8		-0,010	12	10	-0,007
16	10		-0,003	16	10		-0,002	8	10	-0,007
20	10		-0,003	12	10		-0,002	16	10	-0,003
24	10		-0,003	20	10		-0,001	20	10	-0,002
6	8		-0,002	24	10		0,001	24	10	-0,002
Sig.		0,095	0,324	Sig.		0,115	0,777	Sig.		0,424

Homojen alt gruplardaki gruplar için ortalamalar.

a. Harmonik ortalama örneklem büyüklüğü = 9.143.

Çizelge 10: Farklı uydu konfigürasyonlarına göre oluşturulan alt gruplar.

Farklı Uydu Konfigürasyonları - Subset for alpha = 0.05

X			Y			Z			
GNSS	N	1	GNSS	N	1	GNSS	N	1	2
GLONASS	10	-0,018	GPS+GLONASS	32	-0,013	GPS+GLONASS	32	-0,010	
GPS+GLONASS	32	-0,010	GPS	32	-0,009	GPS	32	-0,008	
GPS	32	-0,010	GLONASS	10	0,000	GLONASS	10		0,010
Sig.		0,337	Sig.		0,279	Sig.		0,893	1,000

Homojen alt gruplardaki gruplar için ortalamalar.

a. Harmonik ortalama örneklem büyüklüğü = 18.462.

Çizelge 11: Farklı efemeris değerlendirmelerine göre oluşturulan alt gruplar.

Efemeris - Subset for alpha = 0.05

X				Y				Z			
EFEMERİS	N	1	2	EFEMERİS	N	1	2	EFEMERİS	N	1	2
GMV Rapid	21	-0,017		IGS Final	16	-0,019		GMV Rapid	21	-0,013	
GMV Internal RT	21	-0,015		IGS Rapid	16	-0,017		IGS Rapid	16	-0,009	
IGS Rapid	16	-0,009	-0,009	GMV Rapid	21	-0,016		IGS Final	16	-0,007	
IGS Final	16		0,001	GMV Internal RT	21		0,010	GMV Internal RT	21		0,003
Sig.		0,452	0,248	Sig.		0,982	1,000	Sig.		0,357	1,000

Homojen alt gruplardaki gruplar için ortalamalar.

a. Harmonik ortalama örneklem büyüklüğü = 18.162.

Yukarıdaki çizelgeler incelendiğinde farklı veri gözlem sürelerine göre 1 saatlik veri setinin, X koordinat ekseni yönünde 8 ve 12 saatlik veri seti ile Y koordinat ekseni yönünde ise 8 saatlik veri seti ile benzer özellikler gösterdiği diğer süreler ile farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Z koordinat ekseni yönünde ise bütün süreler benzer özellik göstermiştir. Farklı uydu konfigürasyonlarına göre oluşturulan alt gruplarda X ve Y koordinat eksenleri yönünde bütün konfigürasyonlar benzer özellik gösterirken Z koordinat ekseni yönünde GLONASS uydu konfigürasyonundan elde edilen sonuçlar GPS ve GPS+GLONASS sonuçlarına göre farklılık göstermiştir. Farklı efemeris değerlendirmelerine göre oluşturulan alt gruplarda X koordinat ekseni yönünde IGS Final efemerisinden bulunan sonuçlar IGS Rapid ile benzer diğerleri ile farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Y ve Z koordinat ekseni yönünde GMV Internal RT efemerisi diğerlerinden farklı özellik göstermiştir. Bu çalışmada yapılan bütün analizler elde edilen sonuçların yorumlanması açısından önemlidir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Web tabanlı GNSS servislerine olan ilgi, servislerin ekonomik olması, verilerin kolaylıkla değerlendirilebilmesi, herhangi bir yazılım satın almayı gerektirmemesi vb gibi avantajları sayesinde son yıllarda giderek artmaktadır. İnternet tabanlı GNSS servislerinin ne kadar doğruluk sağladığının bilinmesi ise oldukça önemlidir. Bu çalışmada TUSAGA-AKTİF ağında bulunan 6 adet sabit istasyona ait 1 günlük RINEX verileri, web tabanlı magicGNSS yazılımı kullanılarak farklı veri gözlem süresi, farklı uydu konfigürasyonları ve değerlendirmede kullanılan farklı efemerislere göre elde edilen X, Y ve Z koordinat farkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı ANOVA testleri ile belirlenmiştir. Eğer istatistiksel olarak anlamlı bir fark varsa, bu farkın hangi değişkenler arasında olduğu gösterilmiştir. Farklı değişkenlere göre elde edilen ikili karşılaştırma çizelgeleri çok uzun olduğu için sadece X koordinat ekseninden elde edilen sonuçlar örnek olarak verilmiştir. Farklı veri gözlem süresine

göre bütün koordinat farklarında, farklı uydu konfigürasyonlarına göre sadece Z koordinat farklarında, farklı efemerislere göre ise yine bütün koordinat farklarında anlamlı farklar görülmüştür. Gözlem süresi arttıkça genelde doğruluğun arttığı, farklı uydu konfigürasyonlarının genelde benzer özellik gösterdiği, GPS+GLONASS çözümlerinin yalnızca GPS ve yalnızca GLONASS çözümlerine göre daha iyi sonuçlar ürettiği, GPS çözümlerinin de GLONASS çözümlerine göre daha iyi sonuçlar ürettiği görülmüştür. Uygulamada kullanılan IGS Final efemerislerinin en iyi çözümleri ürettiği, GMV Rapid, GMV Internal RT ve IGS Rapid efemerislerininse genellikle benzer çözümler ürettiği fakat bunlarda ürettikleri çözüm doğruluğu açısından kendi aralarında GMV Rapid- IGS Rapid - GMV Internal RT şeklinde sıralanabilir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre web tabanlı magicGNSS yazılımı kullanılarak cm doğruluğunda koordinat elde etmenin mümkün olduğu görülmüştür.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan magicGNSS yazılımı için GMV Aerospace and Defense Company servisine teşekkür ederim.

6. KAYNAKÇA

[1] Erol, T. (2021). Web Tabanlı Csrs-PPP Uygulamasının Farklı Uydu Sistemleri Üzerindeki Performansı, Journal of Geodesy and Geoinformation, 8(1), 41-56.
https://dergipark.org.tr/en/pub/hkmojjd/issue/57739/755799 (Erişim tarihi: 26.12.2021).

[2] Alçay, S., Yiğit, C. Ö., ve Ceylan, A. (2013). Csrs-Ppp, Magicgnss Ve Apps Web Tabanlı Yazılımların Statik PPP Modüllerinin Karşılaştırılması, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(1),1-12.
http://www.makalesistemi.com/panel/files/manuscript_files_publish/9cd7b8eb03077e60693ba14fb8ed2f1d/9656d5126d3aa2b6c632b15707fdb515/6ed1740f44b6ccf.pdf (Erişim tarihi: 22.12.2022).

[3] Alçay, S. ve İmren, H. İ. (2017). Opus Ve Auspos Web-Tabanlı Gps Değerlendirme Servislerinin Farklı Gözlem Süreleri İçin Doğruluk Performanslarının İncelenmesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6(2), 452-466.
https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.28948/ngumuh.341282 (Erişim tarihi: 27.12.2021).

[4] Bilgen, B., Bülbül, S., ve İnal, C. (2021). Tusaga-Aktif İstasyonlarındaki Meteorolojik Hava Olaylarının Hassas Nokta Konumlamaya Etkisi, Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering, 21(6), 1393-1403.
https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.35414/akufemubid.1010317 (Erişim tarihi: 06.06.2022).

[5] Bahadur, B. ve Üstün, A. (2014). İnternet Tabanlı Gnss Veri Değerlendirme Servisleri, Harita Dergisi, (152), 11.

https://www.harita.gov.tr/uploads/files/articles/internet-tabanli-gnss-veri-degerlendirme-servisleri-1142.pdf (Erişim tarihi: 27.12.2021).

[6] Erol, S., Mutlu, B., Erol, B., Katıgöz, S., ve Alkan, R. M. (2020). Antarktika Kıtasında Hassas Nokta Konumlama (Precise Point Positioning-PPP) Tekniğinin Performansının İncelenmesi, Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering, 20(5), 844-856.

https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.35414/akufemubid.761692 (Erişim tarihi: 02.01.2022).

[7] Isioye, O. A., Moses, M., and Abdulmumin, L., *Comparative Study of Some Online Gnss Post-Processing Services at Selected Permanent Gnss Sites in Nigeria*, IntechOpen, 2019.

[8] Sezer, G., Doğan, A. H. ve Erdoğan, B. (2021). Çoklu-Gnss Çözümlerinin Performansının İnternet Tabanlı Trimble Rtx Servisi İle İncelenmesi, Journal of Geodesy and Geoinformation, 8(1), 30-40.

https://dergipark.org.tr/en/pub/hkmojjd/issue/57739/764909 (Erişim tarihi: 26.12.2021)

[9] Pırtı, A., ve Yazıcı, D. (2022). İnternet Tabanlı Gnss Yazılımlarının Doğruluk Açısından Değerlendirilmesi, Geomatik Dergisi, 7(2), 88-105.

https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.29128/geomatik.882843 (Erişim tarihi: 26.12.2021).

[10] Cankurt, İ., Salgın, Ö., Karan, Z. S. ve İlbey, A., *Tusaga-Aktif (cors-Tr) Sistemi İşletilmesi Ve Güncelleştirilmesi*, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Ankara, Türkiye, 2019.

[11] https://www.tusaga-aktif.gov.tr/

(Erişim tarihi: 09.12.2022).

[12] Uçarlı, A. C., Demir, F., Erol, S. ve Alkan, R. M. (2021). Farklı Gnss Uydu Sistemlerinin Hassas Nokta Konumlama (PPP) Tekniğinin Performansına Etkisinin İncelenmesi, Geomatik Dergisi, 6(3); 247-258.

https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.29128/geomatik.779420 (Erişim tarihi: 07.06.2022).

[13] Ocalan, T., Erdogan, B., Tunalioglu, N., ve Durdag, U. M. (2016). Accuracy Investigation of Ppp Method Versus Relative Positioning Using Different Satellite Ephemerides Products Near/Under Forest Environment, Earth Sciences Research Journal, 20(4), 1.

http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/esrj/article/view/59496 (Erişim tarihi: 21.10.2022).

[14] Alkan, R. M., Ozulu, İ. M. ve İlçi, V. (2017). Klasik GNSS Veri Değerlendirme Yazılımlarına Alternatif Olarak Web-tabanlı Online Değerlendirme Servisleri, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, (17), (603-619).

[15] https://magicgnss.gmv.com/ppp

(Erişim tarihi: 22.05.2022).

[16] Kalaycı, Ş., *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Asil Ltd. Şti, 5. Baskı, Kızılay, Ankara, 2010.

[17]https://www.google.com/search?q=1.+tip+hata+oran%C4%B1+ne+demek&oq=1.+&aqs=chrome.1.69i57j69i59j0i131i433i512l3j0i512l2j0i131i433i512j0i131i433j0i512.2636j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8

(Erişim tarihi: 20.12.2022).

[18] https://www.tusaga-aktif.gov.tr/Web/IstasyonKonumBilgileri.pdf

(Erişim tarihi: 13.12.2022).

[19] https://www.epncb.oma.be/_productsservices/coord_trans/

(Erişim tarihi: 13.12.2022).

SPEECH RECOGNITION USING DEEP LEARNING MODEL WITH VOLTERRA SERIES-BASED LAYERS IN TENSORFLOW

Zakaria Fayez Abd Alyafawi[1], Devrim Akgun [2]

[1] Sakarya University, Institute of Natural Sciences, 0000-0002-1056-1181

[2] Sakarya University, Computer and Information Sciences Faculty, 0000-0002-0770-599X

ABSTRACT

The Volterra series is a mathematical tool widely used to analyze and model nonlinear systems. The Volterra model expands a nonlinear system's response in terms of a series of integral equations. Like linear convolution, nonlinear convolution operators can be integrated into deep learning layers. This research proposes a new layer based on a second-order 1D Volterra series expansion using the TensorFlow environment. To develop the Volt1D, we first analyzed a linear convolutional layer's performance on a human speech dataset. The Volterra series has been particularly successful in speech recognition, as it allows for modeling the nonlinear dynamics of the human vocal tract. Volt1D allowed us to capture higher-order nonlinearities in the system, significantly improving the model's accuracy. To validate the effectiveness of the Volt1D, we conducted extensive experiments on a dataset of the human speech command. Overall, our research demonstrates the potential of the Volt1D as a powerful tool for training speech recognition models.

Keywords: Convolutional Neural Networks, Volterra Series, Speech Recognition, TensorFlow, Deep Learning

1. INTRODUCTION

The ability to recognize and understand speech is a critical function for human communication and a key challenge in artificial intelligence. Convolutional Neural Networks (CNNs) have achieved state-of-the-art results on various speech recognition tasks, thanks to their ability to learn high-level features from raw audio data [1]. However, the standard CNN architecture is based on linear operations, which may not be sufficient to capture the complex nonlinear relationships present in speech signals [3]. To address this limitation, researchers have proposed various approaches to incorporate nonlinearity into CNNs, such as using activation functions or pooling methods [2]. In this research paper, we propose a novel approach to extract nonlinear relationships in speech recognition models using a second-order Volterra Convolution layer in

TensorFlow. The Volterra series is a mathematical tool that allows us to represent nonlinear systems as an infinite series of linear operations [4]. By using the Volterra series as a convolution operation, we can extend the expressiveness of CNNs and improve their performance on speech recognition tasks. The main contributions of this work are the development of a second-order Volterra Convolution layer for TensorFlow. The implementation and evaluation of the proposed layer on a speech recognition task. The rest of the paper is organized as follows: In Section 2, we review related work on nonlinear approaches for CNNs and speech recognition, were in Section 3, we describe our proposed method and provide a mathematical explanation of the second-order Volterra series, we describe the implementation of the Volterra Convolution layer in TensorFlow in Section 4. In Section 5, we present the experimental results, discussion, and conclusion.

2. RELATED WORK

The use of Convolutional Neural Networks (CNNs) has achieved state-of-the-art results on a range of tasks, including speech recognition [5]. However, the standard CNN architecture is based on linear operations, which may not be sufficient to capture the complex nonlinear relationships present in speech signals [8]. To address this limitation, several approaches have been proposed to incorporate nonlinearity into CNNs. One common approach is to use activation functions, such as ReLU or sigmoid, within the CNN layers [7]. Activation functions can introduce nonlinearity into the model by transforming the input data in a nonlinear manner. However, the expressiveness of the model is still limited by the linear nature of the convolution operation. Another approach is to use pooling methods, such as max pooling or average pooling, to down sample the input data and introduce nonlinearity [7]. Pooling methods can capture local patterns in the data, but they do not explicitly model the nonlinear relationships between the input features. Another option is to use nonlinear convolutional layers, such as the adaptive ReLU (ARelu) layer [6]. The ARelu layer introduces nonlinearity by adaptively adjusting the slope of the activation function based on the input data. However, the expressiveness of the model is still limited by the linear nature of the convolution operation.

In this research, we propose a novel approach to extract nonlinear relationships in speech recognition models using a second-order Volterra Convolution layer in TensorFlow. The Volterra series is a mathematical tool that allows us to represent nonlinear systems as an infinite series of linear operations [9]. By using the Volterra series as a convolution operation, we can extend the expressiveness of CNNs and improve their performance on speech recognition tasks.

3. PROPOSED LAYER

As previously mentioned, the proposed approach combines the Volterra kernel theory to exploit the nonlinear operations that occur within a receptive field. Nonlinearities have traditionally been exploited in CNNs using activation functions and pooling operations between layers. However, these nonlinearities may approximate the coding of inner processes in the visual system, but not those that exist within the receptive field. Our layer follows the typical workflow of a Conv1D layer, which includes various layers for purposes such as convolution, pooling, activation functions, batch normalization, dropout, and fully connected layers. In contrast, the one-dimensional Volterra convolutional (Volt1D) layer can be easily integrated into almost any existing CNN architecture.

3.1. Linear Convolution

Convolution is a mathematical operation that produces a third tensor as output by performing computation on two input tensors. CNNs are composed of various 1D convolutions over a voice wave, with the kernels of the filters serving as trainable parameters. The 1D convolution is expressed as follows:

$$g(x) = \text{conv}\,(f(x)) \Rightarrow$$
$$g(x) = \omega * f(x) = \sum_{dx=-a}^{a} \omega(dx) f(x+dx) \quad (1)$$

Where $g(x)$ is the convolution outcome and ω is the kernel. CNNs have multiple layers and kernel sizes $\omega^l\omega^l$. Furthermore, each convolution output is passed through a non-linear function. More importantly, at CNN's l^{th} l^{th} layer, we have the following:

$$\text{Conv}\left(x^{[l-1]}, \Omega\right) = \sigma^{[l]}\left(\sum_{i=1}^{n_C^{[l-1]}}\left(\sum_{j=1}^{n_H^{[l-1]}}\sum_{k=1}^{[ll-1]} \Omega_{ijk} x_{i,h+j-1,w+k-1}^{[l-1]} + b^{[l]}\right)\right) \quad (2)$$

Ω represents the kernels, xx is the input to the layer, $\sigma^l\sigma^l$ is the nonlinear function or activation function at the l^{th} layer, and $b_n^{[l]}$ is the biases at that layer. The CNN model produces a predicted voice after several convolutional layers. The loss function is used to calculate the mean error between the predicted and target images, and this loss is propagated back to the model parameters through the backpropagation process.

3.2. VOLTERRA SERIES

The Volterra series is a model for nonlinear behavior that is able to capture memory effects in a way that the Taylor series cannot [19]. While the Taylor series can approximate the response of a nonlinear system to a given input if the output only depends on the current input, the

Volterra series takes into account the input at all other times as well in determining the output. A nonlinear system can be represented as a black box with an input/output relationship of . If a system is time-invariant and exhibits memory effects similar to those captured by the Taylor series, it can be more accurately described using a Volterra representation, which is a mathematical extension of the linear convolution system. Linear systems without memory effects in continuous time can be more accurately described using equation (2).

$$y(t) = Tx(t) \quad (2)$$

The value 'y' is assigned to the input 'x' where T is a linear gain operator [20]. The system is assumed to be in the continuous time domain (the convolution sum becomes a convolution integral) as is typically assumed in classical system theory, as shown in equation (3):

$$y(t) = \int_0^n h^n(t).x(t-\tau)\,d\tau \quad (3)$$

The linear system with a discrete domain can be present as in (4)

$$f(t) = \sum_{i=0}^{n} f(\tau_i).x(t-\tau_i) \quad (4)$$

Therefore, we restrict the τ operator to the system response that can be classified by signal convolution as described below using H operator.

$$y(t) = H_1.x(t) \quad (5)$$

Volterra enlarged this formula into a non-linear representation by adding a series of non-linear terms with 1st and 2nd order [22]. Volterra 1st order supposed continuous time domain like:

$$y(t) = h^0 + \int \; h^{(1)}(\tau_1)x(t-\tau_1)d\tau_1 \quad (6)$$

With discrete domain system will be described below:

$$y_t = \sum_{\tau_1=0}^{l-1} w_{\tau_1}^1 . x_{t-\tau_1} \quad (7)$$

As shown above, in (7) the 1st order Volterra assigned a value y to an input x with $\tau_1$which is a linear gain operator.

The 2nd-order Volterra with the continuous (12) and discrete-time (13) domains will be like this:

$$y(t) = h^0 + \int_0^t \; h^{(1)}(\tau_1)x(t-\tau_1) + \iint_0^t h^{(2)}(\tau_1,\tau_2)x(t-\tau_1)x(t-\tau_2)d\tau_1 d\tau_2 \quad (8)$$

$$y_t = \sum_{\tau_1=0}^{l-1} w_{\tau_1}^1 . x_{t-\tau_1} + \sum_{\tau_1=0}^{l-1} \; \sum_{\tau_2=0}^{l-1} w_{\tau_1,\tau_2}^2 . x_{t-\tau_1} . x_{t-\tau_2} \quad (9)$$

Wherever that our custom Volterra Convolutional (Volt1D) layer handles the 2nd order level at this time. Now, Volterra Series can be written as (10):

$$y(t) = H_1.x(t) + H_2.x(t) \quad (10)$$

Where every term H_nH_n is a non-linear operator that filters the voice signals. The H_0 H_0 is a constant value, where later this will be the bias added to the main equation. A kernel known as

the Volterra Kernel exists in the integral. Since the signal's features cannot be predicted from the future, this must be causal [21]. Therefore, each Volterra Kernel is required to keep the following properties:

$$h^{n}(\tau_1 \dots \tau_n) = 0 \text{ for any } \tau_i < 0 \text{ where } i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (11)$$

The Volterra series can be viewed as a Taylor series with memory, in that it describes systems in which the output is influenced not only by the current input, but also by past inputs. While the traditional Taylor series is only applicable to systems that instantly map inputs to outputs, the Volterra series can describe systems with memory. This series can be used to compute integrals over both finite and infinite intervals, although in computer applications it is usually necessary to use finite intervals. The Volterra operator can accept discrete data in the form of matrices and tensors with many dimensions, and can process this data using the sliding window technique. The discretized Volterra operator is given as follows:

$$y(t) = h_0 + \sum_{n=1}^{N} \sum_{\tau_1=a}^{k} \cdots \sum_{\tau_n=a}^{k} h_n(\tau_1, \dots, \tau_n) \prod_{i=1}^{n} x(t - \tau_i) \quad (12)$$

Where $h^{n}(\tau_1, \dots, \tau_n)$ $h^{n}(\tau_1, \dots, \tau_n)$ are one-dimensional tensors or matrices that represent discrete Volterra Kernels. And because the process must be causal, the kernels may form a super-diagonal tensor or an upper triangular matrix. To avoid the extra computations required by the triangular form, the symmetrical kernels can also be stated as in (15). Although kernels are fully computed and a triangular mask is used for the causality later in the implementation due to software architecture choices.

$$y(t) = h_0 + \sum_{n=1}^{N} \sum_{\tau_1=0}^{k} \sum_{\tau_2=\tau_1}^{k} \sum_{\tau_3=\tau_2}^{k} h_n(\tau_1, \dots, \tau_3) \prod_{i=1}^{3} x(t - \tau_i) \quad (13)$$

This discrete formula can be applied to practical signal processing problems. The Stone-Weierstrass theorem states that any continuous nonlinear system can be approached by a discrete finite system, which in our case is the Volterra Series. Because of its power series nature and polynomial complexity, the convergence of an infinite Volterra series cannot be guaranteed for any input signals. As a result, both the input and output signals must be restricted to some extent. In our approach, we will experiment with non-linear degrees of up to 2nd order as a non-linear one-dimension Volterra Convolution (Volt1D) layer.

3.3. VOLTERRA BASED CONVOLUTIONAL LAYER

The concept of nonlinear convolutions can be extended to one-dimensional voice wave signals and, as a result, deep convolutional neural networks [18]. However, it is important to first explain how nonlinear convolutions can be implemented using the Volterra series. The Volterra series is a set of approximations that aims to simulate real-world dynamic systems. Similarly,

Volterra-based convolutions filter the input data using appropriate kernels. These kernels have the same capabilities as linear convolution kernels, but can also capture higher-order interactions between the input data. The first-order kernels are linear and equivalent to traditional convolutions. The second-order kernel considers the interactions between the input data twice, and filters them using a kernel [19]. Because the input data is multiplied by itself at each order to capture higher-order interactions, this algorithm has polynomial complexity. In our method, we will use second-order Volterra kernels in the one-dimensional Volterra Convolution (Volt1D) layer.

Our proposed convolution adopted the second and third-order Volterra series. Given patch $I \in R^{k_h.k_w} I \in R^{k_h.k_w}$ with nn elements as ($n = k_h.k_w n = k_h.k_w$), reshaped as a vector$X \in R^n$ $X \in R^n$:

$$x = [x_1, x_2, x_3 \dots \dots \ x_n], x = [x_1, x_2, x_3 \dots \dots \ x_n] \quad (14)$$

The input-output function of a linear filter is:

$$y(x) = \sum_{i=1}^{n} \left(w_1^i . x_i\right) + b \quad (15)$$

Where, $w_1^i w_1^i$ are the weights in the linear convolution contained in a vector $w_1 w_1$ and bb the bias will be added to the convolution. In our custom one-dimension Volterra convolution (Volt1D) layer we expand the function to handle the 2nd order as the following quadratic form:

$$y(x) = \sum_{i=1}^{n} \left(w_1^i . x_i\right) + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \left(w_2^{i,j} . x_i . x_j\right) + b \quad (16)$$

Due to causality issues, the second-order kernel $w_{i,j}^2 w_{i,j}^2$ forms an upper triangular matrix. Finally, we can obtain the following form that describes the integration of Volterra convolutions in a CNN if we combine equation (2) with equations (16) from Volterra convolutions.

$$Volt1D\left(x^{[l-1]}, \Omega\right) = \sigma^{[l]}\left(\sum_{c=1}^{n_c^{[l-1]}} \left(b + \sum_{i=1}^{n} \omega_{ci}^{(1)} x_i^{[l-1]} + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \omega_{cij}^{(2)} x_i^{[l-1]} x_j^{[l-1]}\right)\right) \quad (17)$$

4. IMPLEMENTATION

In this section, we describe the implementation of the second-order 1D Volterra Convolution (Volt1D) layer in TensorFlow [13,14]. The proposed layer takes a 3D input tensor with shape (batch_size, input_length, channels) and applies a second-order Volterra convolution operation to extract nonlinear relationships in the data. To implement the Volt1D layer, we first define the Volterra kernels Ω as trainable variables in TensorFlow[11,12]. These kernels are used to filter the input data and capture higher-order interactions between the data points. The second-order kernels are defined as a 3D tensor with shape (2, kernel_length, channels), where

kernel_length is the size of the kernel and channels is the number of channels in the input data. Next, we define the forward pass of the Volt1D layer. Given an input tensor x with shape (batch_size, input_length, channels), the output of the Volt1D layer is computed as follows:

$$\text{output} = \Omega[0] * x + \Omega[1] * x * x, \text{output} = \Omega[0] * x + \Omega[1] * x * x \quad (18)$$

where * denotes element-wise multiplication [10]. This equation represents the second-order Volterra series, which captures the linear and quadratic interactions between the input data points. To compute the gradient of the Volt1D layer with respect to the input tensor x, we use the TensorFlow gradient tape mechanism. This allows us to automatically compute the gradients of the Volt1D layer during the backpropagation process [17]. The gradient of the Volt1D layer with respect to x is given by: gradients of the Volt1D layer during the backpropagation process [17]. The gradient of the Volt1D layer with respect to x is given by:

$$dx = \Omega[0] + 2 * \Omega[1] * x, dx = \Omega[0] + 2 * \Omega[1] * x \quad (19)$$

Finally, we implement the Volt1D layer as a custom TensorFlow layer using the tf.keras.layers.Layer class [15,16]. This allows us to easily incorporate the Volt1D layer into any TensorFlow model and train it using standard optimizers and loss functions.

5. RESULTS

In this section, we present the results of our experiments with the second-order 1D Volterra Convolution (Volt1D) layer. We tested the Volt1D layer on speech commands dataset V0.01. On the speech commands dataset, the Volt1D layer achieved an accuracy of 95.6%, which is a significant improvement over the baseline accuracy of 91.5% obtained using a standard Conv1D layer. This demonstrates the effectiveness of the Volt1D layer in extracting nonlinear relationships in speech data.

Table 1. Speech Command Dataset Training Result.

Epochs	Conv1D	Volt1D
20	0.8421	0.8458
30	0.8450	0.8482
40	0.9150	0.9561

However, this result is still promising and suggests that the Volt1D layer may be useful for extracting nonlinear relationships in other types of medical data.

6. Discussion

The results of our experiments demonstrate the effectiveness of the second-order 1D Volterra Convolution (Volt1D) layer in extracting nonlinear relationships in both speech and medical data. The Volt1D layer significantly improved the accuracy of the speech commands dataset. Another potential advantage of the Volt1D layer is its ability to model nonlinear systems using a series of linear operations. This may make the Volt1D layer more computationally efficient compared to other nonlinear models, such as fully connected layers or recurrent.

7. Conclusion

In this research, we proposed the use of the second-order 1D Volterra Convolution (Volt1D) layer for extracting nonlinear relationships in speech and medical data. Our experiments showed that the Volt1D layer significantly improved the accuracy of the speech commands dataset. These results suggest that the Volt1D layer is a promising approach for capturing nonlinear relationships in data, and may be useful for a wide range of applications. Overall, the Volt1D layer is a promising approach for improving the performance of deep learning models on tasks that require the extraction of nonlinear relationships in data.

REFERENCES

[1] Hannun, A., Case, C., Casper, J., Diamos, G., Elsen, E., Prenger, R., & Satheesh, S. (2014). Deep speech: Scaling up end-to-end speech recognition. arXiv preprint arXiv:1412.5567.
[2] LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, 86(11), 2278-2324.
[3] Meng, X., Li, L., & Li, Y. (2018). Nonlinear convolutional neural networks for speech recognition. IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 26(5), 982-995.
[4] Wiener, N. (1949). Extrapolation, interpolation, and smoothing of stationary time series. MIT Press.
[5] Kaiming, H., Xiangyu, Z., Shaoqing, R., & Jian, S. (2015). Delving deep into rectifiers: Surpassing human-level performance on imagenet classification. In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision (pp. 1026-1034).
[6] Passricha, V.; Aggarwal, R.K. PSO-based optimized CNN for Hindi ASR. Int. J. Speech Technol. 2019, 22, 1123–1133.
[7] Hamid, O.A.; Mohamed, A.R.; Jiang, H.; Deng, L.; Penn, G.; Yen, D. Convolutional Neural Networks for Speech Recognition. IEEE/ACM Trans. Audio Speech Lang. Process. 2014, 22, 1533–1545.
[8] Li, X.; Zhou, Z. Speech command recognition with convolutional neural network. In CS229 Stanford Education; 2017.
[9] Palaz, D.; Doss, M.M.; Collobert, R. End-to-end acoustic modeling using convolutional neural networks for HMM-based automatic speech recognition. Speech Commun. 2019, 108, 15–32.
[10] Dhingra, S.D.; Nijhawan, G.; Pandit, P. Isolated speech recognition using MFCC and DTW. Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng. 2013, 2, 4085–4092.

[11] Nassif, A.B.; Shahin, I.; Attili, I.; Azzeh, M.; Shaalan, K. Recognition Using Deep Neural Networks: A Systematic Review. IEEE Access 2019, 7, 19143–19165.
[12] Barszcz, M.; Chen, W.; Boulianne, G.; Kenny, P. Tree-structured vector quantization for speech recognition. Comput. Speech Lang. 2000, 14, 227–239.
[13] Wei, K.; Zhang, Y.; Sun, S.; Xie, L.; Ma, L. Conversational Speech Recognition by Learning Conversation-Level Characteristics, ICASSP; IEEE: Singapore, 2022; ISBN 978-1-6654-0540-9.
[14] Chorowski, J., Bahdanau, D., Serdyuk, D., Brakel, P., & Bengio, Y. (2015). Attention-based models for speech recognition. In Advances in neural information processing systems (pp. 577-585).
[15] Hinton, G., Deng, L., Yu, D., Dahl, G. E., Mohamed, A., Jaitly, N., ... & Kingsbury, B. (2012). Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups. IEEE Signal Processing Magazine, 29(6), 82-97.
[16] Sainath, T. N., Vinyals, O., Senior, A., & Sak, H. (2015). Convolutional, long short-term memory, fully connected deep neural networks. In Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2015 IEEE International Conference on (pp. 4580-4584). IEEE.
[17] Kim, Y., Jernite, Y., Sontag, D., & Rush, A. M. (2016). Character-aware neural language models. arXiv preprint arXiv:1508.06615.
[18] Cho, K., van Merrienboer, B., Bahdanau, D., & Bengio, Y. (2014). On the properties of neural machine translation: Encoder-decoder approaches. arXiv preprint arXiv:1409.1259.
[19] Chen, Y., & Billings, S. A. (2000). Volterra series neural networks. IEEE Transactions on Neural Networks, 11(1), 57-72.
[20] Chen, Y. (2001). Nonlinear system identification: NARMAX methods in the time, frequency, and spatio-temporal domains. John Wiley & Sons.
[21] Chen, Y. (2005). Nonlinear time series models: theory and applications. In Nonlinear time series models in empirical finance (pp. 1-33). Springer, Berlin, Heidelberg.
[22] Chen, Y. (2013). Nonlinear time series analysis: methods and applications. John Wiley & Sons.

SELÜLOZ ESASLI REJENERE ÖNCÜL LİFLERİNDEN VİSKOZ RAYONUN ÖN KİMYASAL İŞLEM UYGULANARAK STABİLİZASYON İŞLEMİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ

Zübeyde TURGUT [1], Prof. Dr.,İsmail KARACAN [2]

[1] Erciyes Üniversitesi ,Nanobilim ve Nanoteknoloji Bölümü, zubeydecamuzcu@gmail.com - 0000-0002-6394-4207

[2]Erciyes Üniveristesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, ismailkaracanxxx@gmail.com – 0000-0002-9047-1011

*Sorumlu Yazar: Zübeyde TURGUT

ÖZET

Bu çalışmada rejenere selüloz lifi olan viskoz rayon karbon fiber üretiminde hammadde olarak kullanılması ve kimyasal işlemler uygulanarak yapısal özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Karbon lif takviyeli polimer kompozitler (CFRP) gelecekte çok fazla talep göreceği düşünülmektedir. Geniş sıcaklık aralıklarında yüksek düzeyde rijitlik ve termal kararlılık göstermiştir. Karbon lifler yüksek performanslı lif grubunda yer almaktadır. Karbon fiber üretiminde poliakrilonitril (PAN) ,viskoz rayon ve zift gibi organik lifler de hammadde olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızda viskoz rayonu kullanılma nedeni diğer hammaddelere göre daha ekonomik, çevreci ve elde edilebilmesi kolay olmasıdır. Viskoz rayon lifine kimyasal işlemler uygulayarak yapısal özellikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada emdirilecek kimyasal madde olarak %3 diamonyum fosfat (DAP) + %3 sodyum meta silicate (SMS) + %3 üre çözeltisi kullanılmıştır. Kimyasal işlemden sonra ipler üzerinde stabilizasyon işlemi uygulanmıştır. Stabilizasyon işlemi karbon lif üretimi işlemi için çok önemli bir aşamadır. Hava ortamında yapılan bu işlemde sırasıyla 200,210, 220, 230, 240 ve 245 °C sıcaklıklarında 5,10,15,20,25,30 dakika bekletme süreleri ile stabilizasyon işlemi yapılmıştır. Bu belirtilen sıcaklık aralıklarını ayarlamak mukavemeti kopma uzamayı etkileyen bir faktördür. Uyguladığımız kimyasal işlemin viskoz rayon üzerinde iyi bir etki oluşturup oluşturmadığını anlayabilmek için ham viskoz rayon lifine de aynı sıcaklıklar uygulanarak termal stabilizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu işlemler sonrasında Ham viskoz rayon lifinin stabilizasyon işlemi sonrasında numunelerde yeteri kadar renk değişimi gözlenememiştir ama kimyasal işlem uygulanmış kimyasal viskoz rayon liflerinde 10 dk sonrasında tamamen siyahlaşma gerçekleşmiş ve numunelerde çok fazla mukavemet kaybı olmamıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde uygulanan kimyasal emdirme işlemi başarılı olduğu öngörülmüştür.

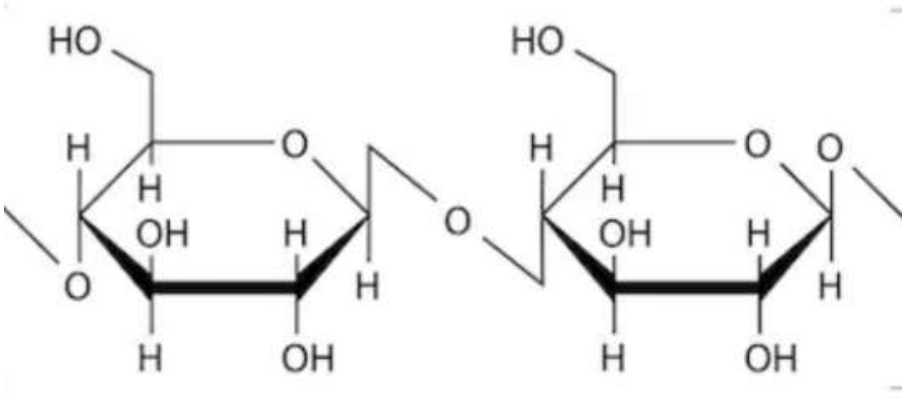
Anahtar Kelimeler : Viskoz Rayon ,PAN , Karbon Fiber, Termal stabilizasyon, Mukavemet.

1. GİRİŞ

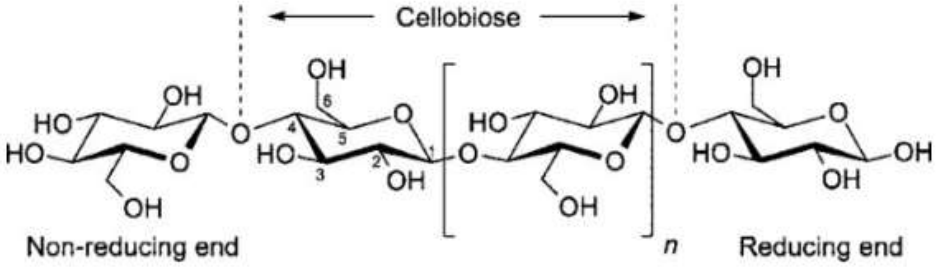
Karbon fiber savunma sanayisi gibi birçok alanda kompozit yapılar içinde kullanılmaktadır. Karbon lifler alimünyum ve çelik gibi metaller ile mukayese edildiğinde mekanik özellikleri daha iyi, elastik modülleri daha yüksek ve yoğunluk değerleri daha düşüktür [1,2]. 1879 yılında karbon fiber ilk olarak Thomas Edison tarafından elektrik ampül filamanı olarak kullanılmıştır.Karbon fiber hammadde olarak ilk, selüloz esaslı maddelerden bambu liflerini

kullanmış ve daha sonra suni selülozu (rayon) karbon liflerine dönüştürmüştür[3-5]. 1990'lı yıllarda petrol fiyatları hızla düşmüştür ve bununla birlikte uygun nitelikleri nedeniyle karbon liflerinin kullanımı hızlı bir şekilde artmıştır. Kompozit yapılarda karbon liflerin kullanılması 1960'lı senelere dayanmaktadır. 1963 senesinde yüksek dayanımlı karbon liflerinin üretim yöntemleri geliştirilerek 1968 senesinde ticari olarak üretime başlanılmıştır. [4]. Dünya üzerinde üretimi gittikçe artan karbon lifler sadece 8 ülke üretebilmektedir. Bu ülkelerin sıralaması şu şekildedir : Japonya, ABD, Almanya, İran İslam Cumhuriyeti, Fransa, İngiltere, Macaristan ve Tayvan ancak karbonliflerin üretiminin büyük bölümünü üreten iki firma bulunmaktadır. Bu teknolojiyi içinde barındıran firmalar Japonya ve ABD menşeilidir. Karbon lifler geleceğin teknolojisi olarak belirlendiği için birçok firma rekabet içerisine girmiş bulunmaktadır [6]. 1959'da uluslar arası karbon şirketinin viskoz rayon maddesinden karbon yapıları tanıtarak iki sene sonrasında karbon liflerini elde etmişlerdir. Thornel karbon liflerini karbonizasyon aşaması sonrasında 2500°C germe işlemi uygulandığında özelliklerini geliştirdiğini görülmüştür. Lifin 170 GPa Young Modül ve 1.25 GPa değerinde bir mukavemete sahip olduğu açıklanmıştır. Ama yüksek sıcaklık işlemlerinin oluşturduğu maliyetin yüksek olması, mekanik yeteneklerinin ve veriminin düşük olması sebebiyle selülozik hammadde üretimleri ancak on seneden fazla devam etmiştir [4]. Rayon esaslı karbon lif üretimi ticari olarak zamanımızda düşük karbon verimleri sebebiyle önemini kaybetmiştir [5].

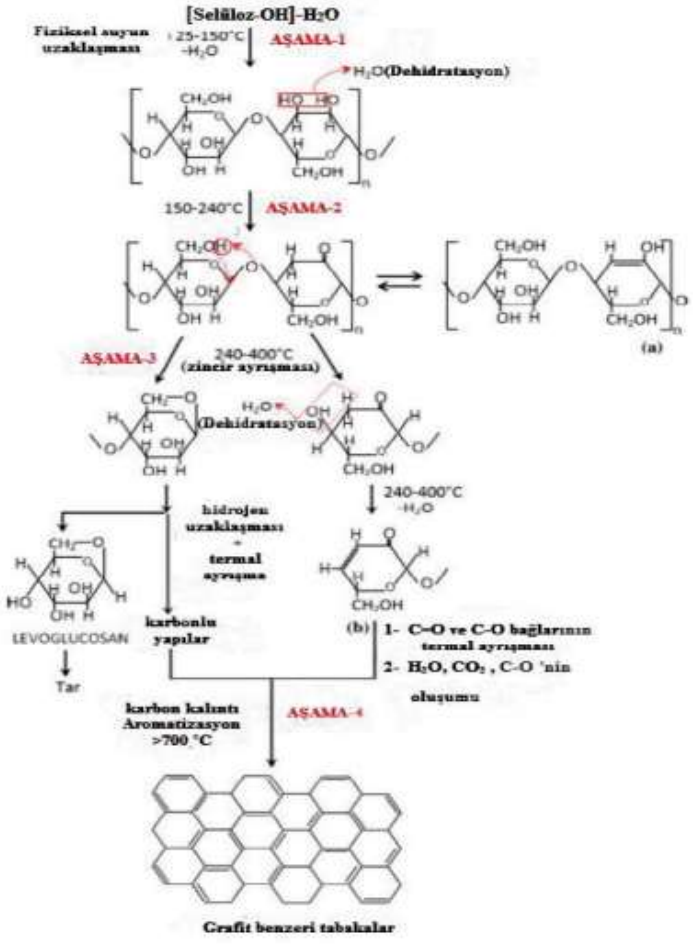
Rejenre selüloz esaslı viskoz rayon liflerinin karbon fiber üretiminde yapısında barındırdığı karbon oranını arttırmak için stabilizasyon işlemleri yapılmıştır. Özelikle su moleküllerinin yapıdan uzaklaşma sıcaklıkları 25-150°C'dır. Lif yapısında yaklaşık % 12 lik oxidasyon kayıpları oluşur. 150-240°C'de selüloz yapısındaki temel yapılar olan hidrojen ve hidroksil gruplarındaki su molekülü uzaklaştırılmaktadır. Termal bozulma reaksiyonları ise 240-400°C sıcaklıklarında olmaktadır. Halkalaşma reaksiyonları c-o ve c-c bağlarının kopmasıyla başlamaktadır [7]. Rejenere selüloz liflerin stabilizasyon işleminden sonra 1000 °C'ye kadar ısıtılarak karbonizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir [8]. Karbonlaşma verimi selülozun teorik işlemlerle % 44 olmasına rağmen deneysel olarak değişiminin ham lifin doğasına bağlı olarak % 10-30 arasında değiştiği belirlenmiştir. Karbon veriminin düşük olmasının nedeni ise stabilizasyon işlemi süresince aldehitler, organik asit karbondioksit , karbonmonooksit ve karbon oluşumları sebebiyle selüloz zincirinde bozunmalardan dolayı oluştuğu gözlenmiştir. Stabilizasyon süresince selülozun bozunumu uçucu maddelerin üretilmesinden dolayı büyük ağırlık kayıpları oluştuğu sonucu alınmıştır [7]. Bitkilerin fotosentez ile oratya çıkardığı organik maddeye selüloz denilmektedir. Selülozun kapalı molekül formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ olan lineer bir polisakkaritdir [9,10]. Ayrıntılı olarak incelenen selüloz molekülünde, bir monosakkarit olan β–glikozun çok fazla sayıda birbiri ile birleşmesi sonucu meydana gelmiş bir polisakkarit grubundan olduğu anlaşılmaktadır (Görsel 1) [11]



Görsel 1. Selülozun polimer zinciri gösterimi [11]



Görsel 2. Selüloz molekülleri arasındaki hidrojen bağları [12]



Görsel 3. Selülozun karbon lifine dönüşüm aşamaları [13,14]

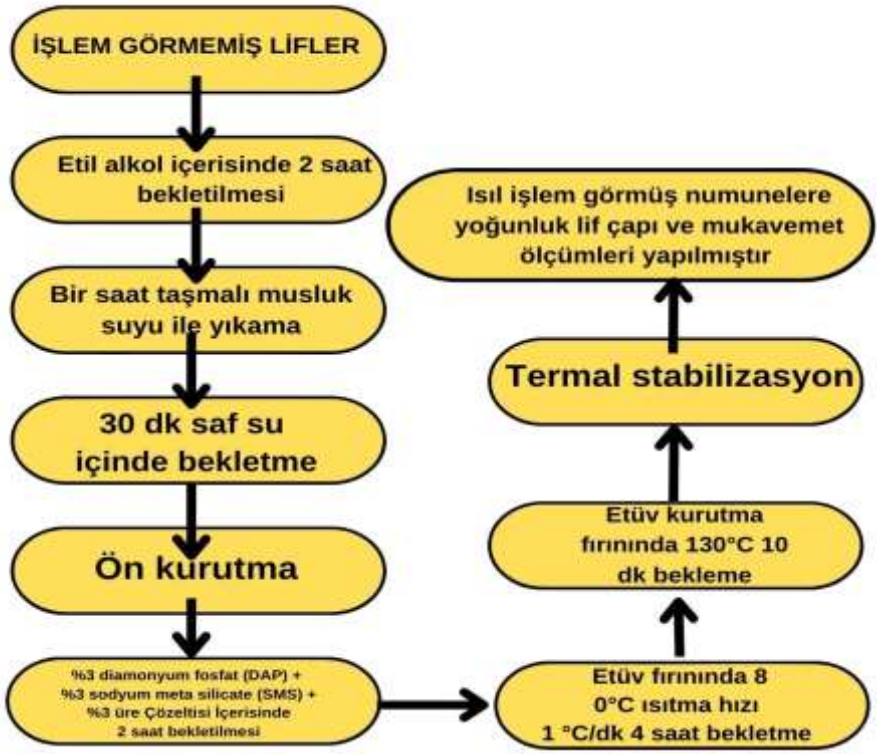
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Selüloz esaslı gri renkte olan viskoz rayon liflerİ , Karsu Tekstil fabrikasından Erciyes üniversitesine deneysel çalışmalar yapabilmemiz amacıyla ücretsiz olarak gönderildi.(Görsel 4).

Görsel 4. Viskoz rayon iplik bobini

2.1. Viskoz Rayon Lifleri Için Deneysel Çalışma Adımları

Çalışmada yapılan işlemler özetlenmiştir (Şekil 5). En son basamakta ise lif karakterizasyonu için ısıl işlem görmüş numunelere yoğunluk lif çapı ve mukavemet ölçümleri yapılmıştır.



Görsel 5. Öncül liflere uygulanan işlem basamakları

2.2. Ham Viskoz Rayon Öncül Liflere Uygulanan Kimyasal İşlem

% 3 diamonyum fosfat (DAP) + %3 sodyum meta silicate (SMS) + %3 üre kullanılmıştır. 1000 gr'lık beherin 800 gramı dolu olacak şekilde % değerler hesaplanmıştır. Beheri gram cinsinden alma nedenimiz kimyasal çözeltideki maddeyi toz şeklinde kullanılacağındandır. 25. 5 gr DAP + 44.3 gr SMS + 25.5 gr üre + 754.5 ml saf su çözeltisini oluşturmak için 24 saat mekanik karıştırıcıda karıştırılmıştır.

Çizelge 1.%3 diamonyum fosfat (DAP) + %3 sodyum meta silicate (SMS) + %3 üre Çözeltisi ph sıcaklık

% Konsantrasyonlu Çözelti Adı	**Sıcaklık (°C)**	**PH**
%3 diamonyum fosfat (DAP) + %3 sodyum meta silicate (SMS) + %3 üre Çözeltisi	25	10,84

Toplamda 6 adet numune ayarlanmıştır. Her metal çerçeve için 20 metre ipler ölçülerek sarılmıştır. Hazırlanan numuneler viskoz rayonun nemi emme kapasitesi fazla olması nedeniyle oda sıcaklığında 2 saat emdirilme işlemi yapılmıştır.

Hazırlanan 6 adet numune ile birlikte 6 adet kimyasal işlem uygulanmamış ham viskoz rayon ipliklerine de sırasıyla 5 ,10 ,15 ,20 ,25,30 dk bekletmelerle ısıl işlemler uygulanmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Kimyasal emdirme işlemi sonrası yükleme miktarı ve TEX hesabı

Kimyasal emdirilme işlemi sonrasında ipler üzerine % 28,107 gr % 3 diamonyum fosfat (DAP) + %3 sodyum meta silicate (SMS) + %3 üre yüklemesi yapılmıştır. Daha sonrasında 24 saat kurumaya bırakılmıştır.

$$\frac{\text{Yaş İşlem İplik Numarası} - \text{Ham İplik Numarası (Tex)}}{\text{Ham İplik Numarası (Tex)}} \text{ x 100 = \% miktarı}$$

$$\frac{39{,}517 - 30{,}847\text{(Tex)}}{30{,}847\text{ (Tex)}} \text{ x 100 = + \% 28,107}$$

Çizelge 2. Ham iplik Tex hesabı

ÖLÇÜM SAYISI	**AĞIRLIK (Gram)**	**UZUNLUK (Metre)**	**İPLİK NUMARASI (Gram/Metre = TEX)**
1	3,0653	100,584	30,475
2	3,0932	100,584	30,755
3	3,0589	100,584	30,412
4	3,033	100,584	30,154
5	3,0592	100,584	30,414
6	3,0608	100,584	30,431
ORTALAMA	273,9564Denye		**30,414TEX**
STD STANDART SAPMA			**0,191**

Çizelge 3. Kimyasal emdirme işlemi gerçekleştirilmiş iplik Tex hesabı

	BİDON	İP+BİDON	EMDİRİLMİŞ İP AĞILIĞI	GR/20	TEX
1.NUMUNE	9,3405	10,1244	0,7839	0,039195	39,195

2.NUMUNE	10,1146	10,897	0,7824	0,03912	39,12
3.NUMUNE	5,3826	6,1746	0,792	0,0396	39,6
4.NUMUNE	9,9883	10,7788	0,7905	0,039525	39,525
5.NUMUNE	9,643	10,4301	0,7871	0,039355	39,355
6.NUMUNE	10,0083	10,8144	0,8061	0,040305	40,305
				ort =>	39,51666667
				std =>	0,427886278

%28, 107 gr yükleme sonrasında Tex miktarında 9.103 kadar artış gözlenmiştir.

Çizelge 4. Stabilize ip Tex hesabı

		BİDON	İP+BİDON	STABİLİZE İP AĞILIĞI	GR/20	TEX
1.NUMUNE	5 DK	9,3405	9,9629	0,6224	0,03112	31,12
2.NUMUNE	10 DK	10,1146	10,7271	0,6125	0,030625	30,625
3.NUMUNE	15 DK	5,3826	5,978	0,5954	0,02977	29,77
4.NUMUNE	20 DK	9,9883	10,5649	0,5766	0,02883	28,83
5.NUMUNE	25 DK	9,643	10,2	0,557	0,02785	27,85
6.NUMUNE	30 DK	10,0083	10,54	0,5317	0,026585	26,585
					ort =>	29,13
					std =>	1,721055

Isıl işlemler sonrasında;

Çizelge 5. Kimyasal Emdirme yapılmış numuneler

KOYU KAHVE	**KOYU KAHVE**	**SİYAH**	**SİYAH**	**SİYAH**	**SİYAH**
5 DK	**10 DK**	**15 DK**	**20 DK**	**25 DK**	**30DK**

Numuneleri elde edilmiştir.

Çizelge 6. Ham viskoz rayon stabilize işlem sonrası görüntüsü

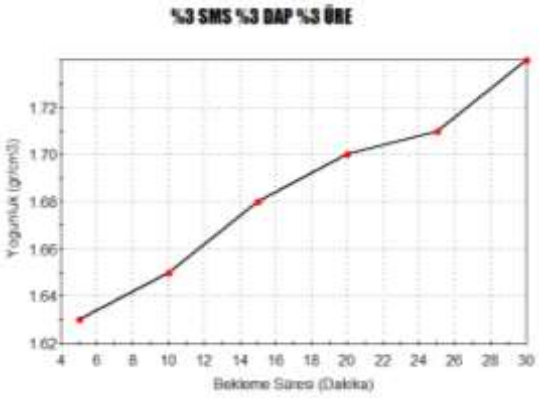
Altın sarısı	**Açık kahve**	**Kahverengi**	**Kahverengi**	**Kahverengi**	**Koyu kahve**
5 DK	**10 DK**	**15 DK**	**20 DK**	**25 DK**	**30DK**

Stabilizasyon işlemi sonrasında numunelerin renk değişimleri yukarıdaki çizelgelerde görüldüğü gibidir. Kullandığımız kimyasallar sonucunda ipin karbonlaşma seviyesinin hızlandığı görülmüştür.

3.2. Kimyasal emdirme işlemi sonrası yoğunluk ölçümleri

Görsel 6. Ham viskoz rayon yoğunluk d=1,5025

Ham viskoz rayon ipinin yoğunluğu 1,5025 olarak hesaplanmıştır. Kimyasal işlem görmüş ve stabilize olmuş iplerin yoğunlukları aşağıdaki şekildeki gibidir.



Görsel 7. % 3 dap +%3 sms +%3 üre yoğunluk grafiği

Çizelge 7. % 3 dap +%3 sms +%3 üre yoğunluk ölçümleri

5 dk d=1.63 gr/cm3	10 dk d=1.65gr/c m3	15 dk d=1.68gr/c m3	20 dk d=1.70gr/c m3	25 dk d=1.71gr/c m3	30 dk d=1.74gr/c m3

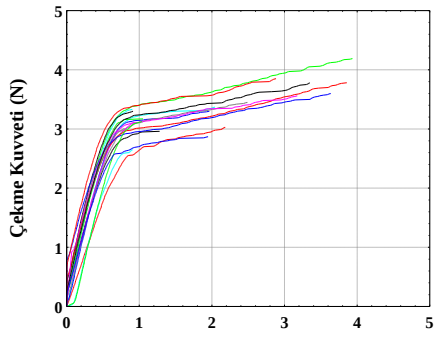
3.3 Mukavemet Analizleri

Stabilize edilmiş viskoz rayon numunelerin mukavemet analizinde 20 mm çene mesafesi ve 5 mm/dk gerinim test hızındaki gerilme oranı % 25 olup ön gerilim 0.05 alarak ölçüm yapılmıştır. Optimum değerleri kullanılmıştır. Ham viskoz rayon numunesine göre % kopma uzaması ile çekme kuvveti (N) değerlerinde azalma olmuştur.

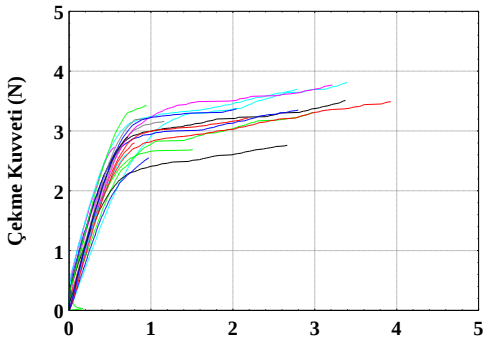
Çizelge 8. Kimyasal İşlem Görmüş Stabilize Lif Ve Ham Viskoz Rayon Lifinin Mukavemetinin Ortalama Değerlerinin Karşılaştırma Tablosu

Stabilizasyon Süresi (Dakika)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Maksimum Çekme kuvveti (gücü) (N)	Maksimum (Kopma) uzaması (%)	Başlangıç (Elastik) Modülü (N)	Başlangıç (Elastik) Modülü (GPa)
Ham Viskoz Rayon	283,424 ± 15,2484	5,735 ±0,309	18,968 ± 3,424	370 ± 63,489	18,287 ± 3,1375
250 ° C - 5 dk Isıl İşlem	175 ± 0,020	3,331 ± 0,378	2,0504 ±1,092	486,6 ± 56,83	25,488 ± 2,977
250 ° C - 10 dk Isıl İşlem	169 ± 0,024	3,129 ± 0,450	1,9084 ± 1,146	457,95 ± 65,84	24,673 ± 3,547
250 ° C - 15 dk Isıl İşlem	155 ± 0,021	2.749 ± 0,38	1,715 ± 0,84	468,45 ± 43,86	26,436 ± 2,476
250 ° C - 20 dk Isıl İşlem	147 ± 0,021	2,4985 ± 0,36	1,127 ± 0,54	407,5 ± 64,56	24,029 ± 3,807
250 ° C - 25 dk Isıl İşlem	139 ± 0,013	2,282 ± 0,22	1,14505 ± 0,54	358,85 ± 44,94	21,904 ± 2,74
250 ° C - 30 dk Isıl İşlem	136 ± 0,019	2,091 ± 0,29	1,23825 ± 0,32	324,2 ± 57,34	21,219 ± 3,75
Isıl İşlemlerin Değerlerinin Ortalaması	153,5	2,68	1,5312	417,258	23,9515

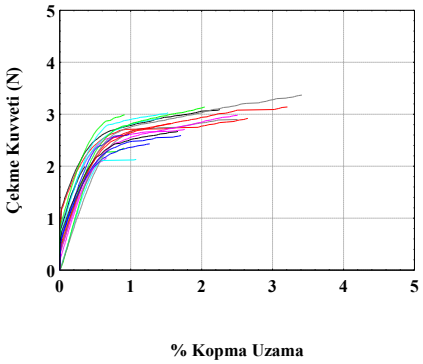
200-210-220-230-240-245 °C'nin her bölümünde 5 dk beklemeli viskoz rayon



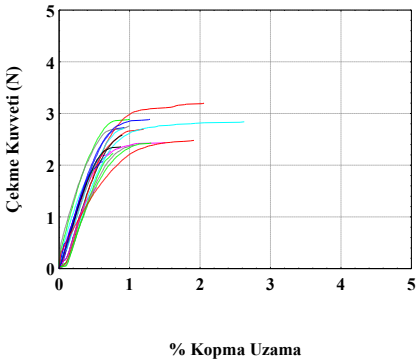
200-210-220-230-240-245 °C 'nin her blümünde 10 dk beklemeli viskoz rayon



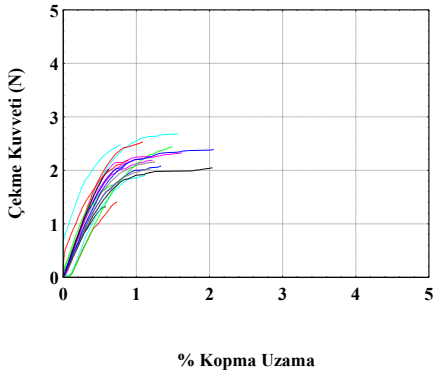
200-210-220-230-240-245 °C 'nin her blümünde 15 dk beklemeli viskoz rayon



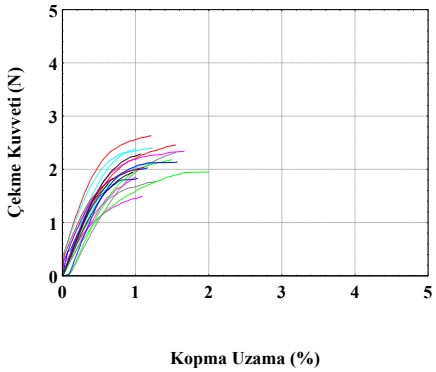
200-210-220-230-240-245 °C 'nin her blümünde 20 dk beklemeli viskoz rayon



200-210-220-230-240-245 °C 'nin her blümünde 25 dk beklemeli viskoz rayon



200-210-220-230-240-245 °C 'nin her blümünde 30 dk beklemeli viskoz rayon



3.4. Lif çapı değişimi

İşlem görmemiş ham viskoz rayon numunelerin lif çapı ölçümlerinde, bobinden alınan 10 farklı lif numunesi lam üzerine yapıştırılmış ve 40X büyütmede her lifin y ekseni boyunca 20 farklı noktadan ölçüm uygulanmıştır.

Çizelge 9.Lif çapı değişimi tablosu

NUMUNE	LİF ÇAPI (µm)	IPLIK NUMARASI (TEX)
Ham Viskoz Rayon	22,424± 0,108	30,414
250 ° C - 5 dk Isıl İşlem	23,226 ± 0,03	31,12
250 ° C - 10 dk Isıl İşlem	22,441 ±0,06	30,625
250 ° C - 15 dk Isıl İşlem	21,801 ±0,157	29,77
250 ° C - 20 dk Isıl İşlem	21,349 ± 0,442	28,83
250 ° C - 25 dk Isıl İşlem	20,49 ± 0,091	27,85
250 ° C - 30 dk Isıl İşlem	18,537 ± 0,452	26,585
Toplam Isıl İşlemin Ortalaması	21,30	29,13

Lif çapı değişimlerine göre lif çapının bekleme süresi artıkça azaldığı görülmektedir. Lif çapındaki değişimle doğru orantılı olarak iplik numarası da azalmaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Stabilize olmuş viskoz rayon liflerinin mukavemet, iplik numarası ve yoğunluk ölçümüne bakılmıştır. Kimyasal işlem görmüş stabilize viskoz rayon liflerinde erken sonuç alınarak renk değişimi gözlenirken kimyasal işlem görmeyen stabilize viskoz rayon liflerinde sonuç alınamamıştır.Bu açıdan yapılan kimyasal işlemin olumlu yönde etki ettiği ön görülmüştür. Stabilize lifler üzerine uygulanan mukavemet analizlerinde ise ham ip mukavemetinin Newton cinsinden çekme mukavemeti 5.735 N iken ortalama olarak 2.68 N değerine düşmüştür. %53.27 oranında mukavemet değeri düşmüştür. Fakat kimyasal işlem görmeyen stabilize edilmiş liflerin mukavemeti ile arasında çok fark olmadığını erken sonuçlar edildiği için bu yönden deneylerin olumlu sonuçlandığını öngörebiliriz. Lif çapında ortalama değerlere bakıldığında kimyasal işlem görmüş lif çapı % 5.0125 oranında azaldığı görülmüştür. Bunu takiben tex değerleri % 4,22 değerinde azalmıştır. Bunu takiben yoğunluk değerleri 1.5025 değerinde 1.74 değerine kadar yükselmiştir.

5.KAYNAKLAR

[1] Park, S.J., (2015). Carbon Fibers, Springer, New York, A.B.D.
[2] Minus, M.L., Kumar, S., (2005). The Processing, Properties, and Structure of Carbon Fibers, Journal of the Minerals Metals & Materials Society, 57(2), 52–58.
[3] Edison, T.A., (1880), Electric Lamp, U.S. Patent, 223898.
[4] Yaman, N., Öktem, T., Seventekin, N., 2006. Karbon Liflerinin Üretimi, Tekstil ve Konfeksiyon, 3(1): 164-173.
[5]Fennessey, S.F., 2006. Continuous Carbon Nanofibers Prepared From Electrospun Polyacrylonitrile Precursor Fibers , Ph.D. Thesis, University of Massachusett Amherst 120 pp.
[6]https://www.elektrikport.com/universite/karbon-fiber-nedir/16486#ad-image-0 (Erişim Tarihi: Aralık 22).
[7]Karacan, İ., Soy T., 2012. Structure and Properties of Oxidatively Stabilized Viscose Rayon Fibers Impregnated with Boric Asid and Phosphoric Asid Prior to Carbonization and Activation Steps, Journal Mater Science, 48(5): 2009-2021
[8] Turhan, E., 2011. 1X1 Rib Örgü Yapısındaki Karbon Elyaflardan Elde Edilen Kompozit Yapıların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Uşak, 27 s.
[9] Tunçel, K.Ş., 2013. Karbon Lif Üretimi Açısından Poliamid 66 (Naylon 66) Liflerinin Değerlendirilmesi ve Termal Stabilizasyon Aşamasının Yerine Getirilmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 165 s.
[10] Tang, M.M., Bacon,M., 1964. Carbonization of cellulose fibers-I. Low temperature pyrolysis, Carbon, 2(3): 211-214.
[11] https://www.icerikhaber.com/trend-haber/seluloz-suda-cozunur-mu/13791/ (Erişim Tarihi: Aralık 22).
[12] Pinkert A. , Marsh K. N., Pang S., Staiger M. P. , İyonik Sıvılar ve Selüloz ile Etkileşimleri, Eylül 2009
[13] Florence M. Ford, William P.H., 1949. U. S. Patent 2 524 783, Sept.1949.
[14] Fitzer, E., Frohs, W., Heine M., 1986. Optimization of Stabilization and Carbonization Treatment of PAN Fibers and Structural Characterization of The Resulting Carbon Fibres, Carbon, 24 (4): 387-395

Ardahan Yöresi Saf ve Doğal Sarıçam Meşcereleri için Ağaç Hacim Denklemleri

***Aydın KAHRİMAN[1], Burak SAYGILI[2]**

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, ORCID ID: 0000-0001-9696-1153

[2]Erzurum OBM, Ardahan Orman İşletme Müd., Ardahan, ORCID ID: 0000-0003-0106-0550

ÖZET

Bu çalışmada, Ardahan Orman İşletme Müdürlüğünde yayılış gösteren aynı yaşlı, saf ve doğal Sarıçam meşcerelerinde gövde hacminin tahmin edilmesi ve ağaç hacim denklemlerinin oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla değişik çap ve boy basamağında kesilen 137 adet örnek ağaçtan elde edilen veriler kullanılmıştır. Sarıçam için en başarılı bulunan tek ve çift girişli gövde hacim denklemlerinin düzeltilmiş belirtme katsayıları ve standart hataları sırasıyla 0.969 - 0.229 m^3 ve 0.992 - 0.159 m^3 olarak elde edilmiştir. Geliştirilen ağaç hacim denklemleri bağımsız veri seti ile "Wilcoxon T Testi" kullanılarak test edildi ve bu denklemlerin verilerin alındığı Ardahan yöresindeki meşcerelere uygun olduğu 0,05 anlamlılık düzeyinde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kabuklu gövde hacmi, Ağaç hacim denklemi, Sarıçam, Ardahan

SUMMARY

Tree Volume Equations for Even-Aged, Pure and Natural Scotch Pine Stands in Ardahan Region

The objective of this study is to estimation of stem volume for even-aged, pure and natural Scots pine stands in Ardahan region of Turkey. For this purpose, the data obtained from 137 felled sample trees taken from different diameter and height class were used. The adjusted coefficient of determination and standard error of estimate values of the most successful single- and double-entry tree volume equations were 0.969 – 0.229 m^3 and 0.992 – 0.159 m^3, respectively. The best fitted tree volume equations were tested with independent data set for both tree species using "Wilcoxon T Test" within the border of Ardahan Forest District Directorates, and concluded that these equations can be used for these stands at the 0.05 significant level.

Key Words: Over-Bark Stem Volume, Tree Volume Equation, Scots pine, Ardahan

1. GİRİŞ

Orman Genel Müdürlüğü envanter verilerine göre 2020 yılındaki ülkemizin ormanlık alanı yaklaşık 22.933.000 ha olup, bu ormanlık alan Türkiye'nin % 29,4'sını oluşturmaktadır (General Directorate of Forestry, 2021). Ayrıca 2015 yılı envanter verilerine göre, bu ormanlık alanlarımızdaki servet 1.611.774.193 m^3, yıllık cari atım 45.904.083 m^3 ve yıllık ortalama hasılat miktarı 18.314.621 m^3 olarak saptanmıştır (Anonim, 2015).

Yayılış alanları, ekonomik değeri, artım ve büyüme özellikleri nedenleriyle Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ülkemizin en önemli ağaç türlerinin biridir. Orman Genel Müdürlüğünün orman envanteri verilerine göre 2021 yılındaki ülkemizin toplam ormanlık alanının 1.410.177 ha'lık (% 6,15) kısmında Sarıçam yayılış göstermektedir. Bu alanın da yaklaşık % 63.1'ini (890.238 ha) verimli koru ormanı ve yaklaşık % 36,9'unu (519.939 ha) bozuk koru ormanı kaplamaktadır (General Directorate of Forestry, 2021). Ülkemizdeki Sarıçam'ın 192.323,2 ha'lık kısmı (yaklaşık % 12,7) Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'nde yer almaktadır. Erzurum bölgesinde yer alan Sarıçam'ın 142.480 ha'ı verimli koru ormanı ve 49.843,2 ha'ı ise bozuk koru ormanıdır. Diğer taraftan bu alanların 139.469,1 ha'ı koru ormanı ve 37.346,9 ha'ı bozuk koru ormanı olmak üzere toplam 176.816 ha'lık kısmı ise saf Sarıçam meşcerelerinden oluşmaktadır (General Directorate of Forestry, 2021).

Ülkemiz için önemi olan ve yüzölçümünün % 6,15'ini kaplayan bu Sarıçam meşcerelerindeki meşcere hacminin belirlenmesi önem arz etmektedir. Meşcere hacminin belirlenmesinde daha pratik olması nedeniyle genellikle ağaç hacim tabloları veya denklemleri yöntemi daha çok tercih edilmektedir. Fırat (1973)'a göre "Ağaç Hacim Tabloları, Tek Girişli (göğüs çapı), Çift Girişli (göğüs çapı ve boy) ve Çok Girişli (göğüs çapı ve boya ek olarak tepe uzunluğu, tepe yüksekliği, şekil katsayısı, tepe uzunluğunun ağaç boyuna oranı veya gövdenin belirli bir yükseklikteki çap) olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Ağaç hacim tabloları ayrıca, geçerli oldukları alanın-meşcerenin büyüklüğüne göre de Genel Ağaç Hacim Tabloları, Bölgesel Ağaç Hacim Tabloları ve Yöresel (Lokal) Ağaç Hacim Tabloları olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Yöresel hacim tabloları için 50-100, bölgesel hacim tabloları için 100-500 ve genel hacim tabloları için 1000-5000 adet örnek ağacın seçilmesi yeterli görülmektedir" (Loetsch ve ark., 1973; Kalıpsız, 1984; Kahriman ve ark. 2017; Çakır ve Kahriman 2018).

Ülkemizde Sarıçam ağaç türüne ilişkin ilk hacim tablosu, Erkin (1956) tarafından Bolu yöresindeki meşcereler için düzenlenmiştir. Sarıçam için genel ağaç hacim tabloları Alemdağ (1967) ve Sun ve ark. (1978) tarafından, bölgesel ağaç hacim tabloları Yavuz ve ark. (2010), Pehlivan (2010) tarafından Kuzey Anadolu Bölgesi'nde ve Şenyurt (2011) tarafından Batı Karadeniz Bölgesinde düzenlenmiştir. Diğer taraftan Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Uludağ Göknarı-Sarıçam-Doğu Kayını karışık meşcereleri için Durkaya ve Durkaya (2006) tarafından hacim tabloları geliştirilmiştir. Ayrıca, Taşköprü Orman İşletmesinde Yavuz (1995) tarafından Sarıçam ve Karaçam için, Erzincan yöresinde Özçelik (2010) tarafından Sarıçam meşcereleri için, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğünde Özçelik ve Brooks (2012) tarafından Sarıçam için, Trabzon ve Giresun illerinde Ercanlı ve Kahriman (2013) tarafından Doğu Ladini ve Sarıçam karışık meşcereleri için, Batı Karadeniz yöresinde Şenyurt ve ark., (2014) tarafından saf Sarıçam meşcereleri için, Zonguldak'taki Dorukan ve Akcasu Orman işletme Şefliklerinde Kaya (2015) tarafından doğal Sarıçam ve Karaçam karışık meşcereleri, Ardahan yöresinde Saygılı (2018) tarafından saf Sarıçam meşcereleri için gövde çapı ve hacim modelleri geliştirilmiştir.

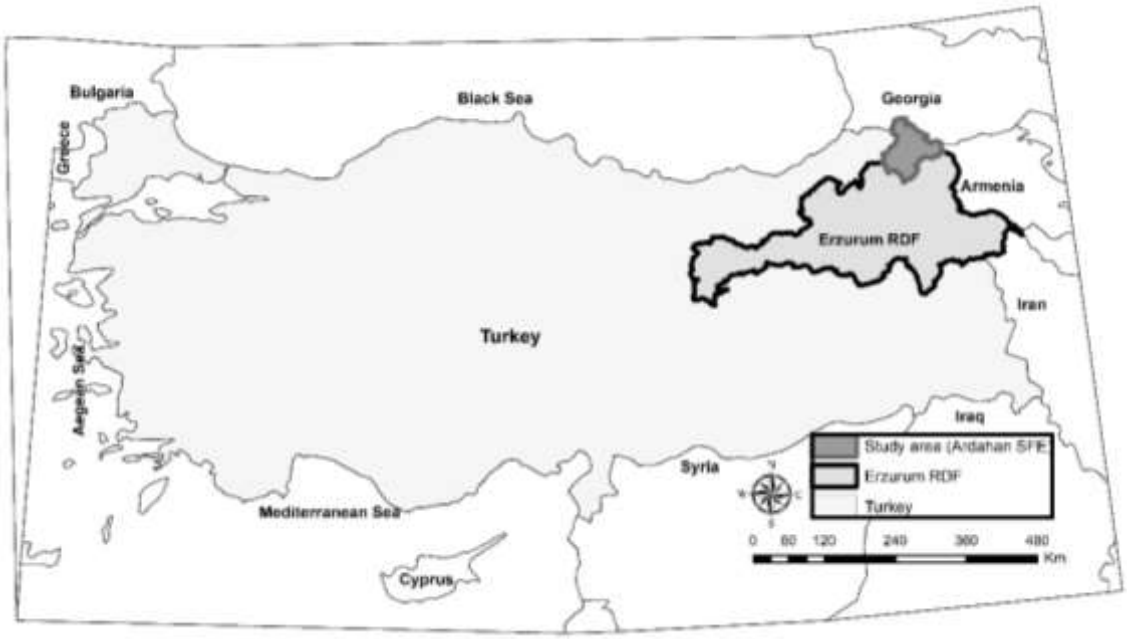
Bu çalışmada, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Ardahan Orman İşletme Müdürlüğünde önemli bir yayılış alanına sahip alan saf ve doğal Sarıçam meşeçcereleri için gövde hacmini veren tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada veriler Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki saf ve doğal Sarıçam meşcerelerinden elde edilmiştir. Ardahan Orman İşletme Müdürlüğünün yüzölçümü 547.671 ha olup, bu alanın 30.757,4 ha (%5,6)'ı ormanlık ve 516.913,6 ha (%94,4)'ı ise ormansız (açık) alanlardan oluşmaktadır. Ormanlık vasfında olan alanın da 24.343,3 ha (%79)'ı verimli orman, 6.414,1 ha (%21)'ı ise verimsiz ormandır. Çalışma alanı olan Ardahan yöresindeki bu ormanlık alanın 24.106,3 ha'lık kısmını saf Sarıçam meşcereleri oluşturmaktadır. (General Directorate of Forestry, 2021). Saf sarıçam meşçerelerinin çalışma alanındaki yayılışı ve çalışma alanı Görsel 1'de verilmiştir.

Çalışmaya konu olan saf Sarıçam meşçerelerin yer aldığı Ardahan ilinde (40°45'24" - 41°36'13" kuzey enlemi, 42°25'43" - 43°29'17" doğu boylamı) hava sıcaklığı aylık ortalama -11,1 – 16,4°C (yıllık ortalama 3,9°C) arasında değişmekte, en düşük sıcaklık ise -39,8°C ile -2,2°C arasında seyretmekte, en yüksek sıcaklık ise 35°C'ye ulaşmaktadır. Ortalama yıllık toplam yağış 573,9 mm iken, yıllık ortalama bağıl nem % 65-71 arasında değişmektedir (Anonim, 2016). Ardahan'da karasal iklim hakim olup; kışlar uzun (7 ay) sürer; ilkbahar ve sonbahar çok kısa sürer; yaz ilkbahar mevsimi serinliğinde gerçekleşir.



Görsel 1. Çalışma alanı (Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü)

Bu çalışmada 137 adet Sarıçam ağacında ölçümler yapılmıştır. Örnek ağaçların seçiminde; değişik çap ve boy kademelerine de mümkün olduğunca eşit ve dengeli bir biçimde dağıtılmasına ve hacim değişkenliğini iyi bir şekilde yansıtmasına özen gösterilmiştir.

Bu çalışmadaki örnek ağaçlar kütük yüksekliğinden (0.3 m) kesilerek, dip kütük (0,30) ve göğüs yüksekliği çapı (1,30) ve daha sonra sırasıyla 1'er metre ara ile düzenli bir şekilde olacak şekilde 2,3 3,3 4,3 … metrelerdeki çaplar ölçülmüştür. Ayrıca ağaçların boyları da çelik şerit metre ile m olarak ölçülmüştür. Gövde üzerinde daire biçimli olmayan kısımların çapları, gövde

kesitine dik iki yönde olacak şekilde ölçülmüş ve bu iki ölçümün ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

2.2. Metod

Bu çalışmada tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri için, daha önceki çalışmalarda en çok kullanılan ve genel itibariyle başarılı olan ağaç hacim denklemleri tercih edilmiştir (Çizelge 1 ve 2). Ayrıca, daha önceki ağaç hacim denklemlerine ilaveten hem tek hem de çift girişli yeni ağaç hacim denklemleri de geliştirilmiştir. Bunun için göğüs çapı (d) ve ağaç boyu (h) değişkenleri ve bu değişkenlerden türetilen birçok yeni değişkenler hacimle ilişkiye getirilmiş ve istatistiksel olarak en az $P<0.05$ önem düzeyi ile ilişki gösteren değişkenler ile hacim fonksiyonları oluşturulmuştur. Bu doğrusal olan ve doğrusal olmayan regresyon analizleri SPSS (SPSS 19.0 Institute Inc. 2010) adlı istatistik yazılım programı yardımıyla yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışma kapsamında kullanılan tek girişli ağaç hacim denklemleri

Model adı	Model	Eşitlik no
Hohenadl-Krenn	$V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$	(1)
Kopezky-Gehrhardt	$V = \beta_0 + \beta_1 d^2$	(2)
Dissescu-Meyer	$V = \beta_1 d + \beta_2 d^2$	(3)
Berkhout(üssel)	$V = \beta_0 d^{\beta_1}$	(4)
Tek Girişli-Bu çalışma	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log d$	(5)

Çizelge 2. Çalışma kapsamında kullanılan çift girişli ağaç hacim denklemleri

Model adı	Model	Eşitlik no
Schumacher-Hall	$V = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$	(6)
Schumacher-Hall	$V = \beta_0 + \beta_1 d^{\beta_2} h^{\beta_3}$	(7)
Naslund	$V = \beta_0 + \beta_1 d^2 + (\beta_2 h + \beta_3 dh + \beta_4 d^2 h)h$	(8)
Spurr	$V = \beta_0 d^2 h$	(9)
Spurr	$V = \beta_0 + \beta_1 d^2 h$	(10)
Meyer	$V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + (\beta_3 + \beta_4 d + \beta_5 d^2)h$	(11)
Takata	$V = d^2 h/(\beta_0 + \beta_1 d)$	(12)
Prodan	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log d + \beta_2 (\log d)^2 + \beta_3 \log h + \beta_4 (\log h)^2$	(13)
Ogaya	$V = d^2(\beta_0 + \beta_1 h)$	(14)
Çift G-Bu çalışma	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log d + \beta_2 \log h$	(15)

(Kalıpsız (1984)'e göre "Çalışma kapsamında tek girişli ve çift girişli ağaç hacim eşitliklerinden büyüme yasaları ile uyumlu özellikleri taşıyan, düzeltilmiş belirtme katsayısı ($R^2_{adj.}$) değeri yüksek ve standart hata (SEE), Ortalama Hata ($\bar{E}$) ve Ortalama Mutlak Hata ($|\bar{E}|$) değerleri düşük model seçilmiştir".

Ağaç gövdeleri üzerinde her 1 m'de ölçülen çaplar kullanılarak toplam gövde hacimleri, Smalian formülü aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$V_{smalian} = \frac{\pi}{4}\left(\frac{{d_0}^2+{d_n}^2}{2}\right)l \quad (16)$$

Bu denklemde d_0 seksiyonun kalın uc çapını, d_n seksiyonun ince uç çapını, l seksiyon uzunluğunu ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılan veriler ikiye ayrılmıştır: (i) ağaç hacim denklemlerinin oluşturulmasında kullanılan veriler (I. grup verileri: toplam verinin yaklaşık % 80'i (110 ağaç)) ve (ii) bu modellerin meşcereye uygunluğunun denetiminde kullanılan veriler (II. grup verileri: toplam verinin yaklaşık % 20'si (27 ağaç)).

Ağaç hacim denklemlerinin örneklerin alındığı meşcereye uygunluğu, denklemlerin oluşturulmasında kullanılmayan bağımsız bir veri grubu ile yapılmaktadır (Loetsch ve ark., 1973; Kalıpsız, 1984; Laar ve Akça", 2007). Bu çalışmada toplam örnek ağaç sayısının %20"sini (kontrol ağaç sayısı 27 adet) oluşturan örnek ağaç bu amaçla seçilmiştir (Tablo 3). Bu çalışmada, kontrol grupların örnek sayıları 30 adetten düşük olduğu (27 adet) için "Wilcoxon Testi" ile karşılaştırma yapılmıştır (Kalıpsız, 1988). İlgili test "SPSS" adlı paket bir program yardımıyla uygulanmıştır.

3. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

137 örnek ağaca ilişkin bazı özelliklerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma gibi çeşitli istatistiksel bilgileri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesinde kullanılan verilere ilişkin istatistiki değerler

Veri Tipi	Özellik	Veri Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Model Veri	D (cm)	110	6,0	35,3	74,5	16,2
	H (m)	110	6,6	21,0	32,0	5,5
	V (m^3)	110	0,008	1,317	5,944	1,317
Kontrol Veri	D (cm)	27	7,5	36,5	66,0	15,0
	H (m)	27	8,7	21,9	30,7	4,6
	V (m^3)	27	0,022	1,337	4,465	1,123

Burada D: göğüs çapını, H: ağaç boyunu, V: ağaç hacmini göstermektedir.

Bu çalışmada denenen tek (Çizelge 4) ve çift girişli (Çizelge 5) ağaç hacim denklemlerinin çeşitli başarı istatistikleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4. Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin başarı ölçütleri

Modeller	R^2_{adj}	SEE	$\lvert\bar{E}\rvert$	$\bar{E}$	% $\lvert\bar{E}\rvert$	% $\bar{E}$
Hohenadl-Krenn	0,949*	0,297	0,187	0,000	14,203	-0,002
Kopezky-Gehrhardt	0,946	0,306	0,206	0,000	15,610	-0,002
Dissescu-Meyer	0,949	0,291	0,192	0,007	14,603	0,531
Berkhout(Üssel)	**0,969**	**0,229**	**0,184**	**-0,005**	**13,993**	**-0,405**
Tek Girişli-Bu çalışma	0,969	0,315	0,185	-0,041	14,010	-3,076

*Bazı parametreler 0.05 önem düzeyinde anlamsız

Yapılan değerlendirmeler sonucunda en iyi tek girişli ağaç hacim denklemi Berkhout tarafından geliştirillen üssel modeli olmuştur. En başarılı tek girişli ağaç hacim denklemin belirtme katsayısı 0,969 olup standart hatası 0,229 m^3, ortalama hatası -0,005 m^3, ortalama mutlak hatası

0,184 m^3, ortalama hata yüzdesi % -0,405 ve ortalama mutlak hata yüzdesi ise % 13,993 olarak elde edilmiştir (“Çizelge 4).

Çizelge 5. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin başarı ölçütleri

Modeller	R^2_{adj}	SEE	$\lvert\bar{E}\rvert$	$\bar{E}$	% $\lvert\bar{E}\rvert$	% $\bar{E}$
Schumacher-Hall	0,987*	0,153	0,092	0,005	6,984	0,400
Schumacher-Hall	0,987*	0,153	0,093	0,001	7,075	0,114
Naslund	0,988*	0,147	0,092	0,001	6,961	0,052
Spurr	0,983	0,173	0,097	0,014	7,336	1,046
Spurr	0,983*	0,172	0,096	0,001	7,319	0,093
Meyer	0,987*	0,152	0,097	-0,002	7,384	-0,130
Takata	0,984	0,169	0,096	-0,004	7,274	-0310
Prodan	0,991*	0,154	0,090	0,002	6,859	0,183
Ogaya	0,983	0,172	0,099	0,026	7,505	1,937
Tek Girişli-Bu çalışma	**0,992**	**0,159**	**0,019**	**-0,005**	**6,919**	**-0,369**

*Bazı parametreler 0.05 önem düzeyinde anlamsız

Çizelge 5’de de görüleceği üzere en başarılı çift girişli ağaç hacim denklemi bu çalışma kapsamında geliştirilen 15 nolu eşitliktir (Çizelge 5). Çift girişli ağaç hacim denklemlenin belirtme katsayısı 0,992 olup standart hatası 0,159 m^3, ortalama hatası -0,005 m^3, ortalama mutlak hatası 0,019 m^3, ortalama hata yüzdesi % -0,369 ve ortalama mutlak hata yüzdesi ise % 6,919 olarak elde edilmiştir (Çizelge 5). Bu denklem için düzeltme faktörü 1,0064 olarak hesaplanmıştır.

Çift girişli ağaç hacmine ilişkin denklem logaritmik olduğundan, bu değerlerin anti logaritması alınarak tahmini değerler bulunmuş olur. Ancak bu denklemlerin katsayıları, logaritmik değerler üzerinden hesaplandıkları için sistematik bir hata söz konusudur (Spurr, 1952; Alemdağ, 1967; Akalp, 1978). Bu sistematik hatanın giderilmesi için, regresyon denklemleri ile elde edilen değerler bir düzeltme faktörü ile çarpılmalıdır. Bu çalışmada, düzeltme faktörü (Meyer, 1938);

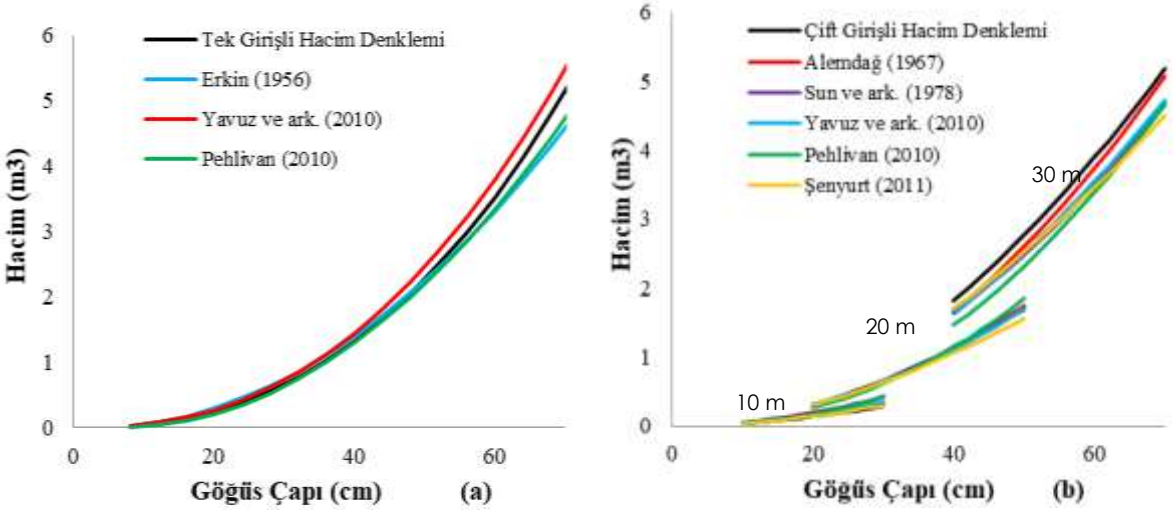
$$df = 10^{(1{,}1513 \times S^2_{y.x})} \qquad (90)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Bu eşitlikte Sy.x, denklemin standart hatasını ifade etmektedir.
Elde edilen toplam hata yüzdelerinin % 1’den daha düşük ve ortalama mutlak hata yüzdelerinin ise %10’dan daha düşük olması önerilmektedir (Chapman ve Meyer, 1949; Husch, 1963; Loetsch ve ark., 1973). Diğer bir değerlendirme de ortalama mutlak hata yüzdesinin ise iyi ağaç hacim tablolarında genellikle ± % 8’in altında olduğu belirtilmektedir (Chapman ve Meyer, 1949).
Bu çalışma kapsamındaki en başarılı tek (ortalama hata yüzdesi % -0,405 ve ortalama mutlak hata yüzdesi ise % 13,993) ve çift (ortalama hata yüzdesi % -0,369 ve ortalama mutlak hata yüzdesi ise % 6,919) girişli ağaç hacim denklemlerinin toplam hata ve ortalama mutlak hata yüzdelerinin, kabul edilen hata sınırlarını aşmadığı görülmüştür. Bu da bu modellerin kabul edilebilir olduklarını ve çalışma alanlarındaki meşcerelerdeki ağaçların hacimlerinin doğruya yakın tahmin edilebileceklerini göstermektedir. Diğer taraftan çift girişi ağaç hacim denklemlerinin tek girişli ağaç hacim denklemlerine göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir.

Ağaç hacim denklemlerinin örneklerin alındığı meşcereye uygunluğu, kontrol grupların örnek sayısı 30 adetten düşük olduğu (27 adet) için “Wilcoxon Testi” ile karşılaştırma yapılmıştır

(Kalıpsız, 1988). Wilcoxon Testi sonuçlarına göre hem tek girişli ağaç hacim denklemleri (4 nolu model; Berkhout ("Üssel); Z=-0,698; p>0,05 ; p=0,485) hem de çift girişli ağaç hacim denklemleri (15 nolu model; çift girişli-bu çalışma; Z=-0,781 ; p>0,05 ; p=0,435) ile tahmin edilen hacim değerleri ve arazide ölçülen hacim değerleri arasında α=0,05 önem düzeyi ile istatistiksel olarak bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Sarıçam için geliştirilen hem tek girişli hem de çift girişli ağaç hacim denklemlerinin, bu denklemlerin geliştirilmesinde kullanılan verilerin alındığı meşcerelere uygun olduğu söylenebilir.

Hacim denklemleri-tablolarının grafiksel karşılaştırmaları tek girişli denklemler için Görsel 2a ve çift girişliler için ise Görsel 2b'de verilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen tek girişli ağaç hacim denkleminin değerleri, 50 cm'ye kadar Pehlivan (2010) tarafından geliştirilen denklemin değerlerine göre daha yüksek iken, Erkin (1956) ve Yavuz ve ark. (2010) tarafından geliştirilen denklemlerin değerlerine göre daha düşüktür. Diğer taraftan 50 cm'den sonra ise Pehlivan (2010) ve Erkin (1956) tarafından geliştirilen denklemlerin değerlerine göre daha yüksek iken, Yavuz ve ark. (2010) tarafından geliştirilen denklemin değerlerine göre daha düşüktür (Görsel 2a). Erkin (1956), Pehlivan (2010), bu çalışmada geliştirilen tek girişli ağaç hacim denklemi, Yavuz ve ark. (2010) denklemlerinin 70 cm göğüs çapındaki bir ağaç için hacim değerleri sırasıyla 4,572; 4,724; 5,140 ve 5,482 m^3 olarak elde edilmiştir.



Görsel 2. Sarıçam tek girişli ağaç hacim eğrilerinin karşılaştırması

Bu çalışmada geliştirilen çift girişli ağaç hacim denkleminin hacim değerleri, 10 m boy değeri ve 10-30 cm çap değerleri için diğer denklemlerin hacim değerlerine göre daha düşük, 20 m boy değerinde 20-38 cm çap değerleri için diğer denklemlerin hacim değerlerine göre daha yüksek, 38-44 cm çap değerleri için Pehlivan (2010) tarafından geliştirilen denklemin değerlerine göre daha düşük iken diğer hacim denklemlerin hacim değerlerine göre daha yüksek, 44-50 cm çap değerleri için ise Alemdağ (1978) ve Pehlivan (2010) tarafından geliştirilen denklemlerin değerlerine göre daha düşük iken diğer hacim denklemlerin hacim değerlerine göre daha yüksek, 30 m boy değerinde ise diğer denklemlerin hacim değerlerine göre daha yüksek olarak elde edilmiştir. Şenyurt (2011), Sun ve ark. (1978), Yavuz ve ark. (2010), Erkin (1956), bu çalışmadaki çift girişli ağaç hacim denklemi, Alemdağ (1978) ve Pehlivan (2010) denklemlerinin 50 cm göğüs çapı ve 20 m boyundaki bir ağaç için hacim değerleri sırasıyla 1,565; 1,695; 1,703; 1,718; 1,741; 1.845 m^3 olarak elde edilmiştir. 70 cm göğüs çapı ve 30 m boyundaki bir ağacın hacim değerleri Şenyurt (2011), Pehlivan (2010), Sun ve ark. (1978), Yavuz ve ark. (2010), Alemdağ (1978) ve bu çalışmadaki çift girişli ağaç hacim denklemi için sırasıyla 4,502; 4,666; 4,676; 4,732; 5,077; 5,185 m^3 olarak elde edilmiştir (Görsel 2b).

Sarıçam için daha önce üretilen ve bu çalışmada karşılaştırmalarda kullanılan ağaç hacim denklemleri ya ülkemiz geneli için yada farklı yörelerde farklı ekolojik bölgeler için üretilmiştir. Dolayısıyla ülkemiz geneli, bölgesel veya yöresel olarak geliştirilen bu denklemlerin Ardahan yöresi saf Sarıçam meşcerelerinde geliştirilen ağaç hacim denklemleri ile benzer veya aynı sonuçları vermeyebilir. Görsel 2a ve 2b'de görüleceği üzere, özellikle göğüs çapı ve ağaç boyu arttıkça farklılıklar daha da artmaktadır. Dolayısıyla, ister aynı yöre için ister farklı bir yöre için isterse ülke geneli için üretilen ağaç hacim denklemi olsun, ağaç hacim denklemlerinin örneklerin alındığı meşcereye uygunluğu ilgili istatistik testlerle denetlenmelidir.

4. GENEL DEĞERLENDİRMELER

Bu tez çalışmasında ayrıca Ardahan yöresi için saf sarıçam meşcereleri için geçerli yöresel tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda en iyi tek girişli ağaç hacim denkleminin belirtme katsayısı 0.969 olarak elde edilirken (Çizelge 4), en başarılı çift girişli ağaç hacim denkleminin belirtme katsayısı 0,992 olarak ekde edilmiştir (Çizelge 5). Diğer taraftan, Ardahan yöresindeki saf sarıçam için geliştirilen tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin verilerin alındığı bu yöreye uygun olduğu söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dr. Öğr. Üyesi Aydın KAHRİMAN danışmanlığında Orman Yüksek Mühendisi Burak SAYGILI tarafından hazırlanan Yüksek Lisans Tezi çalışmasıdır. Verilerin elde edilmesindeki katkılarından dolayı Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Ardahan Orman İşletme Müdürlüğündeki çalışanlara teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Akalp, T., Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orieantalis* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1978.

Alemdağ, İ.Ş., Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 20, Ankara, 160s., 1967.

Anonim, Türkiye Orman Varlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2015

Anonim, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Resmi İstatistikler, Ardahan, 2016

Chapman, H.H., Meyer, W.H., Forest Mensuration, McGraw-Hill Book Compamy, Inc., 1949.

Çakır, C.Y., Kahriman, A., Modeling Stem Profile of Caucasian Fir and Oriental Spruce Mixed Stands in Turkey Using Nonlinear Mixed-Effects Models, Applied Ecology and Environmental Research, 16 (5):6815-6833, DOI: 10.15666/aeer/1605_68156833, 2018

Durkaya, B., Durkaya, A., Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Uludağ Göknarı (*Abies Bornmülleriana* Matff.), Sarıçam (*Pinus Sylvetsris* L.) Ve Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.) Karışık Meşcereleri İçin Hacim Tabloları, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi 8:10, 10-19, 2006.

Ercanlı, İ., Kahriman, A., Trabzon ve Giresun Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisnde yer alan Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) karışık meşcereleri için gövde çapı ve gövde hacim denklemlerinin karışık etkili modelleme yaklaşımı ile geliştirilmesi. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.613-621, 2013.

Erkin, K., Seben mıntıkası sarıçamları hacim eğrisine ait tamamlayıcı etütler. İstanbul Orman Fakültesi Dergisi, A, 6, 2, 243-263, 1956.

Fırat, F., Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1800, O. F. Yayın No: 193, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 359 s., 1973

General Directorate of Forestry, Forests of Turkey 2020. Turkish General Directorate of Forestry Publications. Ankara, Turkey. ISBN 978-605-7599-68-1., 2021.

Husch, B., Forest Mensuration. The Ronald Press Company, 402p., New York., 1963.

Kahriman, A., Sönmez, T., Şahin, A., Tree Volume Tables for Calabrian Pine in Antalya and Mersin Region, Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 17 (1): 9-22, Doi: 10.17475/kastorman.295706, 2017.

Kalıpsız, A., Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:3194/354, İstanbul. 406 s, 1984.

Kalıpsız, A., Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Yayın No: 3516, Orman Fakültesi Yayın No: 397, 349 s., İstanbul, 1988.

Kaya, B., Devrek yöresi sarıçam ve karaçam karışık meşcereleri için gövde çapı ve gövde hacmi denklemlerinin geliştirilmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Isparta, 2015.

Laar, A.V., Akça, A., Forest mensuration: in Managing Forest Ecosystems, Dordrecht, The Netherlands: Springer. 383 s, 2007.

Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K.E., Forest Inventory. Volume II, ISBN 3-405- 10812-8, BLV Verlagsgesellschaft München Benn Wien, München, 1973.

Meyer, H., The Standard Error of estimate of Tree Volume from Logarithnic Volume Equations, Journal of Forestry, 36,3: 340-342, 1938.

Özçelik, R., Sarıçam için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim modeli. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Artvin, Bildiriler Kitabı, 358-366, 2010.

Özçelik, R., Brooks, J. R., Compatible volume and taper models for economicaly ımportant tree species of Turkey, Annals of Forest Science, 69, 105-118, 2012.

Pehlivan, S., Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 53 s, 2010.

SPSS Institute Inc., IBM SPSS Statistics 19 Core System User's Guide, SPSS Programming and Data Management, 426 pp., 2010.

Sun, O., Eren, M.E., Orpak, M., Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması. TÜBİTAK-TOVAG, Ormancılık Araştırma Grubu Yayını, No:288, 1978.

Spurr, S.H., Forest Inventory, The Ronald Press Co. N. Y., 476 s., 1952.

Şenyurt, M., Batı Karadeniz yöresi Sarıçam meşcerelerinde artım ve büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 210 s., 2011.

Şenyurt, M., Ercanli, İ., Saraçoğlu, Ö., Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam Meşcereleri İçin Uyumlu Gövde Çapı ve Gövde Hacim Denklemlerinin Karışık Etkili Modelleme ile Geliştirilmesi, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, Isparta, 601-607., 2014.

Yavuz, H., Uyumlu ve Uyumsuz Gövde Çapı Modelleri, KTÜ Orman Fakültesi Bahar Yarıyılı Seminerleri, Fakülte Yayın No:49, 101-106, 1995.

Yavuz, H., Mısır, N., Tüfekçioğlu, A., Altun, L., Mısır, M., Ercanlı, İ., Sakıcı, O. E., Kahriman, A., Karahalil, U., Yılmaz, M., Sarıyıldız, T., Küçük, M., Meydan, G., Bayburtlu, Ş., Bilgili, F., Aydın, A. C., Kara, Ö., Bolat, İ. , Usta, A., Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus slyvestris* L.) Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi. (TÜBİTAK-TOVAG Projesi, Proje No: 106O274), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon, 2010.

Samsun-Vezirköprü Yöresi Saf Sarıçam Meşcerelerinin Toprak Üstü Biyokütlesinin İrdelenmesi

***Aydın KAHRİMAN**

*Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, ORCID ID: 0000-0001-9696-1153

ÖZET

Bu çalışmada Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yayılış gösteren saf Sarıçam meşcerelerinin toprak üstü biyokütle ve bileşenlerinin ortaya konulması ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Eşit yaşlı Sarıçam meşcerelerinde yaş, bonitet ve kapalılık sınıfları gibi çeşitli meşcere koşullarını temsil edecek şekilde rastgele 165 örnek alan alınmıştır. Tek ağaçların toprak üstü biyokütleleri Ülker (2010) Yavuz ve ark. (2010) tarafından geliştirilen allometrik denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Sarıçam meşcerelerinin toprak üstü biyokütle değerleri, Ülker (2010) model sonuçlarına göre 8.79 - 480.88 ton/ha arasında, Yavuz ve ark. (2010) model sonuçlarına göre ise 8.81 - 346.68 ton/ha arasında değiştiği belirlenmiştir. Yavuz ve ark. (2010) modeli ile elde edilen toprak üstü biyokütle ile orta çap, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve meşcere yaşı değişkenleri arasında sırasıyla 0.712, -0.334, 0.984, 0.985 ve 0.703 ve Ülker (2010) modeli ile elde edilen toprak üstü biyokütle ile orta çap, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve meşcere yaşı değişkenleri arasında sırasıyla 0.746, -0.387, 0.981, 0.987 ve 0.725 değerinde korelasyonlar olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Meşcere biyokütlesi, korelasyon, Sarıçam, Vezirköprü

SUMMARY

The Assessment of Aboveground Biomass of Pure Scotch Pine Stands in Samsun-Vezirköprü, Türkiye

In this study, it is aimed to reveal and evaluate the above-ground biomass and components of pure Scotch pine stands, which are distributed within the borders of Amasya Regional Forest Directorates, Vezirköprü Forest District Directorate. 165 sample plots in the even-aged Scotch pine stands randomly selected to represent various stand conditions such as age, site quality and stand density. Above-ground biomass of single trees were calculated using allometric equations developed by Ülker (2010) and Yavuz et al. (2010). Aboveground biomass values of Scotch pine stands were between 8.79 and 480.88 tons/ha for Ülker (2010) model, and 8.81 - 346.68 tons/ha for Yavuz et al. (2010) model. It was determined that there were correlations of 0.712, -0.334, 0.984, 0.985 and 0.703 between the above-ground biomass obtained with the Yavuz et al. (2010) model and the variables of mean diameter, number of trees, basal area, stand volume and stand age, respectively. On the other hand, correlations of 0.746, -0.387, 0.981, 0.987 and 0.725 were found between the above-ground biomass obtained with the Ülker (2010) model and the variables of mean diameter, number of trees, basal area, stand volume and stand age, respectively.

Key Words: Stand biomass, Correlation, Scots Pine, Vezirköprü

5. GİRİŞ

En genel ifadeyle biyokütle; gövde, dal, yaprak, kabuk ve köklerden oluşan bir ağacın ve bu ağaçların oluşturduğu meşcerenin toplam kütle (ağırlık) miktarı olarak tanımlanabilir. Biyokütle, yaş veya fırın kurusu ağırlık (“kg veya ton) olarak ifade edilebilir olmasına karşın, kuru ağırlık değerleri, yaş ağırlık değerlerine kıyasla tercih edilmekte ve uygulamada daha çok kullanılmaktadır (Saraçoğlu, 1992). Biyokütlenin toprak altı ve toprak üstü olmak üzere iki önemli bileşeni vardır. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle tarım, orman ve çayır ekosistemlerinden faydalanmanın planlanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli değişkenlerdir. Çoğu araştırıcı biyokütle ile ilgili çalışmalarını çalışma kolaylığı açısından toprak üstü ile sınırlı tutmaktadır (Yavuz, ve ark., 2010; Sönmez ve ark., 2016; Kahriman et al. 2016).

Orman biyokütlesi, yeryüzündeki toprak üstü karbonun %80’ini ve toprakaltı karbonun da %40’ını içermektedir (Dixon ve ark., 1994; Goodale ve ark., 2002). Bu yönleriyle ormanlar atmosferik karbondioksit (CO2) için önemli bir havuz olarak görülürler ve atmosferik CO2 için potansiyel bir geçici depo görevi üstlenirler. Bir orman alanının hayat döngüsü boyunca toprak üstü ve toprak altı biyokütlesindeki gelişim ile ilgili bilgiler, bölgesel ve ulusal bazda doğru biyokütle ve karbon havuzu miktarlarının bilinmesini gerektirmektedir (Saraçoğlu, 1990; Vogt, 1991; Kurz ve ark., 1996; Brown, 2002; Peichl ve Arain, 2007).

Biyokütle çalışmaları; ekosistemlerdeki madde dağılımını, dolaşımını ve ekosistem dinamiklerini anlamada, ormanların karbon stoklarını ve yıllık karbon depolama güçlerini saptamada, orman yangınlarının davranışlarının tahmininde ve biyoenerji potansiyelinin saptanmasında temel altlık olarak kullanılmaktadır (Brown ve ark., 1999; Price ve ark., 1999; Zheng ve ark., 2004; Fehrmann ve ark., 2008; Ercanlı ve Kahriman, 2015; Kahriman et al. 2016). Son yıllarda, artan petrol fiyatları, mevcut petrol rezervlerinin 25-50 yıl gibi bir sürede bitme ihtimali (yeni rezervler bulunmazsa) ve artan atmosferik karbondioksit konsantrasyonu gibi nedenlerle fosil yakıtlara alternatif yakıt kaynaklarının bulunması araştırmaları önem kazanmıştır. Bu alternatif kaynaklardan biride biyokütleden elde edilecek enerjidir (Pretzsch (2009). Özellikle, sürdürülebilir orman yönetim planlarını desteklemek ve karbon kaynağı stratejilerini belirlemek için Kyoto protokolünde orman biyokütlesinin güvenilir bir şekilde izlenmesine yönelik özel gereksinimler yasal olarak kabul edilmiştir (Labrecque ve ark., 2006).

Geleneksel orman envanterlerinde toprak üstü biyokütlenin saptanmasında orta ağaç yöntemi, birim alan yöntemi ve regresyon yöntemi olmak üzere üç yöntem kullanılmaktadır (Sun ve ark., 1980). Bunun için her bir kesilen ağaçtan alınan gövde, dal, ibre ve kabuk numuneleri değerlendirilerek ağacın toplam gövde, dal, ibre, kabuk ve toprak üstü biyokütlesi belirlenmektedir. Daha sonra da sadece göğüs çapı veya göğüs çapı ve ağaç boyuna bağlı olarak tek ağaç biyokütle denklemleri geliştirilmektedir (Pretzsch, 2009; Basuki ve ark., 2009). Bu biyokütle denklemleri kullanılarak her bir ağacın biyokütlesi hesaplanabilir ve bu ağaçların değerleri toplanarak meşcerenin toplam biyokütlesi hesaplanabilir.

Ülkemizde birçok araştırıcı çeşitli ağaç türlerinin biyokütle değerlerini bulmaya yönelik çalışmalar yapmış ve biyokütle tabloları düzenlemiştir. Sun ve ark. (1976), sarıçam

meşcerelerinde; Saraçoğlu (1988), Kızılağaç meşcerelerinde; Saraçoğlu (1998) Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Doğu Kayını; Durkaya (1998) Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Meşe; İkinci (2000) Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Kestane; Ünsal (2007), Adana-Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğündeki Kızılçam; Atmaca (2008) Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Sarıçam; Çakıl (2008) Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Karaçam; Tüfekçioğlu ve Güner (2008), Artvin-Murgul Yalancı Akasya ağaçlandırmalarında; Eraslan (2009) yılında Isparta Orman Bölge Müdürlüğünde; Durkaya ve ark. (2009), Adana yöresindeki Kızılçam meşcerelerinde; Ülkudür (2010) Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Sedir, Yavuz ve ark. (2010), Karadeniz Bölgesi saf ve karışık Sarıçam meşcerelerinde, Ülker (2010), Samsun-Vezirköprü yöresindeki Sarıçam meşcerelerinde; Mısır ve ark. (2010) Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Eğitim ve Araştırma işletme Şefliği Doğu Ladini meşcerelerinde; Aydın (2010), Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Borçka Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki Sarıçam meşcerelerinde; Sönmez ve ark., (2010), Artvin Yöresindeki aynı yaşlı ve saf Doğu Ladini meşcerelerinde; Karabürk (2011) Bartın ilindeki Göknar, Yılmaz (2015) Antalya Orman Bölge Müdürlüğündeki Kızılçam ve Şahin (2015) Mersin Orman Bölge Müdürlüğündeki Kızılçam; Kahriman ve ark. (2016) Antalya ve Mersin Kızılçam meşcerelerinde tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda çalışma yapmışlardır. Ayrıca ince çaplı kızılçamların, Bilgili ve Küçük (2009) tarafından ($d_{1,30}$; 13–19 cm için), Eker ve Özçelik (2017) tarafından ($d_{1,30}$; 1,5-11 cm), için) ve Eker ve ark. (2017) tarafından (Sakıcı ve ark. (2018) tarafından ($d_{1,30}$; 9-19 cm için), $d_{1,30}$; 8 cm'den küçük), Durkaya ve ark. (2022) tarafından ($d_{1,30}$; 10-40 cm için) toprak üstü toplam biyokütlesi ve bileşenlerinin biyokütlesi için tahmin modelleri geliştirilmiştir.

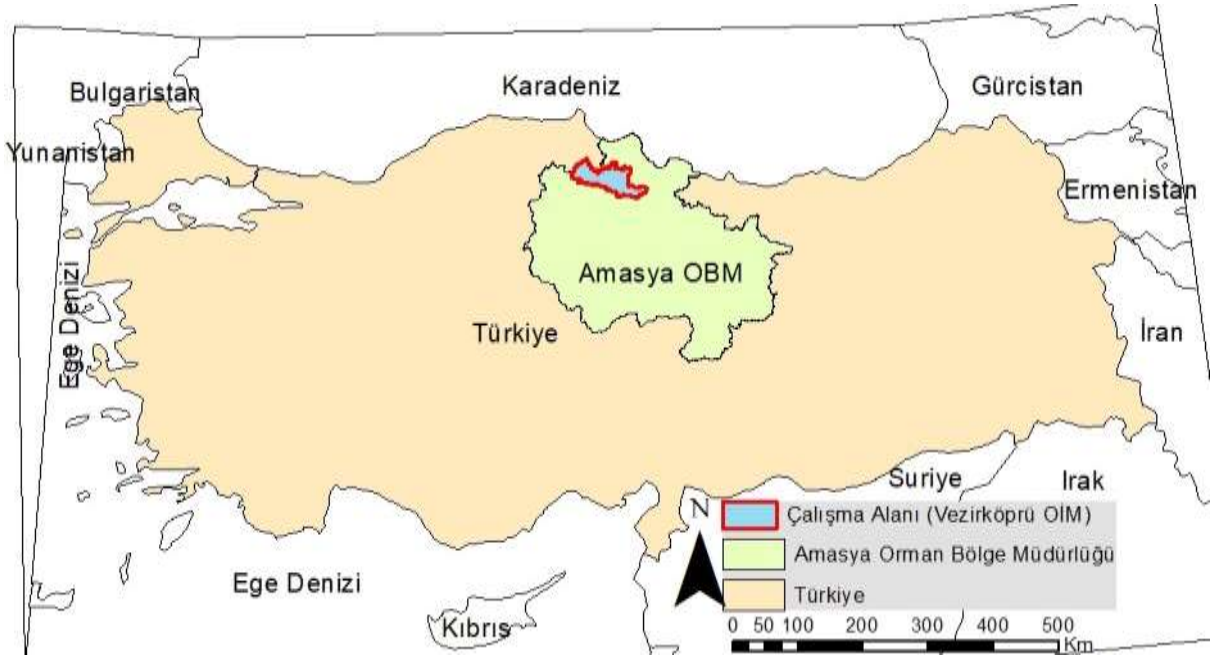
Orman Genel Müdürlüğü envanter verilerine göre 2020 yılındaki ülkemizin ormanlık alanı yaklaşık 22.933.000 ha olup, bu ormanlık alan Türkiye'nin % 29,4'sını oluşturmaktadır (General Directorate of Forestry, 2021). Ayrıca 2015 yılı envanter verilerine göre, bu ormanlık alanlarımızdaki servet 1.611.774.193 m3, yıllık cari atım 45.904.083 m3 ve yıllık ortalama hasılat miktarı 18.314.621 m3 olarak saptanmıştır (Anonim, 2015). Yayılış alanları, ekonomik değeri, artım ve büyüme özellikleri nedenleriyle Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ülkemizin en önemli ağaç türlerinin biridir. Orman Genel Müdürlüğünün orman envanteri verilerine göre 2021 yılındaki ülkemizin toplam ormanlık alanının 1.410.177 ha'lık (% 6,15) kısmında Sarıçam yayılış göstermektedir. Bu alanın da yaklaşık % 63.1'ini (890.238 ha) verimli koru ormanı ve yaklaşık % 36,9'unu (519.939 ha) bozuk koru ormanı kaplamaktadır (General Directorate of Forestry, 2021).

Bu çalışmada Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü Gölköy-Karapınar-Kunduz-Narlısaray-Sarıçiçek Orman İşletme Şeflikleri sınırları içerisinde yayılış gösteren saf Sarıçam meşcerelerinin toprak üstü biyokütle ve bileşenlerinin ortaya konulması ve irdelenmesi amaçlanmıştır.

6. MATERYAL ve YÖNTEM

2.3. Materyal

Bu çalışmada veriler Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü Gölköy-Karapınar-Kunduz-Narlısaray-Sarıçiçek Orman İşletme Şefliklerindeki saf ve doğal Sarıçam meşcerelerinden elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan veriler, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğünde yapılan Orman amenajmanı envanter çalışmalarında elde edilmiştir. Amasya Orman Bölge Müdürlüğünün toplam ormanlık alanı 1.529.275 ha olup bu alanın 918.489 ha'ı (%60,0) normal kapalı orman 610.786 ha'ı (%40,0) ise boşluklu kapalı orman vasfındadır. Çalışma alanı olan Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğün yüzölçümü 164.041,70 ha olup, bu alanın 89.807,4 ha (%54,8)'ı ormanlık ve 74.234, 3 ha (% 45,2)'ı ise ormansız (açık) alanlardan oluşmaktadır. Bu ormanlık vasfında olan alanın da 69.043,5 ha (%76,9)'ı verimli orman, 20.763,9 ha (%23,1)'ı ise verimsiz ormandır (General Directorate of Forestry, 2021). Çalışma alanı Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Çalışma alanı (Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü)

Çalışmaya konu olan saf Sarıçam meşcerelerinin yer aldığı Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü iklim koşulları bakımından kıyı kuşağının nemli ılıman iklim tipi ile iç kesimlerin karasal iklim tipi arasında geçiş kuşağında yer almaktadır. Karadeniz Bölgesinde olmasına rağmen Kızılırmak vadisi boyunca Akdeniz iklimi özelliğini göstermektedir. Hava sıcaklığı aylık ortalama 7.2 – 23.6°C (yıllık ortalama 14,6°C) arasında değişmekte, en düşük sıcaklık ise -9.8°C ile 13.4°C arasında seyretmekte, en yüksek sıcaklık ise 39°C'ye ulaşmaktadır. Ortalama yıllık toplam yağış 717.9 mm'dir (MGM, 2022).

2.4. Metod

Eşit yaşlı Sarıçam meşcerelerinde yaş, bonitet ve kapalılık sınıfları gibi çeşitli meşcere koşullarını temsil edecek şekilde rastgele 165 örnek alan alınmıştır. Her bir örnek alanında

göğüs çapları 8 cm ve daha büyük tüm ağaçlarda göğüs çapları ($d_{1.30}$) ve 2-4 ağaçta yaş ölçülmüştür. Örnek alan büyüklüğü araştırma amacına ve meşcere yapısına bağlı olarak 200 - 10.000 m^2 arasında değişmekle birlikte genellikle 400 - 800 m^2 olarak alınmaktadır (Kalıpsız, 1984). Bu çalışmada örnek alanların büyüklükleri, meşcere yapısına göre 400 m^2 ile 800 m^2 arasında değişmektedir.

Tek ağaçların toprak üstü biyokütleleri, Vezirköprü ormanlarında bulunan Sarıçam ağaçları için Ülker (2010) tarafından geliştirilen ve Karadeniz bölgesi için geçerli Sarıçam meşcereleri için Yavuz ve ark. (2010) tarafından geliştirilen bölgesel allometrik denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Tek ağaçların gövde, dal, ibre, kabuk ve toplam toprak üstü biyokütlelerini tahmin etmek için kullanılan her iki çalışmadaki beşer denklem yalnızca göğüs çapına dayalıdır ve tek girişli biyokütle denklemleridir.

Ülker (2010) tarafından elde edilen tek girişli biyokütle denklemleri:

$$\text{Biyokütle (Gövde)} = 21{,}969 - 6{,}025\ \text{d} + 0{,}518\ d^2 \quad (R^2 = 0.997; S_{y.x} = 13{,}58) \tag{1}$$

$$\text{Biyokütle (Dal)} = 0{,}709 * 1{,}102^{d} \quad (R^2 = 0.794; S_{y.x} = 33{,}13) \tag{2}$$

$$\text{Biyokütle (İbre)} = 1{,}045 * 1{,}086^{d} \quad (R^2 = 0.827; S_{y.x} = 27{,}69) \tag{3}$$

$$\text{Biyokütle (Kabuk)} = 0{,}013 * d^{2{,}089} \quad (R^2 = 0.951; S_{y.x} = 11{,}88) \tag{4}$$

$$\text{Biyokütle (Toprak Üstü)} = 12{,}581 - 5{,}359\ \text{d} + 0{,}565\ d^2 \quad (R^2 = 0.990; S_{y.x} = 27{,}34) \tag{5}$$

Yavuz (2010) tarafından elde edilen tek girişli biyokütle denklemleri:

$$\text{Biyokütle (Gövde)} = 15{,}0845 - 3{,}3166\ \text{d} + 0{,}3358\ d^2 \quad (R^2 = 0.932; S_{y.x} = 33{,}80) \tag{6}$$

$$\text{Biyokütle (Dal)} = 0{,}005103 * d^{2{,}365} \quad (R^2 = 0.605; S_{y.x} = 0{,}87) \tag{7}$$

$$\text{Biyokütle (İbre)} = 1{,}1331 * 1{,}0704^{d} \quad (R^2 = 0.431; S_{y.x} = 0{,}86) \tag{8}$$

$$\text{Biyokütle (Kabuk)} = e^{2{,}976395 - 26{,}785251/d} \quad (R^2 = 0.519; S_{y.x} = 0{,}52) \tag{9}$$

$$\text{Biyokütle (Toprak Üstü)} = 6{,}890 - 2{,}4238\ \text{d} + 0{,}3734\ d^2 \quad (R^2 = 0.990; S_{y.x} = 27{,}34) \tag{10}$$

Burada; Y, ağacın gövdesinin, dalının, ibresinin, kabuğunun ve toplam toprak üstü kuru ağırlığını ve d ise göğüs çapını göstermektedir.

Elde edilen iki farklı tek girişli biyokütle modelleri kullanılarak tüm örnek alanlardaki ağaçların gövde, kabuk, dal, ibre ve toplam toprak üstü biyokütlenin fırın kurusu ağırlıklarının toplamı ayrı ayrı hesaplanmıştır. Daha sonra iki farklı tek girişli modellerle elde edilmiş olan bu değerler, hektara çevirme katsayıları ile çarpılarak örnek alanların alındığı Sarıçam meşcerelerinin birim alandaki (1 hektar) toplam toprak üstü biyokütle miktarları belirlenmiştir.

İki farklı çalışmadaki (Ülker, 2010 ve Yavuz ve ark. 2010) toprak üstü biyokütle değerleri ile meşcere özellikleri arasındaki ilişkileri ve ilişkinin gücünü belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Tüm istatistik analizler SPSS (SPSS 19.0 Institute Inc. 2010) istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

7. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

165 örnek alandan elde edilen verilere ilişkin bazı özelliklerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma gibi çeşitli istatistiksel bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Meşcere öğelerine ilişkin elde edilen verilerin istatistiki değerleri

Özellik	Veri Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
dg (cm)	165	8,9	57,7	29,0	13,3
N/ha	165	38,0	2500,0	588,2	417,1
G(m^2/ha)	165	3,0	85,5	28,8	16,8
V (m^3/ha)	165	20,3	991,9	316,5	218,9

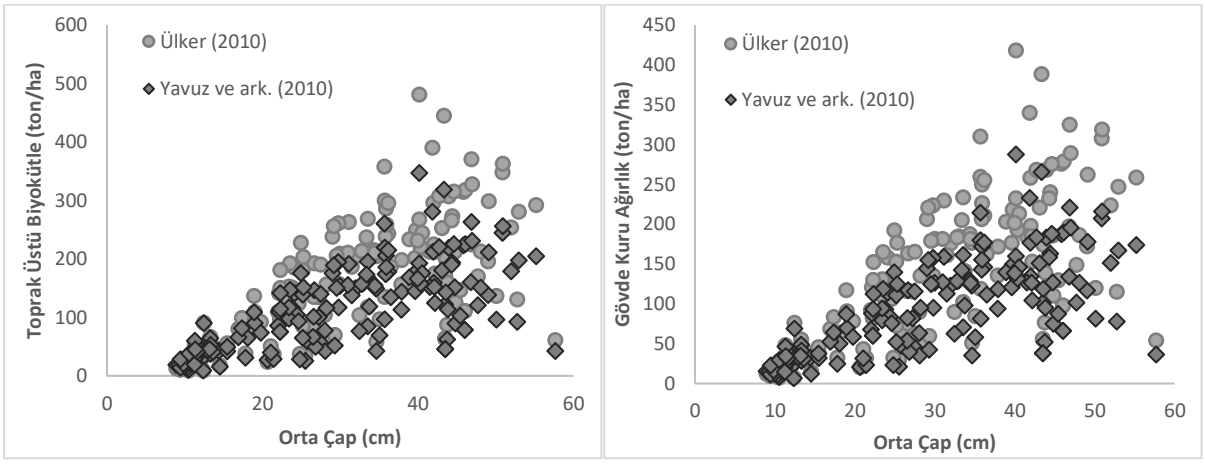
Çizelge 2. Sarıçam Meşcerelerinin Yaş Sınıfları Bazında Fırın Kurusu Ağırlıklarının Bazı İstatistiksel Değerleri (ton/ha)

Yaş Sınıfı	Biyokütle Bileşeni	**Ülker (2010)**				**Yavuz ve ark. (2010)**			
		Min.	Mak.	Ort.	Std.	Min.	Mak.	Ort.	Std.
I (0-20)	Gövde	7,39	76,26	18,89	16,20	6,76	69,10	19,00	14,19
	Dal	0,94	9,66	4,25	2,14	0,57	5,84	1,61	1,20
	İbre	1,23	12,47	5,14	2,53	0,73	7,28	2,49	1,41
	Kabuk	0,63	6,31	1,99	1,25	0,58	5,87	1,72	1,20
	Toprak üstü	8,79	90,86	22,08	19,50	8,81	89,84	24,54	18,54
II (21-40)	Gövde	9,59	92,06	39,60	22,14	11,29	69,66	34,55	15,24
	Dal	1,37	9,52	4,22	2,02	0,95	5,80	2,92	1,27
	İbre	1,61	11,42	5,40	2,25	0,99	5,67	3,35	0,93
	Kabuk	0,87	4,60	2,94	0,87	0,78	4,63	2,74	0,91
	Toprak üstü	10,42	109,14	47,18	26,52	14,11	89,92	44,74	19,40
III (41-60)	Gövde	31,90	192,33	88,17	55,50	23,13	139,46	63,46	38,99
	Dal	2,14	12,93	5,16	3,40	1,95	11,52	5,39	3,35
	İbre	1,72	8,01	4,03	2,28	1,33	9,31	3,81	2,56
	Kabuk	1,12	7,15	3,00	1,78	0,93	6,90	2,59	1,66
	Toprak üstü	37,05	227,42	102,72	64,45	28,51	175,44	78,38	47,90
IV (61-80)	Gövde	30,08	307,53	146,08	65,42	21,06	207,28	101,63	43,77
	Dal	2,16	26,57	9,17	5,95	1,89	19,09	8,76	4,00
	İbre	1,66	15,28	5,86	3,21	1,80	21,50	6,34	4,61
	Kabuk	0,80	5,82	3,93	1,34	0,57	5,36	3,06	1,11
	Toprak üstü	34,37	348,01	168,53	73,96	25,30	244,19	123,39	51,53
V (81-100)	Gövde	32,37	388,50	173,67	79,85	22,95	265,42	120,48	54,19
	Dal	2,22	27,14	11,31	6,17	1,98	22,97	10,38	4,71
	İbre	1,59	15,86	7,14	3,40	1,38	16,73	6,93	3,33
	Kabuk	0,91	8,93	4,56	1,88	0,39	6,14	3,43	1,52
	Toprak üstü	37,39	444,79	199,99	91,16	27,99	318,15	145,86	64,75
VI (>100)	Gövde	55,72	418,29	200,62	71,64	38,09	287,43	137,63	48,77
	Dal	3,82	26,92	14,13	5,34	3,27	24,49	11,94	4,22
	İbre	2,23	15,98	8,48	3,02	1,91	14,74	8,00	2,95
	Kabuk	1,30	10,27	4,76	1,70	0,87	7,34	3,26	1,31
	Toprak üstü	63,85	480,88	229,83	81,94	45,71	346,68	165,23	58,42

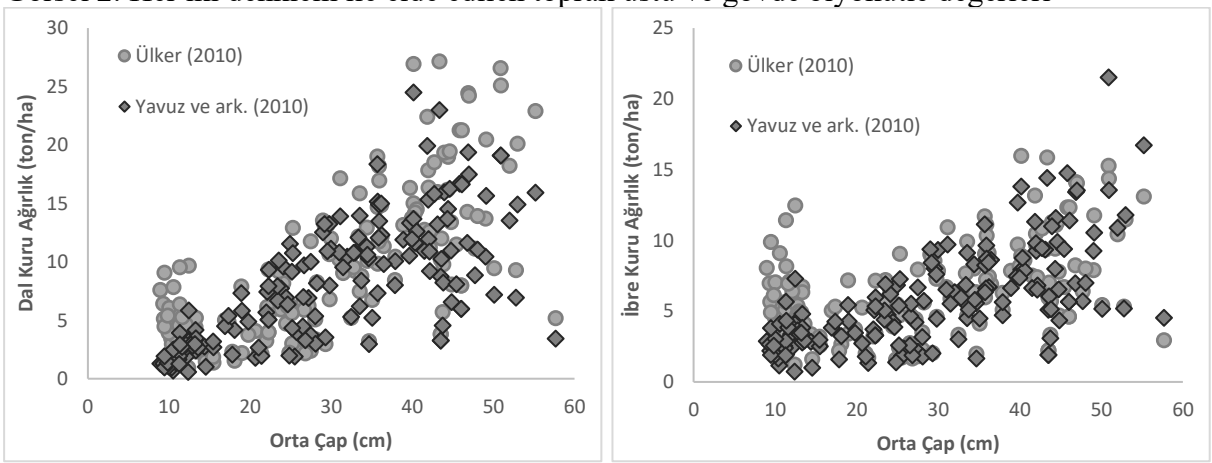
Örnek alanların gövde, kabuk, dal, ibre ve toplam toprak üstü biyokütlenin yaş sınıfları itibariyle iki farklı çalışmadaki (Ülker, 2010 ve Yavuz ve ark. 2010) tek girişli model verilerine göre minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 2). Burada yaş sınıfları, 0-20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100 ve > 100 yıl olacak şekilde (6 yaş sınıfı) seçilmiştir. Çizelge 2'de de görüleceği üzere Ülker (2010) biyokütle denklemlerine göre belirlenen her bir biyokütle bileşenin biyokütle değerleri Yavuz (2010) tarafında elde edilenlere göre daha yüksektir.

Çizelge 2'deki değerlere bakıldığında Sarıçam meşcerelerinin Ülker (2010) tek girişli model sonuçlarına göre gövde biyokütleleri 7.39 ton/ha ile 418.29 ton/ha, dal biyokütlelerinin 0.94 ton/ha ile 27.14 ton/ha, ibre biyokütlelerinin 1.23 ton/ha ile 15.98 ton/ha, kabuk biyokütlesinin 0.63 ton/ha ile 10.27 ton/ha ve tüm ağaç biyokütlelerinin ise 8.79 ton/ha ile 480.88 ton/ha arasında değiştiği belirlenmiştir. Yavuz ve ark. (2010) tek girişli model sonuçlarına göre ise gövde biyokütleleri 6.76 ton/ha ile 287.43 ton/ha, dal biyokütlelerinin 0.57 ton/ha ile 24.49 ton/ha, ibre biyokütlelerinin 0.73 ton/ha ile 21.50 ton/ha, kabuk biyokütlesinin 0.58 ton/ha ile 7.34 ton/ha ve tüm ağaç biyokütlelerinin ise 8.81 ton/ha ile 346.68 ton/ha arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2).

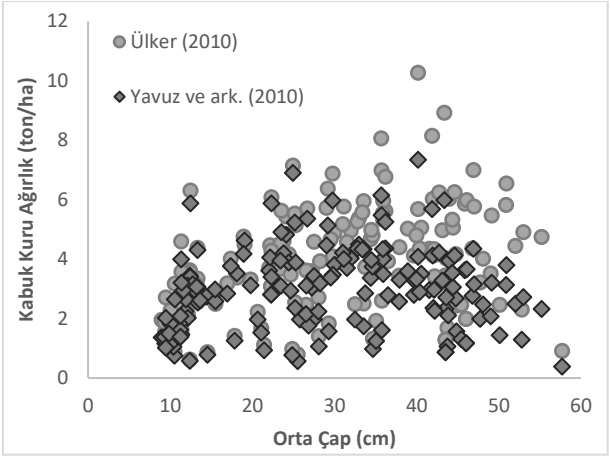
Orta çap değişkenine bağlı olarak her iki denklem ile elde edilen meşcere bazında biyokütle değerleri arasındaki ilişkiler Görsel 2–4 arasında verilmiştir.



Görsel 2. Her iki denklem ile elde edilen toprak üstü ve gövde biyokütle değerleri



Görsel 3. Her iki denklem ile elde edilen dal ve ibre biyokütle değerleri



Görsel 4. Her iki denklem ile elde edilen kabuk biyokütle değerleri

Görsel 2-4'de de görüleceği üzere Ülker (2010) biyokütle denklemlerine göre belirlenen her bir biyokütle bileşenin (gövde, dal, ibre, kabuk, toprak üstü) biyokütle değerleri Yavuz (2010) tarafında elde edilenlere göre daha yüksektir.

Sarıçamda her iki model ile elde edilen toprak üstü biyokütle değerleri ile meşcere değişkenleri (orta çap, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve meşcere yaşı) arasında ilişki olup olmadığını araştırmak için korelasyon analizi yapılmıştır (Çizelge 3). Çizelge 3'de ilk satırdaki korelasyonlar Yavuz ve ark. (2010) modeli ile elde edilen toprak üstü biyokütle ile meşcere değişkenleri arasında, ilk sütundaki korelasyonlar Ülker (2010) modeli ile elde edilen toprak üstü biyokütle ile meşcere değişkenleri arasında ve diğer korelasyonlar ise meşcere değişkenleri arasındaki ilişkilerdir.

Çizelge 3. Topraküstü biyokütle ile meşcere değişkenleri arasında korelasyon katsayıları

	Yavuz ve ark. (2010) TÜB	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzeyi	Meşcere Hacmi	Orta Yaş
Ülker (2010) TÜB	0.998**	**0,712****	**-0,334****	**0,989****	**0,985****	**0,703****
Orta Çap	**0,746****	1.000	-0,751**	0,651**	0,747**	0,826**
Ağaç Sayısı	**-0,387****	-0,751**	1.000	-0,241**	-0,371**	-0,629**
Göğüs Yüzeyi	**0,981****	0,651**	-0,241**	1.000	0,984**	0,653**
Meşcere Hacmi	**0,987****	0,747**	-0,371**	0,984**	1.000	0,704**
Orta Yaş	**0,725****	0,826**	-0,629**	0,653**	0,704**	1.000

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

Korelasyon analizi sonucunda her iki tek ağaç biyokütle modeli ile elde edilen toprak üstü biyokütle değişkenleri ile tüm meşcere değişkenleri arasında 0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Yavuz ve ark. (2010) modeli ile elde edilen toprak üstü biyokütle ile orta çap, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve meşcere yaşı değişkenleri arasında sırasıyla 0.712, -0.334, 0.984, 0.985 ve 0.703 ve Ülker (2010) modeli ile elde edilen toprak üstü biyokütle ile orta çap, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve meşcere yaşı değişkenleri arasında sırasıyla 0.746, -0.387, 0.981, 0.987 ve 0.725 değerinde korelasyonlar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Genellikle Ülker (2010) modeli ile elde

edilen biyokütle değeri ile meşcere değişkenleri arasındaki ilişkiler Yavuz ve ark. (2010) modeli ile elde edilen toprak üstü biyokütle değeri ile meşcere değişkenleri arasındaki ilişkilerden biraz daha kuvvetlidir. Değerlerden de anlaşılacağı üzere biyokütle değerleri ile orta çap, göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve meşcere yaşı değişkenleri arasında pozitif artan bir ilişki mevcutken ağaç sayısı arasında ise negatif azalan bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

8. GENEL DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada Ülker (2010) tarafından Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü ve Yavuz ve ark. (2010) tarafından Karadeniz Bölgesi saf ve karışık Sarıçam meşcerelerinde geliştirilen tek girişli biyokütle modelleri ile elde edilen toprak üstü biyokütle değerleri ile meşcere nitelikleri arasındaki ilişkileri incelendi. Ülker (2010) modeli ile elde edilen biyokütle değerlerinin Yavuz ve ark. (2010) modeline elde edilen biyokütle değerlerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak Yavuz ve ark. (2010) modelinin tüm Karadeniz yöresi için geçerli olmasından ortalama olarak sonuçlar vermesinden dolayı olduğu söylenebilir. Ülker (2010) biyokütle modelinin ise hem daha dar kapsamlı ve hem de genel olarak daha verimli meşcerelere (Kunduz Orman İşletme Şefliği) sahip olmasından kaynaklandığı ifade edilebilir. Biyokütle çalışmaları ile elde edilen sonuçlar, orman yöneticilerinin özellikle karbon stokları, sera gazı envanteri ve yakıt birikimleri ve yakacak odun tüketimi dahil olmak üzere diğer orman işlevleri söz konusu olduğunda Sarıçam meşcereleri için toprak üstü biyokütleyi tahmin etmede kullanabilecekleri pratik önerilere dönüştürülebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan veriler, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğünde yapılan Orman amenajmanı envanter çalışmalarında elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan verilerin sağlanmasındaki yardımları ve katkıları için Orman Genel Müdürlüğüne teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

Anonim, Türkiye Orman Varlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2015.

Atmaca, S., 2008. Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 111 s.

Aydın, Ç., 2010. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Borçka Orman İşletme Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle Tabloları. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 53 s.

Basuki, T. M., Van Lake, P. E., Skidmore, A. K., & Hussin, Y. A. (2009). Allometric equations for estimating the abobeground biomass in the tropical lowland Dipterocarp forests. Forest Ecology and Management, 257, 1684–1694.

Bilgili, E., & Kucuk, O. (2009). Estimating above-ground fuel biomass in young Calabrian pine (Pinus brutia Ten.). Energy & Fuels, 23(4), 1797-1800.

Brown, S. L., Schroeder, P., & Kern, J. S. (1999). Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. Forest Ecology and Management, 123, 81–90.

Brown, S., 2002. Measuring Carbon in Forests: Current Status and Future Challenges, Environmental Pollution, 116, 363–372.

Çakıl, E., 2008. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Karaçam Meşcereleri Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 167 s.

Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C. ve Wisniewski, J., 1994. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems, Science, 263, 185- 190.
Durkaya, B., 1998. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110 s.
Durkaya, A., Durkaya, B., & Ünsal, A. (2009). Predicting the above-ground biomass of calabrian pine (Pinus brutia Ten.) stands in Turkey. African Journal of Biotechnology, 8(11).
Durkaya, B., Durkaya, A., Sayın, G., 2022. Genç Kızılçam Biyokütle Denklemleri; Kozağacı Orman İşletme Şefliği Örneği, Journal of Bartin Faculty of Forestry, 24(3): 609 – 617.
Eker, M., Poudel, K. P., & Özçelik, R. (2017). Aboveground biomass equations for small trees of brutian pine in Turkey to facilitate harvesting and management. Forests, 8(12), 477.
General Directorate of Forestry, Forests of Turkey. Turkish General Directorate of Forestry Publications. Ankara, Turkey. ISBN 978-605-7599-68-1., 2021.
Goodale, C.L., Apps, M.J., Birdsey, R.A., Field, C.B., Heath, L.S., Houghton, R.A., Jenkins, J.C., Kohlmaier, G.H., Kurz, W., Liu, S., Nabuurs, G., Nilsson, S. ve Shvidenko, A.Z.. 2002. Forest Carbon Sinks in The Northern Hemisphere, Ecological Applications, 12, 891–899.
Eraslan, T. 2009. Tesadüfi dal örneklemesi ve önem örneklemesi kullanarak karaçam (Pinus nigra Arnold) ağaç türü için toprak üstü biyokütle tahmini, Yüksek Lisans Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
Ercanlı, İ., Kahriman, A., 2015. The evaluation of different forest structural indices to predict the stand aboveground biomass of even-aged Scotch pine (Pinus sylvestris L.) forests in Kunduz, Northern Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 187 (3):90:1-14.
Fehrmann, L., Lehtonen, A., Kleinn, C., & Tomppo, E. (2008). Comparison of linear and mixed-effect regression models and a k-nearest neighbour approach for estimation of single-tree biomass. Canadian Journal of Forest Research, 38, 1–9.
İkinci, O., 2000. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, .Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, s 86.
Kahriman, A., T., Sönmez, M., Yavuz, A., Şahin, S., Yılmaz, M., Uzun, G., Kumaş, Y., Genç, 2016: Yield Studies on Antalya and Mersin Region Pure Calabrian Pine Stands. (TÜBİTAK-TOVAG Project, Project Nr: 112O808), Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, Artvin.
Kalıpsız, A., Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:3194/354, İstanbul. 406 s, 1984.
Karabürk, T., 2011. Bartın İli Göknar Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 198 s.
Kurz, W.A., Beukema, S.J. ve Apps, M.J., 1996. Estimation of Root Biomass and Dynamics for the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector, Canadian Journal of Forest Research, 26, 1973–1979.
Labrecque, S., Fournier, R. A., Luther, J. E., & Piercey, D. (2006). Acomparison of fourmethods tomap biomass fromLandsat-TM and inventory data in western Newfoundland. Forest Ecology and Management, 226, 129–144.
MGM, 2022. Resmi İstatistikler, T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
Mısır, M., Köse, S., Yavuz, H., Mısır, N., Altun, L., Sakıcı, O.E. ve Karahalil, U., 2010. KTÜ Orman Fakültesi, Eğitim Araştırma Ormanının Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi ve Orman Amenajman Planına Aktarılması. (KTÜ Bilimsel Araştırma Projesi, No: 2007.113.001.13), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi.
Peicl, M. ve Arain, M.A., 2007. Allometry and Partitioning of Above- and Belowground Tree Biomass in an Age-Sequence of White Pine Forests, Forest Ecology and Management, 253, 68-80.
Pretzcsh, H., 2009. Forest Dynamics: from Measurement To Model. Springer International, Berlin, Germany, 664 s.
Price, D. T., Peng, C. H., Apps, M. J., & Halliwell, D. H. (1999). Simulating effects of climate change on boreal ecosystem carbon pools in central Canada. Journal of Biogeography, 26, 1237–1248.
Sakici, O. E., Kucuk, O., & Ashraf, M. I. (2018). Compatible above-ground biomass equations and carbon stock estimation for small diameter Turkish pine (Pinus brutia Ten.). Environmental Monitoring and Assessment, 190(5), 1-10.

Saraçoğlu, N., 1988. Kızılağaç Gövde Hacim ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 122 s.
Saraçoğlu, N., 1990. Construction of Biomass Tables in Turkey. IUFRO XIX th World Congress, Canada, Division:1, Volume:2,2, 422, Montreal.
Saraçoğlu, N., 1992. Kayın (Fagus orientalis Lipsky.) Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. KTÜ Trabzon, 50 s.
Saraçoğlu, N., 1998. Kayın (Fagus orientalis Lipsky) Biyokütle Tabloları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22: 93-100.
Sönmez, T., Yılmaz, M., Günlü, A., Karahalil, U. ve Aktürk, G.M., 2010. Aynıyaşlı ve Saf Doğu Ladini Meşcereleri İçin Büyüme Modeli Geliştirilmesi, (TÜBİTAK-TOVAG, proje no: 106O603), Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, Artvin.
Sönmez, T., Kahriman, A., Şahin, A., Yavuz, M., 2016. Biomass Equations for Calabrian Pine in the Mediterranean Region of Turkey, Šumarski list, 140 (11–12): 567–576.
SPSS Institute Inc., IBM SPSS Statistics 19 Core System User's Guide, SPSS Programming and Data Management, 426 pp., 2010.
Sun, O., Uğurlu, S ve Araslı, B., 1976. Stepe Geçiş Yörelerindeki Sarıçam Meşcerelerinde Biyolojik Kütlenin Saptanması. OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No.80, Ankara, 48 s.
Sun, O., Uğurlu, S ve Özer, E., 1980. Kızılçam (P. Brutia Ten.) Türüne Ait Biyolojik Kütlenin Saptanması, OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No.104, Ankara, 32s.
Şahin, A., 2015. Mersin Yöresi Saf Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Meşcerelerinde Hasılat Araştırmaları, Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 245 s.
Tüfekçioğlu, A. ve Güner, S., 2008. Artvin-Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Odun Üretimi, Biyokütle, Karbon Depolama, Toprak Islahı ve Erozyonu Önleme Yönlerinden Araştırılması. (TÜBİTAK-TOVAG, proje no: 106O418), Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, Artvin.
Ülker, C., 2010. Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam (Pinus sylvestris L.) Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi (Kunduz Örneği). Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 64 s.
Ülküdür, M., 2010. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Sedir Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 164 s.
Ünsal, A., 2007. Adana Orman Bölge Müdürlüğü Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü Kızılçam Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 51 s.
Vogt, K., 1991. Carbon Budgets of Temperate Forest Ecosystems, Tree Physiology, 9, 69–86.
Yavuz, H., Mısır, N., Tüfekçioğlu, A., Altun, L., Mısır, M., Ercanlı, İ., Sakıcı, O. E., Kahriman, A., Karahalil, U., Yılmaz, M., Sarıyıldız, T., Küçük, M., Meydan, G., Bayburtlu, Ş., Bilgili, F., Aydın, A. C., Kara, Ö., Bolat, İ. , Usta, A., Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (Pinus slyvestris L.) Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi. (TÜBİTAK-TOVAG Projesi, Proje No: 106O274), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon, 2010.
Yılmaz, S., 2015. Antalya Yöresi Aynı Yaşlı Saf kızılçam Meşcerelerinde Toprak Üstü Biyokütlenin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 60 s.
Zheng, D., Rademacher, J., Chen, J., Crow, T., Bresee,M.,Moine, J., & Ryu, S. (2004). Estimating aboveground biomass using Landsat 7 ETM+ data across a managed landscape in northernWisconsin, USA. Remote Sensing of Environment, 93, 402–411.

BİR GEMİNİN HEDEFLENEN BÖLGE İÇİN DÜMEN AÇISININ OPTİMİZASYONLA BELİRLENMESİ

Mustafa KAFALI [1], Gökhan BUDAK[2]

[1] İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-8077-1686

[2] İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-4043-9304

ÖZET

Geminin dönme kabiliyetinin hudutları IMO tarafından kural olarak belirlenmiştir. Hidrodinamik katsayıları bilinen bir geminin sayısal olarak dönme ve zigzag tecrübeleri elde edilebilmektedir. Burada oluşturulan matematiksel model için literatürde sıklıkla kullanılan bir manevra modeli olan MMG modelden faydalanılmıştır. Matematiksel model ile sayısal olarak elde edilen sonuçlar gerçek gemiye ait dönme ve zigzag tecrübe neticeleri ile kıyaslanmıştır. Matematiksel modelin doğrulamasının yapılmasının ardından belirlenen bu geminin bir noktadan hedeflenen bir noktaya ulaşabilmesi problemi incelenmiştir. Bu gibi problemlerin çözümü için literatürdeki çalışmalarda MMG modele kontrol sistemi eklenerek simülasyon yapıldığı görülmektedir. Fakat bu çalışma kapsamında hedef bölgeye ulaşıp ulaşamama durumu bir optimizasyon problemi olarak düşünülmüştür. Bu amaçla geminin bir noktadan hedef koordinatlara olan ilerlemesi için gereken dümen açısı optimizasyon kullanılarak elde edilmiştir. Sonuç olarak yapılan optimizasyon çalışması ile elde edilen dümen açısı matematiksel model için bir giriş olarak tanımlanmış ve geminin belirlenen koordinatlara ulaştığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Dümen açısı, manevra, optimizasyon.

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiyle beraber kontrol ve otomasyon sistemlerinin de geliştirilmesi sayesinde gemilerin otomatik seyir süreci her geçen gün hızlanmaktadır. Özellikle belirlenen bölgeler için gemi rotasının otomatik olarak oluşturulması üzerine yapılan çalışmalar son zamanlarda oldukça popüler hale gelmiştir. Bu çalışmalar kapsamında geminin hedeflenen bölgelere olan hareketi için dümen açısının kontrolü ya da gemi baş açısının kontrolü gibi çeşitli kontrol sistemleri önerilmektedir. Çalışmalar genellikle mevcut bir matematiksel manevra modeline eklenen bir veya birden fazla kontrol sistemiyle oluşturulan matematiksel modellerden

oluşmaktadır. Geminin hareketi esnasında hedef koordinatlar için gereken dümen açısının belirlenmesi geminin güvenli bir şekilde hedef bölgeye ulaşması açısından önemlidir.
Literatürde çeşitli kontrol sistemlerinin uygulamaları yer almaktadır. Klasik PID (Proportional-Integral-Derivative) kontrol ve kontrol sisteminin PD gibi kontrolör türevleri yaygın olarak kullanılan kontrol sistemlerdir [1, 2]. Ayrıca ilk defa Zadeh tarafından literatüre kazandırılan bulanık mantık (Fuzzy logic) kontrolör de geminin hedef bölgeye olan hareketi için dümen açısının kontrolünde kullanılan bir diğer kontrol sistemidir [4]. Hem PID hem de bulanık mantık kontrolörün birbirine entegre edilmesiyle elde edilen kontrol sisteminin hedef koordinatlara olan rotaya daha hızlı girdiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur [5, 6]. Bu kontrol sistemlerinin yanı sıra geminin otomatik olarak bir bölgeden başka bir bölgeye ulaşabilmesi için kullanılan MPC (Model Predictive Control) [7] ve NMPC (Nonlinear Model Predictive Control) [8] sistemleri de kullanılmaktadır. Bütün bu kontrol sistemlerinin yanı sıra araştırmacılar tarafından önerilen farklı algoritmalar ile oluşturulan kontrolörler de literatürde yer almaktadır [9, 10].
Hedeflenen bölgeye ulaşmak için gerekli dümen açısının tespit edilmesi hususu bir optimizasyon problemi olarak da ele alınabilir. Optimizasyon problemi fayda sağlamayan sonuçların minimize veya fayda sağlayan çözümlerin maksimize edilmesini sağlamak için yazılan denklemler bütünüdür [11]. Değişkenler, kısıtlar ve amaç fonksiyonundan oluşan bu denklemler bütünü matematiksel model olarak isimlendirilmektedir [12]. Optimizasyon metotları bir problemin global veya mevcut koşullar altında ulaşılabilen en makul çözümünü bulmakta kullanılmaktadır. Matematiksel modelin yapısı ve değişkenlerin niteliklerine göre birçok türde optimizasyon problemi bulunmakla birlikte bunların çözümü için farklı optimizasyon metotları geliştirilmiştir. Karmaşık problemlerin çözümünde başvurulan çözüm metotlarından birisi de metasezgisel algoritmalardır. Bu çalışmada geminin başlangıç noktasından belirlenen hedef bölgeye olan hareketi için gereken dümen açısı metasezgisel bir optimizasyon algoritması olan tavlama benzetimi kullanılarak belirlenmiştir. Bu sayede hedef bölge için gereken optimum dümen açısı gemi harekete başlamadan önce tespit edilebilmektedir.

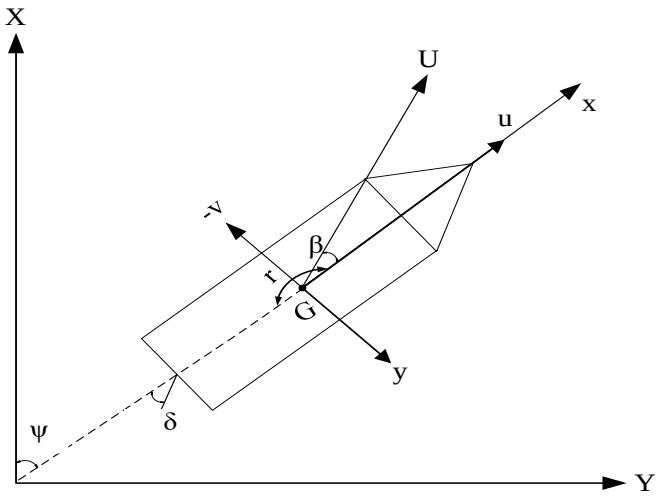
2. Matematiksel Model

2.1. MMG Model

Genel olarak bir geminin dümen açısına bağlı olarak yapacağı x ve y yönündeki hareketlerinin belirlenebilmesi için literatürde yaygın olarak kullanılan iki farklı manevra modeli bulunmaktadır. Bunlardan biri Abkowitz model [13] diğeri ise MMG (Maneuvering Modeling Group) [14] modeldir. Bu modellerden MMG modelde Denklem 1'de gösterildiği üzere X, Y kuvvetleri ile N momentinin ayrı ayrı modüller halinde hesaplanabilirken Abkowitz modelde X, Y kuvvetleri ile N momenti tek bir modül halinde hesaplanmaktadır. Çalışma kapsamında optimizasyon ile belirlenecek olan dümen açısına bağlı olarak geminin x ve y yönündeki hareketlerini sayısal olarak hesaplayabilmek amacıyla MMG model tercih edilmiştir. Oluşturulan matematiksel model için örnek gemi olarak literatürde sıklıkla kullanılan KVLCC2 gemisi tercih edilmiştir. KVLCC2 gemisine ait temel büyüklükler ve hidrodinamik katsayılar için [15, 16] çalışmalarından faydalanılmıştır.

$$(m + m_x)\dot{u} - (m + m_y)vr - mx_G r^2 = X_H + X_P + X_R + X_E$$
$$(m + m_y)\dot{v} + (m + m_x)ur + mx_G\dot{r} = Y_H + Y_P + Y_R + Y_E \quad (1)$$
$$(I_{zz} + mx_G^2 + J_{zz})\dot{r} + mx_G(\dot{v} + ur) = N_H + N_P + N_R + N_E$$

Burada, m gemi kütlesini, m_x ve m_y x- ve y- yönlerindeki ek su kütlelerini, I_{zz} gemi atalet momentini, u and v gemi hızının hız bileşenlerini, r açısal hızı, x_G gemi ağırlık merkezi ile gemi ekseninin orijin noktası arasındaki dikey uzaklığı ifade etmektedir. Ayrıca Denklem 1'de yer alan H, P, R ve T indisleri sırasıyla tekne (yalın gövde), pervane, dümen ve dış bozucular (rüzgâr, akıntı ve dalga) kaynaklı oluşan kuvvet ve momentleri ifade etmektedir.



Görsel 1. Gemi ekseni ile yer ekseninin gösterimi.

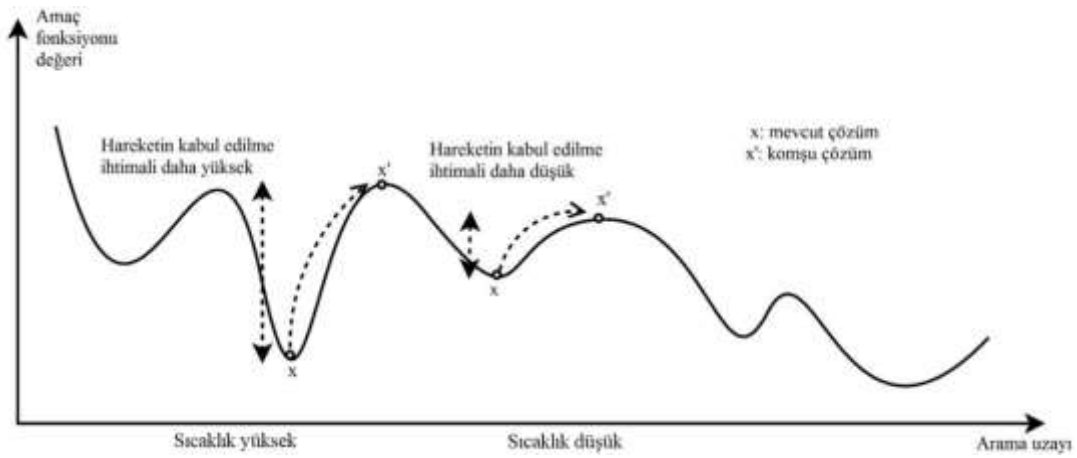
Görsel 1'de matematiksel modelde kullanılan değişkenler ve eksen takımları verilmiştir. Gemi ekseni ve yer koordinatları göz önünde alındığında gemi eksenine göre pervanenin sağlamış olduğu itme kuvveti sadece x- ilerleme yönünde olacaktır. Dolayısıyla Denklem 1'de yer alan Y_P kuvveti ve N_P momenti sıfıra eşit olacaktır. x yönündeki pervane kaynaklı kuvvetin büyüklüğü $X_P = (1 - t)T$ ile hesaplanmaktadır ve burada t itme azalmasını, T ise itme kuvvetini göstermektedir. Tekne (yalın gövde) ve dümen kaynaklı kuvvet ve momentlerin hesaplanması için detaylar [14, 15] çalışmalarında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında gemiye herhangi bir dış kuvvet etkisi olmadığı varsayıldığından dış bozuculardan kaynaklı kuvvet ve momentlerin sıfır olduğu kabul edilmiştir.

2.2. **Tavlama benzetimi**

Kirkpatrick ve diğ. [17] ile Černý [18] tarafından geliştirilen TB algoritması hem kombinatoryal hem de sürekli optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır [11]. TB algoritmasında iterasyonlar süresince üretilen komşu çözümlerden amaç fonksiyonunu iyileştirenler hemen kabul edilirler. Öte yandan lokal optimum çözümden kurtulmak için iterasyonlar sırasında amaç fonksiyonunu iyileştirmeyen bazı çözümler (kötü çözümler) de Denklem 2'de verilen kabul olasılığına dayalı olarak kabul edilerek ilerlenir [19].

$$P(\Delta E, T) = e^{-\frac{f(s')-f(s)}{T}} \quad (2)$$

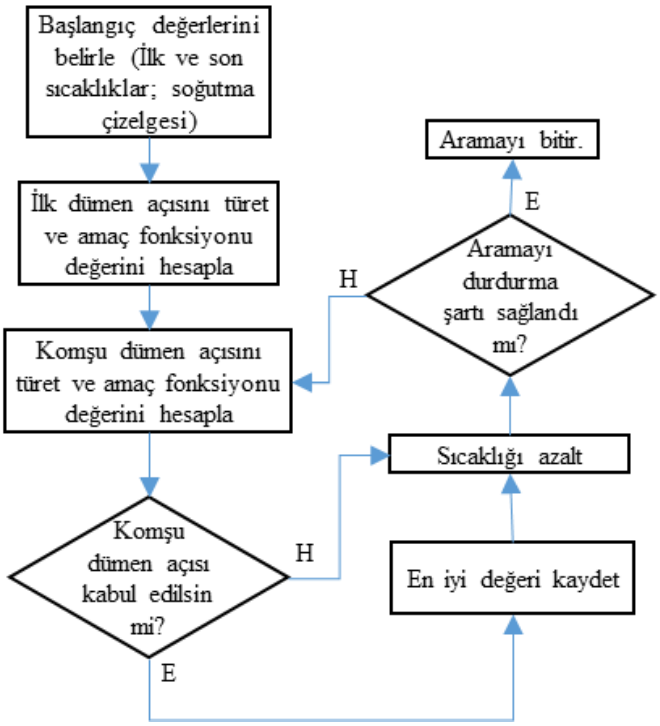
Burada $\Delta E = f(s') - f(s)$ olarak verilmektedir. T, o iterasyondaki sıcaklık değerini; $f(s')$ ve $f(s)$ ise sırayla amaç fonksiyonunun komşu ve mevcut çözüme göre hesaplanan değerlerini göstermektedir [11]. Belirlenen kabul olasılığı [0,1] aralığında üretilen ve $R(0,1)$ olarak gösterilen tesadüfî bir reel sayı ile karşılaştırılır ve $P(\Delta E, T) > R(0,1)$ ise bu komşu çözüm kabul edilir [20]. Sıcaklık azaltma çizelgesi TB algoritmasında mühim bir yere sahiptir. Kötü çözümlerin kabul edilmesi üzerinde sıcaklık değerinin etkisi olduğundan ilk ve son sıcaklık ile soğutma çizelgesi dikkatli bir şekilde tespit edilmelidir (Görsel 2) [19].



Görsel 2. TB'nde sıcaklığın kabul olasılığına etkisi ([11]'den uyarlanmıştır).

3.3 Dümen açısının optimizasyonu

Dümen açısının tavlama benzetimi optimizasyon algoritması ile belirlenmesinde izlenen adımlar Görsel 3'te gösterilmiştir.



Görsel 3. Optimizasyon adımları.

İlk adımda başlagıç ve bitiş sıcaklıkları ile soğutma çizelgesine karar verilir. Soğutma çizelgesi olarak o anki sıcaklık değerinin bir soğutma katsayısı ile çarpılması yoluyla elde edilen doğrusal soğutma ilkesi kullanılmıştır (Denklem 3).

$$T_i = T_{i-1} * cc \quad (3)$$

Denklem 3'te T_i hesaplanan yeni sıcaklık, T_{i-1} bir önceki iterasyondaki sıcaklık, cc ise soğutma katsayısını göstermektedir.

İkinci adımda ilk çözüm üretilir ve buna bağlı olarak amaç fonksiyonunun değeri hesaplanır. Arama sırasındaki karar değişkeni dümen açısıdır (δ). MMG manevra modeli sayesinde dümen açısına bağlı olarak belirlenen zaman aralığında anlık olarak geminin başlangıç noktasına göre konumu belirlenebilmektedir. (x_d, y_d) ulaşılmak istenen hedefin koordinatlarını, (x_s, y_s) ise geminin zamana bağlı anlık koordinatlarını göstermek üzere amaç fonksiyonu (Z) Denklem 4'te gösterildiği gibi tanımlanmıştır.

$$Z = \sqrt{(x_s(t) - x_d)^2 + (y_s(t) - y_d)^2} \quad (4)$$

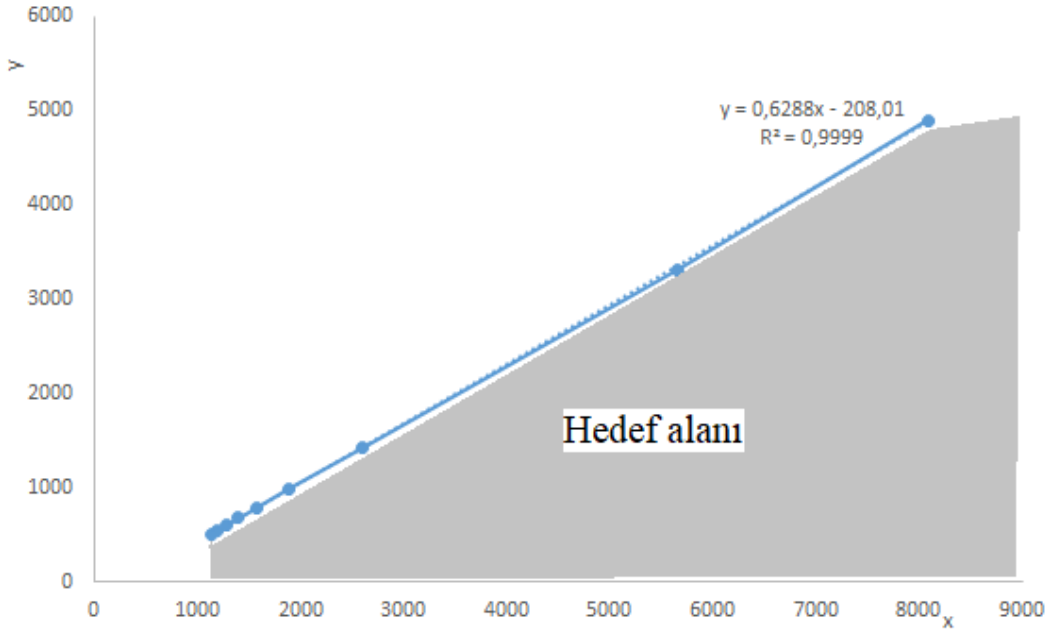
Üçüncü adımda komşu çözüm yani yeni dümen açısı türetilir. Bunun için dümen açısı üzerine belli bir aralıkta rastgele üretilen bir sayı eklenmiştir (Denklem 5).

$$\delta_i = \delta_{i-1} \mp b_i \quad (5)$$

Denklem 5'te δ_i yeni dümen açısı, δ_{i-1} önceki iterasyondaki dümen açısı b_i ise $[-b, b]$ aralığında türetilmiş tesadüfî bir sayıyı ifade etmektedir.
Dördüncü adımda tavlama benzetimi TB algoritmasına uygun olarak komşu çözümün kabul edilip edilmeyeceği kontrol edilir.
Beşinci adımda o ana kadar elde edilmiş en iyi çözüm ile yeni kabul edilen çözüm kıyaslanarak uygun biçimde en iyi çözüm güncellenir.
Altıncı adımda soğutma ilkesi doğrultusunda sıcaklık azaltılır.
Yedinci adımda o andaki sıcaklık en başta tanımlanan son sıcaklık değerinin altına inmişse iterasyonlar durdurulur ve arama sonlandırılır. Aksi halde üçüncü adıma dönülür ve aramaya devam edilir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada geminin hedeflenen bir koordinata ulaşması için gerekli dümen açısının belirlenmesi tavlama benzetimi algoritması esaslı optimizasyon problemi olarak tanımlanmıştır. Optimizasyon algoritmasında dümen açısına bağlı olarak geminin koordinatları MMG model kullanılarak hesaplanmıştır. Bu sırada dış bozucuların etkisi göz ardı edildiğinden bunlardan kaynaklı kuvvetler ve momentler sıfır alınmıştır. Burada geliştirilen algoritma yaklaşık olarak Görsel 4'te verilen doğrunun altında kalan hedefler için en uygun dümen açılarını hesaplamaktadır. Görsel 4'te gösterildiği üzere, farklı dümen açılarına (maksimum 35 derece) bağlı olarak gemi baş açısının tam 90 derece olduğu andaki koordinatlar tespit edilmiştir ve en küçük kareler yöntemi kullanılarak doğrunun denklemi belirlenmiştir. Gemiye tek bir dümen açısı komutu verildiğinden bu doğru yaklaşık olarak dönme hududunu belirtmektedir. Hedef alanın dışında kalan koordinatlarda gemi baş açısı 90 dereceyi geçerek sürekli dönme hareketini gerçekleştirmekte ve bu durumda istenilen hedefe ulaşılamamaktadır. Çalışmada iki farklı hedef için uygulama yapılmıştır (Çizelge 1).

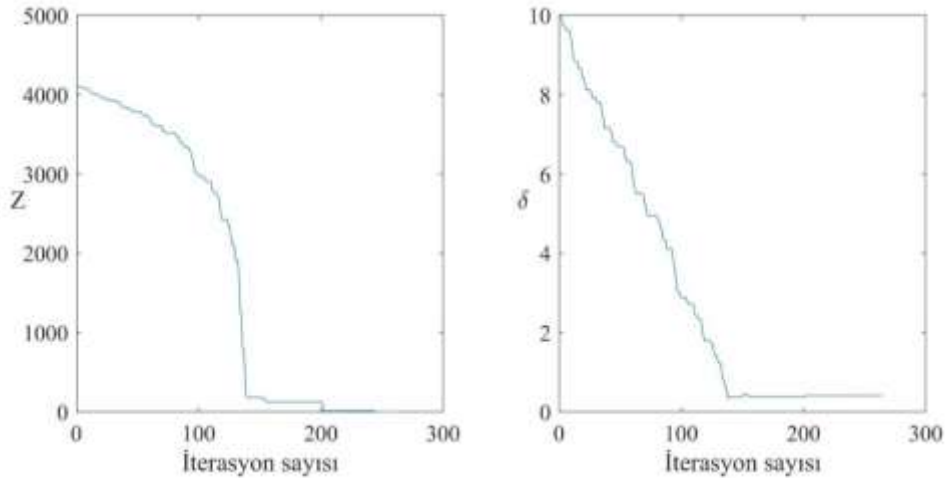


Görsel 4. Hedef alanı

Çizelge 1. Uygulamada kullanılan hedefler ve hesaplanan değerler.

	Girdi		Çıktı	
	x_d (m)	y_d (m)	Seyir süresi (s)	Dümen açısı (δ) (°)
Hedef 1	6000	1000	857.9	0.4108
Hedef 2	5000	2000	804.7	1.1340

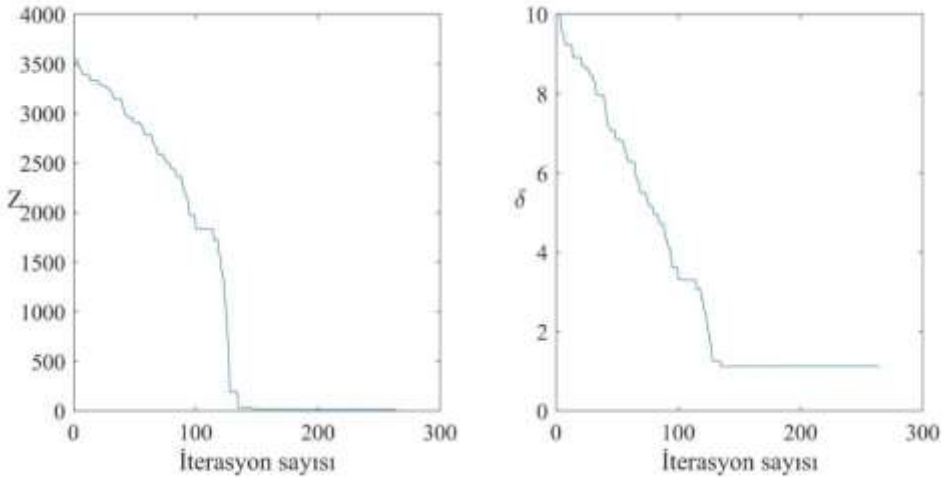
Hedef 1 için optimizasyon algoritmasının yakınsama grafiği ve en iyi çözümlerin arama boyunca değişimi Görsel 5'te verilmiştir.



Görsel 5. Hedef 1 için amaç fonksiyonunun ve en iyi dümen açısının iterasyonlar boyunca değişimi.

Görsel 5 incelendiğinde amaç fonksiyonunun sıfıra çok yaklaştığı ve dolayısıyla oldukça küçük bir hata ile belirlenen hedefe ulaşıldığı görülmektedir. Diğer taraftan iki yüzüncü iterasyon civarında en iyi çözüme çok yaklaşıldığından buradan itibaren kayda değer bir iyileşme olmamıştır. Bu andan itibaren hem amaç fonksiyonun hem de en iyi çözümün değişim grafiği yatay olarak ilerlemeye başlamıştır.

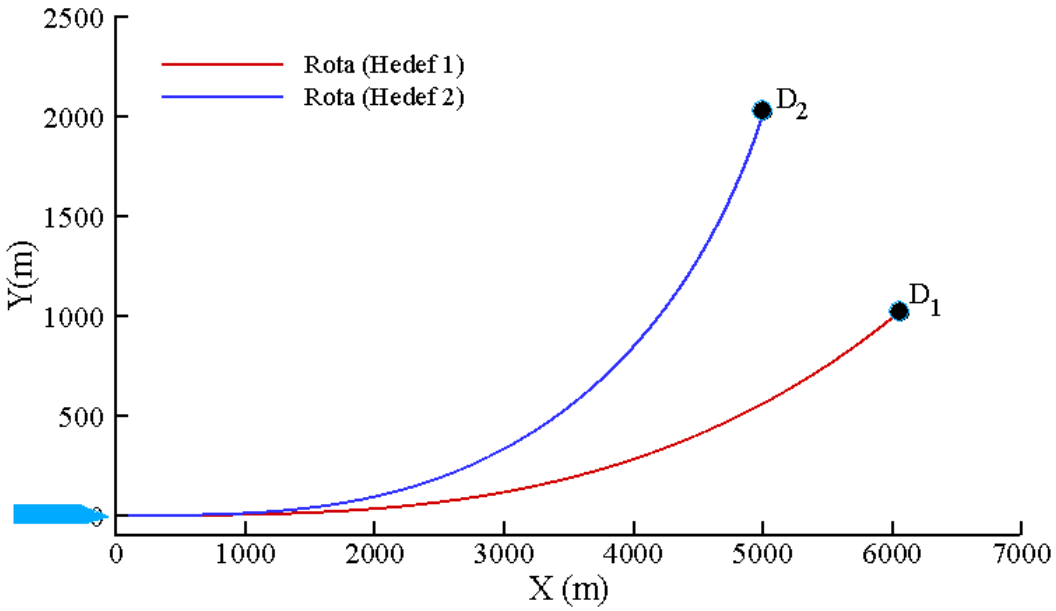
Görsel 6 hedef 2 için optimizasyon algoritmasının yakınsama grafiği ve en iyi çözümlerin arama boyunca değişimi göstermektedir.



Görsel 6. Hedef 2 için amaç fonksiyonunun ve en iyi dümen açısının iterasyonlar boyunca değişimi.

Görsel 6 incelendiğinde amaç fonksiyonunun yaklaşık yüz ellinci iterasyon civarında sıfıra çok yaklaştığı görülmektedir. Yine bu noktada en iyi çözüme çok yaklaşıldığından buradan itibaren kayda değer bir iyileşme olmamış ve hem amaç fonksiyonun hem de en iyi çözümün değişim grafiği yatay olarak seyretmeye başlamıştır. Hedef 2'ye ulaşmak için hesaplanan dümen açısının hedef 1 için hesaplanan dümen açısından daha büyük olduğu görülmektedir.

Sekil 7'de geminin belirlenen dümen açısına göre hedefe giderken kat ettiği yol gösterilmiştir.



Görsel 7. Belirlenen hedefler için hesaplanan gemi rotaları.

Kontrolör kullanıldığında hedefe ulaşmak için referans değere oturma zamanına gelene kadar farklılar olmakta ve uygun dümen açısı bulunduğunda ise bu açı muhafaza edilerek hedefe ulaşılmaktadır [6]. Burada kullanılan optimizasyon algoritmasında ise seyre başlamadan hedefe uygun açı belirlenmekte ve belirlenen bu tek bir açı değeri dümene verilerek hedefe ulaşılmaktadır. Kontrolör kullanıldığında istenilen herhangi bir hedefe ulaşmak mümkün iken bu çalışmada belli bir hedef bölge kısıtı bulunmaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma ile geminin başlangıç noktasından belirlenen hedef bölgeye olan hareketi için gereken dümen açısı optimizasyon kullanılarak belirlenmiştir. Böylece gemi kaptanı geminin ulaşmasını istediği hedef bölge için gereken optimum dümen açısını gemi harekete başlamadan önce önerilen bu yöntem ile belirleyebilecektir. Optimizasyon sonucu elde edilen dümen açısı, gemi hareketine başladığı anda dümene komut olarak verilecek ve böylece dümene verilen tek bir açı değeri ile geminin istenilen hedef bölgeye olan hareketi gerçekleştirilebilecektir. Bu durum geminin rotaya oturması esnasında yapacağı salınımların önüne geçerek sürekli farklı açıların dümene komut olarak verilmesini engelleyebilecektir.
Çalışmada hedef bölge için belli bir kısıt bulunmaktadır. Optimizasyon ile tek bir açı değeri için kısıtlı bir bölgede optimum dümen açısının aranması gerçekleştirilmektedir. Fakat sonraki çalışmalarda geminin manevra karakteristiklerine bağlı olarak kısıtlı bölgenin dışında bir koordinat belirlendiğinde, oluşturulacak olan algoritmayla sıralı olarak birden fazla dümen açısı belirlenmeye çalışılacaktır. Böylece belirlenen optimum dümen açıları sırasıyla manevra modeline giriş sinyali olarak verilecek ve geminin herhangi bir koordinata ulaşabilmesi sağlanacaktır. Kontrolör kullanılması durumunda ise dümenin belli bir salınımı sonrası sabit bir açı belirlenmekte ve hedefe bu şekilde ulaşılırken herhangi bir hedef bölge kısıtı bulunmamaktadır. Önümüzdeki çalışmalarda optimizasyon algoritması ile herhangi bir hedef bölge kısıtı olmadan uygun dümen açısının bulunması için uygun algoritma geliştirilebilir. Ayrıca tek bir dümen açısıyla istenilen koordinat için elde edilen rota katedilen yol olarak bakıldığında uzun mesafe olarak görülebilir. Fakat tek bir dümen açısı verildiği için dümenin değişen açısına bağlı olarak gemi hızında meydana gelebilecek ani değişimler söz konusu olmayacaktır.

Kaynaklar

[1] Dlabac, T., Alasan, M., Krum, M. ve Marvui, N. (2019). PSO-BASED PID controller design for ship course-keeping autopilot. Brodogradnja, vol. 70, no. 4, pp. 1–15.

[2] Zhou, Z., Zhang, Y. ve Wang, S. A., (2021). Coordination System between Decision Making and Controlling for Autonomous Collision Avoidance of Large Intelligent Ships. J. Mar. Sci. Eng. 2021, 9, 1202. https://doi.org/10.3390/jmse9111202.

[3] Zadeh, L.A., (1965). Fuzzy sets. Inform. Control 8, 338–353.

[4] Bhattacharya, S.K., Rajesh, G., ve Gupta, D.K., 2011. Fuzzy autopilot for ship maneuvering. Int. Shipbuild. Prog. 191–218.

[5] Feng, Y.X., X-K, Z., (2018). Ship course keeping control based on nonlinear decoration fuzzy pid. Ship Eng 40, 202–205.

[6] Budak, G. ve Beji, S., (2020). Controlled course-keeping simulations of a ship under external disturbances. Ocean Engineering, vol. 218, pp. 108126, 2020.

[7] Cahyaningtias, S., Asfihani, T. ve Subchan, S., (2021). Design Control of Surface Marine Vehicle Using Disturbance Compensating Model Predictive Control (DC-MPC). BAREKENG: J. Il. Mat. & Ter., vol. 15, no. 1, pp. 167-178.

[8] Yu, D., Deng, F., Wang, H., Hou, X., Yang, H. ve Shan, T. (2022). Real-Time Weight Optimization of a Nonlinear Model Predictive Controller Using a Genetic Algorithm for Ship Trajectory Tracking. Journal of Marine Science and Engineering 10 (8):1110.

[9] Cimen, T. ve Banks, P.B., (2004). Nonlinear Optimal Tracking Control with Application to Super-tankers for Autopilot Design. Automatica, pp. 1845–1863.

[10] Fang, M. ve Lin, Y., (2015). The optimization of ship weather-routing algorithm based on the composite influence of multi-dynamic elements (ii): optimized routings. Appl. Ocean Res. 50, 130–140.

[11] Talbi, E.G. (2009). Metaheuristics: From Design to Implementation. John Wiley & Sons.

[12] Taha, H.A. (2003). Yöneylem araştırması. (Ş. A. Baray, & Ş. Esnaf, Çev.) İstanbul: Literatür Yayıncılık.

[13] Abkowitz, M.A., (1964). Lectures on ship hydrodynamics – Steering and maneuvering. Hydro- and Aerodynamics Laboratory Report Hy-5, Lyngby, Denmark.

[14] Ogawa, A. ve Kasai, H., (1978). On the mathematical model of maneuvering motion of ships. Int. Shipbuild. Prog. 25 (292), 306–319.

[15] Yasukawa, H. ve Yoshimura, Y., (2015). Introduction of mmg standard method for ship maneuvering predictions. J. Mar. Sci. Technol. 20, 37–52.

[16] Aksu, E. ve Köse, E. (2017). Evaluation of Mathematical Models for Tankers' Maneuvering Motions. JEMS, 2017; 5(1): 95-109.

[17] Kirkpatrick, S., Gelatt, C. ve Vecchi, M. (1983). Optimization by simulated annealing. Science, 220(4598), 671-680.

[18] Černý, V. (1985). Thermodynamical approach to the traveling Salesman problem: an efficient simulation algorithm. Journal of Optimization Theory and Applications, 45(1), 41-51.

[19] Yang, X.S. (2010). Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications.

[20] Poe, W. A. ve Mokhatab, S. (2017). Modeling, control, and optimization of natural gas processing plants. gulf professional publishing.

HÜCRESEL İMALATIN YENİDEN YAPILANDIRILMASINA YÖNELİK KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ: HAVACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Kübra Yazar Kurul[1], Prof. Dr. Muzaffer Kapanoğlu[2]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, 0000-0003-4512-1861
[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, 0000-0002-8217-7517

ÖZET

Günümüzde hücresel üretim sistemleri, sipariş üzerine üretim yapan ve çok sayıda ürün çeşitliliği bulunan firmalar için kaçınılmaz hale gelmiştir. Hücresel üretim sistemi temelinde parçaların rotalarında bulunan benzerliklerden faydalanılarak üretim sistemini hücrelere ayırıp, yönetilmesini kolaylaştırma felsefesine dayanmaktadır. Sistemde bulunan parçalar ürün aile gruplarına ayrılmakta ve oluşturulan hücrelere atanmaktadır. Zaman içerisinde üretim sistemlerine yeni ürünlerin dahil edilmesi, firmalar için yeni müşteriler edinilmesi, dalgalı müşteri siparişleri, alternatif rotaların varlığı, darboğaz makinelerin oluşması gibi nedenler hücresel imalat sistemi içerisinde ilk etapta oluşturulan hücrelerin etkinliğini düşürmektedir. Zamanla değişen koşullar sebebiyle parçaların atandıkları hücre dışında farklı hücreleri ziyaret etmesi üretim sisteminin yönetilmesini zorlaştırmaktadır. Beraberinde taşıma ve bekleme sürelerindeki artışla birlikte verimlilik değerlerinin düşmesine sebep olmaktadır. Bu çalışmada alternatif rotalar, makine kapasiteleri ve müşteri talepleri göz önünde bulundurulmuştur. Bahsedilen problemlere yönelik olarak hücreler arası trafik değeri minimizasyonunu amaçlayan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu karar destek sistemine HAP (Hücre Atama Problemi) adı verilmiş ve Excel VBA (Visual Basic for Applications) kullanılarak kodlanmıştır. Önerilen bu karar destek sisteminin model yönetim modülü, rotaların seçilmesi ve hücrelerin oluşturulması olmak üzere iki kademeli bir çözüm sunmaktadır. İlk aşamada, rotaların seçimi bir doğrusal programlama problemi olarak formüle edilerek dal-sınır algoritması ile çözülmektedir. İkinci aşamada ise hücrelerin oluşturulması hücreler arası trafik minimizasyonu metodu kullanılarak çözülmektedir. Sonuçların değerlendirilmesinde global etkinlik değeri, grup teknolojisi etkinliği değeri, hücreler arası trafik değeri, hücre dışı operasyon sayısı ve başka hücreyi ziyaret eden parça sayısı etkinlik kriteri olarak kullanılmıştır. Örnek veri setindeki mevcut durum ile HAP kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları, bahsedilen değerlendirme kriterlerinin tamamında son derece anlamlı iyileştirmeler olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karar Destek Sistemi, Hücresel Üretim Sistemi, Hücre Oluşturma Yöntemleri, Hücreler Arası Trafik Minimizasyonu,

1. GİRİŞ

Günümüzde artan rekabet koşulları işletmeleri daha verimli ve esnek çalışmaya zorlamaktadır. Değişen ve gelişen dünyada firmaların teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmesi çok önemli hale gelmiştir. Teknoloji ile beraber firmalar yararlı sistemleri bünyelerine entegre etme çabası içine girmişlerdir. Dalgalı talep miktarları, makine kapasite kullanım oranları, katma değersiz işlem maliyetleri gibi üretimi zorlaştıran ve verimsizleştiren etmenlerle başa çıkmak zorunlu hale gelmiştir. Maliyetlerini azaltabilen ve değişen koşullara hızlı adapte olabilen firmalar hem müşteri taleplerini karşılama hızında hem de karlılığında artış sağlayabilmektedirler. Bunu sağlamanın en temel yolu doğru üretim sistemlerini kurmaktır. Üretim sistemi; insan, makine, malzeme ve destek sistemlerinin bir araya getirilerek bir işletmenin üretim faaliyetini gerçekleştirilmesini sağlayan sistemlerdir. Destek sistemlerine, doğru ürünlerin üretilmesi için kalite kontrol sistemleri, lojistik yönetimi gibi örnekler verilebilir [1].

Üretilen ürün miktarı seviyesinin orta ve ürün çeşitliliğinin çok olduğu sistemlerde hücresel üretim sistemleri tercih edilmelidir. Hücresel üretim sistemi, üretim sistemini parçalara ayırarak yönetilmesini kolaylaştırma metodolojisine dayanmaktır. Sistemde bulunan parçalar belirlenen kriterlere göre benzerliklerinden faydalanılarak ürün aile gruplarına bölünür ve bu ürün aile gruplarının bir arada işlenmesi sağlanır. Ürün ailelerinin oluşturulmasının ardından sistemdeki makinalar belirlenen kriterlere göre hücrelere ayrılır. Temel amaç ürün aile gruplarının hücrelere atanmasıdır. Hücresel üretim sistemlerinde üretilecek ürünün ham malzemesinin hücreye giriş yapmasının ardından rotasındaki tüm operasyonları atandığı hücrede tamamlanıp, bitmiş ürün olarak o hücreden çıkması amaçlanmaktadır. Bu şekilde parçalar üretim esnasında bir bölümden diğerine taşınmayacaktır. Bu durumda taşıma ve bekleme gibi maliyet oluşturan işlemlerin süresinin minimize edilmesi hedeflenmektedir. Bu durum firmalar için esnek hareket kabiliyeti sunmaktadır. Bunun yanında ürün taşıma miktarlarında azalma, üretim sürelerinde azalma, üretim planlamasını kolaylaştırma, etkin kaynak kullanımı, sistem yönetiminin kolaylaşması gibi avantajları beraberinde getirmektedir.

Hücresel üretim sistemini kurmanın temel adımı hücre oluşturmadır. Literatürde hücre oluşturma yöntemleri hakkında birçok çalışma bulunmaktadır. Bu bölümde literatürde bulunan hücre oluşturma yöntemlerinden bahsedilecektir.

Saraç ve Özçelik'e (2012) göre başarılı bir hücresel imalat kurulumun ön koşulu etkili bir gruplamadır. Çalışmalarında gruplama etkinliğini en üst düzeye çıkarmak amacıyla genetik algoritma kullanarak makine hücreleri ve parça aileleri oluşturulması sorununu ele almışlardır [2].

Sudtachad (2020) yaptığı çalışmada üretim hatları için parça hareket akışının beklenen toplam hareket sürelerini minimize etmeyi amaçlamıştır. Değişken talepleri karşılayabilmek için rassal talep değerleriyle çalışarak dinamik programlama modeli tasarlamıştır [3].

Nagi vd.ne (1990) göre hücresel üretim, üretimi kolaylaştırmayı amaçlamaktadır ve taşıma, bekleme ve stok maliyetlerini azaltarak katma değersiz işlemleri minimuma indirmektedir. Bu araştırmacılar, parça rotalarının seçilmesi, parça talebini ve makine kapasite kısıtlamalarını göz önünde bulundurarak hücreler arası trafiği minimize edecek şekilde üretim sisteminin üretim hücrelerine ayrıştırılması üzerine çalışmışlardır [4].

Onwubolu ve Songore (2000) bu çalışmada ele alınan konuya benzer olarak hücreler arası trafik minimizasyonu konusunda çalışmalar yapmıştır. Makineleri ve parça ailelerini hücrelere atamak ve hücreler arası hareket sayısını minimize etmek için meta sezgisel tabanlı tabu arama algoritması geliştirmiştir [5].

Bu çalışmaların yanında literatürde hücre oluşturma problemlerini karar destek sistemiyle çözmeyi amaçlayan çalışmalar da bulunmaktadır.

Hücre oluşturma problemini karar destek sistemleri yardımıyla çözen Chu (1997) yapay sinir ağlarını kullanarak aynı anda parça ailelerini ve makine hücrelerini oluşturabilen bir çalışma sunmuştur. Çalışmalarında alternatif rotaların varlığı göz ardı edilmiştir [6].

Yine benzer konuda çalışma yapmış olan Öztürk ve Öztürk (2005) tek rotalı parçaların var olduğu hücre oluşturma probleminde hücreler arası taşıma mesafesini minimize edecek, rekabetçi yapay sinir ağları yaklaşımını kullanarak bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir [7].

Chang (2010) hücre oluşturma problemi için tabu arama tekniği kullanarak web tabanlı bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Bu çalışma da alternatif rotalar göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma, literatürde bulunan çalışmalarla karşılaştırılmış ve sonuçlarda iyileştirme sağlandığı gösterilmiştir [8].

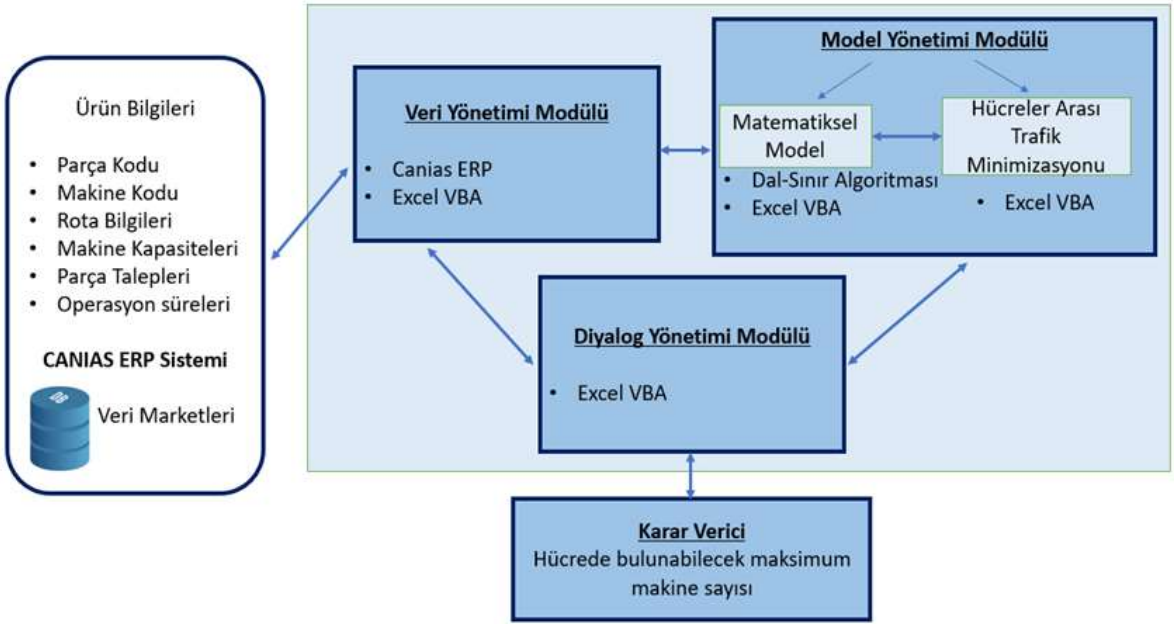
David S.A. (2002) yaptığı çalışmada makine hücreleri için makine benzerlik yaklaşımı ve parça aileleri oluşturmak için kendi yönetimini birleştirerek bir karar destek sistemi önermiştir. Bu karar destek sistemini C++ ile kodlamıştır [9].

Vitanov vd. (2007) gerçek hayat problemlerindeki hücreleri elde etmek için HERBAL (Heuristic Rules Based Logic) sezgisel algoritmasına dayanan bir karar destek sistemi önermişlerdir. Literatürdeki verilerle karşılaştırmalar yapılmış ve yöntemin başarısı gösterilmiştir [10].

Gerçek hayat problemlerinde var olan alternatif rotaların göz önüne alınmasıyla problem karmaşıklığının artmasına karşın elde edilen hücrelerin etkinliği çok daha iyi olmaktadır. Hücre oluşturma problemlerinde alternatif rotaları göz önünde bulunduran Sönmez (2011) parçacık sürü optimizasyonu ve yapay sinir ağlarını kullanarak melez bir karar destek sistemi geliştiriştir [11].

2. ÖNERİLEN KARAR DESTEK SİSTEMİ

Bu çalışmada alternatif rotalar, makine kapasiteleri ve müşteri talepleri göz önünde bulundurularak hücreler arası trafik değeri minimizasyonunu amaçlayan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu karar destek sisteminin bileşenleri Görsel 2.1'de gösterilmiştir.[16]

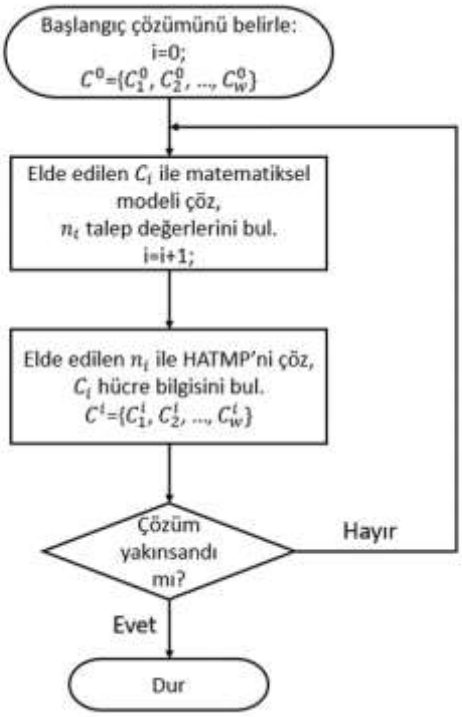


Görsel 2.1. Önerilen karar destek sisteminin bileşenleri

Önerilen karar destek sisteminin model yönetimi modülünde görüldüğü gibi önerilen algoritma rotaların seçilmesi ve hücrelerin belirlenmesi olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamadaki matematiksel model dal-sınır algoritması kullanılarak çözülürken, ikinci aşama hücreler arası trafik minimizasyonu metodu kullanılarak çözülmektedir. Önerilen karar destek sistemi Excel'in ve VBA dilinin olanakları kullanılarak geliştirilmiştir. Karar destek sisteminin adı HAP olarak belirlenmiştir. Hücreler arası trafik minimizasyonu ile hücreler arası gereksiz taşıma maliyetlerinden kaçınılması hedeflenmiştir. Önerilen karar destek sistemi, ilerleyen dönemlerde parçaların rotalarında ve müşteri taleplerinde değişikliklerin olması durumda, sisteme yeni ürün dahil edilmesi durumunda tekrar kullanılabilmektedir. Yöntemin aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Rotaların belirlenmesi (Matematiksel Model)
- Hücrelerin oluşturulması (Hücreler Arası Trafik Minimizasyonu)

Önerilen karar destek sistemin akış şeması Görsel 2.2 de verilmiştir.



Görsel 2.2. Önerilen yaklaşımın akış şeması

Devam eden bölümde matematiksel model, dal-sınır algoritması ve hücreler arası trafik minimizasyonu yöntemlerine değinilecektir.

2.1.Matematiksel Model

Matematiksel model bu çalışmada rotaların belirlenmesi aşamasında kullanılmaktadır. Belirlenen kısıtlar altında matematiksel model çözülür ve sonuçları seçilen rotalardaki talep değerlerini verir. Karar destek sisteminin model yönetim modülünde bu amaçla geliştirilen matematiksel model verilmiştir.

Kümeler;

$M = \{m_1, m_2, \ldots., m_m\}$ Makineler kümesi

$P = \{p_1, p_2, \ldots., p_n\}$ Parçalar kümesi

$C = \{c_1, c_2, \ldots, c_w\}$ Hücreler kümesi

Parametreler;

t_{ab} : c_a ve c_b hücreleri arasındaki trafik değeri

$x_{ik}(a,b)$: c_a hücresindeki bir makinenin ardından c_b hücresindeki herhangi bir makinenin yer almasının sayısı

$d_{ik}(j)$: P_i parçasının k. alternatif rotasında j makinesindeki işleme süresi

N_i : P_i parçasının üretim talebi (i=1,2,…,n)

e_j : Makineler için kullanılabilir kapasite (j=1,2,…,m)

g_a : c_a hücresinde bulunan makine sayısı

G : Bir hücrede kullanılabilecek maksimum makine sayısı

Karar değişkeni;

n_{ik} : P_i parçasının k. alternatif rotasındaki üretilecek talep miktarı

$g_a \leq G$ a=1,2,…,w (2.1)

$\sum_{k=1}^{q(i)} n_{ik} = N_i$ i=1,2,…,n k=1,2,…,q(i) (2.2)

$\sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{q(i)} n_{ik}\, d_{ik}(j) \leq e_j$ j=1,2,…,m (2.3)

$n_{ik} \geq 0$ *ve tamsayı*

$$\min Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{q(i)} \left(x_{ik}(a,b) + x_{ik}(b,a)\right) n_{ik} \quad (2.4)$$

Denklem (2.4) ile gösterilen denklem amaç fonksiyonudur, hücreler arası trafik değerini göstermektedir. Kısıtlarda yer alan (2.1) numaralı kısıt, hücre büyüklüğü kısıtını; (2.2) numaralı kısıt, her bir parça için talep kısıtını; (2.3) numaralı kısıt ise her bir makine için kapasite kısıtını ifade etmektedir.

2.2.Dal-Sınır Algoritması

Dal sınır algoritması literatürde ilk kez Land ve Doig (1960) tarafından tam sayılı problemleri çözmek için geliştirilmiştir. Dal sınır algoritmasının temelinde tüm olurlu çözüm seçeneklerinin bulunması yatmaktadır. Amaç çözüm alanını küçük setlere bölerek, çözümün içinde bulunmadığı düşünülen bölgeleri elimine ederek çözüme ulaşmaktır [12]. Dal sınır algoritması en uygun çözümü içermediği bilinen alt grupları silerek, dallanma ve sınırlanma işlemlerinin yinelemeli olarak yapılmasıdır. Bu yöntemde üç işlem yapılarak ilerlenir: Dallandırma, sınırlama ve bağlama [13].

2.3.Hücreler Arası Trafik Minimizasyonu Yöntemi

Hücre tasarımında kullanılan yöntemlerin pek çoğu hücreler arası taşımayı en küçüklemeyi hedeflemektedir. Bu amaçla geliştirilen başarılı yöntemlerden bazıları Onwubolu ve Songore [5], Adil vd. [14], Nagi vd. [4], Sudtachad [3], Adinarayanan vd. [15] tarafından geliştirilmiştir. Bu çalışma da Nagi vd. [4] tarafından geliştirilen hücreler arası trafik minimizasyonu yöntemi benimsenmiştir. Yöntemin esası aralarında yoğun hareket bulunan tezgâhları bir araya toplamaya dayanmaktadır. Parçaların rota bilgilerinden elde edilen verilerle makineler arasındaki trafik değerleri bulunur. En büyük trafik değerine sahip makineleri bir araya toplayarak sistemin genel trafik değerinden kazanç sağlama amacına dayanır. Hücreler arası trafik minimizasyonu metodunun adımları aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Sistemde oluşturulacak hücrede bulunması istenen maksimum makine sayısı belirlenir. G değeri bir hücrede izin verilen maksimum makine sayısıdır.

Adım 2: Sistemde bulunan tüm makineler ayrı birer hücre gibi ele alınır. Makine-makine matrisi oluşturulur.
Adım 3: Makineler arasındaki trafik değeri denklem (2.4) de verilen formül ile bulunur.
Adım 4: Sistemin toplam trafik değeri hesaplanır.
Adım 5: Sistemde yer alan en büyük trafik değeri olan iki makine bir araya getirilerek bir hücre oluşturulur.
Adım 6: Birleştirilen bu iki makine tek hücre olarak değerlendirilir, diğer makinelerle olan trafik değeri hesaplanırken ayrı ayrı değerleri toplanarak hesaplanır.
Adım 7: Adım 3'e tekrar gidilir. En büyük trafik değeri olan makineler birleştirilir.
Adım 8: Hücrelerden biri G değerine ulaşmışsa o hücre kapatılır ve yeni makine ataması bu hücreye yapılmaz.
Adım 9: Kalan makine ve hücrelerle işlemlere devam edilir.
Adım 10: Her iterasyon sonrası sistemdeki toplam trafik değeri hesaplanır.
Adım 11: Toplam trafik değeri 0 olduğunda veya sistemde atanacak makine kalmadığında durulur.

2.4.Değerlendirme Kriterleri

Bu çalışmada mevcut durum ve önerilen durum sonuçlarını karşılaştırabilmek için aşağıdaki değerlendirme kriterleri kullanılacaktır. Bu kriterlerine ek olarak hücreler arası trafik değeri, hücre dışı operasyon sayısı, başka hücreyi ziyaret eden parça sayısı da incelenecektir.

Global Etkinlik: İlgili hücrelerde gerçekleştirilen operasyon sayısının, sistemin tamamında bulunan operasyon sayısına oranını ifade eder. Parçaların operasyonlarını ilgili hücre içinde sınırlandırılmasının etkinliğini yansıtır.

$$Global\ etkinlik = \frac{hücre\ içi\ operasyon\ sayısı}{sistemdeki\ toplam\ operasyon\ sayısı} \quad (2.5)$$

Grup Teknolojisi Etkinliği: Sistemdeki hücreler arası trafiğin mümkün olan maksimum hücreler arası trafiğe oranı üzerinden hesaplanır.

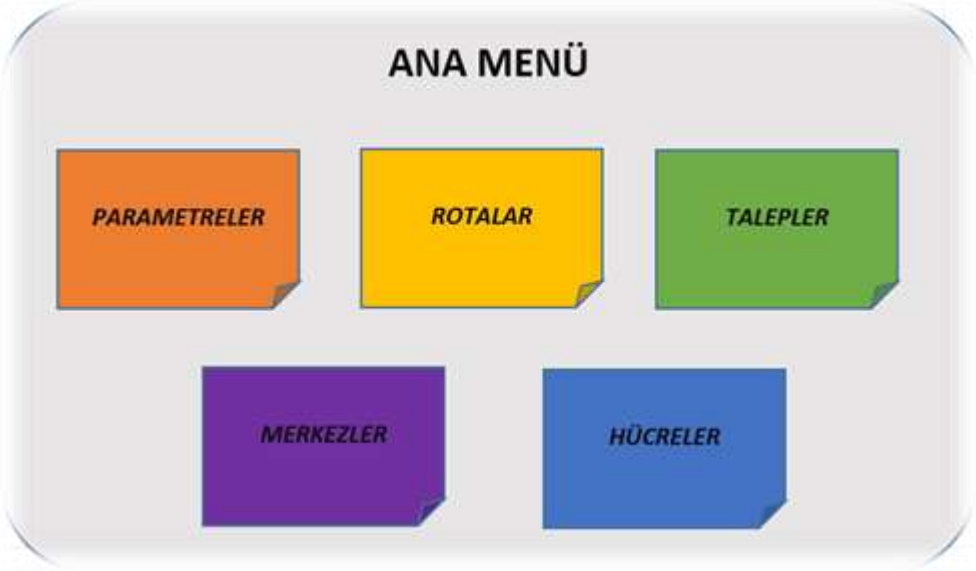
$$Grup\ teknolojisi\ etkinliği = 1 - \frac{mevcut\ trafik}{oluşabilecek\ maksimum\ trafik} \quad (2.6)$$

3. ÖNERİLEN KARAR DESTEK SİSTEMİNİN UYGULANMASI

Yukarıda önerilen karar destek sistemi geliştirilmeden önerilen hücre oluşturma metodolojisinin gerçek imalat kararlarına yansıtılması imkansızdır. Bu nedenle hem kullanım kolaylığı hem de önerilen akademik yöntemlerin uygulamada kullanımını arttırabilmek amacıyla karar destek sistemi geliştirilmiştir. Excel VBA'da geliştirilen bu karar destek sistemine HAP adı verilmiştir.

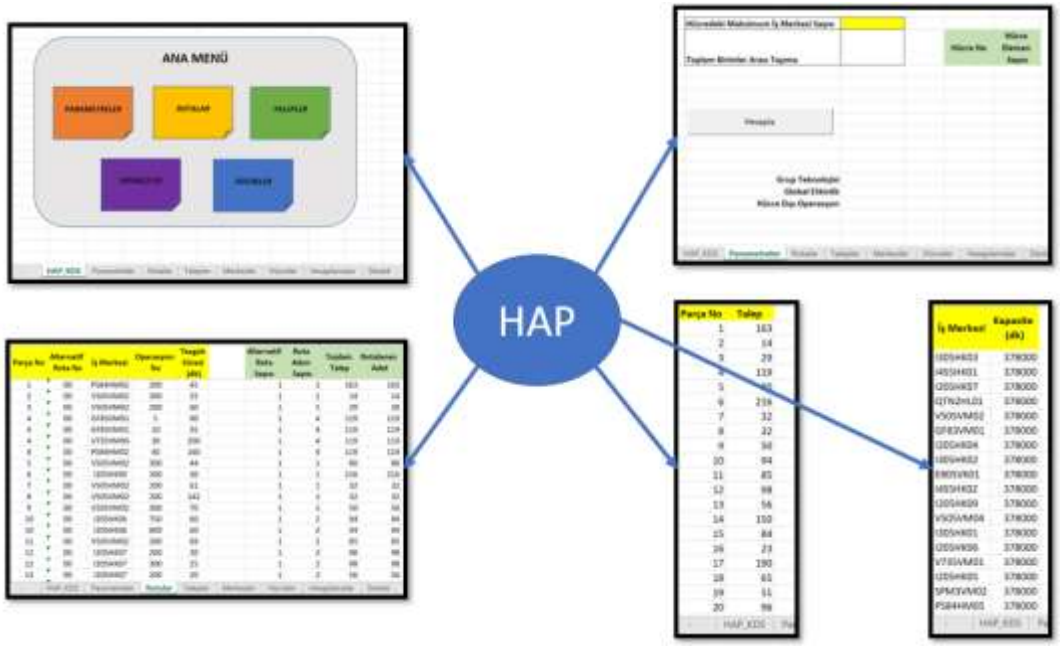
HAP'ın diyalog yönetim modülü, model yönetim modülü ve veri yönetim modülü olmak üzere üç alt modülü mevcuttur. Diyalog yönetim modülü ağırlıklı olarak kullanıcıların alışık olduğu

Excel arayüzü ve programlama özellikleriyle zenginleştirilmiştir. İlk olarak HAP'ı açtığımızda HAP_KDS çalışma sayfasında ANA MENÜ kullanıcıyı karşılamaktadır. HAP_KDS hücre atama problemi ve karar destek sistemi kelimelerinin kısaltmasıdır. HAP_KDS sayfasının ekran görüntüsü Görsel 3.1'de verilmiştir. Bu sayfada HAP içerisinde bulunan tüm çalışma sayfalarına kısayol bağlantı bulunmaktadır. Aynı şekilde ilgili sayfalardan ana menüye dönmek için de her sayfada ANA MENÜ yazılı ok şeklinde butonlar yer almaktadır. Bu butonlar KDS sisteminin kullanım kolaylığı için eklenmiştir.



Görsel 3.1. HAP_KDS çalışma sayfasının ekran görüntüsü

HAP içerisinde bulunan çalışma sayfalarından 'Rotalar' sayfasına parça numaraları, rota bilgileri, operasyon bilgileri ve operasyon süreleri, işlem görülecek makine bilgileri kaydedilmektedir. 'Parametreler' sayfasına bir hücrede bulunabilecek maksimum makine sayısı kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Parçaların yıllık talepleri toplamı ve parça numaraları 'Talepler' sayfasına kaydedilmektedir. Sistemde bulunan tüm makinelerin numaraları ve kapasite bilgileri 'Merkezler' sayfasında kaydedilmektedir. İstenen tüm veriler HAP'a kaydedildikten sonra 'Parametreler' sayfasında bulunan 'Hesapla' butonuna basıldığında karar destek sistemi algoritması çalışmakta ve sonuçlar yine bu sayfada görüntülenmektedir. HAP içerisinde bulunan çalışma sayfalarının ekran görüntüleri Görsel 3.2'de gösterilmektedir.



Görsel 3.2. HAP çalışma sayfaları

3.1.Mevcut Durum

Çalışmanın yapılacağı firmada mevcut durumda kurulmuş hücresel üretim sistemi vardır. Firmada 9 adet hücre bulunmaktadır. Hücrelerde aktif olarak üretilen 1197 çeşit parça vardır. Bu parçaların alternatif rotaları dahil olmak üzere sistemde toplam 2921 operasyon bulunmaktadır. Firmanın çalışma yapılan tesisinde hücrelere atanmış aktif faaliyet gösteren 62 adet makine vardır. Makineler günde 1, 2 ve 3 vardiya olmak üzere farklı kapasite değerleriyle çalışmaktadır. (1 yıl 300 gün; 1 vardiya 7 saat olarak alınmıştır.) Firmada bulunan parçaların yıllık toplam 117.407 adet talebi bulunmaktadır. Talepler parçalara göre değişkenlik göstermektedir. Mevcut durumda sistemde bulunan 212 çeşit parça atandığı hücre dışında başka hücrelerde işlem görmektedir. Sistemde bulunan 2921 operasyonun 303 adeti hücre dışında gerçekleşmektedir. Mevcut durum için hesaplanan hücreler arası trafik değeri; 23.259'dur. Ayrıca mevcut durumda grup teknolojisi etkinliği %31,37 ve global etkinlik değeri %74,01 olarak hesaplanmıştır.

3.2.Önerilen Durum

Önerilen durumda hücrelerde bulunabilecek maksimum makine sayısı 8 olarak belirlenmiştir. Önerilen durumda yeni hücrelerle elde edilen hücreler arası trafik değeri 11.979'dur. Grup teknolojisi etkinliği %64,06 hesaplanırken global etkinlik değeri %92,82 olarak hesaplanmıştır. Önerilen yeni sistemde hücre dışı operasyon sayısı 198'dir. Sistemde atandığı hücre dışında başka hücreyi ziyaret eden parça sayısı 142'dir.

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu bölümde firmada bulunan mevcut durum ve önerilen karar destek sistemi sonuçları karşılaştırılacaktır. Değerlendirme kriterlerinin karşılaştırma tablosu ve iyileştirme oranları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Hücreler arası trafik değerine bakıldığında mevcut durumda 23.259 iken önerilen durumda bu değer 11.979'a düşürülmüştür. Hücreler arası trafik değerinde %48 kazanç sağlanması çalışmanın sonuçlarını tatmin edici hale getirmiştir. 1197 çeşit parça, toplam 117.407 talep, 62 adet makine ve 2921 adet operasyonun bulunduğu bu büyük veri grubunda hücreler arası trafik değerindeki bu azalma firma için ciddi kazanç sağlamaktadır. Global etkinlik değeri mevcut durumda %74,01 idi. Önerilen duruma bakıldığında bu değer %92,82'dir. Aynı zamanda mevcut durumda %31,37 olan grup teknolojisi etkinliği %64,06'ya yükselmiştir. Diğer bir değerlendirme kriteri olan atandığı hücre dışında başka hücreyi ziyaret eden parça sayısı mevcut durumda 213 iken önerilen durumda bu değer 143'e düşürülmüştür. Aynı şekilde mevcut durumda atandığı hücre dışında başka hücrelerde gerçekleştirilen operasyon sayısı 303 iken önerilen durumda 198'e düşürülmüştür.

Çizelge 4.1. Mevcut durum ve önerilen durum karşılaştırma tablosu

	Mevcut Durum	**Önerilen Durum**	**İyileştirme Oranı**
Hücreler arası trafik değeri	23.259	11.979	48%
Hücre dışı operasyon sayısı	303	198	35%
Global etkinlik değeri	74,01%	92,82%	25%
Grup teknolojisi etkinliği	31,37%	64,06%	104%
Başka hücreyi ziyaret eden parça sayısı	213	143	33%

Ülkemizde savunma ve havacılık sanayi ürünleri ihracatında ilk 5'te yer alan bir firmanın hücresel üretim sisteminin yeniden gözden geçirilmesi ihtiyacına yönelik olarak hücreler arası trafik değerini minimize eden bir hücre atama problemi için karar destek sistemini geliştirilmiştir. Çalışmada mevcut durum ve önerilen durum karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırma işlemi için global etkinlik, grup teknolojisi etkinliği, hücreler arası trafik değeri, hücre dışı operasyon sayısı ve başka hücreyi ziyaret eden parça sayısı kriterleri ele alınmıştır. Karşılaştırma sonucu, tüm değerlendirme kriterlerinde kayda değer iyileştirme sağlanmıştır.

Yüksek teknoloji gerektiren havacılık sektörüne yönelik imalat yapılan sanayilerde hücresel üretim sistemi önemli bir yer tutmaktadır. Ancak ürün çeşitliliği ve üretim miktarlarındaki değişiklikler hücresel üretim sistemi içindeki hücrelerin etkinliğini zaman içinde değiştirmekte ve verimliliği azaltmakta, buna bağlı olarak beklenen faydaların sağlanamamasına sebep olmaktadır. Geliştirilen karar destek sistemi periyodik olarak mevcut sistemin hücresel yapısının geçerliliğini sınamaya ve yeniden düzenlemeye yöneliktir. Ürünlerde değişiklik oldukça ve yeni ürün sisteme dahil edildiğinde bu karar destek sisteminin çalıştırılması, etkinliğin devam ettiğinden emin olunması, değilse gözden geçirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Groover, M.P., Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing, Pearson Higher Education Incorporation, 2015.

[2] Saraç, T., Özçelik, F., A genetic algorithm with proper parameters for manufacturing cell formation problems, Journal of Intelligent Manufacturing, 23, 4, 2012.

[3] Sudtachad, K., Dynamic programming model for cellular manufacturing layout under demand uncertainty, 9th International Conference on Industrial Technology and Management, 2020.

[4] Nagi, R., Harhalakis, G., Proth, JM., Multiple routings and capacity considerations in group technology applications, International Journal of Production Research, 28, 12, 1990.

[5] Onwubolu, G.C., Songore, V., A tabu search approach to cellular manufacturing systems, Production Planning & Control, 11, 2, 2000.

[6] Chu, C.H., An improved neural network for manufacturing cell formation, Decision Support Systems, 20, 1997.

[7] Öztürk, G., Öztürk, Z.K., A Competitive neural network approach to manufacturing cell formation, International Conference on Computers & Industrial Engineering, 2, 2005.

[8] Chang, C.C., Development of a web-based decision support system for cell formation problems considering alternative process routings and machine sequences, Journal of Software Engineering and Applications, 3, 2, 2010.

[9] David, S.A., Decision support systems in cell manufacturing, Asia Pacific Decision Sciences Institute Conference, 2002.

[10] Vitanov, V., Tjahjono, B., Marghalany, I., A decision support tool to facilitate the design of cellular manufacturing layouts, Computers & Industrial Engineering, 52, 4, 2007.

[11] Sönmez, M., Alternatif rotalı hücre oluşturma problemlerinin çözümü için yeni bir melez yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2011.

[12] Land, A.H., Doig, A.G., An automatic method of solving discrete programming problems, Econometrica, 28, 3, 1960.

[13] Mitten, L.G., Branch-and-bound methods: general formulation and properties, Operations Research, 18, 1, 1970.

[14] Adil, G.K., Rajamani, D., Strong, D., Cell formation considering alternate routings, International Journal of Production Research, 34, 5, 2010.

[15] Adinarayanan, A., Dinesh, S., Balaji, D.S., Umanath, K., Design of machine cell in cellular manufacturing systems using PSO approach, Materials Today: Proceedings, 46, 9, 2021.

[16] Kapanoğlu, M., Orhan, İ., Saraç, T., Karar Destek Sistemleri, Anadolu Üniversitesi/Eskişehir, 2019.

GAMOW-TELLER TRANSITION LOGFT VALUE FOR Ni-70 ISOTOPE

Necla ÇAKMAK

Karabük University, Faculty of Science, 0000-0001-5989-6663

ABSTRACT

The Gamow-Teller (GT) transition is one of the spin-isospin type's most common nuclear weak processes. It is of interest not only in nuclear physics but also in astrophysics; it plays important roles, for example, in supernova explosions or nuclear synthesis. The β+ type GT transitions are ΔTz=+1 and the β− type GT transitions are ΔTz= -1 with Tz=(N – Z)/2. ΔJπ=1+ since GT transitions ΔL=0 and ΔS=1 (ΔS=±1 or 0). The GT transitions occur with beta (weak interaction) or charge-exchange (strong interaction) reactions. In this study, the Gamow-Teller transition properties of the Ni-70 isotope have been studied by the Pyatov method (PM) and Schematic model (SM) within the formalism of proton-neutron Quasiparticle Random Phase Approximation (pn-QRPA). The pn-QRPA is the microscopic approach and is widely employed for the accurate and reliable computations of the β− decay logft value. The beta decay of the 0+ ground state of Ni-70 is dominated by the beta decay to the 1+ excited state of Cu-70. We solved the secular equations of GT transition for eigenvalues and eigenfunctions of corresponding Hamiltonians in the Woods–Saxon (WS) potential basis. The obtained logft value of the allowed Gamow-Teller transitions of PM and SM calculations are compared to the experimental data.

Keywords: Gamow-Teller transition, Pyatov Method, pn-QRPA, Woods-Saxon potential

1. INTRODUCTION

Nuclear β-decay includes the properties of weak, strong and Coulomb interactions, and studies of β-decay have given insight into the fundamental properties of nuclear structure. Studies in β-decay have helped researchers better understand the interactions between nucleons and the structure of the nucleus [1]. Due to the simplicity of the στ operator that causes Gamow-Teller (GT) transitions, they are the most popular nuclear weak processes in the Universe. For example, GT transitions in pf-shell nuclei play important roles in a supernova explosion or the rp-process nucleosynthesis, starting with stable Tz = +1 and proton-rich Tz = -1 nuclei to be Tz = (N-Z)/2 [2]. Thus, β+-type GT transitions have the nature ΔTZ = +1 and β- -type GT transitions ΔTZ = -1. Unlike Fermi transitions, only a single state is filled into the final nucleus, since only TZ is modified by the τ operator, GT transitions can be filled with both σ and τ operators and different states [3]. As a result, more information about nuclear structure can be extracted in the final core. The theoretical description of allowed transition using the pn-QRPA(WS) is discussed in the next section. We discuss the result of our calculations and compare them with the experimental data. We finally conclude our findings in Section 4.

2. THEORETICAL FORMALISM

The total Hamiltonian for the atomic nuclei as many-body systems is specified by additive integrals of motion such as linear momentum ($\vec{P}$), angular momentum ($\vec{J}$) and particle number (N). These conserved quantities are the consequence of the invariance of the nuclear Hamiltonian under symmetry transformations. But in constructing the nuclear model or in an approximate resolution of the problem, one often handles the Hamiltonians with broken symmetry. For example, the shell model Hamiltonian is not a translational invariant, *i.e.*, the total linear momentum is not conserved in the shell model. Also, for deformed potentials, the angular momentum is not conserved. On nuclei with ($N \neq Z$), a shell potential contains isovector terms besides the Coulomb energy and the proton-neutron mass difference, breaking the isotopic invariance. On nuclei far off the closed shells, the static pairing (pairing field) breaks the gauge invariance. That is, the pairing potential is not commutative with the particle number operator and the GT operator. The restoration method of broken symmetries developed by Pyatov and Salamov was successful in the investigation of the electric dipole resonances (the excited 1^- states), the magnetic dipole resonances (the excited 1^+ states and scissor modes) in even-even nuclei and the isobar analogue resonances (IAR) (the excited 0^+ states and the isospin admixtures of the ground states) in odd–odd nuclei. It is important to make the corresponding restoration for each giant resonance mentioned above. For example, the broken translational invariance must be restored in the study of the electric dipole resonance because other violations do not influence this resonance. Similarly, restoring the broken rotational invariance is important in investigating the magnetic dipole resonance.

In the present study, the supersymmetry property of the terms, including pairing interaction in the nuclear part of the total Hamiltonian, was restored using the Pyatov method. The mentioned restoration is made in the quasiparticle space. The schematic model Hamiltonian does not include the h_0 term for GT excitations in the quasiparticle representation and is usually accepted in the following form:

$$H_{SM} = H_{sqp} + h_{ph} + h_{pp} \qquad (1)$$

where H_{sqp} is the single quasiparticle (*sqp*) Hamiltonian, h_{ph} and h_{pp} are respectively the GT effective interactions in the particle-hole (*ph*) and the particle-particle (*pp*) channels. As known, the effective interaction constants in the *ph* and *pp* channels are fixed from the experimental value of the GTR energy and the β-decay log ft values between the low energy states of the parent and daughter nuclei (generally ground states). As mentioned earlier, the supersymmetry property of the pairing part in total Hamiltonian was restored according to the Pyatov method. In this respect, certain terms which naturally do not commute with the GT operator were excluded from total Hamiltonian and the broken commutativity of the remaining part due to the shell model mean-field approximation was restored by adding an effective interaction term h0 as follows [4]:

$$\left[H_{SM} - \left(h_{ph} + h_{pp}\right) - \left(V_1 + V_C + V_{Is} + h_0, G^{\pm}_{1\mu}\right)\right] = 0 \qquad (2)$$

or

$$\left[H_{sqp} - V_1 - V_C - V_{Is} + h_0, G^{\pm}_{1\mu}\right] = 0 \qquad (3)$$

where V_1, V_C and V_{ls} are the iso-vector, the Coulomb and the spin-orbital term of the shell model potentials, respectively. The restoration term h_0 in eq. (3) is included in a separable form:

$$h_0 = \sum_{\rho=\pm} \frac{1}{4\gamma_p} \, x \sum_{\mu=0,\pm1} \left[\left(H_{sqp} - V_1 - V_C - V_{Is}\right), G^{\rho}_{1\mu}\right]^{\dagger} x \left[H_{sqp} - V_1 - V_C - V_{Is}, G^{\rho}_{1\mu}\right]. \qquad (4)$$

The strength parameter γ_ρ of h_0 effective interaction is found from the commutation condition in eq. (3) and the following expression is obtained for this constant (for details, see ref. [5]).

$$\gamma_\rho = \frac{\rho(-1)^{\mu}}{2} \langle 0 | \left[\left[H_{sqp} - V_1 - V_C - V_{Is}, G^{\rho}_{1\mu}\right], G^{\rho}_{1\mu}\right] | 0 \rangle.$$

Let us consider a system of nucleons in a spherical symmetric average field with pairing forces. In this case, the corresponding quasiparticle Hamiltonian of the system is given by

$$H_{sqp} = \sum_{\tau,j,m} \varepsilon_{j_\tau} \alpha^{\dagger}_{j_\tau m_\tau} \alpha_{j_\tau m_\tau}, \qquad \tau = n, p \qquad (5)$$

where $\varepsilon_{j\tau}$ is the *sqp* energy of the nucleons with angular momentum j_τ, and $\alpha^{\dagger}_{j_\tau m_\tau}$ ($\alpha_{j_\tau m_\tau}$) is the quasiparticle creation (annihilation) operator. The GT operator in the quasiparticle space according to quasiboson approximation is given as follows:

$$G^{-}_{1\mu} = \sum_{np} \left[\bar{b}_{np} C^{\dagger}_{np}(\mu) + (-1)^{1+\mu} b_{np} C_{np}(-\mu)\right], \qquad (6)$$
$$G^{\dagger}_{1\mu} = \left[G^{-}_{1\mu}\right]^{\dagger},$$

where $G^{\dagger}_{np}(\mu)$ and $C_{np}(\mu)$ are the quasiboson creation and annihilation operators.

$$G^{\dagger}_{np}(\mu) = \sqrt{\frac{3}{2j_n + 1}} \sum_{m_n, m_p} (-1)^{j_p - m_p} \langle j_p m_p 1\mu | j_n m_n \rangle \, \alpha^{\dagger}_{j_n m_n} \alpha^{\dagger}_{j_p - m_p}$$

and

$$C_{np}(\mu) = \left[G^{\dagger}_{np}(\mu)\right]^{\dagger}.$$

These operators satisfy the following commutation rules in the quasiboson approximation:

$$\left[C_{np}(\mu), C^{\dagger}_{n'p'}(\mu')\right] = \delta_{nn'}\delta_{pp'}\delta_{\mu\mu'}, \qquad \left[C_{np}(\mu), C_{n'p'}(\mu')\right] = 0.$$

The h_0, h_{ph} and h_{pp} effective interactions in quasiboson approximation are described in the following forms:

$$h_0 = \sum_{npn'p'\mu\rho} \frac{1}{2\gamma_\rho} E^{\rho}_{np} E^{\rho}_{n'p'} \left[C_{np}(\mu) + \rho(-1)^{1+\mu} G^{\dagger}_{np}(-\mu)\right].\left[C_{n'p'}(\mu')\right.$$
$$\left. + \rho'(-1)^{1+\mu'} C_{n'p'}(-\mu')\right], \quad (7)$$

$$h_{ph=} 2\chi_{ph} \sum_{npn'p'\mu'} \left[\bar{b}_{np} C^{\dagger}_{np}(\mu) + (-1)^{1+\mu} b_{np} C_{np}(-\mu)\right].\left[\bar{b}_{n'p'} C_{n'p'}(\mu')\right.$$
$$\left. + (-1)^{1+\mu'} b_{n'p'} C^{\dagger}_{n'p'}(-\mu')\right], \quad (8)$$

$$h_{pp} = -2\chi_{pp} \sum_{npn'p'\mu'} [d_{np} C^{\dagger}_{np}(\mu) - (-1)^{1+\mu} \bar{d}_{np} C_{np}(-\mu)] \cdot [d_{n'p'} C_{n'p'}(\mu')(-1)^{1+\mu'} \bar{d}_{n'p'} C^{\dagger}_{n'p'}(-\mu')], \quad (9)$$

where $E^{\rho}, \bar{b}, b, \bar{d}$ and d are the reduced matrix elements. The complete expressions of these matrix elements are given in refs [5-7]. Thus, the total Hamiltonian of the system according to PM is given as

$$H_{PM} = H_{sqp} + h_{ph} + h_{pp+}h_0. \quad (10)$$

In pnQRPA, the ith excited GT 1^+ states in odd–odd nuclei are considered as the phonon excitations and described by:

$$|i\rangle = Q^{\dagger}_i(\mu)\,|0\rangle = \sum_{np} [\psi^i_{np} C^{\dagger}_{np} - (-1)^{1+\mu} \varphi^i_{np} C_{np}(-\mu)]|0\rangle, \quad (11)$$
$$\langle 0|Q_i(\mu), Q^{\dagger}_i(\mu')|0\rangle = \delta_{ij}\delta_{\mu\mu'},$$

we obtain the following orthonormalization condition for amplitudes ψ^i_{np} and φ^i_{np}:

$$\sum_{np} [\psi^i_{np}\psi^{i'}_{np} - \varphi^i_{np}\varphi^{i'}_{np}] = \delta_{ii'}. \quad (12)$$

The energies and wave functions of the GT 1^+ states are obtained from the pnQRPA equation of motion.

$$[H_{PM} Q^{\dagger}_i(\mu)]|0\rangle = w_i Q^{\dagger}_i(\mu)\,|0\rangle \quad (13)$$

where ω_i is the energy of the GT 1^+ states occurring in the neighbouring odd–odd nuclei. Let us note that these energies are calculated over the ground state of the parent nuclei. One of the characteristic quantities for the GT 1^+ states occurring in the neighbouring odd–odd nuclei is the GT transition matrix elements. The $0^+ \rightarrow 1^+$ β^- and β^+ transition matrix elements are calculated using the following expressions:

$$M^i_{\beta^-}(0^+ \rightarrow 1^+_i) = \langle 1^+_i|G^-_1|0^+\rangle = \langle 0|Q_i(\mu), G^-_{1\mu}|0\rangle$$
$$= -\sum_{np} \left(\psi^i_{np} b_{np} + \varphi^i_{np} \bar{b}_{np}\right) \quad (14)$$
$$M^i_{\beta^+}(0^+ \rightarrow 1^+_i) = \langle 1^+_i, \mu|G^+_1|0^+\rangle = \langle 0|Q_i(\mu), G^+_{1\mu}|0\rangle$$

$$= \sum_{np} \left(\psi^{i}_{np} \bar{b}_{np} + \varphi^{i}_{np} b_{np} \right) \quad (15)$$

The $\beta^{\pm}$ reduced matrix elements are given by

$$B^{(\pm)}_{GT}(w_i) = \sum_{\mu} \left| M^{i}_{\beta\pm}(0^+ \rightarrow 1^+_i) \right|^2. \quad (16)$$

The $\beta^{\pm}$ transition strengths ($S^{\pm}$) must fulfil the Ikeda sum rule (ISR).

$$S^{\pm} = \sum_{i} B^{(\pm)}_{GT}(w_i) \quad (17)$$

$$ISR = S^{(-)} - S^{(+)} \cong 3(N - Z). \quad (18)$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

The GT strength distribution for the Ni-70 nucleus was calculated beta-decay direction. The β-decay log*ft* value was also estimated using the pn-QRPA theory. Our calculation is done without the quenching factor. The pair correlation function was chosen as $C_n = C_p = 12/\sqrt{A}$ for the open-shell nuclei. The energies were calculated from the ground state of daughter nuclei in all calculations. Table 1 shows a comparison of our calculated values of ISR with the theoretically predicted values.

Table 1. ISR values for Ni-70 nucleus.

Nucleus	ISR (theoretical)	ISR (PM)	ISR (SM)
Ni-70	42	42.13	42.87

The GT transition energy and logft values were calculated using pn-QRPA in the Schematic Model and the Pyatov Method for Ni-70 isotope. In both methods the results are given for two scenarios: either only the particle-hole channel or both the particle-hole and particle-particle channels are included. The χ_{ph} values are in general obtained from the experimental values of GTR via (n,p) and (^{3}He,t) reactions. The different χ_{ph} parameters are used to establish an agreement between the experimental values of GTR positions in the different mass regions. For the allowed GT transitions, the χ_{ph} and χ_{pp} values used in the calculation of logft in the Schematic Model and Pyatov Method are taken as $\chi_{ph} = 5.2A^{0.7}$ MeV and $\chi_{pp} = 0.58A^{0.7}$, respectively as they give better results and close to the experimental values. Table 2 shows the logft values compared with experimental data [8].

Table 2. The logft values for Ni-70 nucleus.

Nucleus	Logft (exp.)	Logft (PM)		Logft (SM)	
		ph	ph+pp	ph	ph+pp
Ni-70	4.3	4.42	4.39	4.49	4.41

The calculated energy and logft values of PM and SM with the χ_{ph} and χ_{pp} values are closer to the corresponding experimental data. The h_0 restoration term plays an efficient role in GT transitions because of providing broken symmetry restoration. The ω_i energies given in Table 3 are calculated from the ground state of the daughter nuclei in all calculations. When we consider the 1^+ excitations in odd-odd nuclei generated from the correlated ground state of the parent nucleus by the charge exchange spin-spin forces.

Table 3. The calculated GT strength distributions of the Ni-70 nucleus in PM.

ω_i (MeV)	$B^-_{GT}(\omega_i)$
2.895	0.045
4.059	0.089
5.535	1.132
7.624	0.113
9.806	9.429
10.713	4.667
12.572	0.826
15.658	0.107
18.666	0.062

REFERENCES

[1] Li, H. and REN, Z., *Shell model calculations for the allowed Gamow-Teller β-decays of light nuclei*, Science China Physics, Mechanics & Astronomy, 57:1005–1012, 2014.

[2] Fujita, Y., Rubio, B., Molina, F., and Gelletly, W., *Gamow-Teller Transitions Studied in (^{3}He, t) Reaction and Analogous β decay*, AIP Conference Proceedings, 1265, 148, 2010.

[3] Fujita, Y., Rubioc, B., and Gelletly, W., *Spin–isospin excitations are probed by strong, weak and electromagnetic interactions*, Progress in Particle and Nuclear Physics, 66, 2011.

[4] Pyatov, N.I. and Salamov, D.I., *Conservation laws and collective excitations in nuclei*, Nukleonika, 22, 1977.

[5] Salamov, D. J., Unlu, S., Babacan, T., Kucukbursa, A., and Kilicikan, E., *Calculation of the 1+ 0+ allowed Gamov-Teller beta transition log(ft) values in spherical nuclei*, Proceedings of 5th Conf. on Nucl. and Part. Phys., *361-367*, Cairo, 2006.

[6] Cakmak, N., Unlu, S., Selam, C., Gamow-Teller 1^+ states in $^{112\text{-}124}$Sb isotopes, Pramana Journal of Physics, 2010.

[7] Cakmak, N., *The study of charge-exchange collective excitations in odd mass nuclei by Pyatov method*, Ph.D. Thesis, Anadolu University, Eskisehir, Turkiye, 2008.

[8] https://www.nndc.bnl.gov/nudat3/ (Accessed: 25.12.2022)

U1F BETA TRANSITION LOGFT VALUE FOR Y-94 ISOTOPE

Necla ÇAKMAK

Karabük University, Faculty of Science, 0000-0001-5989-6663

ABSTRACT

The shape function of a first-forbidden unique β± transition contains the tensor-axial nuclear matrix element. In this study, the unique first forbidden (U1F, ΔJ=2) transition for the Y-94 isotope was studied by Schematic Model (SM) within the formalism of proton-neutron Quasiparticle Random Phase Approximation (pn-QRPA). The proton-neutron quasiparticle random-phase approximation (pn-QRPA) is adopted to construct the excited states of the odd-odd nuclei. The beta decay of the 2- ground state of Y-94 is dominated by the beta decay to the 0+ ground state of Zr-94. We solved the secular equations of the unique first forbidden transition for eigenvalues and eigenfunctions of corresponding Hamiltonians in the Woods–Saxon (WS) potential basis. The calculated logft value in the SM is compared to the experimental data.

Keywords: Unique first forbidden transitions, Schematic Model, pn-QRPA, Woods-Saxon potential

1. INTRODUCTION

Major astrophysical events consist mainly and decisively of weak decay processes. Also, weak interactions play another essential function in further significant phenomena including the neutralization of the stellar nucleus toward capturing electrons by free nuclei and protons. Moreover, weak interactions cause the collapse of the massive star's core, which take over into a supernova explosion. Heavier elements other than iron are formed by the effect of weak interactions through the r-process, throughout the delayed phases of enormous star development. The mass of the core is specified by weak rates and estimates for the strength of the shock wave and the fate of the shock formed by the explosion of the supernova refs. [1,2]. Using different nuclear models, the beta decay rates and half-lives of these nuclei were determined. Ref. [3] used the overall theory. In this model, where the structure of the nucleon shell is not fully calculated and the average values of the β- strength functions are adopted, they realized that using a microscopic model to calculate is more reliable for the half-life of β-decay. In studies of the properties of β-nuclear decay, It is found in the literature about studying the properties of beta nuclear decay that the proton and neutron quas particle random phase approximation theory (pn-QRPA) is widely used. A quasi-particle basis is established through the coupling reaction first, and then the RPA equation with the residual interaction Gamow-Teller (GT) schematic is solved. Ref. [4] developed the model that simplified the RPA used to calculate the relevant transformations. Refs. [5-7] used the pn-QRPA calculations which were then developed by several authors to include deformed cores. In ref. [11] performed the microscopic calculations of the permissible weak rates for nuclei with an atomic number [8-

11], and the β-decay characteristics of nuclei away from the stability line were calculated using the pn-QRPA model for both beta decay ref. [9] and electron capture ref. [10]. The calculations show a strong and reliable prediction by the pn-QRPA model, especially for nuclei far from the stability line. Refs. [11,12] used the pn-QRPA model to calculate the unique transitions forbidden first (U1F) (|J| = 2) under terrestrial conditions. It showed a greater contribution to the total transition strength of the U1F transitions for the semi-magical and semi-stable. Nabi and Klapdor-Kleingrothau [12,13] used the pn-QRPA model, for the first time, to calculate weak reaction rates in a star material. Naby and Stoica also later modified the same model to calculate U1F rates in the stellar matter. Borzov extends QRPA studies based on vaine energy functions to consistent treatment of allowed and forbidden first (FF) contributions to the half-life process ref. [1]. Through ref. [14] explained the contribution of the first forbidden transitions to the total half-life of weak decay, for most nuclei with closed shells with Z protons and N neutrons. They calculated the half-lives of the process waiting point kernel using a large-scale chance model including FF contributions nuclei [15]. In ref. [1] investigated the first forbidden transitions and it was found that they contribute mostly to the total half-life of the weak decay, especially for nuclei that have closed-shell protons and neutrons. It is difficult to determine the position of the r-process from an astrophysical perspective, but we can conclude that this process occurs in a special environment accompanied by many explosions, and it has a high neutron density (≥ 1020 cm^{-3}), and also very high temperatures ($T \geq 10^9$ K). and when the mentioned conditions are provided, it captures neutrons that are characterized by their high speed compared to competitive beta analysis [15]. Theoretical studies on weak processes, the most important of which is the double beta decay process, is a researchable question about the theory of nuclear structure and may be the key to exploring physics outside the standard framework Ref. [16]. In this study, the U1F (ΔJ=2) transition was studied by Schematic Model (SM) within the pn-QRPA for Y-94 isotope. Solving the BSC equation is the first step in the pn-QRPA formalism. The beta decay of the 2^- ground state of Y-94 is dominated by the beta decay to the 0^+ ground state of Zr-94. We solved the secular equations of the unique first forbidden transition for eigenvalues and eigenfunctions of corresponding Hamiltonians in the Woods–Saxon (WS) potential basis. The theoretical description of the unique first forbidden U1F (|ΔJ| = 2) transition using the pn-QRPA(WS) is discussed in the next section. We discuss the result of our calculations and also compare them with the experimental data. We finally conclude our findings in Section 3.

2. FORMALISM

The Hamiltonian which produces the spin-isospin-dependent vibrational modes (rank 2) in odd-odd nuclei within the pn-QRPA(WS) model is specified by

$$\hat{H} = \hat{H}_{sqp} + \hat{h}_{ph} \quad (1)$$

The single quasi-particle (*sqp*) Hamiltonian of the system is given as follows

$$\hat{H}_{sqp} = \sum_{j\tau} \varepsilon_{j_\tau} \alpha^+_{j_\tau m_\tau} \alpha_{j_\tau m_\tau} \quad (2)$$

where ε_{j_τ} and $\alpha^+_{j_\tau m_\tau}\alpha_{j_\tau m_\tau}$) represent the nucleon *sqp* energy and the quasi-particle creation (annihilation) operators, respectively. The $\hat{h}_{ph}$ is the spin-isospin effective interaction for U1F transition in the particle-hole (ph) channel and is generally given as

$$\hat{h}_{ph} = \frac{2x_2}{g_A} \sum_{j_p\, j_n\, j_{\acute{p}}\, j_{\acute{n}}\, \mu} \left\{ b_{j_p j_n}\, A^+_{j_p j_n}(\lambda\mu) + (-1)^{\lambda-\mu} \bar{b}_{j_p j_n} A_{j_p j_n}(\lambda-\mu) \right\} \times$$
$$\left\{ b_{j_{\acute{p}}\, j_{\acute{n}}}\, A_{\,j_{\acute{p}}\, j_{\acute{n}}}(\lambda\mu) + (-1)^{\lambda-\mu} \bar{b}_{\,j_{\acute{p}}\, j_{\acute{n}}}\, A^+_{j_{\acute{p}}\, j_{\acute{n}}}(\lambda-\mu) \right\}$$

Where the $\hat{h}_{ph}$ is the *ph* effective interaction constant. $A^+_{j_p j_n}(\lambda\mu)$ and $A_{\,j_{\acute{p}}\, j_{\acute{n}}}(\lambda\mu)$ are the quasi-boson creation and annihilation operators given by

$$A^+_{j_p j_n}(\lambda\mu) = \sqrt{\tfrac{2\lambda+1}{2j_p+1}} \sum_{m_p\, m_n} (-1)^{j_n - m_n}\, \langle j_n m_n \lambda\mu | j_p m_p \rangle \alpha^+_{j_p m_p} \alpha^+_{j_n m_n},$$
$$\left\{ A^+_{j_p j_n}(\lambda\mu) \right\}^\dagger = A_{j_p j_n}(\lambda\mu)$$

The $b_{j_p j_n}$, $\bar{b}_{j_p j_n}$ are the reduced matrix elements of the non-relativistic multipole operators and are defined by

$$b_{j_p j_n} = \langle\, j_p\, (l_p s_p) \| r_k \{ Y_1(r_k)\sigma(k) \}_{2\mu} j_n (l_n s_n)\, \rangle\, V_{j_p} U_{j_p}\,,$$
$$\acute{b}_{j_p j_n} = \langle\, j_p\, (l_p s_p) \| r_k \{ Y_1(r_k)\sigma(k) \}_{2\mu} j_n (l_n s_n)\, \rangle\, V_{j_n} U_{j_n}$$

where U_{j_p} $(U_{j_n})$and V_{j_p} (V_{j_n}) are the standard BCS occupation amplitudes. The Hamiltonian Eq. (1) can be linearized in the pn-QRPA(WS) model. Hence the charge-exchange 2^- vibration modes in add-odd nuclei are considered photon excitations and are defined by

$$|\text{?}_i\rangle = Q^+_i(\mu)|0\rangle = \sum_{j_p\, j_n} \left\{ \psi^i_{j_p\, j_n}(\mu)\, A^+_{j_p\, j_n}(\lambda\mu) - \varphi^i_{j_p j_n}(\mu)\, A_{j_p j_n}(\lambda\mu) \right\} |0\rangle,$$

Where the $Q^+_i(\mu)$ is the pn-QRPA phonon creation operator, $|0\rangle$ is the phonon vacuum which corresponds to the ground state of an even-even nucleus and performs $Q_i(\mu)|0\rangle = 0$ for all i. the $\psi^i_{j_p\, j_n}(\mu)$ and $\varphi^i_{j_p j_n}(\mu)$ are the forward and backwards quasi-boson amplitudes, respectively. The phonon operator satisfies the commutation relations

$\langle 0|\left[Q_j(\mu)\,,\ Q^+_j\,(\acute{\mu}) \right]|0\rangle = \text{?}_{i\,j}\text{?}_{\mu\,\acute{\mu}}$ and $\langle 0|\left[Q_j(\mu)\,,\ Q_j\,(\acute{\mu}) \right]|0\rangle = 0$

The quasi-boson amplitudes $\psi^i_{j_p\, j_n}(\mu)$ and $\varphi^i_{j_p j_n}(\mu)$ satisfy the orthonormalization condition

$$\sum_{j_p j_n \mu\acute{\mu}} \left\{ \Psi^i_{j_p j_n}(\mu)\, \Psi^{\acute{i}}_{j_p j_n}(\acute{\mu}) - \varphi^i_{j_p j_n}(\mu)\, \varphi^{\acute{i}}_{j_p j_n}(\acute{\mu}) \right\} = \delta_{i\,\acute{i}}\, \delta_{i\,\acute{i}} \qquad (3)$$

Solving equation of motion

$$[H\,, Q^+_i(\mu)]|0\rangle = \omega_i\, Q^+_i(\mu)|0\rangle \qquad (4)$$

where the ω_i is the ith 2− excitation energy in odd–odd nuclei which is counted from the ground state of the parent even–even nucleus. The pn-QRPA(WS) equations are taken the forms

$$\sum_{j_p j_n j_{p'} j_{n'} \mu} \left\{ \rho_{j_p j_n j_{p'} j_{n'}} \psi^i_{j_p j_n}(\mu) - \eta_{j_p j_n j_{p'} j_{n'}} \varphi^i_{j_p j_n}(\mu) \right\} = \omega_i \psi^i_{j_p j_n}(\mu) \quad (5)$$

$$\sum_{j_p j_n j_{p'} j_{n'} \mu} \left\{ \eta_{j_p j_n j_{p'} j_{n'}} \psi^i_{j_p j_n}(\mu) - \rho_{j_p j_n j_{p'} j_{n'}} \varphi^i_{j_p j_n}(\mu) \right\} = \omega_i \varphi^i_{j_p j_n}(\mu) \quad (6)$$

Hence $\rho_{j_p j_n j_{p'} j_{n'}}$ and $\eta_{j_p j_n j_{p'} j_{n'}}$ are the matrices of pn-QRPA(WS)

$$\rho j_p j_n j_{p'} j_{n'} = E_{j_p j_n} \delta_{j_n j_{n'}} \delta_{j_p j_{p'}} + 2\chi_2 \left\{ b_{j_p j_n} b_{j_{p'} j_{n'}} + \bar{b}_{j_p j_n} \bar{b}_{j_{p'} j_{n'}} \right\},$$

$$\eta_{j_p j_n j_{p'} j_{n'}} = -2\chi_2 (-1)^{\lambda-\mu} \left\{ b_{j_p j_n} \bar{b}_{j_{p'} j_{n'}} + b_{j_{p'} j_{n'}} \bar{b}_{j_p j_n} \right\}$$

which is $E_{jpjn} = \varepsilon_{jn} + \varepsilon_{jp}$ is the single particle energy. The one could find from Eqs. (3), (5) and (6), the Excitation energies ω_i, and $\psi^i_{j_p j_n}(\mu)$, $\varphi^i_{j_p j_n}(\mu)$ amplitudes.

The first forbidden β- decay transition can be defined in terms of multiple operator. The non-relativistic unique first forbidden β –decay multipole operator is

$$M^{U1F}_{\beta^\mp} = M^\mp(J_A, K=1, \lambda=2, \mu) = g_A \sum_{k=1}^{A} t_\pm(k) r_k \{Y_1(r_k)\sigma(k)\}_{2\mu} \quad (7)$$

All symbols have their usual meanings. The transition probability $B(I_i \to I_f \beta^\mp)$ is described by the reduced matrix element of the multipole operator Eq. (7). Thus, we may write

$$B(I_i \to I_f, \beta^\mp) = \frac{1}{2I_i+1} \left| \langle I_f \| M^\mp(j_A, k=1, \lambda=2) \| I_i \rangle \right|^2 \quad (8)$$

The reduced matrix elements $\langle 2^-_i \left\| M_{\beta^\mp} \right\| 0^+ \rangle$ within the framework of the pn-QRPA(WS) method are given as

$$\langle 2^-_i \left| M_{\beta^-}(\mu) \right| 0^+ \rangle = \langle 0^+ \left| \left[Q_i(\mu), M_{\beta^-}(\mu) \right] \right| 2 \rangle =$$
$$\sum_{j_p j_n} \delta_{\mu\mu} \left\{ b_{j_p j_n} \psi^i_{j_p j_n}(\mu) + \acute{b}_{j_p j_n} \varphi^i_{j_p j_n}(\mu) \right\},$$

$$\langle 2^-_i \left| M_{\beta^+}(\mu) \right| 0^+ \rangle = \langle 0^+ \left| \left[Q_i(\mu), M_{\beta^+}(\mu) \right] \right| 2 \rangle =$$
$$\sum_{j_p j_n} \delta_{\mu\mu} \left\{ \acute{b}_{j_p j_n} \psi^i_{j_p j_n}(\mu) + b_{j_p j_n} \varphi^i_{j_p j_n}(\mu) \right\}.$$

Transitions with $\lambda = n+1$ are referred to as unique first forbidden transitions ref. [17], and the ft values are expressed as

$$(f\,t)_{\beta^\mp} = \frac{D}{(g_A/g_V)^2\, 4\pi\, B(I_i \to I_f,\ \beta^\mp)} \frac{(2n+1)!!}{[(n+1)!]^2 n!}$$

$$D = \frac{2\pi^3\hbar^3 ln2}{g_v^2 m_e^5 c^4} = 6250\ sec, \frac{g_A}{g_v} = -1.254.$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

The unique first forbidden U1F (|ΔJ| = 2) transition by using the pn-QRPA model with the Woods–Saxon (WS) potential basis was considered in this work. In numerical calculations were done by the FTN77 programme code and did not use the quenching factor. The pair correlation function was chosen as $C_n = C_p = 12/\sqrt{A}$ for the open-shell nuclei. The strength parameter of the effective interaction for the unique first forbidden transition is taken as $\chi_{ph} = 99A^{-5/3}$ MeV·fm^{-2}. The energies were calculated from the ground state of daughter nuclei in all calculations. The main contributions to the strength are situated at energies of the order (21–25) MeV and show the position of the giant FF resonance (FFR) in our calculations with $I^{\pi} = 2^-$. The pn-QRPA (WS) model result is in better agreement with the measured log*ft* value. Table 1 shows the logft value compared with experimental data [18]. As seen from table 1, the logft(SM) value is closer to the corresponding experimental measured value.

Table 1. The logft values for Y-94 radioisotope.

Nucleus	Logft (exp.)	Logft (SM)
Y-94	9.35	9.41

The matrix element of non-relativistic *β*-moment is the major source of the orders of magnitude disagreement with the experimental data. The unique first forbidden contribution does not already contain any relativistic term. This study may contribute to accelerating the r-process nucleosynthesis calculation. The first forbidden transitions become significant for neutron-rich isotopes.

REFERENCES

[1] I.N. Borzov, *Beta-decay rates*, Nucl. Phys., A,777, 645-675, 2006.

[2] J.-U. Nabi, Advanced Space Research, 46, 1191–1207, 2010.

[3] Takahashi, K., and Yamada, M, *Gross theory of nuclear β-decay*, Progress of Theoretical Physics, 41 (6), 1470-1503, 1969.

[4] Halbleib, Sr. J. A., and Sorensen, R. A., *Gamow-Teller beta decay in heavy spherical nuclei and the unlike particle-hole rpa*, Nuclear Physics A, 98(3), 542-568, 1967.

[5] Randrup, J., *Investigation of various types of refinement in a shell-model approach to Gamow-Teller β-strength functions*, Nuclear Physics A, 207(1), 209-215, 1995.

[6] Muto, K; Bender, E; Klapdor, H.V., *Proton-neutron quasiparticle RPA and charge-changing transitions,* Zeitschrift für Physik A Atomic Nuclei, 33(2), 125-129, 1989.

[7] Möller, P.; Randrup, J., *New developments in the calculation of β-strength functions,* Nuclear Physics A, 514(1), 1-48, 1990.

[8] Klapdor, H. V., Metzinger, J., and Oda, T., *Beta-decay half-lives of neutron-rich nuclei,* Atomic Data and Nuclear Data Tables, 31(1), 81-111, 1984.

[9] Hirsch, M., Staudt, A., Muto, K., & Klapdorkleingrothaus, H. V., *Microscopic predictions of β+/EC-decay half-lives,* Atomic Data and Nuclear Data Tables, 53(2), 165-193, 1993.

[10] Staudt, A., Bender, E., Muto, K., and Klapdor-Kleingrothaus, H.V., *Second-generation microscopic predictions of beta-decay half-lives of neutron-rich nuclei,* Atomic Data and Nuclear Data Tables, 44(1), 79-132, 1993.

[11] Kenar, I., Selam, C., & Kucukbursa, A., Math. Comput. Appl., 10(2), 2005.

[12] Nabi, J. -U., and Klapdor-Kleingrothaus, H.V., At. Data Nucl. Data Tables, 71, 149, 1999.

[13] Nabi, J. -U., and Klapdor-Kleingrothaus, H.V., Atomic Data and Nuclear Data Tables, *88*(2), 237-476, 2004.

[14] Nabi, J. -U., and Stoica, S., *Unique first-forbidden β-decay rates for neutron-rich nickel isotopes in stellar environment,* Astrophysics and Space Science, 349(2), 843-855, 2014.

[15] Nabi, J. -U.; Klapdor-Kleingrothaus, H.V. (1999). Eur. Phys. J. A., 5, 137.

[16] Civitarese, O., and Suhonen, J., Contributions of unique first-forbidden transitions to two-neutrino double-β-decay half-lives. *Nuclear Physics A, 607*(2), 152-162, 1969.

[17] Bohr, A., Mottelson, *Nuclear Structure*, Benjamin, W.A. Inc., New York, 1969.

[18] https://www.nndc.bnl.gov/nudat3/ (Accessed: 25.12.2022)

İHA'LARDA KULLANILAN ENERJİ TÜRLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Ömer TÜRKMEN [1], Dr. Öğr. Üyesi Tolga ÖZER [2]

[1] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, turkmen3508@gmail.com - ORCID ID: 0000-0003-4799-7031

[2] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, tolgaozer@aku.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-7607-6894

ÖZET

Elektrik elektronik teknolojisi zaman içerisinde hızla gelişip büyümektedir. Bu teknolojinin gelişerek büyümesi de farklı teknolojik alanların büyümesini sağlamaktadır. Bu alanlardan bir tanesi olan insansız hava araçları (İHA) günümüzde hızla gelişmektedir. İHA'lar, birçok farklı amaç için kullanılabilmektedir. Tarım, endüstriyel tarama, hava fotoğrafçılığı, hava güvenliği, bu alanlardan bazılarıdır. İHA'nın uçuş menzili, taşıdığı yakıt miktarı ile sınırlı kalmaktadır. Artan yakıt miktarı, İHA'nın toplam ağırlığını arttırmakta ve bu da uçuş süresini olumsuz olarak etkilemektedir. Genellikle uçuş sırasında yüksek çözünürlüklü kamera ve diğer sensörlerle donatılmaktadır. Bu bağlantı ve sensörler için bir enerjilendirme sistemine ihtiyaç duymaktadırlar. Kullanılan enerjilendirme sistemleri incelendiğinde ağırlıklı olarak batarya tabanlı sistemler ile birlikte günümüzde gelişen yakıt pili tabanlı uygulamaların olduğu görülmektedir. Günümüzde kullanılan bataryalar İHA'larda uzun süreli uçuş için yeterli güç sunmamaktadır. Batarya sisteminin düşük enerji yoğunluğu, kameraların ve diğer ekipmanların aynı batarya üzerinden çalıştığı İHA'larda verimsizlik oluşturmaktadır. İHA'larda genellikle lityum iyon (li-on), lityum polimer (li-po) ve yakıt pilleri kullanılmaktadır. Genellikle lityum bataryalar, en sık tercih edilen batarya türleridir. Lityum bataryalarda, lityum iyonları deşarj sırasında negatif elektrottan pozitif elektrota doğru hareket etmektedir. Lityum bataryalar, çok yüksek enerji yoğunluğu ve uzun ömürleri nedeniyle droneler için ideal kullanıma sahiptir. Yakıt pilleri de diğer piller gibi enerji dönüştürücülerdir. Bir yakıt kaynağında depolanan kimyasal enerjiyi elektriğe dönüştürmek için elektrokimyasal reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Bu reaksiyonlarda doğrudan hidrojen yakıt olarak kullanılmaktadır. Sabit bir enerji kaynağı içeren pillerin aksine, yakıt pilleri şarj gerektirmezler. Yakıt pillerinde, enerji üretmek için yakıt moleküllerinden elektronları uzaklaştıran bir dizi kimyasal reaksiyon gerçekleşmektedir. Hangi pil çeşidinin hangi İHA için daha iyi bir seçenek olduğu, kullanım amacına ve ihtiyaçlarına göre değişkenlik göstermektedir. Sonuç olarak, İHA'larda kullanılan bataryalar, uçuş sırasında güvenilir bir şekilde çalışmaları ve uzun süreler boyunca uçmaları için önemlidir. Bu bildiride genellikle İHA'larda kullanılan lityum iyon, lityum polimer ve yakıt pillerinin kullanım amacına göre karşılaştırması yapılarak incelenmiş, uçuş koşuluna göre batarya türü seçimine değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: iha, drone, batarya, lityum-iyon, lityum-polimer, yakıt pili

1. GİRİŞ

Günümüzde elektrik-elektronik teknolojisi her geçen zamanda gelişmektedir. Bu teknolojinin gelişmesi de birçok farklı teknolojinin giderek büyümesine olanak sağlamaktadır. İnsansız Hava Araçları (İHA) bu alanlardan bir tanesidir. İnsansız Hava Aracı (İHA); içerisinde pilotu ve aynı

zamanda yolcusu olmayan, gerektiği zaman kullanım amacına uygun ekipman (video kamera, fotoğraf makinesi, GNSS, lazer tarama cihazı, vb.) taşıyan, uzaktan kumanda ile kontrol edilebilir ve/veya otonom olarak görevini icra edebilen bir çeşit araçtır. İHA'ların farklı farklı sivil, bilimsel amaçlı ve askeri alanlarda kullanımları hem dünyada hem de ülkemizde büyük bir artış göstermektedir [1].

İHA'ların belirli bir sınıflandırma kriteri bulunmamakla beraber genellikle kanat yapısına göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıf içerisinde iki çeşit İHA bulunmaktadır: Sabit kanat ve döner kanat İHA'lar. Sabit kanat İHA'lar, hareket etmeksizin sabit bir kanat yapısına sahiptir. Uçuş esnasında kanatlarını hareket ettirmezler. Bu tür İHA'lar genellikle uzun menzilli ve yüksek hızlı uçuşlarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda da yük İHA'nın motorunda ya da motorlarında bulunmadığı için uçuş esnasında düşük enerji kullanmaktadırlar. Sabit kanat İHA'larının tasarımı, genellikle uçak gibi olmaktadır. Bir gövde ve iki kanattan oluşurlar. Gövde, İHA'nın tüm sistemlerini ve ekipmanlarını barındıran bir yapıdır. Kanatlar ise, İHA'nın yüksekliğini ve yönünü kontrol etmek için kullanılır. Kanatların tasarımı, İHA'nın uçuş özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Döner kanat İHA'lar ise, sabit kanat İHA'ların aksine hareketli kanatları olan bir yapıya sahiptir. Uçuş sırasında motorlara bağlı kanatlarını (pervane) hareket ettirirler. Bu İHA'lar genellikle düşük menzilli ve düşük hızlı uçuşlarda kullanılmaktadırlar. Dönüşlerde ve manevralarda da daha çeviktirler. Bu tür İHA'larının tasarımı, çoğunlukla quadcopter (dört motorlu drone) şeklinde olmaktadır. Kanatlar, İHA'nın yüksekliğini ve yönünü kontrol etmek için kullanılır ve dönüşler esnasında devir farkı ile dönmektedirler. Gövde ise, İHA'nın tüm sistemlerini ve ekipmanlarını barındıran bir yapıdadır[2].
İHA'ların uçuş menzili, taşıdığı yakıt miktarı ile sınırlıdır. Artan yakıt miktarı, toplam ağırlığını arttırmaktadır. Bu da uçuş süresini olumsuz olarak etkilemektedir. Günümüzde kullanılan bataryalar ve bu batarya ile çalışan sistemler uzun süreli bir uçuş için yeterli güç sunmamaktadır. Pil sisteminin düşük enerji yoğunluğu, özellikle kameraların ve diğer ekipmanların aynı batarya üzerinden çalıştığı İHA'larda verimsizlik oluşturmaktadır. Buna ek olarak, daha uzun batarya şarj süresi, sadece batarya ile çalışan İHA'ları sürekli uçuşunu kısıtlamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, güç kaynakları olarak yeni enerji kaynaklarına dayanan uzun ömürlü İHA'lar geliştirmeye başlamışlardır[3]. Günümüzde kullanılan İHA'ların büyük çoğunluğu, elektrikli uçuş kontrol sistemine ve motorlara güç sağlamak için batarya kullanmaktadır. Küçük sivil İHA'lar için en yaygın kullanılan konfigürasyon, sabit aralıklı bir pervaneye bağlı lityum bataryalar veya yakıt pilleri ile fırçasız doğrudan tahrikli elektrik motorlarının bir kombinasyonudur. Emisyon olmaması, azaltılmış gürültü seviyesi ve kolay itme kontrolü başlıca avantajları arasında yer almaktadır. Kullanılacak olan bataryanın İHA'nın türüne ve amacına göre değişkenlik göstermektedir. Ağırlığın önem arz etmediği fakat uçuş süresinin önemli olduğu İHA'larda genellikle paralel kol sayısı fazla olacak şekilde lityum iyon bataryalar kullanılmaktadır. Hafifliğin ve hızın önem arz ettiği İHA'larda ise yüksek deşarj oranına sahip lityum polimer bataryalar tercih edilmektedir. Maddiyatın önem arz etmediği durumlarda ise diğer bataryalardan çok daha pahalı olan yakıt pilleri kullanılmaktadır. Bu bildiri aynı zamanda gelecekte gelişmesi öngörülen sistemlere yönelik çalışmaların yapılması özgün çalışmaların ortaya çıkmasını kolaylaştıracak bir etki oluşturacaktır.

2. MATERYAL METOD

Literatür incelendiğinde genellikle lityum polimer (li-po) bataryaların ani deşarj akımının yüksek olmasından dolayı tercih edildiği görülmüştür [4]. Fakat li-po batarya yerine farklı bataryalarında kullanıma yönelik çalışmalar mevcuttur [5]. Dronelar için kullanılan

batarya türleri arasında lityum iyon (li-on) batarya, lityum polimer batarya ve yakıt pilleri sayılabilmektedir. Hangi batarya türünün kullanılacağı, cihazın performans gereksinimlerine ve özelliklerine göre belirlenmektedir. Li-on bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu, kendi kendine düşük deşarj oranı ve uzun çevrim ömrü nedeniyle dronelarda giderek daha popüler hale gelen bir tür şarj edilebilir batarya çeşididir. Bu özellikler bu batarya türünün, çalışması için güvenilir ve uzun ömürlü bir güç kaynağı gerektiren dronlarda kullanım için ideal bir seçim haline gelmesini sağlamaktadır. Li-po bataryalar ise li-on bataryaların hafif ve esnek versiyonlarıdır. Bu bataryalar, düşük ağırlık ve esnek hacimleri nedeniyle dronelar gibi havada uçan cihazlarda da sıklıkla kullanılmaktadır. Yakıt pilleri bataryalar gibi enerji dönüşümü yapmaktadırlar. Bu pillerde hidrojeni elektriğe dönüştürmek için elektrokimyasal reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Sabit bir enerji kaynağı olan pillerin tersine, yakıt pilleri şarj işlemi gerektirmezler [6].

2.1. Batarya Çeşitleri

İHA'larda kullanılan birden fazla batarya çeşidi bulunmaktadır. Geçmişten günümüze kadar farklı özelliklerde ve farklı yapılarda bataryalar geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. İHA'larda kullanılan bataryalar tarihsel olarak değişim göstermiştir. İHA'ların ilk örnekleri olan balonlar ve hidroplanlar, genellikle elektrikli motorlar kullanmaktaydı. Bu motorlar için dağıtık bataryalar veya piller kullanılırdı. Bu bataryalar ve piller, günümüzde kullanılan lityum iyon, lityum polimer ve yakıt pillerinden daha az enerjili ve daha ağırdır. Bu nedenle İHA'lar için uygun değildir. Batarya çeşitleri İHA'nın kullanım amacına göre değişkenlik göstermektedir. Bununla beraber kilogram başına depolanabilen enerji miktarı ve maliyeti gibi parametreler kullanılacak olan batarya türünü etkilemektedir. İHA'larda genellikle lityum iyon bataryalar, lityum polimer bataryalar ve yakıt pilleri karşımıza çıkan enerji türlerinden bazılarıdır [7].

2.1.1. Lityum İyon Bataryalar

Lityum iyon batarya, lityum iyon hücrelerinin bir araya gelmesi ile oluşturulmuş bir batarya türüdür. Bu bataryada, negatif elektrot olarak polimer bir separatör ve pozitif elektrot olarak ise lityum ko-sülfür (LiCoO2) veya lityum manganez dioksit (LiMn2O4) gibi bir katı elektrolit kullanır. Lityum iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu ve uzun ömürleri nedeniyle popülerdir. Lityum pillerde, lityum iyonları deşarj sırasında negatif elektrottan pozitif elektrota doğru hareket etmektedir. Şarj olurken bu işlemin tam tersi gerçekleşmektedir. Lityum iyon pil, çeşitli uygulamalar için kullanılabilir. Aynı zamanda bu bataryalar, yüksek enerji yoğunlukları sayesinde, araçların ve evlerin güç ihtiyaçlarını karşılayabilir [8].

2.1.2. Lityum Polimer Bataryalar

Lityum polimer batarya, lityum iyon hücrelerinin polimer bir elektrolit yerine plastik bir polimer kullanılarak yapılmış bir bataryadır. Bu batarya türü, lityum iyona göre daha hafif ve daha küçük olması nedeniyle tercih edilmektedir. Lityum polimer bataryalar da lityum iyon bataryalar gibi düşük deşarj hızına ve şarj edilebilir olma özelliğine sahiptir. Ayrıca daha yüksek gerilimlerde de çalışabilmektedirler. Fakat, lityum polimer bataryaların ömrü lityum iyon bataryalara göre genellikle daha kısa ve maliyeti daha fazladır [9].

2.1.3 Yakıt Pilleri

Yakıt pilleri, hidrojen gazını kullanarak elektrik enerjisi üreten bir tür bataryadır. Yakıt pilleri, elektrokimyasal bir reaksiyon sırasında yakıtı tüketerek elektrik enerjisi üretmektedir. Yakıt pilleri, düşük emisyonlu ve verimli bir enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Bu enerji türü, elektrik üretirken hiçbir karbon emisyonu üretmemektedir. Bu nedenle doğaya zarar vermediği için çevrecidir. Yakıt pilleri, elektrik üretirken yüksek bir verimliliğe sahiptir ve bu nedenle enerji kaybı da azdır [9].

2.2. İHA'larda Kullanılan Enerji Türleri Alanında Gerçekleştirilen Çalışmalar

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde son yıllarda batarya ve İHA alanlarına yönelik pek çok farklı çalışmanın gerçekleştirildiği görülmektedir. Her bir çalışmanın konusu kullanıldığı İHA türüne ve amacına göre farklılık göstermektedir.

Küçük boyutta kullanılan döner kanatlı İHA'ların (droneların) lityum iyon bataryasının deşarj süresini güç aktarım modeline dayalı tahmin yöntemi önermişlerdir. Bu yöntemde, tahmin amacıyla ölçülebilir akü voltajını ve uçuş durumlarını birbirine bağlamak için bir araya gelen eşdeğer devre akü modeli ve aerodinamik tabanlı bir İHA güç toplama modeli oluşturulmuşlardır. Tasarladıkları modellere dayanarak, model parametrelerini gerçek zamanlı olarak güncellemek için Adam algoritması ile tahmin yöntemi geliştirilmişlerdir. Önerilen yöntem, İHA'nın gerçek deneyleri ile doğrulanmıştır [10]. Dikey olarak kalkış ve iniş gerçekleştiren İHA'lar için enerji tüketimini hesaplayarak İHA sürü topolojisi şekillendirmesi için bir enerji tüketim modeli önermiştir [11]. Küçük boyuttaki sabit kanat İHA üzerinde enerji kaynağı olarak yakıt pillerinin kullanımı analiz edilmiştir. Farklı çeşitteki yakıt pilleri arasından, polimer membran yakıt hücrelerinden yapılmış Aeropack sistemi tercih etmişlerdir. Aeropack sistemi yakıt pilinden ve akü paketinden oluştuğu için bu iki elektrokimyasal kaynak arasındaki etkileşimi incelemişlerdir. Bu sistem ile donatılmış İHA prototipi ile başarılı uçuş testleri gerçekleştirmişlerdir [12]. Verimlilik fonksiyonunu kullanarak aktüatör, araç ve pil dinamiğini içeren dört motora sahip döner kanat İHA'lar için bir enerji tasarruf modeli önermişlerdir. Bu modeldeki amaç, sistemdeki durumları ve İHA'nın durum bilgileri üzerindeki sınır koşullarını karşılarken aynı zamanda da gerçekleştirilen görevinin sonunda drone tarafından tüketilen enerjiyi en aza indirmektir [13]. Matlab Simulink üzerinden hibrit (içten yanmalı motor ve elektrikli motor) motorlara sahip İHA ile kontrol modeli önermişlerdir. İçten yanmalı motor, dişli kutusu, elektrik motoru, elektrikli motor sürücü ve lityum iyon batarya içermektedir. Bu kontrol modeli ile, aktarma organları için en ideal güç yönetimi ve tork dağılımını içeren bir optimizasyon ve yinelemeli bir algoritma kullanmışlardır [14]. Octoquad (8 motorlu drone) tasarımına sahip droneda hibrit bir yakıt pilini kullanma potansiyelini ölçmek için bir model sunmuşlardır. 300 bar basınçta 7,2 L hidrojen silindirli yakıt pilini lityum pillere göre %76'lık bir artışla 43 dakikalık fazladan uçuş süresini sağlayacağını ve maliyetinin li-po bataryaya oranla 12 kat fazla olduğunu belirtmişlerdir [15]. Octocopter droneun uçuş menzilini arttırmak yakıt hücresinin kullanımını araştırmışlardır. Lityum tabanlı pillere oranla dronun maliyetinin yüksek olduğunu ve daha kompleks olduğunu belirlemişlerdir. Lityum iyon ve lityum polimer bataryalara kıyasla yakıt pillerinin çevrim döngüsünün yaklaşık üç katı olduğunu belirlemişlerdir [16]. Hexacopter (6 motorlu drone) deneysel uçuş testlerinden elde edilen gerçek güç değerleri kullanılarak yakıt hücresiyle çalışan bir dronun hibrit güç kaynağı sistemi için boyutlandırma ve güç yönetimi ile ilgili analiz

gerçekleştirmişlerdir. Analiz sonucunda elde edilen simülasyon verilerinden yola çıkarak yakıt pilinin ana enerji kaynağı olarak kullanılabileceğini ve stabil bir güç profili sağlamayı mümkün kıldığını elde etmişlerdir [17].

Çizelge 1. İHA'ların kullandığı enerji türleri alanında yapılan araştırmaların analizi

	[10]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]
Batarya Türü	Lityum İyon	Yakıt Pili	Lityum Polimer	Lityum İyon	Yakıt Pili	Yakıt Pili	Yakıt Pili
Batarya Maliyeti	Düşük	Yüksek	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek
İHA'nın Havada Kalma Süresi	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Sürdürebilirlik (Çevrim Ömrü)	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Sağlayabildiği Anlık Maksimum Akım	Yüksek	-	Çok Yüksek	Yüksek	-	-	-
Risk Durumu	Riskli	Düşük Risk	Riskli	Riskli	Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada günümüzde insansız hava araçlarında kullanılan enerji türleri incelenerek bir değerlendirme sunulmuştur. Batarya türlerinin İHA'lar için kritik öneme sahip oldukları belirtilmiş ve hangi amaç doğrultusunda hangi bataryanın kullanılması gerektiğine yer verilmiştir. Son yıllarda İHA'larda kullanılan batarya çeşitleri ile ilgili yedi adet çalışma incelenerek kullanım amacı ve yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır. Gerçekleştirilen bu sınıflandırma bir tabloda görselleştirilerek ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda yakın gelecekte daha fazla çevrim ömrü ve daha fazla uçuş süresi imkânı sunduğu için yakıt pillerinin yaygın olarak kullanılacağı ön görülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] M. Kahveci Ve N. Can, "İnsansız Hava Araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünyada Ve Türkiye Deki Yasal Durumu", *Selcuk University Journal of Engineering ,Science and Technology*, c. 5, sy 4, ss. 511-535, Ara. 2017, doi: 10.15317/scitech.2017.109.

[2] E. Yiğit, I. Yazar, ve T. H. Karakoç, "İnsansız Hava Araçları (İHA) ' Nın Kapsamlı Sınıflandırması Ve Gelecek Perspektifi", *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, c. 3, sy 1, ss. 10-19, Tem. 2018, doi: 10.23890/suhad.2018.0102.

[3] N. A. Khofiyah, W. Sutopo, B. Dwi, ve A. Nugroho, "Technical Feasibility Battery Lithium to Support Unmanned Aerial Vehicle (UAV): A Technical Review".

[4] S. Ahirwar, S. Raghunandan Swarnkar, B. Srinivas, G. Namwade, R. Swarnkar, ve S. Bhukya, "Application of Drone in Agriculture Development of a low cost 0.5 horse power electric power operated maize sheller for small and marginal farmers View project Development of Tractor Drawn Electronic Multi-crop Planter Cum Fertilizer Applicator for Precision Farming View project Application of Drone in Agriculture", *Article in International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, c. 8, sy 1, ss. 2500-2505, 2019, doi: 10.20546/ijcmas.2019.801.264.

[5] J. Wang, R. Jia, J. Liang, C. She, ve Y. P. Xu, "Evaluation of a small drone performance using fuel cell and battery; Constraint and mission analyzes", *Energy Reports*, c. 7, ss. 9108-9121, Kas. 2021, doi: 10.1016/J.EGYR.2021.11.225.

[6] C. Emeksiz ve B. Kara, "International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies Enerji Depolama Teknolojilerinin İncelenmesi ve Karşılaştırmalı Analizi", *ijmsit Research Article*, c. 2022, sy 2, ss. 134-142, 2022, doi: 10.36287/ijmsit.6.2.134.

[7] P. Kardasz ve J. Doskocz, "Drones and Possibilities of Their Using", *Journal of Civil & Environmental Engineering*, c. 6, sy 3, 2016, doi: 10.4172/2165-784x.1000233.

[8] K. C. SEZER ve G. BASMACI, "ŞARJ EDİLEBİLİR PİLLERE GENEL BAKIŞ", *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, c. 10, sy 1, ss. 297-309, Mar. 2022, doi: 10.21923/jesd.946769.

[9] S. Elouarouar ve H. Medromi, "Multi-Rotors Unmanned Aerial Vehicles Power Supply and Energy Management", *E3S Web of Conferences*, c. 336, s. 00068, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202233600068.

[10] D. Y. Tang, M. T. Gong, J. S. Yu, ve X. Li, "A power transfer model-based method for lithium-ion battery discharge time prediction of electric rotatory-wing UAV", *Microelectronics Reliability*, c. 114, Kas. 2020, doi: 10.1016/j.microrel.2020.113832.

[11] Y. Yang, X. Zhang, J. Zhou, B. Li, ve K. Qin, "Global Energy Consumption Optimization for UAV Swarm Topology Shaping", *Energies (Basel)*, c. 15, sy 7, Nis. 2022, doi: 10.3390/en15072416.

[12] M. Dudek, P. Tomczyk, P. Wygonik, M. Korkosz, P. Bogusz, ve B. Lis, "ELECTROCHEMICAL SCIENCE Hybrid Fuel Cell-Battery System as a Main Power Unit for Small Unmanned Aerial Vehicles (UAV)", 2013. [Çevrimiçi]. Available: www.electrochemsci.org

[13] F. Yacef, N. Rizoug, L. Degaa, O. Bouhali, ve M. Hamerlain, "Trajectory optimisation for a quadrotor helicopter considering energy consumption", içinde *2017 4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*, 2017, ss. 1030-1035. doi: 10.1109/CoDIT.2017.8102734.

[14] E. Bongermino, F. Mastrorocco, M. Tomaselli, V. G. Monopoli, ve D. Naso, "Model and energy management system for a parallel hybrid electric unmanned aerial vehicle", içinde *IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, Ağu. 2017, ss. 1868-1873. doi: 10.1109/ISIE.2017.8001534.

[15] J. Apeland, D. Pavlou, ve T. Hemmingsen, "Suitability analysis of implementing a fuel cell on a multirotor drone", *Journal of Aerospace Technology and Management*, c. 12, sy 1, ss. 1-14, 2020, doi: 10.5028/jatm.v12.1172.

[16] N. Belmonte, S. Staulo, S. Fiorot, C. Luetto, P. Rizzi, ve M. Baricco, "Fuel cell powered octocopter for inspection of mobile cranes: Design, cost analysis and environmental impacts", *Appl Energy*, c. 215, ss. 556-565, Nis. 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.02.072.

[17] M. N. Boukoberine, Z. Zhou, M. Benbouzid, ve T. Donateo, "Frequency separation-based power management strategy for a fuel cell-powered drone", içinde *2020 2nd International Conference on Smart Power and Internet Energy Systems, SPIES 2020*, Eyl. 2020, ss. 209-214. doi: 10.1109/SPIES48661.2020.9242975.

A SMALL SIGNAL MODELLING METHOD FOR SWITCHING CONVERTERS

Asst. Prof. BÜLENT DAĞ[1], FERHAT SELİM AKÇAM [2]
[1]GAZİ ÜNİVERSİTESİ, Mühendislik Fakültesi, bulentdag@gazi.edu.tr - ORCID ID 0000-0002-1404-232X
[2] GAZİ ÜNİVERSİTESİ, Mühendislik Fakültesi, ferhatselim.akcam1@gazi.edu.tr - ORCID ID 0000-0001-9690-0772

ABSTRACT

This paper presents a volt/charge balance based small-signal dynamic modelling method for DC-DC converters as an alternative to existing modelling methods. The proposed method simplifies the modelling procedure especially for integrated high gain complex converters, which have several operating modes even in CCM. As application examples, the proposed method is applied starting from the basic Boost converter and Cuk converter, with moderate complexity. The results are verified by previous results in the literature and simulations. The comparison is also performed with experimental results of the Cuk converter.

Index Terms - Switching converters, small-signal modelling, integrated converters, Cuk converter.

1. INTRODUCTİON

Switch mode power supplies (SMPS) are widely used in applications where DC voltage is required with high efficiency, small size and light weight. Earlier versions of switching converters, having simple and easily controllable structures are still in use for low power and low output voltage applications. However, as the power and/or output voltage requirements increase these basic converters cannot meet the demands efficiently [1]-[6]. Recently, integrated converters have been proposed to attain high level DC voltages from a low voltage DC source, such as PV or batteries, where series connection is not preferable in terms of reliability and/or efficiency [7]-[11].

When a system is to be controlled with linear control techniques in closed loop, the linear dynamic model of the plant is crucial to tune controller parameters accordingly. If the controlled system is non-linear, use of the linearized model around the operating point is the commonly applied method for the systems that do not deviate enormously from the operating point. Since switched converters are non-linear systems and are required to operate in a close proximity to an operating point, linearization around their dedicated operating points is a reasonable approach to design a suitable linear controller. Linearization around a point for systems that can be described as a function of the control parameter are called Jacobian Linearization [12]-[18]. However, as the input-output relation of the switching converters cannot be described in the form of a function in explicit form, Jacobian linearization has not been applied for the switching

converters, so far. This is because, the switching converters actually are systems composing of sub-linear systems that switch between each other by a non-linear switching action. For this reason, state-space averaging method has been the commonly accepted approach for the linearization of such systems [19]-[21]. Alternatively, average PWM switch model is another popular method that first develops average converter models with average PWM switches and then DC and small-signal equations are obtained [22]-[24]. Of these two popular dynamic modelling methods, the state-space averaging method is more popular and still in use for the analysis of recently developed advanced converters, whose average circuit models with average PWM switches are hard to envisage [25-27]. Recently, tapped inductor switcher (TIS) analysis methods, integrated with switching flow graph (SFG) analysis method have been proposed [28]-[30]. SFG method is a graphical representation of the state-space averaging method and uses actually the same linear circuit parameters with the same average values.

The main limitation of the state-space averaging method may arise if the converter has several operating points (average values) in an operating mode, namely Continuous Conduction Mode (CCM) and Discontinuous Conduction Mode (DCM). DCM has inherently this property, where inductor currents have both a non-zero and zero average values leading the DCM has two sub-modes as in basic buck, boost, buck-boost converters. Although, the state-space averaging method proposes a canonical model also for DCM operation in [19] by eliminating the discontinuous current as a state variable, it has been shown in [23] that it should be included in the model for more accurate representation of the dynamic behavior of the converter. Generally saying, the state-space averaging method requires the dynamic variables have the same average values in ON and OFF switch positions in an operating mode (if not it attempts to remove them from the state variables). Otherwise, the averaged state equations may not converge to an explicit solution. Such a discontinuity can also be observed in CCM if the converter has many sub-modes even in CCM and mode elimination is required to simplify the modelling procedure. As an example for such a converter, the one in [16] can be given, which has seven sub-modes in CCM. Fortunately, only two of the sub-modes have significance and the rest can be ignored to simplify the analysis. However, elimination of sub-modes may result in discontinuity in the operating point of a dynamic variable and the analysis does not converge and a solution error emerges. Although the average PWM switch method does not have such a problem, as mentioned before, it is hard to implement for new generation integrated converters.

In this study, an alternative small-signal modelling method is presented, a volt/charge balance (VCB) based modelling approach. The method applies the perturbation, which is applied only to the switches in PWM switch averaging method, to all linear dynamic elements in the converter namely volt balance equations of inductors and charge balance of capacitors, instead of switches. By this way, the volt/charge balance equations reveal as nonlinear functions of dynamics variables to which Jacobian Linearization can be applied. While simplifying the analysis procedure by leading to obtaining DC values in the same analysis procedure in a several simple step, the VCB method allows also to define different average values in different sub-modes for the variables, enabling the mode elimination. The rest of the paper is configured as follows; in part II, the main steps of VCB method are described and the method is applied to the basic Boost converter and Cuk converter.

2. VOLT/CHARGE BALANCE (VCB) BASED DYNAMIC MODELLING

The two step procedure of the VCB based small-signal modelling method can simply be described as follows;

1) Write down the volt balance equations for all inductors and charge balance equations for all capacitors in the converter. Equating these equations to zero find the expressions of the average values of the large signal voltages and currents. These average values are operating points of the system around which the model is to be linearized.
2) Linearize the volt/charge balance equations w.r.t. the relevant variables. Obtain dynamic equations describing inductor currents using $di_L/dt = v_L/L$ and capacitor voltages using $dv_C/dt = i_C/C$.

2.1. Boost Converter Example (CCM)

To illustrate the procedure, small signal model of the Boost converter in continuous conduction mode (CCM) will be derived first. The circuit diagram of the converter is given in Fig.1. In the equations, uppercase and lowercase symbols represent the large signal (average value) and small signal parameters of the corresponding variables, respectively. From Fig.1, volt balance equation of the inductor voltage can be obtained as follows;

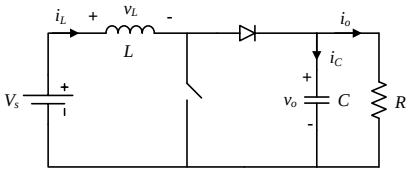


Fig. 1 Circuit diagram of the Boost converter.

$$V_L = DV_s + (1-D)(V_s - V_o) \quad (1)$$

by equating average inductor voltage, V_L to zero, well known equation of the average output voltage can be calculated,

$$V_o = \frac{V_s}{1-D} \quad (2)$$

Linearizing (1) around operating points by taking duty cycle (control input, d), inductor current, i_L and capacitor voltage, v_o as variables and input voltage, V_s constant, the following linearized inductor voltage equation is obtained;

$$v_L = Lsi_L = dV_o - (1-D)v_o \quad (3)$$

Similarly, the charge balance equation of the capacitor current can be written as follows,

$$I_C = -D\frac{V_o}{R} + (1-D)(I_L - \frac{V_o}{R}) \quad (4)$$

By equating average capacitor current to zero, average inductor current can be found from (4) as follows,

$$I_L = \frac{V_o}{R(1-D)} \tag{5}$$

Linearizing (4), dynamic equation of the small-signal capacitor current is obtained as follows,

$$i_C = Csv_o = -dI_L + (1-D)i_L - \frac{v_o}{R} \tag{6}$$

By combining (3) and (6), transfer function of the Boost converter (CCM) from *d* to v_o can be obtained as follows,

$$\frac{v_o}{d} = \frac{(1-D)V_o - I_L Ls}{LCs^2 + \frac{L}{R}s + (1-D)^2} \tag{7}$$

Transfer function given in (7) is the well-known dynamic model of the Boost converter that has a right hand zero [25], [31]. Note that parasitic components are neglected when deriving (7). The resistive parasitic components can be included by introducing $(Lsi_L + r_L i_L)$ and $Csv_o/(r_C Cs + 1)$ to the left hand sides of (3) and (6), where r_L and r_C are parasitic resistances of the inductor and capacitor, respectively. Since the volt/charge balance requirements are valid also in DCM, the modelling procedure for the DCM operation should be the same as CCM. The main difference is that the duty cycles of the two sub-intervals in the OFF period need to be defined in terms of *D*. As the targeted Z-Source converter operates in CCM, DCM is out of the scope of this paper.

2.2. Cuk Converter Example

The Cuk converter can be regarded as one of the earliest integrated converters where capacitors are also serve for energy transfer. The circuit diagram of the basic Cuk converter and equivalent circuits in ON and OFF modes are shown in Fig. 2(a), (b) and (c), respectively. From Fig. 2(b) and (c), volt/charge balance equations of the inductors and capacitors can be obtained, as follows;

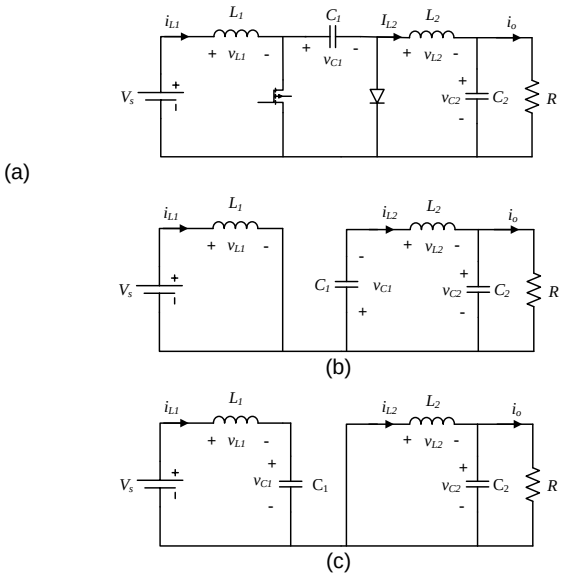


Fig. 2 Circuit diagrams of the Cuk converter. (a) actual circuit. (b) equivalent circuit in ON mode.

$$V_{L1} = DV_s + (1-D)(V_s - V_{C1}) \tag{8}$$

$$V_{L2} = D(-V_{C1} - V_{C2}) - (1-D)V_{C2} \tag{9}$$

$$I_{C1} = DI_{L2} + (1-D)I_{L1} \tag{10}$$

$$I_{C2} = D(I_{L2} - \frac{V_{C2}}{R}) + (1-D)(I_{L2} - \frac{V_{C2}}{R}) \tag{11}$$

From (8)-(11), average values of the inductor currents and capacitor voltages can be obtained as follows;

$$I_{L1} = \frac{-DI_o}{(1-D)} \tag{12}$$

$$I_{L2} = I_o \tag{13}$$

$$V_{C1} = \frac{V_s}{(1-D)} \tag{14}$$

$$V_{C2} = \frac{-DV_s}{(1-D)} \tag{15}$$

where, $I_o = V_{C2}/R$. Linearizing (8)-(11), dynamic inductor current and capacitor voltage equations are obtained as follows;

$$\frac{di_{L1}}{dt} = \frac{-r_1}{L_1} i_{L1} + \frac{(D-1)}{L_1} v_{C1} + \frac{V_{C1}}{L_1} d \tag{16}$$

$$\frac{di_{L2}}{dt} = \frac{-r_2}{L_2} i_{L2} - \frac{D}{L_2} v_{C1} - \frac{1}{L_2} v_{C2} - \frac{V_{C1}}{L_2} d \tag{17}$$

$$\frac{dv_{C1}}{dt} = \frac{(1-D)}{C_1} i_{L1} + \frac{D}{C_1} i_{L2} + \frac{(I_{L2}-I_{L1})}{C_1} d \tag{18}$$

$$\frac{dv_{C2}}{dt} = \frac{1}{C_2} i_{L2} - \frac{1}{RC_2} v_{C2} \tag{19}$$

where, r_1 and r_2 parasitic resistances of the inductors L_1 and L_2, respectively. Parasitic resistances of the capacitors are neglected. Using (16)-(19), dynamic model of the Cuk converter can be obtained in the state-space form as follows,

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bd \\ y = Cx \end{cases} \tag{20}$$

where,

$$\begin{cases} x = \begin{bmatrix} i_{L1} \\ i_{L2} \\ v_{C1} \\ v_{C2} \end{bmatrix}, \quad y = v_{C2}, \quad C = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1] \\ A = \begin{bmatrix} \frac{-r_1}{L_1} & 0 & \frac{(D-1)}{L_1} & 0 \\ 0 & \frac{-r_2}{L_2} & \frac{-D}{L_2} & \frac{-1}{L_2} \\ \frac{(1-D)}{C_1} & \frac{D}{C_1} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{C_2} & 0 & \frac{-1}{RC_2} \end{bmatrix} \\ B = \begin{bmatrix} \frac{V_{C1}}{L_1} \\ \frac{-V_{C1}}{L_2} \\ \frac{(I_{L2}-I_{L1})}{C_1} \\ 0 \end{bmatrix} \end{cases} \tag{21}$$

A Cuk converter with the parameters given in Table I was simulated for comparison with the model. For the simulation, "MATLAB/Simulink/Frequency Response Estimation" tool was used. In the simulation, control input D was set as perturbation input and voltage measurement port of the capacitor, C_2 was set as the output measurement port. A sine stream with 0.01 V amplitude with 75 points of frequencies in the frequency range of 10^2-10^5 rad/s was applied as the input perturbation. In Fig. 3, Bode Plots of the model and simulation results are shown. As seen, the model and simulation results are quite consistent with each other.

Table 1. Parameters Of The Cuk Converter

Parameter	Value (unit)
L_1, r_1	1.2 (mH), 0.2 (Ω)
L_2, r_2	1 (mH), 0.17 (Ω)
C_1	100 (μF)
C_2	80 (μF)
V_s	10 (V)
R	10 (Ω)
D	0.4
f_s	50 (kHz)

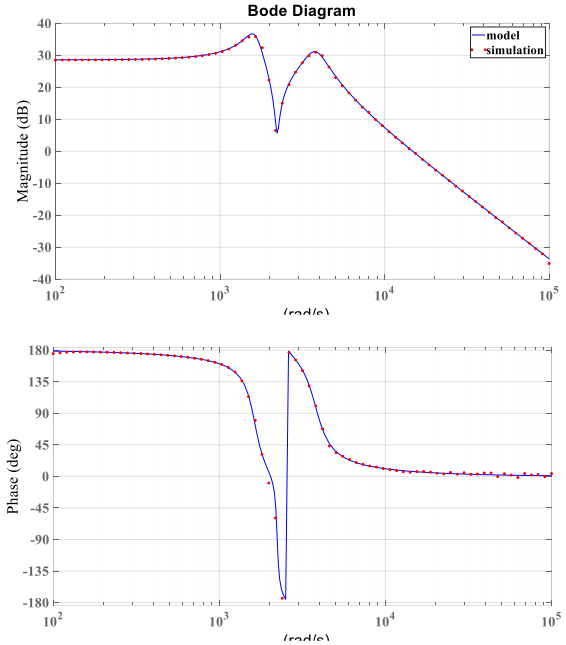
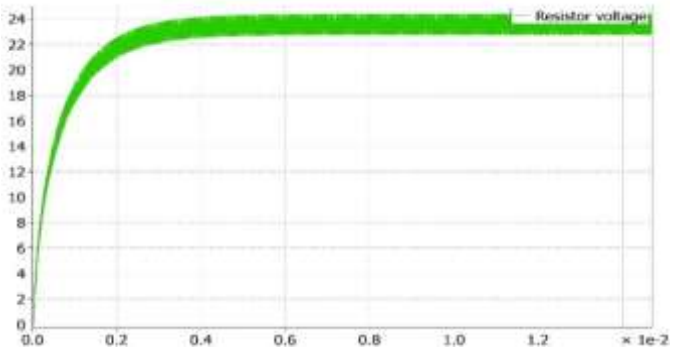


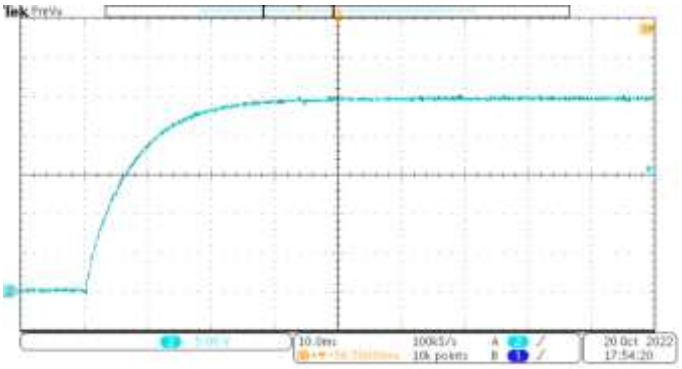
Fig. 3 Bode Plots of the Cuk converter from control signal, *d*, to output voltage, v_{C2}.

3. EXPERIMENTAL RESULTS

I implemented my application as a simulation. I used "plecs" application. It is good power electronic application. From Fig. 4.a is simulation output voltage. The converter is controlled in a simple open-loop. Then I made the prototype with the results I got. I created my circuit using the values in Table 1. I made my application by comparing "tl074cn" with sawtooth and control voltage. From Fig. 4.b is prototype output voltage. My experiment and simulation studies gave similar results. I compared these similar results with the studies in the literature and they support each other [32].



(a)



(b)

Fig. 4 Output voltage a) simulation result, b) experimental result

4. CONCLUSION

In this paper a small-signal modeling method for switching boost converters has been proposed. The main idea is to introduce and use the VCB method. Many switch mood power supply (SMPS) applications, only duty cycle to output voltage responses have been presented. Boost conver is typical SMPS circuit. Moreover the method is applied sequentially Boost and Cuk converter. It has been compared with the studies in the literature and it has been seen that my work is consistent in theory, simulation and practice. I suggest that the work can be combined and enhanced with different converter or topology.

REFERENCES

[1] Wai, R.J., Lin, C.Y., Duan, R.Y., Chang, Y.R., "High-efficiency power conversion system for kilowatt-level stand-alone generation unit with low input voltage," *IEEE Trans. Ind. Electron*., vol. 55, no. 10, pp. 3702–3714, Oct. 2008.

[2] Finney, S.J., Williams, B.W., Green, T.C., "RCD snubber revisited," *IEEE Trans. Ind. Appl*., vol. 32, no. 1, pp. 155–160, Jan/Feb. 1996.

[3] Lin, B.R., Hsieh, F.Y., "Soft-switching zeta–flyback converter with a buck–boost type of active clamp," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 54, no. 5, pp. 2813–2822, Aug. 2007.

[4] Park, K.-B., Moon, G.-W., Youn, M.-J., "Nonisolated high step-up stacked converter based on boost-integrated isolated converter," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 26, no. 2, pp. 577–587, Feb. 2011.

[5] Spiazzi, G., Mattavelli, P., Costabeber, A., "High step-up ratio flyback converter with active clamp and voltage multiplier," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 26, no. 99, pp. 3204–3215, Nov. 2011.

[6] Liang, T.J., Tseng, K.C., "Analysis of integrated boost-flyback step-up converter," *IEE Proc. Electr. Power Appl.*, vol. 152, no. 2, pp. 217–225, Mar. 2005.

[7] K.B. Park, G.W. Moon, and M.J. Youn, "Non isolated high step-up boost converter integrated with sepic converter," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 25, no. 9, pp. 2266-2275, Sep. 2010.

[8] S.M. Chen, T.J. Liang, L.S. Yang, J.F. Chen, "A cascaded high stepup DC–DC converter with single switch for micro source applications," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 26, no. 4, pp. 1146-1153, Apr. 2011.

[9] M.R. Banaei, H. Ardi, R. Alizadeh, A. Farakhor, "Non-isolated multi-input–single-output DC/DC converter for photovoltaic power generation systems," *IET Power Electron.*, vol. 7, no. 11, pp. 2806-2816, Nov. 2014.

[10] S. Kouro, J.I. Leon, D. Vinnikov, L.G. Franquelo, "Grid-connected photovoltaic systems: an overview of recent research and emerging PV converter technology," *IEEE Ind. Electron.*, vol. 9, no. 1, pp. 47-61, Mar. 2015.

[11] N. Pragallapati, V. Agarwal, "Distributed PV power extraction based on a modified interleaved sepic for non-uniform irradiation conditions," *IEEE J. Photovolt.*, vol. 5, no. 5, pp. 1442-1453, Sep. 2015.

[12] F.Z. Peng, "Z-source inverter," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 39, no. 2, pp. 504–510, Mar/Apr. 2003.

[13] J. Anderson, F.Z. Peng, "Four quasi-Z-Source inverters," *Power Electronics Specialists Conf. PESC IEEE*, pp. 2743–2749, 15–19 June 2008.

[14] W. Qian, F.Z. Peng, H. Cha, "Trans-Z-source inverters," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 26, no. 12, pp. 3453–3463, Dec. 2011.

[15] D. Vinnikov, I. Roasto, "Quasi-Z-source-based isolated DC/DC converters for distributed power generation," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 58, no. 1, pp. 192–201, Jan. 2011.

[16] F. Evran, M.T. Aydemir, "Z-Source based isolated high step-up converter," *IET Power Electron.*, vol. 6, no. 1, pp. 117-124, Oct. 2012.

[17] J. Lee, M. Kim, S. Kim, and S. Choi, "An isolated single-switch ZCS resonant converter with high step-up ratio," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 36, no. 10, pp. 11555-11564, Oct. 2021.

[18] Y. Zhi, T. Kaynak, and W. Zhang, "A three-winding coupled inductor based dual-switch high step-up DC-DC converter for photovoltaic systems," *IEEE J. Emerg. Sel. Top. Ind. Electron.*, doi:10.1109/JESTIE.2022.3151554, Feb. 2022.

[19] R. D. Middlebrook, "Small-signal modeling of pulse-width modulated switched-mode power converters," *Proc. IEEE*, vol. 76, no. 4, pp. 343–354, Apr. 1988.

[20] R. D. Middlebrook and S. Cuk, "A general unified approach to modelling switching-converter power stages," in *Proc. IEEE Power Electron. Specialists Conf. (PESC)*, Jun. 1976, pp. 18–34.

[21] W. M. Polivka, P. R. K. Chetty, and R. D. Middlebrook, "State space average modeling of converters with parasitics and storage-time," in *Proc. IEEE Power Electron. Specialists Conf. (PESC)*, Jun. 1980, pp. 119–143.

[22] V. Vorperian, "Simplified analysis of PWM converters using model of PWM switch. Continuous conduction mode," *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst*., vol. 26, no. 3, pp. 490–496, May 1990.

[23] V. Vorperian, "Simplified analysis of PWM converters using model of PWM switch. Part II: Discontinuous conduction mode," *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst*., vol. 26, no. 3, pp. 497–505, May 1990.

[24] C.-Y. Chang, W.-S. Liu, J.-F. Chen, R.-L. Lin, T.-J. Liang, and M.-H. Chen, "Modified PWM switch model for continuous conduction mode DC–DC converters with coupled inductors," *IET Power Electron*., vol. 3, no. 4, pp. 629–636, Jul. 2010.

[25] T.-S. Hwang, S.-Y. Park, "Seamless boost converter control under the critical boundary condition for a fuel cell power conditioning system," *IEEE Trans. Power Electron*., vol. 27, no. 8, pp. 3616–3626, Aug. 2012.

[26] H.-B. Shin, E.-S. Jang, J.-G. Park, et al., "Small-signal analysis of multiphase interleaved boost converter with coupled inductors," *Proc. Inst. Elect. Eng. Elect. Power Appl*., vol. 152, no. 5, pp. 1161–1170, 2005.

[27] G. Zhang, Y. Shen, J. Chen, et al., "Advanced small-signal-based analytical approach to modelling high-order converters," *IET Power Electron.*, vol. 12, no. 2, pp. 228-236, Dec. 2018.

[28] A. Abramovitz, J. Yao, and K. Smedley, "Unified modeling of PWM converters with regular or tapped inductors using TIS-SFG approach," *IEEE Trans. Power Electron*., vol. 31, no. 2, pp. 1702–1716, Jan. 2015.

[29] K. Smedley and S. Cuk, "Switching flow-graph nonlinear modeling technique," *IEEE Trans. Power Electron*., vol. 9, no. 4, pp. 405–413, Jul. 1994.

[30] J. Yao, A. Abramovitz, "Fast SFG modelling of integrated converters," *IEEE J. Emer. Sel. Top. Power Electron.*, vol. 5, no. 3, pp. 1008-1019, Sep. 2017.

[31] R. Zaitsu, "Voltage mode Boost converter small signal control loop analysis using the TPS61030," *Texas Instruments Application Report*, SLVA274A–May 2007–Revised January 2009.

[32] E. Turan, B. Dağ, B. Tamyürek, M. T. Aydemir, "Design and Implementation of an Analog Controller Based on K-factor Design Method for a Novel Isolated Z-Source DC-DC Converter with High Voltage Gain", *Gazi University Journal of Science, Part C*, vol. 9, no. 2, pp. 317-334 Jun. 2021.

AC MİKRO ŞEBEKELERDE KONTROL YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

M. Mustafa ERTAY[1]

[1] Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,

ORCID ID: 0000-0002-6010-8211

ÖZET

Fotovoltaik (FV) sistemler ve rüzgâr türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını (YEK) içeren mikro şebekeler uzun zamandır güç sistemlerinin güvenilirliğini artırmada ve güç kayıplarının azaltılmasında görev almaktadırlar. Mikro şebekeler aynı zamanda ana güç sistemi ile güç paylaşımı, güç kalitesinin geliştirilmesi, gerilim ve frekans desteği sağlama gibi özellikleri de ihtiva etmektedir. Bu belirtilen özellikleri yerine getirebilmesi için uygun kontrol yöntemlerinin kullanımı gerekli olmaktadır. Bu çalışmada literatürde yer alan mikro şebeke kontrol yapıları ve stratejileri ile güç dönüştürücüleri kontrol yöntemleri incelenmiş ve özellikleri ortaya konmuştur.

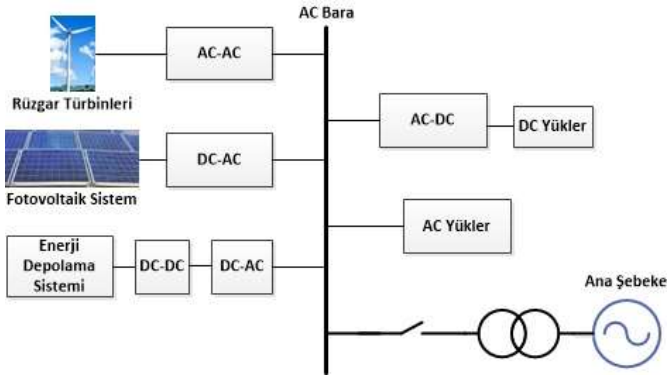
Anahtar Kelimeler: Mikro şebekeler, AC mikro şebeke, Yenilenebilir enerji kaynakları, Kontrol stratejileri, Güç dönüştürücüleri.

1. GİRİŞ

Mikro şebeke rüzgâr türbinleri, fotovoltaik (FV) sistemler gibi yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) ile yükler ve enerji depolama sistemlerini (EDS) içeren, şebeke bağlantılı ve ada modunda çalışabilen küçük ölçekli kontrollü bir güç sistemi olarak ifade edilebilir. Mikro şebekeler AC veya DC şeklinde olabilmektedir [1]. AC mikro şebeke dağıtım şebekeleri ve uzak bölgelere güç sağlama konusunda ana mikro şebeke teknolojisi durumundadır. Son zamanlarda çok sayıda YEK'ların DC güç üretmesi ve yeni DC yüklerin kullanımının artması ile DC mikro şebeke teknolojisi popüler hale gelmektedir. DC mikro şebekelerin verimlilikleri, reaktif güç sorununun olmaması ve AC-DC veya DC-AC gibi bazı güç dönüştürücülerine ihtiyaç duymaması gibi önemli üstünlükleri vardır [2,3]. Ancak buna rağmen, mevcut şebeke teknolojisinin AC olması ve AC temelli dağıtık enerji kaynakları (DEK) ve yüklerin halen önde olması nedeniyle AC mikro şebeke teknolojisi hala baskındır [4]. Bununla beraber AC ve DC mikro şebekelerin çift yönlü ara bağlantılı dönüştürücü ile birleştirilmesiyle hibrit AC/DC mikro şebeke kavramı ortaya çıkmıştır [5]. Görsel 1'de temel bir AC mikro şebeke yapısı gösterilmektedir.

AC mikro şebeke, şebeke bağlantısı ve ada modunda çalışabilmektedir. Ana güç şebekesine güç desteği, gerilim ve frekans desteği ve güç kalitesinin iyileştirilmesi gibi faydaları sağlayabilmesi için uygun kontrol yöntemlerinin seçilmesi gerekmektedir [6]. Genel olarak seçilen kontrol yöntemlerinde sağlanması istenen görevler şunlardır; 1) YEK veya DEK'larının kapasitelerine göre dengeli yük paylaşımı ve eşit harmonik akım paylaşımı 2) çalışma modları arasında kararlı geçiş 3) koruma elemanları ile senkronizasyon 4) sabit gerilim ve belirlenen limitlerde sabit frekans sağlamaktır [7]. Literatür incelendiğinde, [8]'de otomatik bir master-slave kontrol önerilmiştir. [9]'da yer alan çalışmada seri kaskat mikro şebekelerde DEK'ları

tarafından üretilen güç ve gerilimi düzenlemek için dağıtılmış bir master-slave kontrol stratejisi sunulmuştur. [10]'da AC mikro şebeke için bütün çalışma durumlarında kullanılabilen bir dağıtılmış hiyerarşik kontrol önerilmiştir. [11]'de ada modunda çalışan 3 faz 4 telli bir AC mikro şebeke için hiyerarşik kontrol stratejisi sunulmuştur. [12]'de gerilim restorasyonu, frekans ve reaktif güç paylaşımı için dağıtılmış AC mikro şebeke kontrolü önerilmiştir.

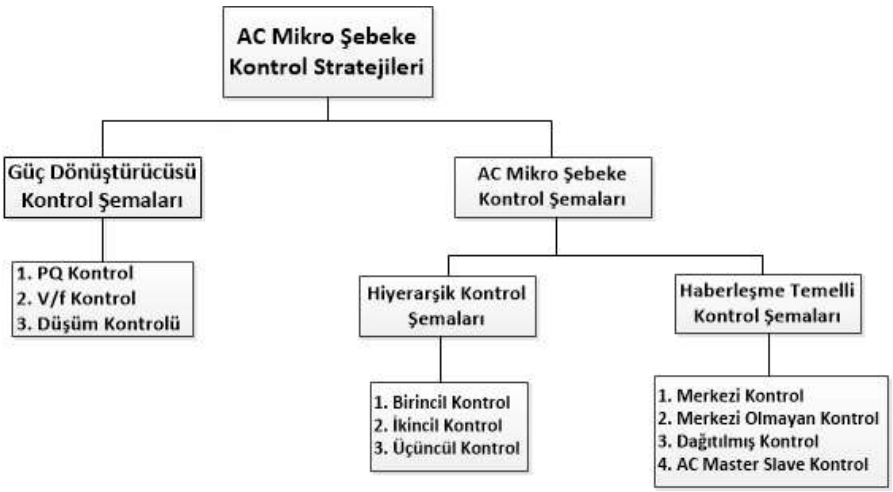


Görsel 1. Temel AC mikro şebeke yapısı

Mikro şebeke kavramı yaklaşık 30 yıl önce ortaya atılan bir kavramdır. Mikro şebekeler DEK'larını içeren küçük ölçekli güç sistemleridir. Bu çalışmada güç sistemlerinin güvenilirliğini artıran, güç kalitesine katkı sağlayan ve güç kayıplarının azaltılmasında rol üstlenebilen AC mikro şebekelerde yer bulan temel kontrol stratejileri ve mikro şebekede yer alan dönüştürücülerde kullanılan kontrol yöntemleri incelenmiştir.

2. AC MİKRO ŞEBEKE KONTROL ŞEMALARI

AC mikro şebekede kullanılan kontrol stratejileri Görsel 2'de gösterilmiştir [7].



Görsel 2. AC Mikro Şebeke Kontrol Yöntemleri

2.1. Hiyerarşik Kontrol Şeması

Hiyerarşik kontrol birincil, ikincil ve üçüncül kontrol olmak üzere üçe ayrılmaktadır [13]. Birincil kontrolün en önemli görevleri gerilim ve frekansı kabul edilebilir sınırlarda tutmak, paralel çalışan DEK'ların aktif ve reaktif güç paylaşımını sağlamaktır [7]. İkincil kontrol denetleyicisinin görevi sürekli durum gerilim ve frekans değişimlerini düzenlemektir. İkincil

kontrol birincil kontrolden genellikle daha yavaştır [13]. Üçüncül kontrolde ise ekonomik bir çalışma sağlanması için ana şebeke ile mikro şebeke arasındaki güç akışı yönetilmektedir [13].

2.2. Haberleşme Temelli Kontrol Şemaları

Mikro şebekede yer alan YEK ve EDS'ler çeşitli yükleri beslemek için uygun bir şekilde koordine edilmelidir. Bu nedenle mikro şebekede paralel çalışan DEK'ları ve EDS'leri haberleşme linkleri ile bağlanmıştır. Haberleşme temelli kontrol şemaları 4 maddede incelenebilir. Bunlar merkezi kontrol, merkezi olmayan kontrol, dağıtılmış kontrol ve master-slave kontrolüdür [13]. Merkezi kontrol şemasında yer alan merkezi denetleyici ile mikro şebekede her bir DEK'larının ürettikleri güç izlenerek optimize edilir. Ortak bağlantı noktası (PCC, OBN) gerilim ve frekansı gözlenerek çalışma modu geçişleri başlatılır. Ayrıca bu kontrol yoluyla mikro şebekenin yük ve üretim planı elde bulunan önceki yük ve koşul verilerine göre tahmin edilebilir [14]. Merkezi olmayan kontrol şemasında ise her bir DEK'in kontrol sistemi sadece yerel ölçümleri kullanır. Dağıtılmış kontrolde merkezi bir denetleyici yoktur. Her bir dönüştürücü kendi kontrol ünitesine sahiptir. Burada denetleyiciler vasıtasıyla mikro şebeke yükü güç kapasitelerine göre DEK'ler arasında paylaştırılır [15]. AC master-slave kontrolde birkaç DEK, master DEK olarak rol oynar ve bara gerilimini düzenleyerek slave DEK'ları için akım referansını belirler. Slave DEK'ları akım paylaşımı için master DEK'larının tanımladığı akım referansını sürekli izler [16]. Şebeke bağlantı modunda master ve slave üniteler PQ kontrol modunda çalışırlar. Ada modunda ise master ünite V/f kontrolü uygulayarak slave üniteler için gerilim ve frekans referansı sağlar [7].

2.3. Güç Dönüştürücülerinin Kontrolü

AC mikro şebekede güç dönüştürücülerinin kontrolü için üç yöntem bulunmaktadır. Bunlar PQ kontrol, V/f kontrol ve düşüm kontrolüdür. PQ kontrolü şebeke bağlantı durumlarında, V/f ve düşüm kontrolü ise ada modunda çalışırken kullanılır. Çünkü şebeke bağlantı durumunda gerilim ve frekans şebeke tarafından düzenlendiği için mikro şebeke sadece PQ kontrolü ile çıkış gücünü düzenler. Ada modunda ise mikro şebekenin kendisi gerilimi ve frekansı düzenlemek durumundadır [7,13]. PQ kontrolünün temel amacı frekans ve terminal gerilimi belirlenen sınırlarda değiştiğinde DEK'larının uçlarında aktif ve reaktif gücün sabit olmasını sağlamaktır. Ancak bu kontrol yöntemi gerilim ve frekansı sabit tutmaz. V/f kontrolü ada modunda çalışan mikro şebekedeki DEK'ları için gerilim ve frekansı referans değerlerde tutmak amacıyla önerilen bir yöntemdir. Ancak bu yöntem yük değişimlerine cevap veremez. Bu yöntemde amaç DEK'larının güç çıkışlarından bağımsız olarak dönüştürücü çıkışındaki gerilim ve frekansı sabit tutmak ve böylece slave DEK'larının ve hassas yüklerin ada modunda sürekli ve güvenli çalışmasına olanak tanımaktır [7,13]. Bu yöntemde frekans ve gerilim denetleyicisi olmak üzere iki denetleyici bulunmaktadır [7,13]. Düşüm kontrolünün uygulanmasındaki amaç ada modunda çalışan mikro şebekeyi sürekli yük değişimlerine karşın DEK'larının düşüm karakteristiklerini ayarlayarak korumaktır. Mikro şebekede bir DEK'nda genellikle P/f ve Q/V olmak üzere iki düşüm karakteristiği bulunmaktadır. Bu yüzden bu strateji aktif güç kontrolü ve gerilim kontrolü olarak ayrılabilir [7,13].

3. SONUÇLAR

AC mikro şebekeler DEK'larını ana şebekeye entegre etmek için uzun süredir güç sistemlerinde kullanılan küçük ölçekli güç şebekeleridir. Son zamanlarda DC yüklerin kullanımı ile DC mikro şebekelerde gündeme gelmiştir. Ancak AC mikro şebeke mevcut durumda halen ön plandadır. Bu çalışmada AC mikro şebekelerde kullanılan kontrol stratejileri ve DEK'larının güç dönüştürücülerinde kullanılan kontrol yöntemleri incelenmiştir. Hiyerarşik kontrol şeması ve haberleşme temelli kontrol şemaları ele alınmıştır. Ayrıca şebeke bağlantısı ve ada modunda çok önemli görevleri yerine getiren güç dönüştürücülerinde kullanılan PQ, V/f ve düşüm kontrol yöntemleri de incelenerek gözden geçirilmiştir.

KAYNAKÇA

[1]. M. A. Hossain, H. R. Pota, M. J. Hossain, and F. Blaabjerg, ''Evolution of microgrids with converter-interfaced generations: Challenges and opportunities,'' Int. J. Elect. Power Energy Syst., vol. 109, pp. 160–186, Jul. 2019.

[2]. N. Eghtedarpour and E. Farjah, ''Distributed charge/discharge control of energy storages in a renewable-energy-based DC micro-grid,'' IET Renew. Power Gener., vol. 8, no. 1, pp. 45–57, Jan. 2014.

[3]. N. Hatziargyriou, Microgrids: Architectures Control. Hoboken, NJ, USA: Wiley, Mar. 2014.

[4]. M. Farrokhabadi et al., ''Microgrid stability definitions, analysis, and examples,'' IEEE Trans. Power Syst., vol. 35, no. 1, pp. 13–29, Jan. 2020.

[5]. B. Dong, Y. Li, Z. Zheng, and L. Xu, ''Control strategies of microgrid with hybrid DC and AC buses,'' in Proc. IEEE 14th Eur. Conf. Power Electron. Appl., Birmingham, U.K., Aug. 2011, pp. 1–8

[6]. Sharma S., Mishra, S., Dhillon J., "A Comprehensive Review on Architecture, Control, and Reliability of Microgrid with Integrated RES", 2022 Second International Conference on Power, Control and Computing Technologies (ICPC2T) DOI: 10.1109/ICPC2T53885.2

[7]. Ansarı, S., Chandel, A., Tarıq, M., (2021) "A Comprehensive Review on Power Converters Control and Control Strategies of AC/DC Microgrid", V 9 17998-18015, IEEE Access Doi: 10.1109/ACCESS.2020.3020035

[8]. Y. Pei, G. Jiang, X. Yang, and Z. Wang, ''Auto-master-slave control technique of parallel inverters in distributed AC power systems and UPS,'' in Proc. IEEE 35th Annu. Power Electron. Specialists Conf., 2004, pp. 1–5, doi: 10.1109/PESC.2004.1355433.

[9]. S. Das, I. U. Nutkani, and C. Teixeira, ''Decentralised master-slave control for series-cascaded AC microgrid integrating solar photovoltaic generation,'' in Proc. IEEE Int. Conf. Ind. Technol. (ICIT), Feb. 2019, pp. 417–422, doi: 10.1109/ICIT.2019.8754933.

[10]. X. Hou, Y. Sun, J. Lu, X. Zhang, L. H. Koh, M. Su, and J. M. Guerrero, ''Distributed hierarchical control of AC microgrid operating in gridconnected, islanded and their transition modes,'' IEEE Access, vol. 6, pp. 77388–77401, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2882678.

[11] A. Naderipour, Z. Abdul-Malek, V. K. Ramachandaramurthy, A. Kalam, and M. R. Miveh, ''Hierarchical control strategy for a three-phase 4-wire microgrid under unbalanced and nonlinear load conditions,'' ISA Trans., vol. 94, pp. 352–369, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.isatra.2019.04.025.

[12]. A. Bidram and A. Davoudi, ''Hierarchical structure of microgrids control system,'' IEEE Trans. Smart Grid, vol. 3, no. 4, pp. 1963–1976, Dec. 2012.

[13]. AHMED, M., MEEGAHAPOLA, L., VAHIDNIA, A., DATTA, M.,(2020, "Stability and Control Aspects of Microgrid Architectures—A Comprehensive Review",144730-144766, V 8,, 20202, Doi: 0.1109/ACCESS.2020.3014977

[14]. E. Rokrok, M. Shafie-Khah, and J. P. S. Catalao, ‘‘Review of primary voltage and frequency control methods for inverter-based islanded microgrids with distributed generation,’’ Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 82, pp. 3225–3235, Feb. 2018.
[15]. Espina, E., LLANOS, J., Burgos- Mellado, C., Cardenas-Dobson, R., Martinez-Gomez, M., Saez, D., “Distributed Control Strategies for Microgrids: An Overview” 193412-193448, V8 2020, Doi: 10.1109/ACCESS.2020.3032378
[16]. T. Caldognetto and P. Tenti, ‘‘Microgrids operation based on master–slave cooperative control,’’ IEEE J. Emerg. Sel. Topics Power Electron., vol. 2, no. 4, pp. 1081–1088, Dec. 2014.

DC Mikro Şebekelerde Koruma Yöntemlerinin İncelenmesi

M. Mustafa ERTAY [1]

[1] Düzce Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,

ORCID ID: 0000-0002-6010-8211

ÖZET

Mikro şebekeler dağıtık üretim kaynaklarının güç sistemlerine dahil edilerek kullanılması amacıyla ortaya atılan bir kavramdır. Mikro şebekeleri kullanılan gerilim teknolojisine göre AC ve DC olarak ikiye ayırmak mümkündür. Güç sistemlerinin temelinde AC teknoloji uygulandığı için mikro şebekelerin tasarımında da genel olarak AC sistem temel alınmış ve araştırmalar bunun üzerine yapılmıştır. Günümüzde DC mikro şebekeler, kontrolünün daha kolay olması, veriminin daha iyi olması, maliyetinin daha az olması ve daha fazla güç akışına olanak tanıması sebebiyle AC mikro şebekelere göre büyük ilgi çekmektedir. DC mikro şebeke bahsedilen birçok üstünlüklerine rağmen bu şebekelerin koruma sistemleri ilgili sorunlar bulunmaktadır. DC mikro şebekelerde hata davranışları AC mikro şebekelere göre bazı yönlerden farklılık göstermektedir. Bundan dolayı koruma sistemlerinin ve şemalarının iyi planlanması ve tasarlanması bir gerekliliktir. Bu çalışmada DC mikro şebekelerin yapısı ve özellikleri, AC mikro şebekeye göre avantajları, bara topolojileri ve korumada ortaya çıkan sorunlar ile kullanılan koruma yöntemleri ve aygıtları incelenmiştir.

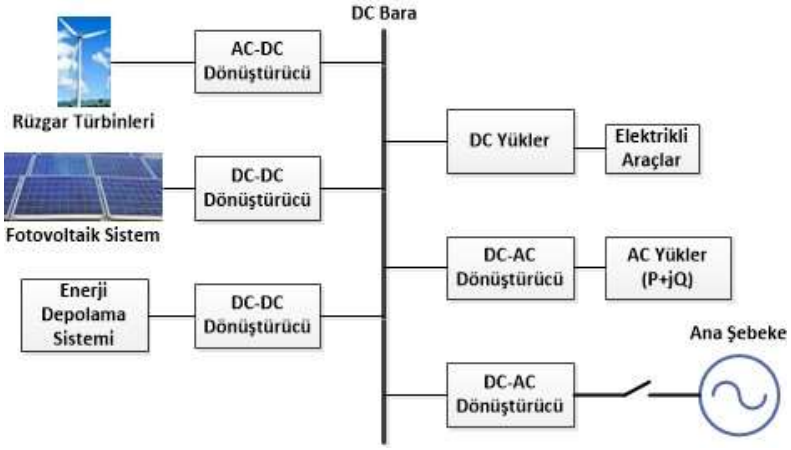
Anahtar Kelimeler: Mikro şebekeler, DC mikro şebeke, Dağıtık üretim kaynakları, DC mikro şebeke topolojileri, Koruma sistemi.

1. GİRİŞ

Mikro şebeke, dağıtılmış enerji kaynaklarının (DEK) ana şebekeye entegresi ve iyi kullanımı için önerilmiş bir kavramdır. Sisteme fotovoltaik ve rüzgâr enerji sistemleri gibi DEK'larının dahil edilmesi ile karbon emisyonlarının azaltılabildiği gibi sistem güç kalitesi ve güvenilirliğinde arttırılması sağlanır [1]. Mikro şebekeler genel olarak AC ve DC olmak üzere ikiye ayrılır. Başlangıçta mikro şebekeler geleneksel olarak AC sistem şeklinde tasarlanmış ve geniş bir şekilde araştırma konusu olmuştur. Ancak, DC mikro şebekeler daha kolay kontrol edilebilmesi, daha verimli olması, daha az maliyetli olması ve güç akış kapasitesinin fazla olması nedeniyle AC mikro şebekelere göre büyük dikkat çekmektedir [2]. Görsel 1'de temel bir DC mikro şebeke konfigürasyonu görülmektedir. Görüldüğü gibi bir DC mikro şebeke rüzgâr türbinleri, fotovoltaik sistemler ve enerji depolama sistemlerinden meydana gelmektedir. DC mikro şebeke birçok avantajı olmasına rağmen uygun bir koruma sistemi tasarımı gerektirmesi önemli sorunlardan birdir. Bu sorunların en başında DC hata akımının, AC sistemde olduğu gibi sıfır geçiş noktası olmamasından dolayı hata esnasında devre kesicilerin meydana gelin arkı söndürme zorluğudur. Bu problem hem insan güvenliği için ciddi bir tehlike oluşturduğu gibi hem de devre kesicilerin kontaklarının aşınması nedeniyle onların ömürlerini de azaltır [3]. Bunun dışında DC mikro şebekelerde koruma açısından diğer önemli sorunlar

hata akımının sınırlanması ve topraklama sistemidir [4]. DC mikro şebekede bu sorunların çözülebilmesi için uygun topraklama sistemi, hata akımı sınırlama yöntemi, hızlı hata tespit yöntemi ve uygun DC devre kesici seçimi gerekmektedir. Bu konuda literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, düşük gerilim DC mikro şebeke için içerisinde ticari AC koruma cihazlarının kullanımı mümkün olan koruma şeması önerilmiştir [5]. Düşük gerilim DC mikro şebekeyi ayrı denetleyicilere bölerek hatalı bölümü tespit ederek izole eden bir hata tespit ve izolasyon şeması geliştirilmiştir [6]. İki bölgeli akım koruma prensibine dayanan bir koruma şeması [7]'de ve hata akımı karakteristiklerine dayalı olan bir koruma şeması ise [8]'de önerilmektedir. Meydana gelen arızalar akımın birinci ve ikinci türevleri kullanılarak tespit edilebilmektedir. DC sistemlerde kullanılmak üzere akımı kesme zamanını azaltan DC hibrit devre kesicisi geliştirilmiştir [9]. [10]'da yer alan çalışmada kısa devre arızasına çok hızlı yanıt veren rezistif bir hata akımı sınırlayıcısı uygulanmıştır.

Bu çalışmada DC mikro şebekelerin yapısı, AC mikro şebekeye olan üstünlükleri, DC bara topolojileri ve kullanılan koruma yöntemleri ve şemaları incelenmiştir. DC mikro şebekeler günümüzde çok dikkat çekmektedirler. Ancak bu sistemlerde korumadan kaynaklanan bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle koruma düzenlerinin iyi tasarlanması ve planlanması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada DC mikro şebekedeki koruma sorunları ve yöntemlerine değinilmiştir.



Görsel 1. Temel bir DC mikro şebeke konfigürasyonu

2. DC MİKRO ŞEBEKE ÖZELLİKLERİ

DC mikro şebekeler gerilim seviyesi olarak ikiye ayrılırlar. Bunlar düşük gerilim doğru akım (DGDA, LVDC (Low Voltage Direct Current)) ve orta gerilim doğru akım (OGDA, MVDC (Medium Voltage Direct Current)) şeklindendirler. LVDC mikro şebekeler 1.5 kV'tan küçük sistemlerdir. Demiryolu sistemleri, güç sistemlerinin haberleşmesi veri merkezleri ve koruma sistemlerinde gibi çok geniş uygulama alanlarında kullanılabilir. Elektrikli araçlar gibi DC yüklerin ortaya çıkması ile bu gerilim seviyesi ticari ve konutsal uygulamalar açısından uygundur. MVDC mikro şebekeler ise araç ve gemi güç sistemleri ile endüstride 1.5 kV-35 kV gerilim aralığında geniş kullanım alanı bulabilir [11,14].

2.1. DC Mikro Şebeke Üstünlükleri

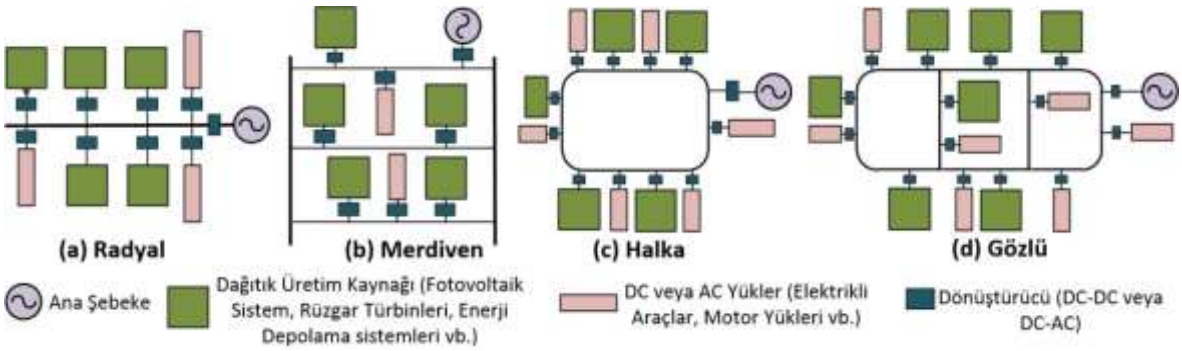
DC mikro şebekelerin AC olanlara göre üstünlükleri ve zayıf tarafları Çizelge 1'deki verilebilir [12,13].

Çizelge 1. AC ve DC mikro şebekelerin karşılaştırılması [12,13]

	DC mikro şebeke	**AC mikro şebeke**
Yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji depolama sistemlerinin entegrasyonu	Verimli ve kolay *(Güç kaybı daha azdır.)*	Pek verimli değil *(DC/AC dönüştürücü gerektirir. Kayıplar daha fazladır.)*
DC yüklerin entegrasyonu	Verimli	Verimli değil
Güç kalitesinin artırılması ve mikro şebekenin kontrolü	Kolay *(Harmonikler yok, faz dengesizliği yok)*	Karmaşık *(Güç kalitesi problemleri var)*
Senkronizasyon	Gerek yok	Gerekli *(Frekansın ayarlanması zorunlu)*
Deri etkisi	Yok *(Bu nedenle kayıplar daha azdır. Daha küçük kablo kesiti kullanılır.)*	Var
Koruma Sistemleri	Pahalı *(Korumada DC akımın doğasında kaynaklanan sorunlar var. Bunun çözülmesi için devre kesiciler üzerine çalışmalar devam ediyor. Bu nedenle koruma sistemleri pahalı*	Pahalı değildir.*(Mevcut koruma sistemleri bulunmaktadır.)*
Tecrübe	Düşük *(Yeni gelişiyor)*	Yüksek *(AC teknolojisi iyi bilinen bir teknolojidir.)*
Yapım maliyeti	Yüksek *(Yeni teknoloji özel cihazlar gerektirir.)*	Düşük
Standartlar	Yetersiz *(Yaygın olarak uygulanmadığı için bu alanda standartlara ihtiyaç vardır.)*	Yeterli

2.2. DC Mikro Şebeke Topolojileri

DC mikro şebeke topolojilerini Görsel 2'de görüldüğü gibi radyal, merdiven, halka ve gözlü bara topolojisi olmak üzere dörde ayırabiliriz. Görsel 2 (a)'da görülen radyal bara yapısı DEK'larının, yüklerin ve enerji depolama cihazlarının kendi dönüştürücüleri ile bağlandığı tek bir DC baradan oluşur. Bu bara yapısı LVDC uygulamaları için uygundur. Basit ve ekonomik bir yapısı vardır [14]. Merdiven bara yapısı Görsel 2 (b)'de görüldüğü üzere bir merdiven şeklinde düzenlenmiş baralardan oluşmaktadır. Arıza meydana geldiğinde arızalı kısım devreden çıkartılarak diğer bölümler çalışmaya devam edebilir. Görsel 2 (c)'de yer alan halka bara topolojisinde birkaç bara halka şeklinde birbirine bağlandığında arıza durumda sadece arızalı kısım kesiciler vasıtasıyla devre dışı kalır ve geri kalan sistem devrede kalır. Ancak maliyet bu topolojide fazladır. Görsel 2 (d)'de yer alan gözlü bara topolojisinde DEK, yükler ve enerji depolama cihazları içeren baralar göz şeklinde birbirine bağlanmışlardır. Bu sistem ana şebekeye birden fazla noktada bağlanabilir [14]. Çizelge 2'de DC mikro şebeke bara topolojileri maliyet, koruma sistemi, güvenilirlik ve uygulama alanlarına göre karşılaştırılmıştır [12,14].



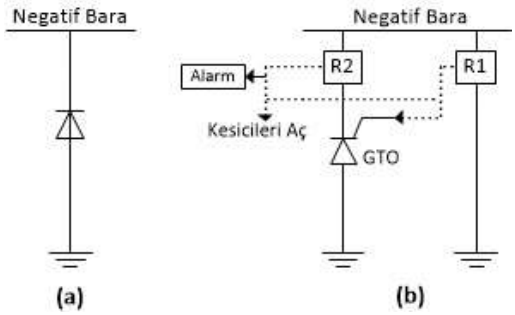
Görsel 2. DC mikro şebeke bara topolojileri [14]

Çizelge 2. DC mikro şebeke bara topolojilerinin karşılaştırılması [12, 14]

Özellikler	**Bara Topolojisi**			
	Radyal	**Halka**	**Merdiven**	**Gözlü**
Sistem maliyeti	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
Koruma sistemi tasarımı	Kolay	Orta	Zor	Çok zor
Kaynak güvenilirliği	Düşük	Yüksek	Yüksek	Çok yüksek
Uygulama alanı	Konutlar	Veri merkezleri/ Haberleşme	Veri merkezleri/Haberleşme	Veri merkezleri/Haberleşme

3. DC MİKRO ŞEBEKELERDE KORUMA

DC mikro şebekelerde koruma AC mikro şebekelere göre zor olmaktadır. Bir DC mikro şebekede hat empedansı çok düşük olduğu için arıza esnasında hata akımı mili saniyeler içerisinde çok yüksek değerlere yükselmektedir. Bu durumda hata sensörleri ve haberleşme sistemleri çok hızlı ve güvenilir olmalıdır. Şimdiye kadar aşırı akım, türevsel akım, yönsel aşırı akım, mesafe ve diferansiyel DC koruma yöntemleri önerilmiştir [15]. DC koruma yöntemleri hız, seçicilik, hassasiyet ve güvenilirlik özelliklerine göre değerlendirilir [15]. DC mikro şebekelerde korumaya etki eden iki etken daha vardır. Bunlar kullanılan topraklama sistemi ve DC sistemde sıfır geçiş akımının olmayışıdır [4]. Bununlar beraber DC mikro şebekede şebeke bağlantısı ve ada çalışma modunda kısa devre akım değerleri de farklılık arz etmektedir. Bu durumda korumayı etkileyen unsurlardan biridir. Korumayı etkileyen diğer bir unsur ise DC mikro şebekelerin dinamik şebekeler olması nedeniyle herhangi bir anda DEK'larının devreye girme ve devreden çıkma durumudur [18]. DC mikro şebeke koruma koordinasyonu arıza tespiti, arıza yerleşimi, arıza izolasyonu ve yedek koruma unsurlarından oluşmaktadır [18]. DC mikro şebekelerde genel olarak iki tip arıza bulunmaktadır. Bunlar kutup-kutup arızası ve kutup-toprak arızasıdır. Kutup-toprak arızası genelde endüstriyel sistemlerde görülmektedir. Kutup-kutup arızası DC mikro şebekelerdeki en çok karşılaşılan arıza tipidir. Ayrıca arıza tipleri arıza yerine göre bara arızası ve fider arızası olmak üzere ikiye ayrılır [11]. DC mikro şebekelerde topraklama sisteminin amacı arıza tespitini kolaylaştırmak ve DC kaçak akımlardan kaynaklanan korozyonu minimize etmek, insan ve donanımın güvenliğini sağlamaktır [4,11]. Hem AC hem de DC mikro şebekelerde devre kesicilerin çalışması sırasında ark ortaya çıkmaktadır. AC devre kesiciler AC akımın doğal sıfır geçiş noktasına göre çalışarak arkı devreye girdikten yarım periyot içinde yok eder. Ancak DC mikro şebekelerde DC akımda sıfır geçiş noktası yoktur. Bu nedenle DC hata akımlarının kesilmesi önemli bir sorundur [4,11]. Topraklama sisteminden kaynaklanan korozyonu azaltmak ve güvenliği sağlamak için literatürde görsel 3'te gösterilen yeniden düzenlenebilen topraklama sistemleri önerilmiştir. Bunlar diyot topraklamalı sistem ve tristör topraklamalı sistem olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [4]. Ayrıca arıza esnasındaki DC akımları kesmek için literatürde çeşitli devre kesiciler kullanılarak DC akım kesme yaklaşımları önerilmiştir [4,5].



Görsel 3. Yeniden düzenlenebilir topraklama sistemleri (a) Diyot topraklamalı sistem (b) Tristör topraklamalı sistem [4]

3.1. Koruma Yöntemleri [5,8,15-17]

3.1.1. Aşırı Akım Koruma

AC aşırı akım korumasına benzer olarak arızanın meydana gelmesini belirlemek için bir aşım değeri dikkate alınır [15]. Aşırı akım röleleri uygun bir şekilde koordine edilmelidir. Ölçülen akım değerleri aşım değerinin üstündeyse ilgili devre kesiciye açma sinyali gönderilir [5].

3.1.2. Türevsel Akım Koruma

Arıza meydana geldiğinde türevsel akım sıfırdan yüksek bir değere çıkar. Bu özellik dikkate alınarak arıza çok kısa sürede tanımlanabilir. Ancak türevsel akım değeri kablo uzunluğuna hattın yüklenmesine ve arıza empedansına bağlıdır. Bu nedenle uygun bir aşım değeri bulmak ve bunu her bir çalışma koşuluna uyarlamak çok zordur. Bu sorunla alakalı olarak düşük ve yüksek arıza empedansını tespit etmek için akımın birinci ve ikinci türevi dikkate alınmıştır. Türevsel akımı ölçmek için sensörler gürültüyü yükselten ve yanlış açmaya sebep olan yüksek örnekleme oranı ile çalışmak zorundadır. Bu sorunu çözmek için ise etkili bir filtreleme yöntemi gereklidir [15,8].

3.1.3. Yönsel Aşırı Akım Koruması

Karmaşık gözlü bir DC mikro şebekede akımın yönü her iki taraftan olabilir. Bu sorundan dolayı yönsel aşırı akım korumasının uygulanması seçiciliği iyileştirebilir. Literatürde haberleşme sisteminin mevcut olduğu bir DC mikro şebekede önerilen yönsel aşırı akım koruma yöntemine göre, arıza meydana geldiğinde arıza akımının genliği ve yönü değişecektir. Bütün kolların akım yönü haberleşme sistemi yardımıyla belirlenerek arızalı hat lokasyonu tespit edilebilir [15,16].

3.1.4. Mesafe Koruma

Mesafe koruması ölçüm noktasından arıza noktasına empedansın ölçülmesine dayalı olarak çalışmaktadır. Eğer ölçülen empedans değeri verilen mesafe değeri içerisinde ise ilgili devre kesicisine açma sinyali koruma seçiciliğini sağlamak için özel bir zaman gecikmesinden sonra gönderilecektir [8, 15]. Mesafe koruma yöntemleri arasında aktif mesafe koruma yöntemi yüksek hassasiyet sunmaktadır [15].

3.1.5. Diferansiyel Koruma

Diferansiyel röle sadece bir elemanın her bir ucundaki akım genliğini bir akım dönüştürücüsü ile ölçerek diferansiyel akım değerlerine bağlı olarak arızanın meydana gelip gelmediğini belirlemektedir. Literatürde [17], MVDC seviyesinde çeşitli DEK'larının bulunduğu bir DC mikro şebeke için kapsamlı bir koruma şeması önerilmiştir. Bu şema haberleşme tabanlı bir diferansiyel koruma ile dağıtım hatları için katı hal anahtarı içermektedir. Diferansiyel korumanın dezavantajları arasında, AC mikro şebekelere benzer olarak haberleşme sistemi gerektirmesi ve pahalı olması ifade edilebilir. Bu yöntemde seçicilik haberleşme sisteminin olup olmamasına bağlıdır. [15, 17]. Çizelge 3'te [15]'e dayanılarak DC koruma yöntemlerinin koruma özelliklerine göre karşılaştırılması verilmiştir [15].

Çizelge 3. DC koruma yöntemlerinin karşılaştırılması [15]

Koruma Özellikleri	**Koruma Yöntemi**				
	Aşırı akım	**Türevsel akım**	**Yönsel Akım**	**Mesafe koruma**	**Diferansiyel koruma**
Hız	Orta	Yüksek	Orta	Yavaş	Yüksek
Seçicilik	Orta	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Hassasiyet	Düşük/Orta	Yüksek	Düşük/Orta	Düşük/Orta	Yüksek
Güvenilirlik	Düşük/Orta	Düşük/Orta	Orta/Yüksek	Orta/Yüksek	Düşük
Maliyet	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Yüksek

3.2. DC mikro şebeke Koruma Cihazları

DC sistemlerde koruma cihazları olarak sigortalar ve devre kesiciler kullanılmaktadır. Sigortalar 4200 V değerine kadar DC sistemlerde kullanılabilir. Sigortalar basit yapılı ve düşük maliyetli bir koruma cihazı olmasına rağmen zaman yanıtının düşük olması, başarılı bir çalışmadan sonra değiştirilmesinin gerekmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle devre kesici teknolojileri sigortalara alternatif olarak tanıtılmıştır [15]. DC sistemlerde Mekanik Devre Kesiciler (MDK, MCBs), Katı Hal Devre Kesiciler (KHDK, SSCBs), Hibrit Devre Kesiciler (HDK, HCBs) ve Z-Kaynağı Devre Kesiciler (ZKDK, ZSCBs) gibi DC devre kesici teknolojileri önerilmiştir. LVDC sistemlerde sigortalar ve mekanik devre kesiciler kullanılmaktadır. MDK'lerin avantajları arasında düşük güç kayıpları ve düşük maliyetleri, dezavantajları arasında ise yavaş cevap zamanı ve sınırlı akım kesme kapasitesi gösterilebilir. KHDK'ler yarı iletken tabanlı DC devre kesicilerdir. LVDC ve MVDC sistemler için iyi bir çözümdür. KHDK'ler ile yavaş zaman yanıtı giderilmiştir. Bu devre kesicilerde anahtar olarak GTO, GCT ve IGBT gibi yarı iletken anahtarlar kullanılmaktadır. HDK'ler MDK ve KHDK'lerin avantajlarını birleştiren yeni sınıf devre kesicilerdir. Bu sayede hızlı yanıt, düşük güç kaybı ve mekanik kontaklarda ark olmaması avantajları elde edilmektedir. ZKDK'ler ise KHDK'lerin geliştirilmiş şeklidir [4,14,15].

4. SONUÇLAR

DC mikro şebekelerin birçok avantajı olmasına rağmen koruma sistemlerinde ortaya çıkan sorunlardan dolayı bu konuda iyi tasarım ve planlama gerekmektedir. Bu çalışmada DC mikro şebekelerin yapısı, özellikleri, AC mikro şebekeye olan üstünlükleri ve koruma sistemlerinin incelenmesi gerçekleştirilmiştir. DC mikro şebekelerde kullanılan bara konfigürasyonları incelenerek karşılaştırılmıştır. DC mikro şebekenin korumasında kullanılan yöntemler ve ortaya çıkan sorunlar incelenerek bunlara yönelik olarak literatürde önerilen çözümler ortaya konmuştur. Ayrıca DC mikro şebekede kullanılan koruma cihazlarına yönelik bilgilerde verilmiştir.

KAYNAKÇA

[1]. Hatziargyriou N, Asano H, Iravani R et al (2007) Microgrids. IEEE Power Energy Mag 5(4):78–94

[2]. F. Wang, Y. Pei, D. Boroyevich, R. Burgos, and K. Ngo, "Ac vs . Dc Distribution for Off-Shore Power Delivery," in 34th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics (IECON), 2018, pp. 2113– 2118.

[3]. J. Do Park, J. Candelaria, L. Ma, and K. Dunn, "DC ring-bus microgrid fault protection and identification of fault location," IEEE Trans. Power Deliv. vol. 28, no. 4, pp. 2574-2584, 2013.

[4]. Mirsaeidi S, Dong, X, Shi, S Wang, B, (2017) "AC and DC Microgrids: A Review on Protection Issues and Approaches", J Electr Eng Technol.2017; 12(6): 2089-2098 http://doi.org/10.5370/JEET.2017.12.6.2089
[5]. Salomonsson, D. Söder, L. Sannino, A, "Protection of low-voltage DC microgrids", IEEE Trans. Power Deliv. 24 (2009) 1045–1053.
[6]. J.-D. Park, J. Candelaria, Fault detection and isolation in low-voltage DC-bus microgrid system, IEEE Trans. Power Deliv. 28 (2013) 779–787.
[7]. Xue S, Chen C, Jin Y et al (2014) Protection for DC distribution system with distributed generator. J Appl Math 7:1–12
[8]. Meghwani A, Srivastava S, Chakrabarti S (2017) A non-unit protection scheme for DC microgrid based on local measurements. IEEE Trans Power Deliv 32(1):172–181
[9]. J.-M. Meyer, A. Rufer, A DC hybrid circuit breaker with ultra-fast contact opening and integrated gate-commutated thyristors (IGCTs), IEEE Trans. Power Deliv. 21 (2006) 646–651.
[10]. Xue S, Gao F, Sun W et al (2015) Protection principle for a DC distribution system with a resistive superconductive fault current limiter. Energies 8(6):4839–4852
[11]. Zhang L, Tai N, Huang W, Liu J, Wang Y. A review on protection of DC microgrids Mod. Power Syst. Clean Energy (2018) 6(6):1113–1127 https://doi.org/10.1007/s40565-018-0381-9
[12]. Fotopoulou, M.; Rakopoulos, D.; Trigkas, D.; Stergiopoulos, F.; Blanas, O.; Voutetakis, S. State of the Art of Low and Medium Voltage Direct Current (DC) Microgrids. Energies 2021, 14, 5595. https://doi.org/10.3390/ en14185.
[13]. Elsayed, A.T.; Mohamed, A.A.; Mohammed, O.A. DC Microgrids and Distribution Systems: An Overview. Electr. Power Syst. Res. 2015, 119, 407–417.
[14]. Mohan F., Sasidharan N., (2020) "DC Microgrid and its Protection- A Review", (2020) International Conference on Power, Instrumentation, Control and Computing (PICC), DOI: 10.1109/PICC51425.2020.9362447
[15]. Beheshtaein S., Cuzner, RM, Forouzesh, M, Savaghebi, M., Guerrero, JM, (2018) "DC Microgrid Protection: A Comprehensive Review", IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronic doi 10.1109/JESTPE.2019.2904588
[16]. A. A. S. Emhemed, K. Fong, S. Fletcher, and G. M. Burt, "Validation of fast and selective protection scheme for an LVDC distribution network," IEEE Trans. Power Deliv., vol. 32, no. 3, pp. 1432–1440, 2017.
[17]. C. Yuan, M. a. Haj-ahmed, and M. Illindala, "Protection Strategies for Medium Voltage Direct Current Microgrid at a Remote Area Mine Site," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 9994, no. c, pp. 1–1, 2015
[18]. Sheikh, AA, , Wakode, SA , Deshmukh, RR, Ballal, MS Suryawanshi, HM, Mishra, MK Kumar, S, (2020) "A Brief Review on DC Microgrid Protection" IEEE first international Conference on smart Technologies for power, energy and control (STPEC)

TEK FAZ GİRİŞ BESLEMELİ GÜÇ FAKTÖRÜ DÜZELTME DEVRESİ

Elektrik Elektronik Mühendisi, Ayşe TANATAR [1]

[1] Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, aayse.atay@gmail.com - 0000-0002-6906-2803

ÖZET

Günümüzde özellikle son 20 yılda ilerleyen teknoloji ile beraber elektrikli alet ve cihaz kullanımı da artmaktadır. Bunun sonucunda ise enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Elde bulunan enerjiyi daha verimli kullanmak ise bu sürecin en önemli parçası haline gelmektedir. Bu çalışmada dünyada gitgide artan enerji ihtiyacı ile doğan enerji verimliliğini arttıracak güç faktörü devresi yapılmıştır. Yapılan devre Aktif Güç Faktörü Düzeltme Devresi, Ani Akım Koruma Devresi ve Mikroişlemci Devresi olmak üzere 3 aşamada tasarlanmıştır. Aktif güç düzeltici devre olarak Boost model seçilmiş ve devre CCM iletim modu ile çalıştırılmıştır. Boost devresinde UC3855 entegresi kullanılmış, bu entegrede verilen formüller baz alınarak devre hesaplamaları yapılmıştır. Devrenin geliştirme aşamasında devre ihtiyaçlarına göre devre elemanlarının değerleri belirlenmiştir. PFC devrelerinde genelde kullanılan akım trafosu yerine hızlı opamp kullanılarak THD değerinin azaltılması sağlanmıştır. Ani akım koruma devresi ise elektronik çalışacak şekilde tasarlanmış ve yüksek bir PFC değeri hedeflenmiştir. Ani akım devresi tasarımında yapılan geliştirme ve hesaplamalar ile PFC değerinin yanı sıra devredeki elektrik kesintilerinde oluşan spike akımından yükün korunması da sağlanmıştır. Mikroişlemci devresine yazılan yazılım sayesinde simülasyon ve testler aşamalarında kolaylık sağlanmış ayrıca kritik değerlerde devreyi çalıştırmayarak olası aksiliklerin önüne geçilmiştir. Bu devreler önce tasarımsal olarak hesaplanmış, sonra simülasyon programıyla doğrulanmıştır. Devredeki mikroişlemci devresinde koşturulan yazılım ile devrenin güvenli bir şekilde çalışması sağlanmış ve testler bu yazılım ile hızlandırılmıştır. Yapılan deneyler sonucu pek çok alanda kullanılabilecek ve 0,95'ten büyük bir güç faktörü ve toplam harmonik distorsiyonu %2'den düşük 180-265 VAC girişli 1 kW yük bağlanabilecek bir devre tasarımı yapılmıştır. Başta belirlenen hedeflere ulaşılmış, test sonuçları beklentileri karşılayarak başarılı olmuştur.

Anahtar Kelimeler: PFC, Ani Akım Koruma, Güç Faktörü, THD, CCM

POWER FACTOR CORRECTION CIRCUIT WITH SINGLE PHASE INPUT SUPPLY

ABSTRACT

Today, especially with the advancing technology in the last 20 years, the use of electrical tools and devices is increasing. As a result, energy resources are rapidly depleted. Using the available energy more efficiently becomes the most important part of this process. In this study, a power factor circuit that will increase the energy efficiency arising with the increasing energy demand in the world has been made. The circuit is designed in 3 stages as Active Power Factor Correction Circuit, Inrush Current Protection Circuit and Microprocessor Circuit. Boost model was selected as active power corrector circuit and the circuit was operated with CCM transmission mode. UC3855 IC was used in the boost circuit, and circuit calculations were made based on the formulas given in this IC. During the development phase of the circuit, the values of the circuit elements were determined according to the circuit needs. THD value is planned to reduced by using fast opamp instead of current transformer which is generally used in PFC circuits. The surge current protection circuit is designed to operate electronically and a high PFC value is targeted. With the development and calculations made in the design of the inrush current circuit, besides the PFC value, the protection of the load from the spike current that occurs during power cuts in the circuit is also ensured. Thanks to the software written on the microprocessor circuit, the simulation and testing stages are facilitated, and possible mishaps are prevented by not running the circuit at critical values. These circuits were first calculated by design and then verified with the simulation program. Safe operation of the circuit was ensured with the software run on the microprocessor circuit in the circuit and the tests were accelerated with this software. As a result of the experiments, a circuit that can be used in many areas and can be connected to a 180-265 VAC input 1 kW load with a power factor greater than 0.95 and a total harmonic distortion of less than 2% has been designed. The targets set at the beginning were achieved, and the test results were successful by meeting the expectations.

Key Words: PFC, Inrush Protection, Power Factor, THD, CCM

1. GİRİŞ

Günümüzde özellikle son 20 yılda ilerleyen teknoloji ile beraber elektrikli alet ve cihaz kullanımı da artmaktadır. Dizüstü bilgisayarlar ve akıllı telefonlar gibi kişisel bilgi işlem cihazlarının ortaya çıkmasıyla elektronik, günlük yaşamın temel bileşeni haline gelmiştir. [1]

Bunun sonucunda ise enerji kaynakları hızla tükenmekte, bu da dünya üzerinde hem siyasi hem de maddi alanda bazı sonuçlar doğurmaktadır. Elde bulunan enerjiyi daha verimli kullanmak ise bu sürecin en önemli parçası haline gelmektedir.

Elektrikli cihazlar kullanılırken cihazların yapılan iş için harcadıkları güç ile şebekeden çektikleri güç arasında bir fark vardır. Bu fark hem cihazın güç faktörüne hem de verimine bağlıdır. Elektrik şebekesinden çekilen görünür güç Volt Amper çarpımı (VA) olarak verilir ve iki kısımdan oluşur; Gerçek güç (W) ve Reaktif güç (VAR). Gerçek gücün görünür güce oranı Güç Faktörü olarak tanımlanır. [4] Cihaz çıkışındaki gerçek gücün (Wo) şebekeden çekilen gerçek güce (W) oranı da verim olarak tanımlanır. Özellikle AB gibi ülkeler ve uluslararası kuruluşlar tarafından uygulanan ve bir cihazın olması gereken minimum güç faktörünü veya maksimum harmonik seviyesini tanımlayan düzenlemeler mevcuttur. Avrupa'da kanunen, kamu şebekesine bağlanabilen herhangi bir ekipmanın, giriş hattı akım harmoniklerini sınırlamaya ilişkin gerekliliklerini karşılaması zorunludur. [5] Bu sebepler nedeniyle, güç faktörü değeri elektronik cihazların kullanımında önemli bir değerdir. Aktif güç faktörü düzeltmesinin amacı, bir güç kaynağına girişin basit bir direnç gibi görünmesini sağlamaktır. [13] Aktif bir güç faktörü düzeltici, bunu giriş akımını giriş voltajına yanıt olarak programlayarak yapar. Gerilim ve akım arasındaki faz farkı sıfır olduğu sürece giriş dirençli olacak ve güç faktörü 1.0 olacaktır. [7] Faz farkı sapması ise harmonik bozulma ile birlikte güç faktörünü bozacaktır.

Tüm bu gelişmeler ile güç faktörü düzeltme devresine olan ilgi de artmıştır. Elektrikli aletlerde olan düşük güç faktörünü yükseltmek için pek çok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar kullanılan gücün değeri, giriş voltajı, çıkış voltajı ve anahtarlama frekansına göre çeşitlilik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda kullanılan PFC devrelerinde bu seçimlere göre farklı metodojiler geliştirilmiştir. Devre değişkenlerine göre farklı metodojiler geliştirilse de verimlilik seviyesi yüksek, en az yer kaplayan ve en optimum çözüm sunan boost topolojisi en yaygın kullanılan topolojidir. Boost devresi indüktör, elektronik anahtar, diyot ve çıkış kapasitöründen oluşan aktif bir PFC devresidir. [8] Bu devrelerde güç uygulandığı anda, devre, güç hattına, bir kapasitörü besleyen bir doğrultucu diyot köprüsü gibi görünür. Böyle bir devrenin reaktansı çok düşük olduğundan, akım bir an için çok yüksek bir büyüklüğe çıkabilir. Bu sebeple PFC devresine bağlı inrush protection denilen ani akım koruma devresi (bundan son Inrush Protection Devresi olarak anılacaktır) kullanılır. Aşırı akım normalde ya bir pozitif sıcaklık katsayılı direnç (PTC) ya da bir negatif sıcaklık katsayılı direnç (NTC) ile ele alınır. [6] Ancak kalkış akımının aktif olarak kontrol edilmesi gereken PFC gibi devreler için aktif eleman FET'ler kullanılır. [9] Böylece çalıştırma ani akımını çalışma sırasında beklenen maksimum hat akımıyla güvenli bir şekilde sınırlar. Güç uygulamasında çıkışın aşılmasını önler.

Bu makalede literatürde bulunan bu devre topolojilerine ek bazı metodolojiler geliştirilerek PFC ve THD değerinde iyileştirme yapılması planlanmıştır. Geliştirilen metodolojiler;

- Yapılan çalışmalarda anahtarlama hızına yetişmek veya istenen anahtarlama hızıyla akım dalga formunu bozmadan geçirmek için; PFC devresinde akım trafosu yerine hızlı opamp kullanılarak yüksek frekanslarda akım dalgasını tam aktararak THD azaltılmıştır.

- Genelde PFC devre girişinde kullanılan röle, PFC_N ile kondansatör arasına koyulup, Inrush Protection devresinde akım geçişi mosfet ile sağlanarak kontrollü bir geçiş amaçlanmıştır. Böylece yükün daha stabil beslenmesi sağlanmıştır.
- Devrenin bazı değerlerini kontrol etmek için mikroişlemci kullanılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmanın amacı gittikçe yaygınlaşan ve zorunlu hale gelen PFC devresini bir takım yeniliklerle tasarlayarak enerji verimliliğine katkıda bulunmaktır. Genelde PFC devrelerinde çok kullanılmayan yazılım kontrolü eklenerek güç faktörü düzeltme devresinde kritik yerlerdeki voltaj ve akımları kontrol eden bir mikroişlemci de devreye eklenerek daha kararlı ve stabil çalışan bir devre tasarlanmıştır. Bu çalışmada yapılan devreye uygun bir kontrol işlemcisi seçilmiş, Boost devresi tasarlanarak CCM modda çalıştırılmıştır.

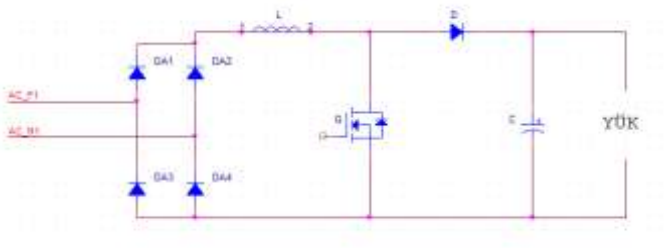
Çalışmanın devamında Bölüm-2'de seçilen PFC modeli modu ve inrush protection devresinden kısaca bahsedilmiş; Bölüm-3'te uygulamada bu devrelerin nasıl geliştirildiği, kısaca formülleri, devre şemaları ve bazı sonuç çıktıları verilmiştir. Son bölüm Bölüm-4'te ise sonuçları açıklanarak özetlenmiştir.

2. METHOD

2.1. PFC Teknikleri (PFC Techniques)

Temel bir aktif PFC devresi, giriş voltajını ve akımını ölçen ve ardından giriş voltajı ve akımının aynı fazda olmasını sağlamak için anahtarlama süresini ve görev döngüsünü ayarlayan bir kontrol devresinden oluşur. Bu devre ile şebekeye bağlanan yükün güç faktörü 0,95'in üzerinde tutulabilmektedir. PFC teknikleri pasif ve aktif PFC'ler olarak ikiye ayrılır. [11] Pasif PFC'den farklı olarak aktif PFC'ler, geniş bir giriş voltajı aralığında çalışır. Ancak, ekstra bileşenler gerektirir, bu da aktif PFC'leri daha karmaşık ve pahalı hale getirebilir.
Aktif PFC'lerde ise 3 temel devre vardır. Bunlar buck, boost ve buck-boost devresidir. [12] Burada, bu çalışmada gerçekleştirilecek olan boost topolojisinden bahsedilecektir.

Görsel 8'de görülen temel boost dönüştürücü, düzenlenmemiş bir DC kaynağının giriş voltajını daha yüksek bir çıkış voltajına yükseltmesi (veya artırması) amaçlanan bir DC/DC anahtar modu güç kaynağıdır. Boost devresinin temel özelliklerinden pürüzsüz bir giriş akımı dalga biçimi, filtreleme gereksinimlerini azaltır. [1] Bu gibi avantajları olan PFC devrelerinden en popüleri olan boost devresi temelinde bir indüktör, diyot, kapasitör ve güç anahtarına dayanır. Güç anahtarı çıkış voltajını düzenler. Çıkış voltajı, PWM sinyalinin işaret-boşluk oranı ile V_{in}'e eşit veya daha yüksek olacak şekilde değiştirilir.



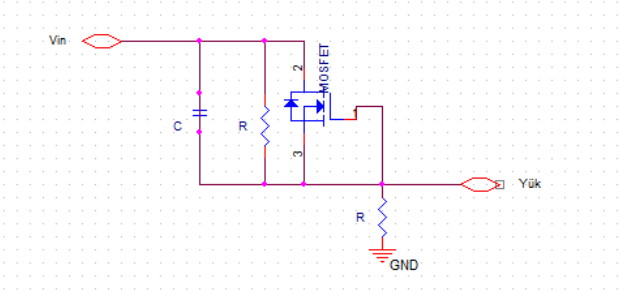
Görsel 8 Boost Devresi

Aktif PFC devreleri, akım iletim moduna göre üç tipe ayrılır. Bu iletim modları farklı özelliklere sahiptirler. Bu modlardan sürekli iletim modu olan CCM nispeten büyük kapasiteli güç kaynakları için kullanılırken, diğer modlardan CRM ve DCM öncelikle düşük kapasiteli ticari güç kaynakları için kullanılır. Bu çalışmadaki devrenin de çalışma modu olan CCM sabit frekans PWM ile çalışır ve giriş akımında küçük dalgalanmalar olur, tepe akımı düşüktür. Boost dönüştürücüsü sürekli iletim modda çalışırken, indüktörden geçen akım I_L asla sıfıra düşmez. [14]

2.2. Ani Akım Koruma Devresi (Inrush Protection Circuit)

Yüksek değerli kapasitans yükün bulunduğu devrede, bir ani akım koruma devresi gereklidir. Çünkü yüksek bir ani akım, şebekede sigorta atmalarına veya voltaj çökmesine neden olabilir ve devrenin arıza olasılığını arttırır. Kalkış akımı devresi, devrenin ilk başlangıç aşamasında yüksek akım gereksinimini dengeler, giriş akımını sınırlar, kaynağı ve ana cihazı daha güvenli tutar. Bu nedenle, ani akımın etkisini en aza indirmek için, giriş kapasitansı çok yüksek olan veya düşük bir endüktansa sahip olan yüklerde bir ani akım sınırlayıcı devresi sağlamak önemlidir. Bu sebeple güç faktörü düzeltme devrelerinde ani akım koruma devresi mutlaka bulunması gerekir.

Basit bir inrush proteciton devresi Görsel 9'deki gibidir.



Görsel 9 Inrush Protection Devresi

Aktif ve pasif inrush protection devre modelleri olmakla beraber koruma türünün seçimi ani akımın frekansına, performansa, maliyete ve güvenilirliğe bağlıdır.

Bu devre gerekliliklerine göre aktif olarak kontrol edilecek inrush protection devresi röle ve dirençli topolojisinden farklı geliştirilerek elektronik inrush protection olarak tasarlanmıştır.

2.3. Devre Method Tasarımı (Circuit Method Design)

Tüm bu bilgiler ışığında bu çalışmada hedef değerler belirlenmiş ve bu hedef değerlerde sonuç alınabilecek olan CCM modda boost PFC devresi tasarlanması amaçlanmıştır. PFC devresine başlamadan hesaplamaların yapılabilmesi ve devrenin tasarlanabilmesi için devrenin hangi voltaj aralıklarında, ne kadar güçte çalışacağı gibi bazı hedef değerler belirlenmelidir. Bu makale çerçevesinde yapılan devrenin başlangıç hedef değerleri Çizelge 10'de verilmiştir.

Çizelge 10 Hedef Değerler

Değer	Hedef
$P_{out(max)}$	1 Kw
$V_{in\ range}$	180-260 Vac
$F_{line\ range}$	47-65 Hz
$V_{out\ range}$	400 Vdc
F_{switch}:	50 KHz
CosQ	≥0,95
THD	≤%3

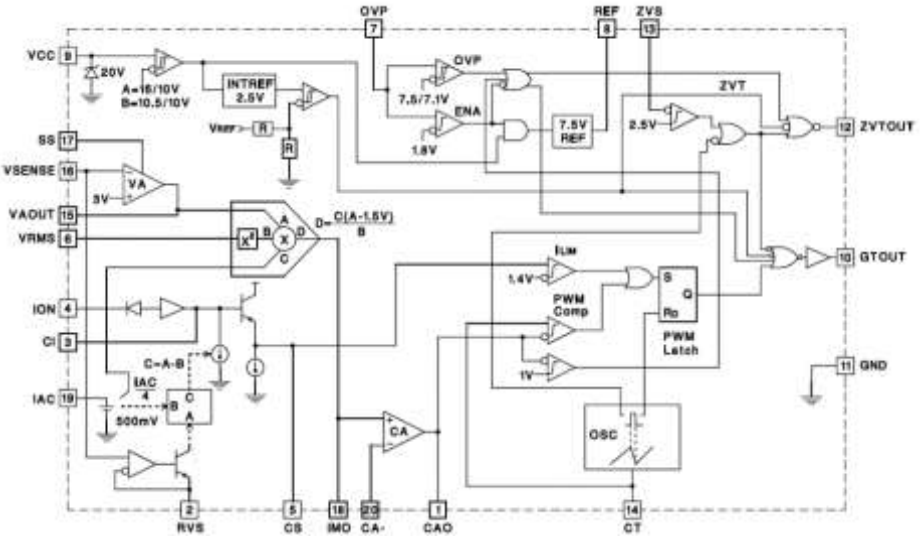
Bu devrede aşırı akımı dengeleyecek ve yükten önce PFC devresi ile entegre çalışacak bir Inrush Protection devresi yapılmış ve tüm tasarımdaki kritik değerler mikroişlemci devresi tasarlanarak kontrol edilmiştir. Bu işlemciye yazılacak yazılımla devre test modunda çalıştırılmış ve test modunda tüm çıktılar gözlemlenebilmiştir. Testler esnasında kullanılan bir LCD ve buton seti kurulmuş sette olan butonlarla devrenin çalışması sağlanmış, osiloskop yardımıyla anlık geri bildirimler alınarak sonuçlar doğrulanmıştır. Testler olumlu sonuç verdikten sonra devreye gerçek bir yük bağlanarak yük üstünde testler yapılmıştır.

3. DENEYSEL UYGULAMALAR

Bu çalışmada anlatılan devre 3 aşamada tasarlanmıştır. Bu aşamalar; PFC Devresi, Inrush Protection Devresi ve devrenin hem kritik değerlerini kontrol etmek hem de test süreçlerinde kullanılmak amacıyla yazılım destekli bir Mikroişlemci Devresi'dir.

3.1. Boost PFC Devresi (Boost PFC Circuit)

Boost PFC devresi temelde AC besleme ve Doğrultucu, Boost PFC Güç Kademesi, Anahtarlama PWM Sürücü, Çıkış Filtreleme ve Yük'ten oluşmaktadır. Aktif bir boost güç faktörü düzeltici hem giriş akımını hem de çıkış voltajını kontrol etmelidir. Akım döngüsü, doğrultulmuş hat voltajı tarafından programlanır, böylece dönüştürücüye giriş dirençli görünür. Çıkış voltajı, mevcut programlama sinyalinin ortalama genliği değiştirilerek kontrol edilir. Bir analog çarpma, akım programlama sinyalinin giriş voltajının şekline ve çıkış voltajını kontrol eden bir ortalama genliğe sahip olması için doğrultulmuş hat voltajını voltaj hata yükselticisinin çıkışıyla çarparak mevcut programlama sinyalini oluşturur. [4] Bunun için gerekli olan temel kontrol devresi birçok farklı marka tarafından farklı formlar ve hesaplamalarla üretilmiştir. Bu çalışmada kullanılacak olan Texas UC3855 entegresinde de boost devresini işlemiş; devrenin çalışma metodolojisini ve UC3855 entegresinin mantığını anlatmıştır. Bu entegre ortalama akım modu kontrolü dahil olmak üzere temel PFC devresini ve sıfır gerilim geçişi çalışmasını kolaylaştırmak için sürücü devresini içeren bir denetleyicidir. Cihaz ayrıca akım algılamayı basitleştirmek için akım dalga formu sentezleyici devresine ve ayrıca aşırı gerilim ve aşırı akım korumasına sahiptir. [5] Devrenin kontrolünde kullanılan UC3855 entegresinin blok diyagramı Görsel 10'te verilmiş ve bazı hesaplamalar da bu entegreden ilham alınmıştır.



Görsel 10 UC3855 Devre Şeması

3.1.1. Bobin (Coil)

Bobin, girişteki yüksek frekanslı dalgalanma akımının miktarını belirler ve değeri, belirli bir dalgalanma akımı değeri verecek şekilde seçilir. Bobin değeri seçimi, giriş sinüzoidinin tepe akımı ile başlar. Maksimum tepe akımı, minimum hat voltajının zirvesinde meydana gelir ve şu şekilde verilir:

$$I_{pk}: (\sqrt{2} \times P_{in}) / V_{in\,(min)} \quad (1)$$

$$I_{pk}: (1{,}41 \times 1000) / 180 = 7{,}833$$

İndüktördeki tepeden tepeye dalgalanma akımı normalde maksimum tepe hattı akımının yaklaşık %20'si olacak şekilde seçilir. [13] Bu genellikle yüksek frekanslı dalgalanma akımının maksimum değeri olmadığı için biraz keyfi bir karardır. Daha büyük bir dalgalanma akımı değeri, dönüştürücüyü doğrultulmuş hat akımı döngüsünün daha büyük bir kısmı için süreksiz iletim moduna sokar ve daha yüksek frekanslı dalgalanma akımını azaltmak için giriş filtresinin daha büyük olması gerektiği anlamına gelir. Ortalama akım modu kontrolüne sahip UC3855, güçlendirme aşamasının performans değişikliği olmaksızın sürekli ve kesintili çalışma modları arasında hareket etmesine izin verir. [2] İndüktörün değeri, düşük giriş geriliminde yarım sinüs dalgasının tepesindeki tepe akımından, o giriş geriliminde görev faktörü D ve anahtarlama frekansından seçilir.

Gerekli denklemler aşağıda verilmiştir:

$$\Delta l: 0{,}2 \times I_{pk} \quad (2)$$

$$\Delta l: 0{,}2 \times 8{,}294 = 1{,}5666$$

$$D: (Vo - V_{in\ peak}) / Vo \quad (3)$$

$$D: 400 - 240 / 400 = 0{,}4$$

$$L: (Vin \times D) / (fs \times \Delta l) \quad (4)$$

$$L: (240 \times 0{,}4) / (50 \times 1{,}6588) = 1.22mH$$

(Kullanılan bobinde yüklü, yüksüz indüktör değeri değiştiği için yüksüz indüktör değeri 1900mH alınmıştır.)

3.1.2. Çıkış Kapasitörü (Output Capacitor)

Çıkış kondansatörünün seçiminde yer alan faktörler, anahtarlama frekansı dalgalanma akımı, ikinci harmonik dalgalanma akımı, DC çıkış voltajı, çıkış dalgalanma voltajı ve çıkış dalgalanma voltajıdır.

Çıkışın bekleme süresi, genellikle çıkış kapasitör seçimindeki diğer tüm hususlara hakimdir. Bekletme, giriş gücü kapatıldıktan sonra çıkış voltajının belirli bir aralık içinde kaldığı süredir. 15 ila 50 milisaniyelik bekleme süreleri tipiktir. Bekletme gerekli değilse, kapasitör çok daha küçük olacaktır. [13] Bekleme süresi, çıkış kapasitöründe depolanan enerji miktarının, yük gücünün, çıkış voltajının ve yükün çalışacağı minimum voltajın bir fonksiyonudur. Bu, kapasitans değerini bekleme süresi cinsinden tanımlamak için bir denklemde ifade edilebilir.

Çıkışın bekleme süresi kullanılarak C_o hesaplanınca:

$$C_o:(2 \times P_{out} \times \Delta t) / (V_o^2 - V_{o(min)})^2) \quad (5)$$

$$C_o:(2 \times 1000 \times 20ms) / (400^2 - 300^2)$$

C_o~=571uF (Standart olan yakın değer 470uF kullanılacak)

3.1.3. Hızlı Opamp (High-speed Opamp)

Bu makalede anlatılan devrede PFC devrelerinde yaygın kullanılan durumlara birkaç farklılık getirilmiştir. Bunlardan ilki PFC devresinde akım trafosu yerine opamp kullanılmasıdır. Akım algılama PFC devrelerinde genellikle düşük güçlerde direnç ile yapılır, yüksek güçlerde ise akım trafosu ile yapılır. Akım trafosunda diyotlarda düşen voltaj sebebiyle sıfır geçişlerde akım algılama doğru yapılmadığı için THD %5'lerde veya daha yüksek bir değerde kalır. Bu nedenle hedef THD'ye ulaşmak ve THD değerini düşürmek için bu devrede hızlı opamp kullanılmıştır. Kullanılan opamp AD8067 olup kazancı 8'den büyüktür. İndüktanstan geçen üçgen şeklindeki akım dalga şeklinin keskin düşüş ve çıkışlarını yakalayacak hıza sahip olan bu entegrenin hızı 54 MHz'dir. [10] Yani hızı da devrenin 50 kHz hızına yetecek değerde seçilmiştir. Opampın devredeki kazancı RA11 ve RA9'dan görüleceği gibi 7,5 seçilmiştir. Bu opamp devrelerinde genelde düşük güçlerde RA1 ve RA2 de olmak üzere ohm mertebeleri kullanılır. Ancak yüksek güçlere çıkıldıkça bu dirençler üstündeki güç artar ve opamp kullanımı pratikliğini yitirir. Aşağıdaki hesaplara uygun olarak Ct_{out}'da 1 Volt değerini görecek şekilde hesaplama yapılmıştır.

RA1 ve RA2'nin üstünden geçecek akım değeri;

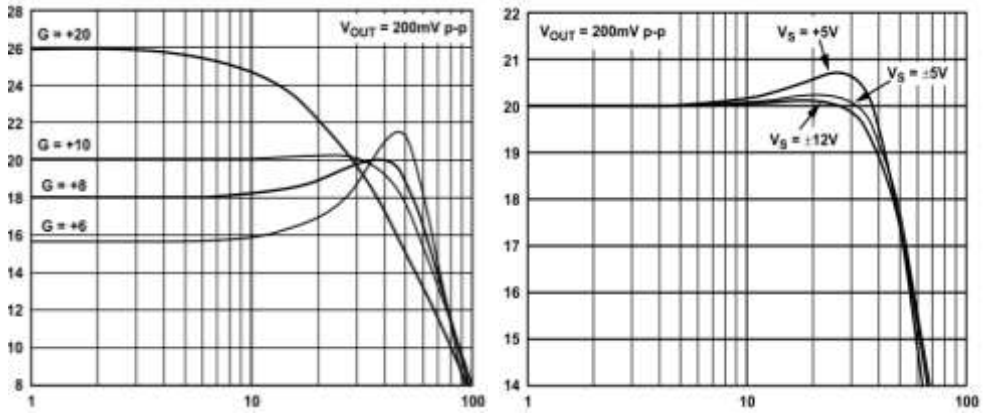
$$I_{RA1}: P_{out}/V_{min}: 5,7A \quad (6)$$

RA1ve RA2 uçları arasındaki voltaj;

$$V_{RA1}: 5,7*23,5\ mR: 133,95mV \quad (7)$$

Opamp kazancı ile elde edilen Ct out voltajı;

$$Ct_{out}: 133,5*7,5: 1\ Volt \quad (8)$$



Görsel 11 AD8067 Opampın Farklı Kazanç ve Besleme Voltajlarında Tepkisi

Yapılan devre ile ulaşılan THD sonuçları aşağıdaki gibidir.

$$PF = \cos(Q) / (\sqrt{1 + THD^2}) \quad (9)$$

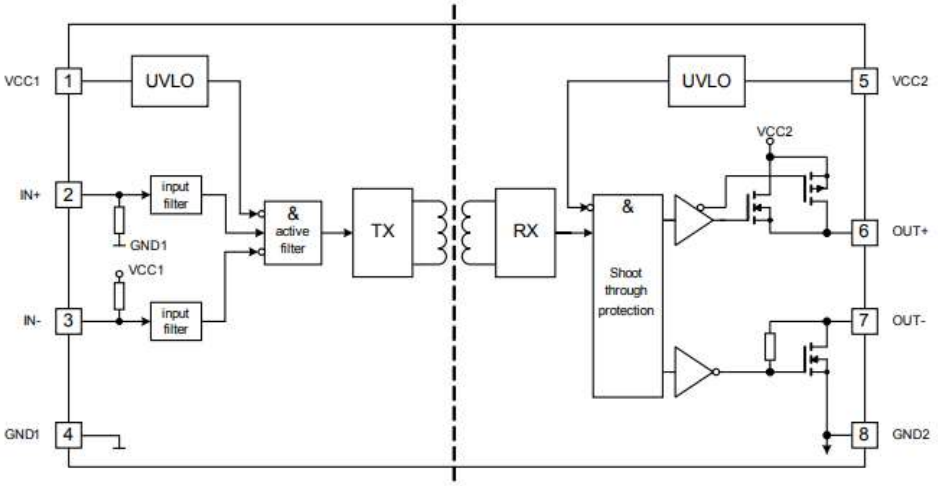
$$0{,}95 = 1 / (\sqrt{1 + THD^2})$$

$$THD \approx 0{,}27$$

3.1.4. Sürücü (Drive)

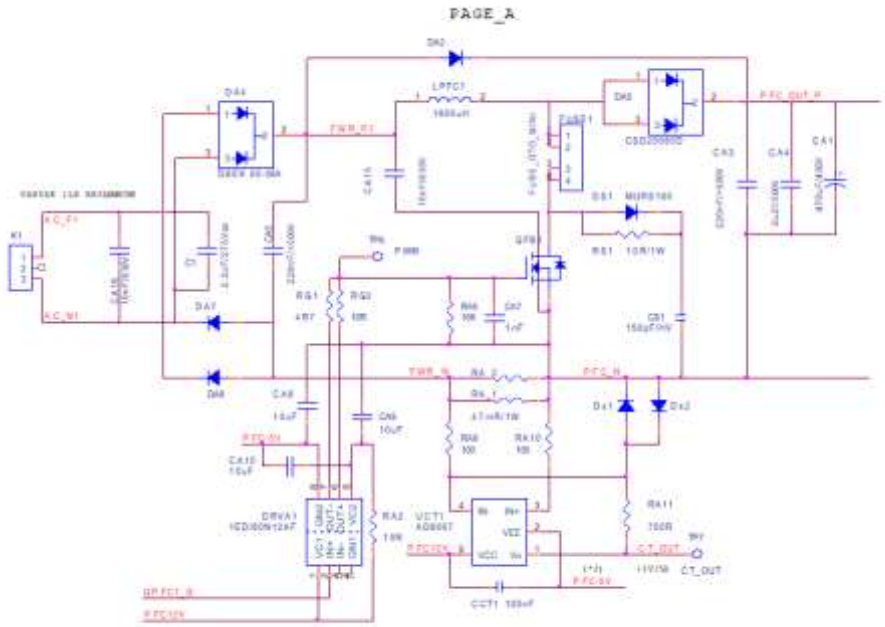
PFC devresinde kullanılan mosfetin anahtarlama kısmında kullanılan sürücü 1EDI60N ailesinden seçilmiştir. 1EDI60N, ayrılmış çıkış pinlerinde en az 6 A'lik çıkış akımları sağlayan bir PG-DSO-8-51 paketindeki galvanik olarak izole edilmiş tek kanallı bir MOSFET sürücüsüdür. [3] Giriş mantığı pinleri, 3,3 V mikrodenetleyiciyi desteklemek için CMOS eşik seviyelerini kullanarak 3 V ila 15 V arasında geniş bir giriş voltajı aralığında çalışır. [3]
İzolasyon bariyeri üzerinden veri aktarımı, çekirdeksiz transformatör teknolojisi ile gerçekleştirilir. Düşük girişten çıkışa kapasitif bağlantı mevcuttur. Yüksek ortam sıcaklığında ve yüksek voltajlı güçlü MOSFET'ler için çalışmaya uygundur. Bu özelliklerle devredeki mosfeti rahatlıkla sürebilir.

Sürücüye ait blok diagram Görsel 12'te verilmiştir.



Görsel 12 1EDI60N Blok Diyagram

Yapılan hesaplamalar ile alınan değerler dışında diğer değerler benzer alınmıştır. Bazı kısımlarda devreye önlem amaçlı dirençler, kondansatör ve diyotlar eklenmiştir. UC3855 örnek devresi baz alınarak devre Görsel 13'daki gibi devre tasarlanmış eklenen hızlı opamp ve sürücü devrede gösterilmiştir. Sürücüye gelen PWM bilgisi ise UC3855'ten alınmıştır.

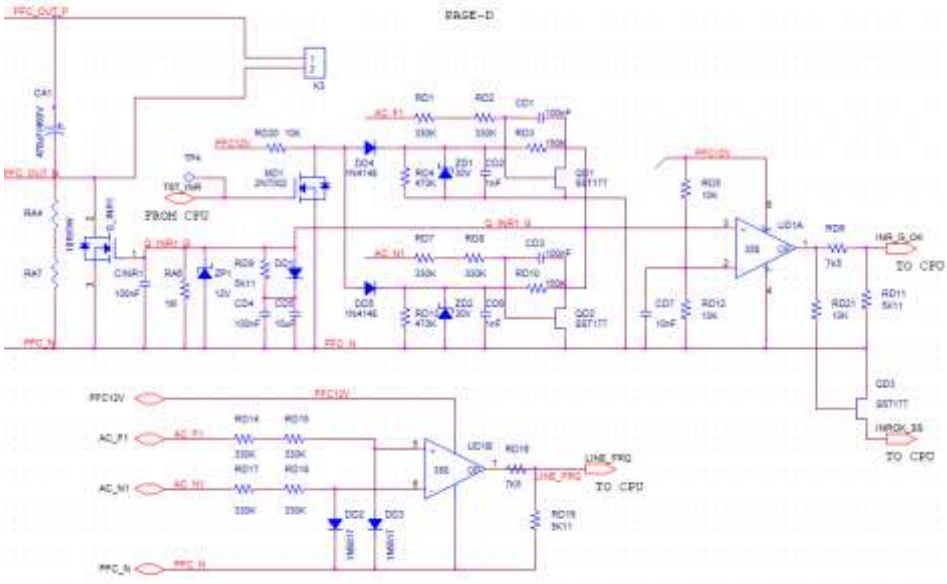


Görsel 13 PFC Devresi Tasarımı

3.2. Inrush Protection

Klasik sistemlerde giriş AC kısmına bir röle mevcuttur. AC voltaj bu röle ve köprüden geçerek çıkıştaki kondansatör doldurur ve röle kapandığında diyot üstündeki drop kadar spike halinde akım çeker. Yüksekten başlayıp düşen bir akım çeken kondansatör röle kapandığında spike akımı ile tekrar yükselir ve tekrar düşer. Böylece softstart tamamlanır. İkinci çekilen spike akımı aktif kullanımda bazı standartları karşılamadığı için kabul görmez. Aynı röle devresinde elektrik gidip gelmesinde rölenin cevap veremediği durumlarda röle kapalı kalır, kondansatör yükten dolayı boşalır ve elektrik geri geldiğinde inrush protection devresi yokmuş gibi yüksek akımla başlar ve öyle devam eder. Bu yüksek akım da istenen bir durum değildir.

Bu makalede geliştirilen devrede ise girişteki direnç, çıkış kondansatörü ile PFC_N arasına seri bağlı olarak koyulmuştur. Bu dirençlerle kondansatörün dolum esnasında mosfetin gate'inden kontrollü sinyal vererek Q_INR1'in 2. Ucundan akım çekilir. Bu sayede RA4 ve RA7'ye destek olunur ve kondansatör son şekli alıncaya kadar, üstünde drop kalmayacak kadar akım çeker. Elektrik gidip geldiğinde ise bu devrede mosfeti hemen çalıştırmayarak dirençlerin akımına paralel akım kaynağı gibi çalıştırıp standart istenen akımı geçmeyecek şekilde voltaj sıfırlanır. Mosfet miliohm dirençle PFC'ye bağlanmıştır. Mosfetin akımını ayarlı tutularak çıkışta yük olduğunda yavaş yavaş kontrollü bir şekilde akım çekilmiş olur.

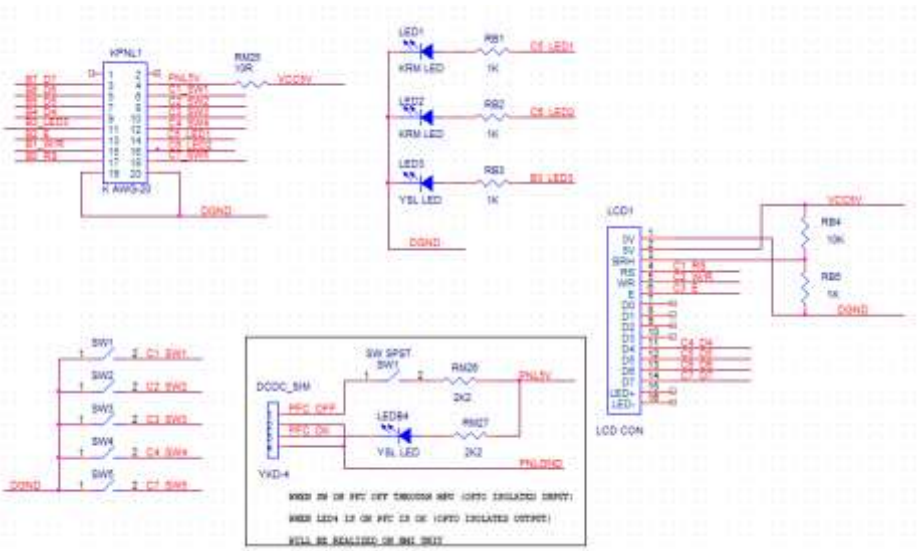


Görsel 14 Inrush Protection Devresi

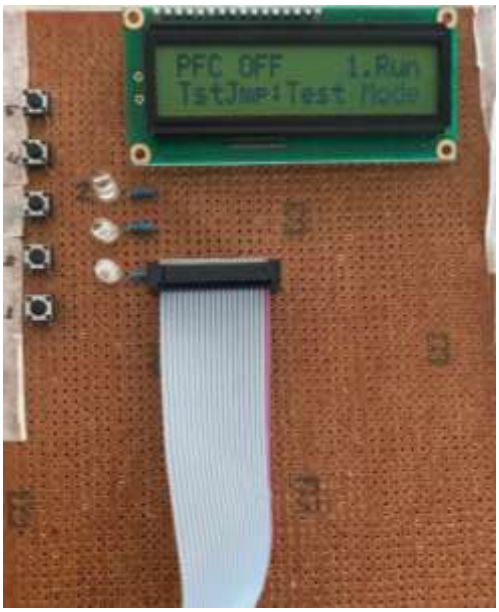
3.3. Mikroişlemci (Microprocessor)

Yaygın PFC devrelerinde bazı kritik değerlerin kontrolleri ve alınan önlemler analog olarak yapılır. Örneğin; çıkış voltajı belli bir değerin üstündeyse koruma yapılır. Ya da giriş voltajı belli bir değerin altındaysa sistem durdurulur. Frekans değeri max değerin üstündeyse veya min değerin altındaysa çalıştırılmaz. Bu makale çerçevesinde yapılan devrede bütün bu korumaları ve değer kontrollerini yazılımla yaparak analog koruma devreleri kaldırılmıştır. Mikroişlemci olarak Atmega 644PA modeli kullanılmış, yazılım olarak CodevisionAVR ile programlanmıştır.

Ayrıca koyulan mikroişlemcide sistem testleri esnasında değerlerden geri bildirimler alınarak testler kolaylaştırılmış, daha hızlı sonuçlar elde edilmiştir. Testlerde kullanılan test modülü çizimi Görsel 15'de, kullanılan test kartı ise Görsel 16'da verilmiştir.



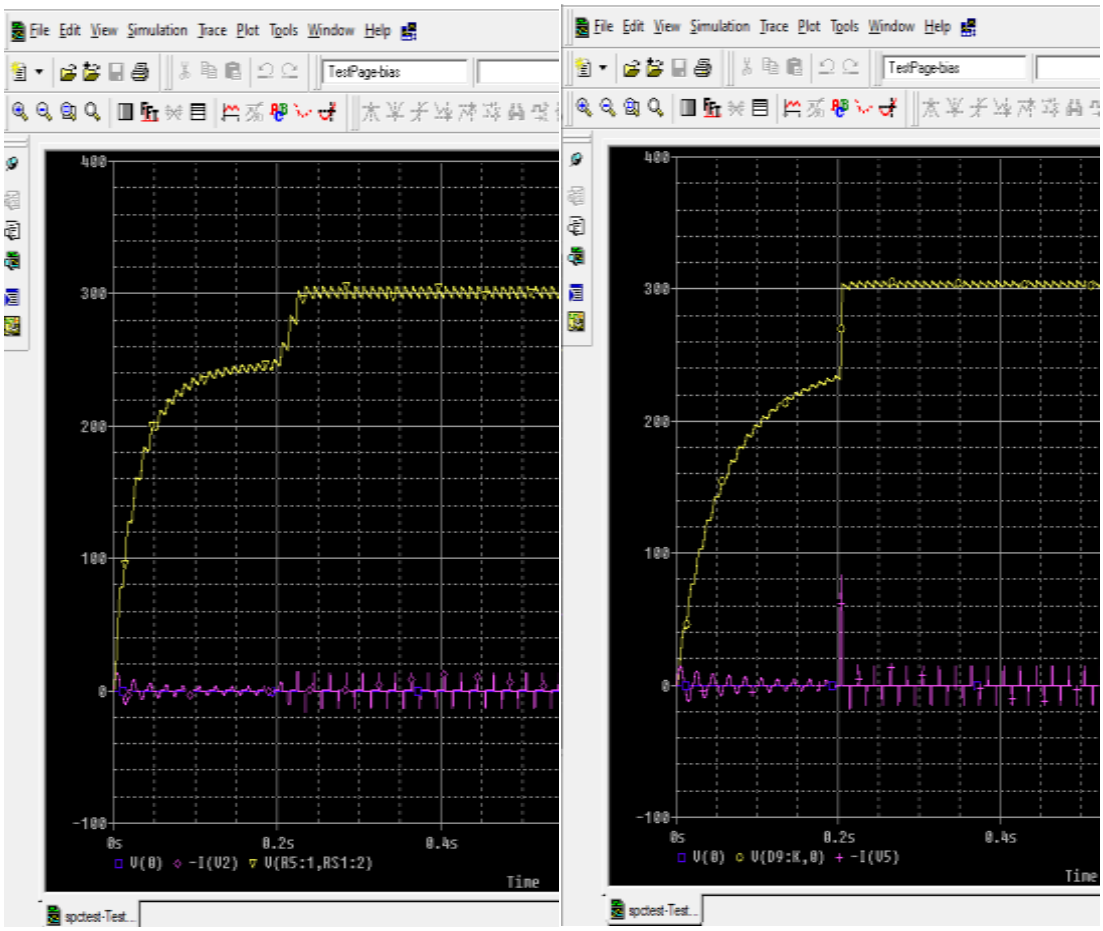
Görsel 15 Test Kartı Devresi



Görsel 16 Test Kartı

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

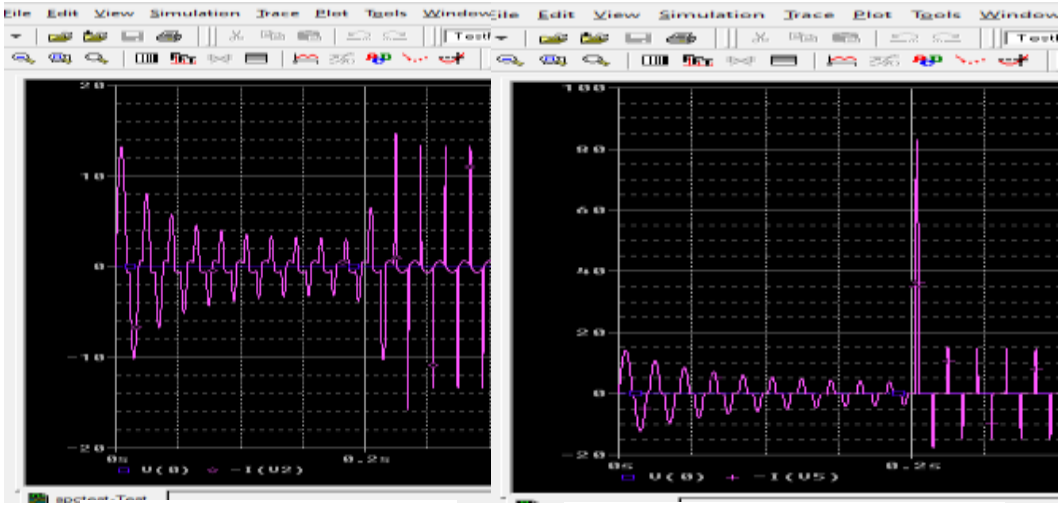
Bu devre kapsamında yapılan elektronik Inrush Protection devresinin deney sonuçlarında, genelde kullanılan devrelere nazaran çıkıştaki kondansatör dolum voltaj eğrisine göre daha düzgün bir giriş akımı olduğu gözlemlenmiştir. Görsel 17 ve Görsel 18'deki deney sonuçlarından anlaşıldığı gibi yapılan devrenin deney sonuçlarında kondansatör dolum esnasında voltaj eğrisinin arttığı 0,2 sn'de giriş akımı eğrisinde röleli devrede aşırı akım çekerken makalede yapılan devrede daha stabil bir geçiş mevcuttur. Çıkıştaki kondansatör eğrisi aşağıdaki şekillerde elektronik inrush protection ile röleli ve dirençli inrush portection devrelerine göre karşılaştırılmıştır.



Elektronik Koruma Giriş Akımı Ve Çıkıştaki Kondansatör Dolum Voltaj

Aynı Şartlar İçin Kullanılan Röle Ve Dirençli Akım Koruma Ve Çıkış Voltaj Dalga Şekli

Görsel 17 Elektronik ve Röleli Inrush Protection Arasındaki Dolum Voltaj Eğrisi Farkı

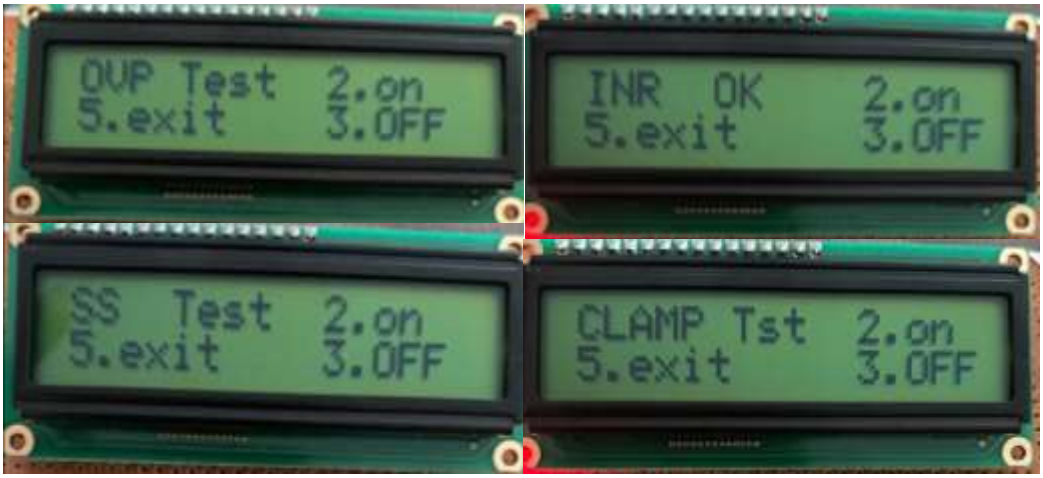


Elektronik Inrush Giriş Akımı

Röleli ve Dirençli Inrush Giriş Akımı

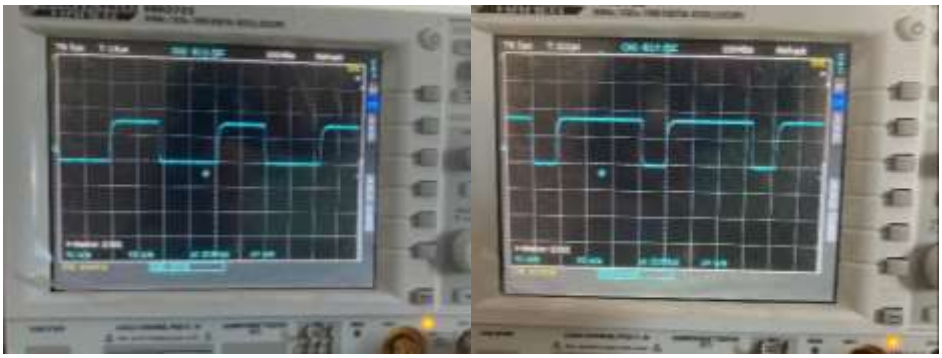
Görsel 18 Giriş Akımlarının Yakından Görünümü

Devre, yazılımda yapılan algortima ile önce test modunda denenmiştir. Bu algoritmada test moduna OVP, SS_EN, Inrush ve CLAMP adımları eklenmiş ve bu adımlar On/Off yapılarak sonuçlar incelenmiştir. Her bir adım için On/Off butonları eklenmiştir. LCD'de görünen yazılım adımları Görsel 19'de verilmiştir.

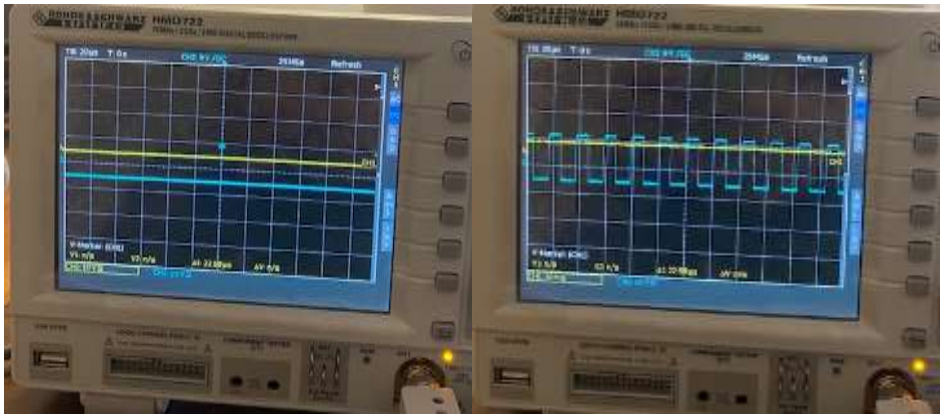


Görsel 19 LCD Ekran Testleri

Bu testler sonucunda ise PWM üretimi gözlemlenmiştir. PWM üretiminin doğru çıkışı PWM Mosfetinin girişinde QFB1 Gate'inden okunmuştur. Testler esnasında osiloskoptan okunan PWM değerleri aşağıda verilmiştir.



Görsel 20 QFB1 Gate - CLAMP On/Off Çıktıları

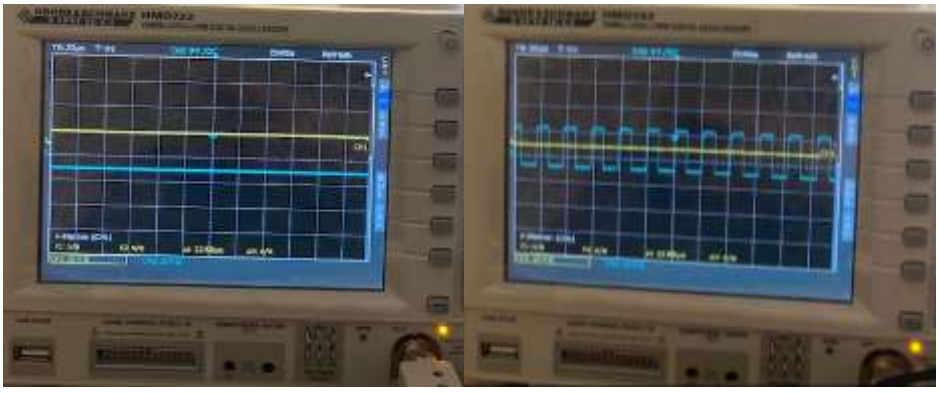


Mavi Kanal: QFB1 Gate (Pwm)

Görsel 21 PWM ve QINR1 Gate – Inrush Ok On/Off Çıktıları

Mavi Kanal: QFB1 Gate (Pwm)

Görsel 22 PWM ve MB1 Drain – OVP On/Off Çıktıları



Mavi Kanal: QFB1 Gate (Pwm)

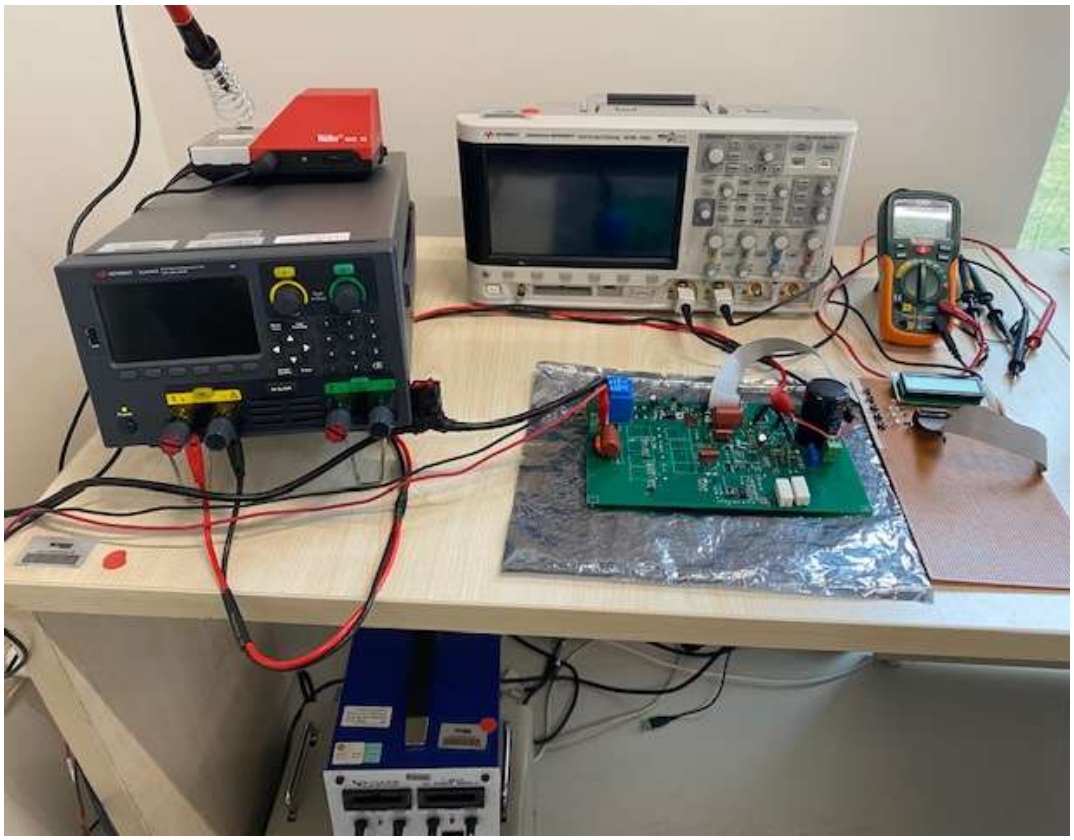
Görsel 23 PWM ve MB2 Gate – SS_EN On/Off Çıktıları

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

PFC devresinde kullanılan akım trafosu yerine kullanılan hızlı opamp istenen sonuçları vermiş, devrenin anahtarlama hızıyla çalışabilmiş ve akım dalgasını doğru şekilde algılamıştır. Keskin geçişleri yakalamış bu da THD''i önemli ölçüde etkilemiş, hedeflenen %2 THD'ye ulaşılmıştır. Çıkışa bağlı olan yükü şebekeye direnç gibi göstererek giriş gücünü çıkışa aktarır. Ayrıca yapılan devrede çıkış kısmına koyulan kondansatör ile çıkışa hangi yükü bağlarsak bağlayalım devreyi besleyen şebeke için sonuç değişmez.

Inrush protection devresinde PFC devrelerinden genelde AC voltaj kısmına koyulan röleler yük kondansatörüne seri olarak bağlanarak bir mosfetle bu dirençlerin elektrik git gellerinde düzgün çalışması sağlanmış, mosfet akım kaynağı gibi kullanılmıştır. Bu inrush protection devresinde yapılan bu değişlik aşırı akımları önleyerek devrenin daha stabil çalışmasını sağlamış ve yükü elektrik gidip gelmesinde aşırı akımdan korumuştur.

Ayrıca devrede bulunan mikroişlemci bütün test sürecinde ve çalışma algoritmasında ekstra önlem olmuş, aşırı veya beklenenden az değer durumlarında devrenin çalışmasını önleyerek devrenin yanlış çalışmasını önlemiştir. Test ve çalışma modu için yazılan yazılımda test modunda yazılım adımları tek tek kontrol edilmiş, entegre ve PWM değerlerin doğru gelip gelmediği veya devrede kritik bilgilerin geri bildirimi alınarak PWM çıkışı olup olmadığı okunarak test edilmiştir. Devreye yük ile çalıştırılmadan tüm değerlerden emin olunmuş ve devre emniyetli bir şekilde devreye alınmıştır. Testlerde kullanılan test düzeneği Görsel 17'de verilmiştir.



Görsel 24 Test Düzeneği

KAYNAKÇA

[1] J. P. Noon, A 250kHz, *500W Power Factor Correction Circuit Employing Zero Voltage Transitions*, Unitrode Power Supply Design Seminar Manual SEM1000, 1994.

[2] https://www.ti.com/lit/an/slua146a/slua146a.pdf?ts=1672063842022&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F
(Erişim tarihi: 04.2004)

[3] https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-1EDI60N12AF-DataSheet-v02_00-EN.pdf?fileId=db3a3043427ac3e201428e5da08f372a
(Erişim tarihi: 01.06.2015)

[4] Akın, B., *Yeni Bir Yumuşak Anahtarlamalı Tek Fazlı Güç Faktörü Düzeltme Devresinin Geliştirilmesi ve Gerçekleştirilmesi*, Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008

[5] Basu,S., *Single Phase Active Power Factor Correction Converters*, Doktora Tezi, Chalmers University of Technology, Sweden, 2006

[6] https://passive-components.eu/combined-current-control-by-ntc-and-ptc-thermistors/
(Erişim tarihi: 05.01.2021)

[7] https://www.onsemi.jp/download/application-notes/pdf/an-42047.pdf

[8] Hasaneen, B. M., & Mohammed A. A. E., Design And Simulation Of Dc/Dc Boost Converter, Minia University, 23.12.2008.

[9] https://www.electronicdesign.com/technologies/passive-components/article/21190440/pfc-circuit-halts-inrush-currents
(Erişim tarihi: 01.06.2008)

[10] https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ad8067.pdf
(Erişim tarihi: 2002)

[11] https://www.eaton.com/content/dam/eaton/products/electronic-components/resources/technical/eaton-power-factor-correction-pfc-app-notes.pdf
(Erişim tarihi: 12.2017)

[12] Bodur, H., Akboy, E. ve Aksoy, I., *Üç Fazlı Güç Faktörü Düzeltme Devrelerinin İncelenmesi*, ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2012

[13] https://www.ti.com/lit/an/slua144/slua144.pdf?ts=1672079524056&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F
(Erişim tarihi: 1999)

[14] https://turkmuhendis.net/donanim/boost-converter/

(Erişim tarihi: 30.03.2019)

[15] Bodur, H., Akboy, E. ve Aksoy, I. *A New Single Stage Power Factor Correction Circuit with Resonant Circuit and Soft Switching*, Power Engineering, Energy and Electrical Drives Conference, POWERENG, İstanbul, 2013

OKSADİAZOL TABANLI POTANSİYEL ORGANİK FOTOVOLTAİK SERİSİ ÜZERİNDE HESAPLAMALI BİR ÇALIŞMA

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Şilan TURHAN[1], Dr. Öğr. Gör. Erhan ÖZTÜRK[2], Dr. Öğr. Üyesi Aybek YİĞİT[2]

[1]Iğdır Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyokimya Bölümü

zeynepsilanturhan@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3587-2576

[2]Iğdır Üniversitesi, Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi (ALUM)

kimyagerhan@hotmail.com, ORCID ID:0000-0003-4006-2428

aybek.yiğit@igdir.edu.tr, ORCID ID:0000-0001-8279-5908

ÖZET

Organik elektroluminesant bileşikler son zamanlarda bilim insanlarının dikkatini çekmiştir. OLED'ler (Organic Light Emitting Diode) enerji tüketiminin düşük olması, ince ve hafif olmasından, düz bir ekrana sahip olmanın yanı sıra son zamanlarda akıllı cep telefonlarında, tablet bilgisayarlarında ve daha birçok teknolojik alanda kullanımı oldukça yaygın bir hale gelmiştir. Potansiyel termal olarak etkinleştirilmiş gecikmeli floresans (TADF) ilkelerini kullanan üçüncü nesil saf organik OLED'ler 2011 bilim insanları tarafından tanıtılmıştır. Son on yılda ise, yüksek verimli cihazlar elde etmek için yapılan yoğun araştırma çalışmalarıyla, fosforesans ve TADF yayıcılar kullanılarak yaklaşık %100 dâhili kuantum verimliliği gerçekleştirilmiştir. Işık yayan diyotlarda 1,3,4-oksadiazol ve karbazol moleküllerinin birlikte bulunmasıyla tasarlanan moleküller çok önemlidir. Karbazol ve türevlerinin muhteşem boşluk transfer edici materyaller olduğunu birçok araştırmacı göstermiştir. Özellikle bazı 1,3,4-oksadiazol türevleri de yük taşıyıcıların dengesini sağlamak ve foto/elektron kuantum verimini arttırmak için çalışmalara dâhil edilmiştir. Bu çalışmada, her iki bileşiğinde avantajlarından yararlanarak D-π-A tipi organik sistemler şeklinde yeni aday bileşikler olarak tasarlanmış ve kuantum kimyasal hesapları yapılarak yorumlanmıştır. Gaussian09W paket programı ve hibrit fonksiyonel DFT/B3LYP/6-311+G(d,p) kullanılarak geometri optimizasyonları yapılmıştır. Optimizasyonlar GaussView05 ara yüz paket programı kullanarak görselleştirilmiştir. Bileşiklerin düşük triplet (T) ve singlet (S) uyarılmış durumları, TD-DFT (B3LYP/6-311+G(d,p), CAM-B3LYP/6-311+G(d,p), WB97XD/6-311+G(d,p) hibrit fonksiyonelleri metotları) kullanılarak yapılmıştır. Yapılar D-π-A tipi organik sistemler şeklinde tasarlanmıştır.

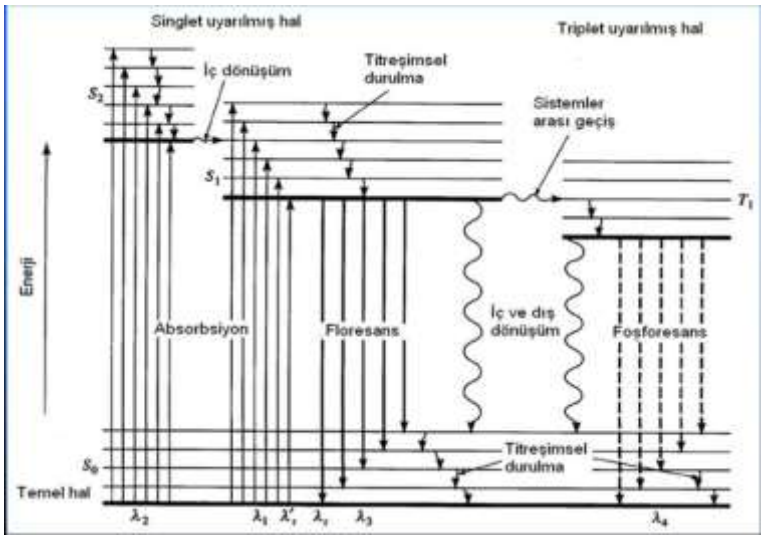
Anahtar Kelimeler: Oksadiazol, Karbazol, Donör-Akseptör, OLED, TADF

1. GİRİŞ

Lüminesans, bir madde içerisindeki elektronların daha enerjisi yüksek durumlardan daha az enerjili durumlara hareketinden kaynaklanan soğuk emisyondur. Kısaca ısı üretmeden ışık verme

işlemidir. Buna fotonların emilmesi, kimyasal ya da biyokimyasal reaksiyonlar, atom altı parçacıkların aktivitesi, radyasyon veya bir kristal üzerindeki etki neden olabilir. Bunun yanında yayılan ışığın dalga boyu, gelen radyasyonun özelliği değildir. Işıldayan maddenin özelliğidir [1,2]. Floresans, bazı atomların ve moleküllerin belirli bir dalga boyundaki ışığı absorbe etme ve daha sonra kısa bir aradan sonra daha uzun dalga boyunda ışık yayma özelliğidir [3]. Fosforesans ise, yasaklanmış enerji durumu geçişlerini içeren gecikmeli lüminesanstır [4].

Floresans ve fosforesans gösteren basitleştirilmiş bir Jablonski Diyagramı Görsel 1'de gösterilmiştir. Reinhoudt'un ampirik kuralı, sistemler arası geçiş (ISC) işleminin, tüm ligand türleri için $\Delta E_{(S1\text{-}T1)}$ 0,6 eV'den düşük olduğunda etkili olacağını belirtir [5].

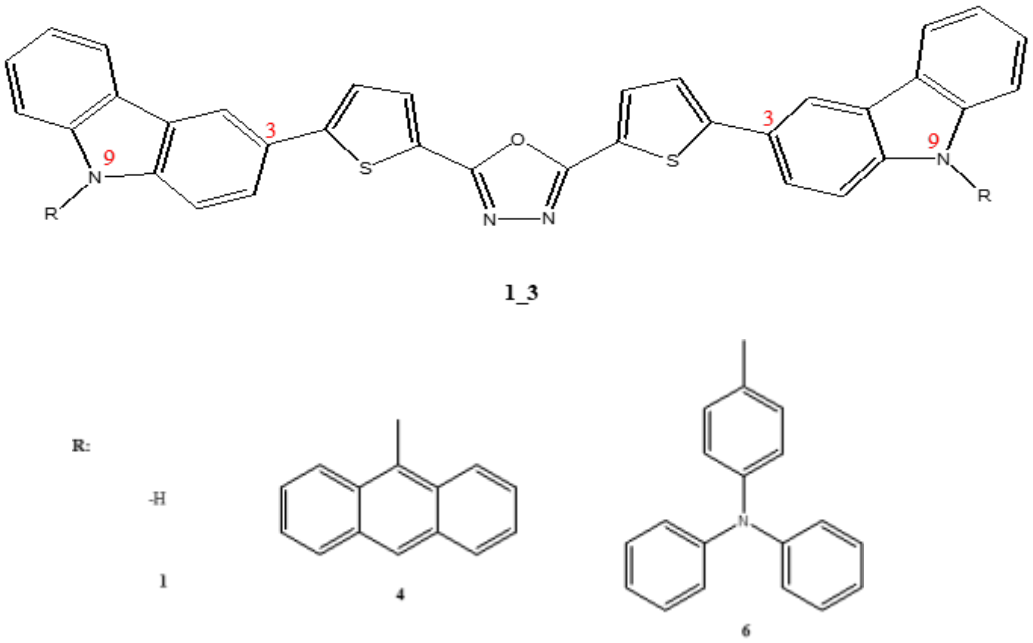


Görsel 1. Bir Fotolüminesans Sistem; Absorbsiyon, Fluoresans ve Fosforesans İçin Kısmi Jablonski (Enerji) Diyagramı [6]

Organik elektroluminesant bileşikler son zamanlarda bilim insanlarının dikkatini çekmiştir. Organik Işık Yayan Diyot (OLED)'ler enerji tüketiminin düşük olması, ince ve hafif olmasından, düz bir ekrana sahip olmanın yanı sıra son zamanlarda akıllı cep telefonlarında, tablet bilgisayarlarında ve daha birçok teknolojik alanda kullanımı oldukça yaygın bir hale gelmiştir. OLED, geleneksel aydınlatma kaynağının yerini alma potansiyeline sahip benzersiz bir ışık kaynağı olarak uluslararası alanda tanınmaktadır [7–11]. Potansiyel Termal Olarak Etkinleştirilmiş Gecikmeli Floresans (TADF) ilkelerini kullanan üçüncü nesil saf organik OLED'ler 2011 Adachi ve arkadaşları tarafından tanıtılmıştır [12]. Son on yılda ise, yüksek verimli cihazlar elde etmek için yapılan yoğun araştırma çalışmalarıyla, fosforesans ve TADF yayıcılar kullanılarak yaklaşık %100 dâhili kuantum verimliliği gerçekleştirilmiştir [13-16].

Işık yayan diyotlarda 1,3,4-oksadiazol ve karbazol moleküllerinin birlikte bulunmasıyla tasarlanan moleküller çok önemlidir [17]. Karbazol ve türevlerinin muhteşem boşluk transfer edici materyaller olduğunu birçok araştırmacı göstermiştir [18-20]. Özellikle bazı 1,3,4-oksadiazol türevleri de yük taşıyıcıların dengesini sağlamak ve foto/elektron kuantum verimini arttırmak için çalışmalara dâhil edilmiştir [21,22]. Bu çalışmada, her iki bileşiğinde avantajlarından yararlanarak D-π-A tipi organik sistemler şeklinde yeni aday bileşikler olarak tasarlanmış ve kuantum kimyasal hesapları yapılarak yorumlanmıştır. Bu D-π-A tipi bileşikler,

organik güneş pili uygulamaları veya organik ışık yayan diyotlar veya floresan organik malzemeler için potansiyel adaylar olabilir.



Görsel 2. Tasarlanan Aday Molekül Yapısı

2. HESAPLAMA METODU

Tasarlanan moleküller gaz fazındaki ve temel durumdaki (S_0) moleküllerin üç boyutta yaklaşık geometrisi GaussView5.0 görüntüleme yazılımında çizildi [23] ve Gaussian09W programıyla [24] minimum enerjili en kararlı yapısını görebilmek için ilk olarak geometri optimizasyon işlemi yapıldı. Hibrit fonksiyonel B3LYP [25] ile DFT [26] kullanılarak optimize edildi. Geometri optimizasyonları için tüm atomlar için kullanılan temel set 6-311+G(d,p) idi. Yapılan hesaplamalar sonucunda hiçbir negatif frekans elde edilmemiştir.

Ayrıca komplekslerin düşey uyarılma enerjilerini elde etmek için, temel durum DFT geometrileri kullanılarak tek nokta zamana bağlı yoğunluk fonksiyonel teorisinden yararlanıldı. Bileşiklerin düşük triplet (T) ve singlet (S) uyarılmış durumları, TD-DFT (B3LYP/6-311+G(d,p), CAM-B3LYP/6-311+G(d,p), WB97XD/6-311+G(d,p)) hibrit fonksiyonelleri metotları) kullanılarak yapılmıştır.

Intel Xeon ® CPU E5–1650 v2Q 3.50 GHz X 12 64–bit 48 GIB sahip HP420WS masaüstü bilgisayarı hesaplamalarda kullanılmıştır. Hesaplama işlemleri *WINDOWS* işletim sistemi üzerinde, yüksek performanslı server sistemleri (iş istasyonu) ile gerçekleştirilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Konformasyonel Analiz

Tasarlanan moleküllerden 1_3 no'lu molekülde birçok bağ serbest dönüşe sahiptir. Dolayısıyla bu bağ enerji değişiminin rotasyon yoluyla gözlemlemek amacıyla her adımda kendi etrafında 5 derece döndürülerek en kararlı geometri optimize edilmiş yapıyı elde etmek üzere B3LYP/6-311+G(d,p) seviyesinde konformasyon analizine bağlı tutularak gerçekleştirildi. Sonuç olarak en kararlı (en düşük enerjiye sahip) yapı Görsel 3'deki olarak bulunmuş ve diğer yapıların hesaplarına bu konformasyondan devam edilmiştir

Görsel 3. Gaz Fazında B3LYP/6-311+G(D,P) Seviyesinde Konformasyon Analiz Sonucu 1_3_1 No'lu Bileğişin Kararlı Yapısı

3.2. Moleküllerin Hesaplanan Geometrik Optimizasyon ve Enerji Sonuçları

Tasarlanan moleküllerde 1_3 yapısında değiştirilen R grubu sırasıyla; hidrojen, benzen, naftalin, antrasen, piren ve trifenilamin olarak belirlenmiştir ancak Turhan ve Karacalı'nın yapmış olduğu çalışma [27] da benzen, naftalin ve pirene göre antrasen ve trifenilamin bağlı gruplara sahip olan moleküllerin aday olabileceği için bu çalışmada sadece bu iki bileşik teorik olarak hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

Bu nedenle bu çalışmada subsituent grup olarak sadece antrasen (2) olarak trifenilamin (TFA) (3) olarak kodlanarak çalışılmıştır. Tasarlanan molekülünün hesaplanan geometrik optimizasyon hesabından elde edilen kuantum kimyasal hesaplama sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Gaz Fazında Hesaplanan Moleküllerinin Elde Edilen Kuantum Kimyasal Hesaplama Sonuçları

Molekül	E_{toplam} (a.u)	E_{homo} (eV)	E_{lumo} (eV)	E_{gap} (eV)
1_3_1	-2398,385436	-5,4125	-2,0676	3,3449
1_3_2	-3474,991336	-5,3582	-2,0340	3,3242
1_3_3	-3875,263158	-5,1911	-2,0062	3,1849

Merkezinde oksadiazol olan ve uçtaki karbazollerin 3- konumundan π-köprü görevi gören tiyofene bağlanmasıyla tasarlanan yeni moleküllerin enerji Çizelge 1 incelendiğinde, yapıdaki R grubu değişikleriyle enerjinin 1_3_1'den 1_3_3'ye doğru daha kararlı duruma geçtiği görülmüştür.

Çizelge 1'den görüldüğü üzere karbazol 9N-konumumdaki ikame grup değiştikçe HOMO ve LUMO enerji seviyeleri de değişmektedir. Enerji band aralığı LUMO enerjisinin HOMO enerjisinden çıkartılmasıyla hesaplanır. Çizelge 1'den, hesaplanan band boşluklarının ana yapı olarak kabul edilen 1_3_1'e göre düştüğü görülmektedir. Bir molekülün yarı-iletken özellik göstermesi için band aralığının 0.5 eV ile 4.0 eV arasında değiştiği bilinmektedir [29].

Moleküllerdeki R gruplarının değişimi HOMO değerlerinde molekülde en iyi yükseliş trifenilamin (TFA) substituentiyle gözlemlenmiştir ve fakat LUMO değerlerindeki değişim için çok etkili olmamıştır. 1_3_3 molekülünün düşük enerji bandı aralığı ile yüksek kimyasal aktivite, düşük kinetik kararlılığa sahip olduğu söylenebilir.

3.3. Sınır Orbitalleri

Kimyasal tepkimelerde elektron vermeye meyilli olan orbital enerjisi (π-donör) HOMO enerjisi, elektron alma eğilimine sahip orbital enerjisi ise LUMO enerjisi (π-akseptör) şeklinde isimlendirilir [28]. Çizelge 2'de HOMO ve LUMO'nun 3D çizimleri gösterilmektedir. Bu orbitaller, optimize edilmiş ve frekans hesaplamalarından elde edilmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü üzere HOMO 1_3_1 ve 1_3_2'de karbazol-tiyofen-oksadiazol üzerine yayılmıştır Ancak 1_3_3'de karbazol ve TFA üzerindedir. LUMO ise 1_3_1, 1_3_3'de HOMO'yla benzer şekilde lokalize olurken 1_3_2'de antrasen üzerine lokalize olarak HOMO'dan ayrılmıştır.

Çizelge 2. Gaz Fazında Hesaplanan Sınır Orbital Diyagramları

	HOMO	LUMO
1_3_1		
1_3_2		
1_3_3		

3.4. OLED ve TADF Özellikleri

Organik yarı-iletkenlerin elektronik yapısı yapılarında bulunan π-elektronlarının konjugasyonuna dayanmaktadır. Çizelge 1'de verilen band aralıklarına göre her üç bileşikte 4 eV'in altındadır. Bu azalma ikame grupların ilavesiyle daralmıştır. Bunun en önemli sebebi yapının konjugasyonla uzatılmasıdır. TADF yayıcı OLED adayı moleküller için ilk aranan özellik yarı iletken olma özelliğidir [16]. Üç yapıda yarı-iletken sınırları içerisindedir [29]. Ancak yapılar arasındaki en dar band aralığına sahip molekül 1_3_3'dir.

TADF yayıcı OLED adayı moleküller için aranan ikinci özellik ise molekülün sahip olduğu HOMO ve LUMO"ların birbirinden ayrılabilmesidir [16]. Temel bileşiğin iki tarafına da ikameler yapıldığında ise Çizelge 2'deki diyagram şemalarından 1_3_2 ve 1_3_3 yapılarında HOMO-LUMO'nun ayrıldığı görünmektedir.

Bir molekülde ters sistemler arası geçiş (RISC) aşamasını mümkün kılmak adına, S1 ve T1 arasında bulunan ΔE_{ST} enerji farkı, termal uyarım yoluyla RISC enerji bariyerinin üstesinden gelinebilecek kadar küçük olmalıdır [19,30]. Potansiyel aday molekül olabilmesi için bir bileşikte gerekli son özellik ise S1 ve T1 uyarılan durumlar arasında küçük enerji boşluğunun olmasıdır. Bu durum sadece en düşük enerji geçişi düşük singlet-triplet değişim enerjisine sahip olduğunda karşılanabilir. Moleküllerin geometrik ve elektronik yapıları hakkında ayrıntılı bilgi elde etmek için B3LYP/6-311+G(d,p), CAM-B3LYP/6-311+G(d,p), WB97XD/6-311+G(d,p) düzeyinde TD-DFT hesaplamaları yapılmıştır ve Çizelge 3'de verilmiştir.

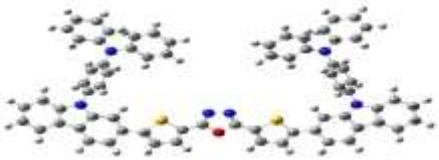
Çizelge 3. Hesaplamaların Sonuçları (Tüm Veriler eV Cinsindendir)

	TD-DFT (ΔE_{ST}) 6-311+(d,p)		
	B3LYP	**CAM-B3LYP**	**WB97XD**
1_3_1	0.5225	0.4319	0.3491
1_3_2	0.5378	1.2988	1.2451
1_3_3	0.4800	0.2828	0.2323

ΔE_{ST} değerlerinin ≤ 0,50 eV TADF potansiyeli için verimli değer kabul edildiği için [19] ayrıca iyi ayrılmış HOMO-LUMO dağılımına ve çok yakın T1 ve S1 seviyeleriyle birlikte bükülmüş geometri (bütün hesaplama seviyelerine göre) bulundurmasından dolayı bileşiğinin TADF yayıcı OLED için potansiyel aday olabileceği söylenebilir.

Çizelge 3'e bakıldığında, 1_3_3 molekülünde sınır MO'ların ayrılması daha kısıtlı ΔE_{ST} değerleriyle sonuçlanmıştır. Bileşik için ΔE_{ST} değerleri sırasıyla 0.4800, 0.2828 eV ve 0.2323 eV olarak hesaplandı. Bu nedenle, TD-DFT hesaplamalarıyla tahmin edilen ΔE_{ST} değerleri, bileşiği için T1 → S1 RISC yoluyla S1 durumunun termal yeniden popülasyonu için yeterince küçük kalır. Hesaplaması yapılan 1_3_3 molekülü, kısıtlı S1-T1 enerji aralığına ve ayrılmış HOMO ve LUMO çizelgelerine sahip olduğu için TADF yayıcılar olarak en potansiyelli aday olarak öneride bulunulabilinir. Çizelge 3'de verilmiş olan hesaplanan en düşük enerjili uyarılmış haller, enerji değişimi çok az olan bir molekül içi yük transferine (ICT) karşılık gelen HOMO-LUMO geçişi ile ifade edilebilinir. Ve fakat daha önce çalışılan [27] karbazole 2-konumundan bağlı tasarlanan yapılarla aralarında çok fark görülmemektedir. Ama 2-konumdan bağlı olan yapı (1_2_6) 3-konumundan bağlı olana (1_3_3) göre daha iyi ΔE_{ST} sonuçları

vermiştir (1_2_6 no'lu bileşik için ΔE_{ST} değerleri sırasıyla 0.0763 eV, 0.3871 eV ve 0.3271 eV olarak hesaplanmıştır).



Görsel 4. 1_2_6 Olarak Tasarlanan ve Çalışılan Molekül [27]

Hesaplamalı kimya ile yapılan çalışmalarla yeni tasarlanacak optik materyal veya OLED potansiyel aday moleküller belirlenir ve sentetik organik kimya çalışmalarına ışık tutar. Sübstitüentler değiştirilerek daha da aktif olan bileşikler elde edilebilir.

KAYNAKÇA

[1] Fourassier C. Luminescence Encyclopedia of Inorganic Chemistry. New York, Academic Press, 1984.
[2] Mc Keever SW. Thermoluminescence in Solids. Cambridge, Cambridge University Press, 1985.
[3] Sparks JS, Schelly RC, Smith WL, Davis MP, Tchernov D, Pierivone VA, Gruber DF. The Covert World of Fish Biofluorescence: A Phylogenetically Widespread and Phenotypically Variable Phenomenon. PLoS One 2014, 9, 83259.
[4] Kalyani NT, Swart H, Dhoble SJ. Principles and Applications of Organic Light Emitting Diodes (OLEDs). Duxford, United Kingdom, Woodhead Printing, 2017.
[5] deSa GF, Malta OL, deMello DC, Simas AM, Longo RL, Santa-Cruz PA, daSilva EF. Spectroscopic properties and design of highly luminescent lanthanide coordination complexes. Coord Chem Rev 2000, 196, 165–95.
[6] Albani, J. R. (2007). Principles and applications of fluorescence spectroscopy Blackwell l Science.
[7] Binggeli C. Interior Graphic Standards: Student Edition. New Jersey, Wiley, 2012.
[8] Liu YF, Feng J, Zhang YF, Cui HF, Yin D, Bi YG, Song JF, Chen QD, Sun HB. Improved efficiency of indium-tin-oxide-free flexible organic light-emitting devices. Org Electron 2014, 15, 478–83.
[9] Zhang QY, Pita K, Buddhudu S, Kam CH. J Phys D 2002, 35, 3085–90.
[10] Xiaoxiao W, Fushan L, Wei W, Tailiang G. Flexible white phosphorescent organic light emitting diodes based on multilayered graphene/PEDOT:PSS transparent conducting film. Appl Surf Sci 2014, 295, 214–8.
[11] Patel BN, Prajapati MM. OLED: A Modern Display Technology. Interof Sci Res Pub 2014, 4, 1–5.

[12] Endo, A., Sato, K., Yoshimura, K., Kai, T., Kawada, A., Miyazaki, H., Adachi, C., 2011. Efficient up-conversion of triplet excitons into a singlet state and its application for organic light emitting diodes. Applied Physics Letters, 98 (8): 42.

[13] Uoyama, H., Goushi, K., Shizu, K., Nomura, H., Adach,i C., 2012. Highly efficient organic light-emitting diodes from delayed fluorescence. Nature, 492(7428): 234-238.

[14] Masui, K., Nakanotani, H., Adachi, C., 2013. Analysis of exciton annihilation in high-efficiency sky-blue organic light-emitting diodes with thermally activated delayed fluorescence. Organic Electronics, 14 (11): 2721-2726.

[15] Esme Baş E., 2021. Investigating the Photophysical Properties of Benzophenone Based Tadf Emitters: A Computatıonal Approach (Yüksek Lisans Tezi). Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[16] Turhan İrak, Z. Ş., Gümüs, A., Gümüs S., 2019. Investigation of TADF properties of novel donor-acceptor type pyrazine derivatives. Journal of the Chilean Chemical Society, 64 (1): 4303-4309.

[17] Feng, L. ve Chen, Z. (2005). Light-emitting conjugated molecule containing 1,3,4-oxadiazole, carbazole and naphthalene units. Spectrochimica Acta Part A, 63, 15–20.

[18] Chang, C-C., Kuo, I-C., Lin, J-J., Lu, Y-C., Chen, C-T., Back, H-T., Lou, P-J. ve Chang, T-C. (2004). A novel carbazole derivative, BMVC: a potential antitumor agent and fluorescence marker of cancer cells. Chemistry ve Biodiversity, 1, 1377–1384.

[19] Fitilis, I., Fakis, M., Polyzos, I., Giannetas, V., Persephonis, P., Vellis, P. ve Mikroyannidis, J. (2007). A ikili-foton absorption study of fluorene and carbazole derivatives. The role of the central core and the solvent polarity. Chemical Physics Letters, 447, 300–304.

[20] Qian Y., Xiao G., Wang G., Sun Y., Cui Y. ve Yuan C. (2006). Synthesis and thirdorder optical nonlinearity in two-dimensional A-D-A carbazole-cored chromophores. Dyes and Pigments, 71, 109–117.

[21] Li, Z., Xing, Y., Ma, X., Xiao, S. ve Lu, Z. (2006). Microwave-assisted expeditious synthesis of novel carbazole-based 1,3,4-oxadiazoles. Synthetic Communications, 36, 3287–3295.

[22] Lv, H-S, Zhao, B-X., Li, J-K., Xia, Y., Lian, S., Liu, W-Y. ve Gong, Z-L. (2010). The synthesis, characterization and optical properties of novel, substituted, pyrazoly 1,3,4-oxadiazole derivatives. Dyes and Pigments, 86, 25-31.

[23] Dennington, R., Keith, T, Millam J., (2009). GaussView, Version 5, Semichem Inc., Shawnee Mission KS.

[24] M.J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H. P. Hratchian, A. F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J. L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J. A. Montgomery, Jr., J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J. J. Heyd, E. Brothers, K. N. Kudin, V. N. Staroverov, T. Keith, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J. C. Burant, S. S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J. M. Millam, M. Klene, J. E. Knox, J. B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R. E. Stratmann, O. Yazyev, A. J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. W. Ochterski, R. L. Martin, K. Morokuma, V. G. Zakrzewski, G.

A. Voth, P. Salvador, J. J. Dannenberg, S. Dapprich, A. D. Daniels, O. Farkas, J. B. Foresman, J. V. Ortiz, J. Cioslowski, and D. J. Fox, Gaussian 09, Revision D.01, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2013.

[25] Becke AD. Density-functional exchange-energy approximationwith correct asymptotic behavior. Phys Rev A 1988, 38, 3098–100.

[26] Kohn W, Sham LJ. Self-consistent equations including exchange and correlation effects. Phys. Rev.1965, 140, 1133–8.

[27]Karacalı Ş., 2022. Karbazol-Tiyofen-Oksadiazol Türevlerinin Kuantum Kimyasal Çalışmaları (Yüksek Lisans Tezi). Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.

[28] Fukui, K. (1982). The role of frontier orbitals in chemical reactions (Nobel Lecture). Angewandte Chemie International Edition in English, 21(11), 801-809.

[29] Atkins, P., Overton, T., Rourke, J., Weller, M., Armstrong, F., 2006. Shriver and Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition, Oxford University Press, Oxford.

[30] Endo A, Ogasawara M, Takahashi A, Yokoyama D, Kato Y, and Adachi C, (2009). Thermally Activated Delayed Fluorescence from Sn4+–porphyrin Complexes and Their Application to Organic Light Emitting Diodes-A Novel Mechanism for Electroluminescence. Advanced Materials, 21(47): 4802-4806.

MİMARLIK MESLEK TANIMI VE HİZMETLERE YAPAY ZEKA KATKISI

Doç.Dr. SİBEL DEMİRARSLAN[1]
[1] Mimar&Sosyolog&İşletmeci, KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, sdarslan@kocaeli.edu.tr , ORCID: 0000-0002-6979-5150

ÖZET

İçinde bulunulan zaman diliminde teknoloji hızla ilerlemektedir. İnsanların konforunu sağlamak, işleri ve yaşamı kolaylaştırmak ve az insan emeği ile daha fazla iş yapabilmek için farklı disiplin ve alanlara yönelik yenilikler oluşturulmaya devam etmektedir. Mimarlık alanı tasarım, proje, inşaat, imalat, maliyet odaklı sürdürülen bir alandır. Her bir iş bir diğerinden farklı, özel ve özgün olmak zorundadır. Çünkü bağlam unsurları denilen çevrenin fiziki, coğrafi, ulaşım gibi koşulları ile kültürel, sosyal koşulları da dikkate alınarak çalışmalar sürdürülmektedir. Kullanıcı bilgileri ve kullanıcının beklentileri hakkında ön bilgi toplamak ve profilini net olarak belirlemek de tasarımda başarıyı sağlayacak unsurlar arasındadır. Mimarlık, hizmet sektörüdür. Mimari projelerin kalite çerçevesinde uygun bir zaman dilimi içerisinde tamamlanabilmesi, gerekli prosedürlerin yerine getirilmesi gerekir. Kaliteli ve standart hizmet verebilmek için yürürlükte olan mevzuat hakimiyetinin olması, belirtilen kurallara uymuş olmak da önemlidir. İnşaat safhasında doğru ve işleyecek olan bir iş programının yapılması, çalışanların görev yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi, iş güvenliğinin sağlanması mimarın faaliyet alanına göre şekillendirilmesi beklenilen hizmet kalemleri arasındadır. Oldukça yoğun, teknik, matematik temelli olan mimari tasarım ve projelendirme safhasının yanısıra mimarın kullanıcının kültürel yapısı ile beraber yerel ve milli kültürel ögelere de hakimiyet, malzeme bilgisi, tedarikçilere erişebilmek gibi iyi bir bilgi bankasına da sahip olması gerekmektedir. Hazırlanmış bir veri/bilgi bankasının mimarın işini kolaylaştıracak unsurlar arasında olduğu belirtilmelidir. Bu çalışmada mimarlığın ne olduğu, yetki ve sorumluluklarının tanımlanması ile günümüzde uygulanabilir / kullanılabilir durumda var olan bilişim sistemleri ve yapay zekanın mimarlık hizmetlerine verebileceği destek ve katkıların belirlenmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mimarlık, Meslek tanımı & yetki ve sorumluluğu, Tasarım, Projelendirme, Bilişim sistemi, Yapay zekâ

PROFESSIONAL DESCRIPTION OF ARCHITECTURE AND AI CONTRIBUTION TO SERVICES

ABSTRACT

Technology is advancing rapidly in the current time period. Innovations for different disciplines and fields continue to be created in order to ensure the comfort of people, to facilitate work and life, and to do more with less human effort. The field of architecture is a sustained field focused

on design, project, construction, manufacturing and cost. Each job has to be different, special and unique from the other. Because, studies are carried out taking into account the physical, geographical, transportation, cultural and social conditions of the environment, which are called context elements. Gathering preliminary information about user information and user expectations and determining the user's profile clearly are among the factors that will ensure success in design. Architecture is the service industry. Architectural projects must be completed within a suitable time frame within the framework of quality and necessary procedures must be fulfilled. It is also important to have the dominance of the legislation in force and to comply with the specified rules in order to provide quality and standard service. Making an accurate and functioning work program during the construction phase, determining the duties, authorities and responsibilities of the employees, ensuring occupational safety are among the service items expected to be shaped according to the field of activity of the architect. In addition to the architectural design and project phase, which is very intense, technical and mathematically based, the architect should also have a good knowledge base such as the user's cultural structure, as well as the command of local and national cultural elements, material knowledge, and access to suppliers. It should be noted that a prepared data/knowledge bank is among the elements that will facilitate the work of the architect. In this study, it is aimed to define what architecture is, its powers and responsibilities, and to determine the support and contributions of information systems and artificial intelligence that can be applied / usable today to architectural services.

Keywords: Architecture, Profession definition & authority and responsibility, Design, Project Planning, Information system, Artificial intelligence

1. GİRİŞ

Mimarlık, fen ve sanat alanlarını kapsayan bir disiplindir. Meslek tanım kapsamına giren mimarlık yapıları tasarım ve uygulama işleri pek çok bağlam unsurunun bir araya gelmesi ile sonuçlanabilir. Tasarımın ortaya çıkması ve gerçek bir bina/iç mekân/çevre unsuruna dönüşebilmesi için çeşitli analizler, incelemeler, hesaplamaların yapılması ve yanısıra mevzuat bilgisi, sektörel hakimiyet ile bilimin ve tasarımcının sanat yönünün harmanlanması gerekmektedir.

Mimarlık, hizmet sektörüdür. Üniversite eğitimi sonrası sürekli iyileştirme, geliştirme, teknoloji takibi, yeni malzemelerin takibi, mevzuat takibi gibi konularda bilgi güncellemesine gereksinim duyulmaktadır. İş süreci farklı basamaklardan oluşmakta, birbirine bağlı gelişme göstermektedir. Bu sırada farklı kişilerle temas halinde olunması gerekir. Sürekli farklı paydaş meslekler, farklı uzmanlıklarda iş ekibi, resmi prosedür için iş takibi sırasında yetkili kişilerle iletişim kurulması zorunludur. Bu yoğun ve karmaşık iş sürecinde son yıllarda bilişim sistemlerindeki gelişmeler ile alana yönelik bilgisayar programları yardımcı olarak görülmeye başlandı. Heyecan verici bu gelişmeler işleri kolaylaştırıcı, organize edici olarak işe yaradığı için yoğun kullanım alanı bulmaktadır.

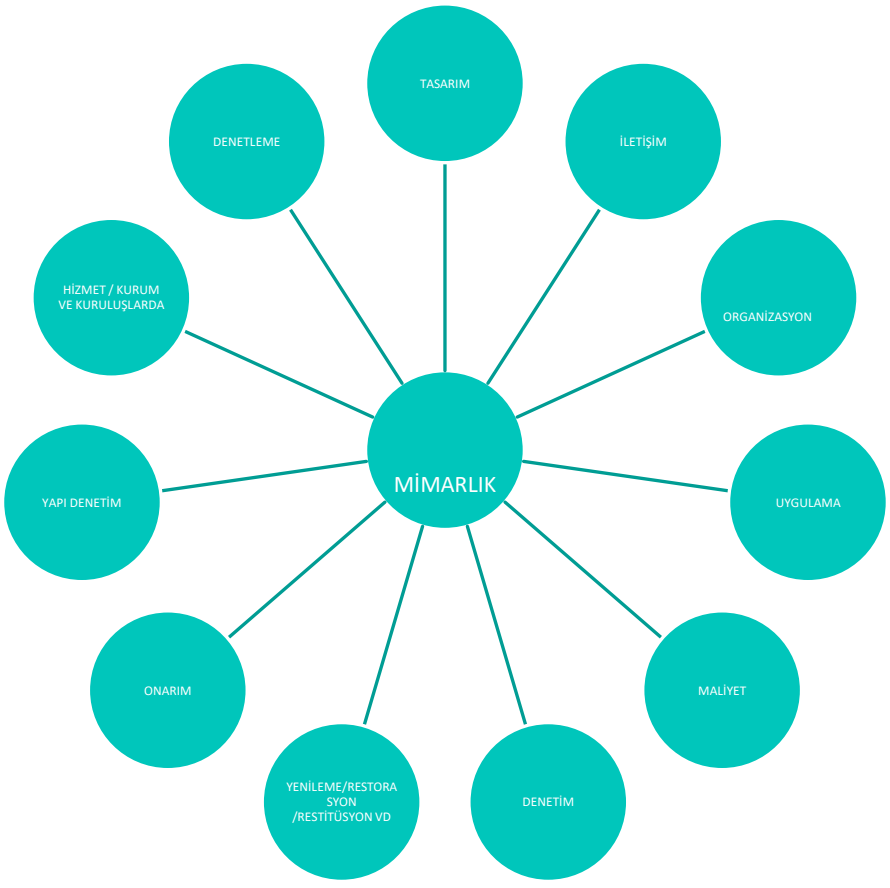
2. MİMARLIK ALANI

Teknik ve sanatın bir arada sunulması gereken, diğer yandan birey ve topluma ait doğru iletişim sahibi olma, kültüre, çevreye, doğaya saygılı olması zorunlu, estetik ve ekonomik sonuç ürün hedefli bir disiplindir.

2.1.Mimarlık Hizmet Alanları

Mimarlığın ne olduğu ve yapabileceği işler, kısaca yetki ve sorumluluk alanları oldukça geniş bir yelpazede yer alır. Bu genişlik, çok odaklılık, iyi bir organizasyon becerisi, piyasaya güncel hakimiyet, bilim/teknik/teknolojideki gelişmeleri öğrenme/bilme, Küresel çevre problemlerine duyarlı, herkes için yaşanabilir çevre ve mekân tasarımını, sürdürülebilirliği hedefleyen bir disiplin olmak durumundadır. Paydaş mesleklerle iletişim halinde olması, projeyi tamamlaması için gereklidir. Mimarlık yapılarının tasarım işi mimarlık ofisine gelmekte ve süreç takibi mimarlar tarafından sürdürülmektedir. Bir binanın uzun yıllar yaşayacak olması, bulunduğu yerleşim yerine tasarımı ile girdi oluşturması, çevre ve kültürle uyumluluk, çevre yapılaşması ile bütünlük gibi tasarımın içerisinde yer alan ve yapılacak analizlerle belirlenecek kararlar doğrultusunda yönetilecek olması sürecin stratejik planlamaya gereksinim duyduğunu ispatlar içeriktedir.

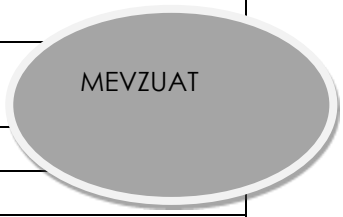
Çizelge 1. Mimarlık Hizmet Alanları & Görev ve Yetki Alanları



Her bir alan uzmanlık, bilgi, beceri gerektirmektedir. Bu süreç, ekip çalışmasına bağlıdır. Örneğin tasarım süreci için yapılması gereken işler bulunmaktadır. Bunlar çizelgede verilmektedir. Yapılacak işlerde mevzuat bilgisi ve kontrolu önemli ve gereklidir.

Çizelge 2. Mimarlık Süreç Basamakları

ARAZİ + MÜŞTERİ/KULLANICI PROFİLİ +İŞLEV + BÜTÇE + ANALİZ ÇALIŞMALARI + ETÜT ÇALIŞMALARI+AVAN PROJE+UYGULAMA PROJESİ+İŞ ORGANİZASYONU
İNŞAAT MÜHENDİSİ+MAKİNE MÜHENDİSİ+ELEKTRİK MÜHENDİSİ VE/VEYA BİRLİKTE ÇALIŞILMASI GEREKEN DİĞER PAYDAŞ MESLEKLER



Başlangıç: Müşteri ile ilişkiler / İşveren ile ilişkiler
Onay aşaması: Kurum yetkilileri ile ilişkiler
İnşaat süreci: Çalışma/Şantiye/saha ekibi ile ilişkiler
Malzeme+İşçilik Temini: Tedarikçiler ile ilişkiler
İnşaat süreci: Ekip organizasyonu
Maliyet/Ödeme/Hakediş: Finansör, Banka, Muhasebe/Mali müşavir ile ilişkiler
Tüm süreçte: Resmi Kurum ilgili birim yetkilileri ile ilişkiler

Çizelgelerden izlenebileceği üzere "Mimarlık hizmet sektöründe" OFİS/ŞANTİYE-SAHA/MAĞAZA-TEDARİKÇİ/DANIŞMANLIK/YAPI DENETİM alanları başlıca faaliyet alanlarıdır.

2.2. Mimarlıkta Kalite Sağlanması

Kalite kavramı, müşteri memnuniyeti ve sıfır hatanın hedeflenmesi içeriğine sahiptir. Çok fazla tanımı olan kavramlardandır, örneğin ihtiyaçların ve/veya isteklerin giderilmesi de kalite tanımları içerisinde yer almaktadır. Mimarlık multi disipliner bir çalışma disiplinine sahiptir. Diğer yandan müşteri/işveren ile işgörenler arasında yer almaktadır. Bu nedenle özel gereksinimler oluşmaktadır.

Mimarlık tasarım/proje hizmetleri ve saha işlerinde kaliteden anlaşılan bir standardizasyon olması mümkün değildir. Çünkü Koşullar/Veriler/Girdiler her işte değişkendir. Ancak, standardizasyon uygulamaları iş yürütüşünde mutlaka var olmalıdır.

Zaman, mimarlıkta önemli bir unsurdur. Zamanı verimli kullanmanın farklı feedbackleri olmaktadır. Birincisi nüfusun arttığı kentlerde mekân ihtiyacı hızlı bir şekilde giderilmelidir. O işlevin giderilmesi için o mekân olmalıdır. Bu nedenle günümüz ihale şartnamelerinde zaman kararı önemli bir yaptırım olarak sunulmaktadır. O işlevin karşılanmasının belli bir ekonomik boyutunun da olacağı unutulmamalıdır.

Bir başka unsur, hız'dır. İçinde bulunulan zaman diliminde hız ve hıza yetişebilmek için teknik, teknoloji, bilim veya bir takım yardımcı unsurlar kullanılmak zorundadır. Rekabetin küresel ölçekte olması bu konuyu önemli hale getirmektedir.

Diğer yandan sağlam, işleve uygun, güvenli, konforlu, sağlıklı, estetik, ekonomik, mevzuata uygun ve sorunsuz tasarım ve inşaatların ortaya çıkabilmesi ana hedeftir.

3. BİLİŞİM SİSTEMLERİ, DİJİTALLEŞME VE YAPAY ZEKA

Endüstrileşme ile başlayan süreç, az emek-çok iş mottosu ile bireyi rahatlatan ve işi makine aracılığı ile yapabilen sistemlerin arayışına girmiştir. Böylece insan, kendi düşünme-üretme-tasarlama gücünü ve diğer becerilerini başka alanlara yönlendirerek, gelişmeyi hızlandıracaktır. Bu alanda yapılan çalışmalar ile sistemin başka teknolojilerle birlikte uygulamaya girdiği ve gireceği görülmektedir. Akıllı teknolojiler, akıllı malzeme/akıllı bina/akıllı şehir uygulamaları ile kendisini göstermektedir.

"Yapay zeka 60 yıldır gündemde olan bir konudur. Son yıllarda veri miktarının artması, problem uzayının büyümesi, büyük veri teknolojilerindeki gelişmeler, yeni algoritma geliştirilmesi, derin öğrenme yaklaşımları ve ve hızlandırıcı donanımların da katkısıyla problemler daha hızlı yüksek performansla çözülebilmektedir" (Sağıroğlu 2019 :28).

Bu gelişmeler ve pandemi döneminde küresel ölçekte yaşanılan dijitalleşme pratikleri, pek çok işi dijital ortama çekmiştir. Ticaret, sağlık, pazarlama, eğitim, sosyalleşme, eğlence/oyun, sanat etkinlikleri, bilimsel etkinlikler ve diğer pek çok alan artık dijital ortamda neler yapabiliriz? Sorusuna sunulan olanak ve yanıtları aramaktadırlar. Bu ihtiyacı gidermek için ise yazılımcılar başta olmak üzere ilgili diğer tüm mühendislik alanları çalışmalar yapmaktadırlar.

3.1.Mimarlık ve Dijitalleşmede Yapılabilirlikler

Mimarlığın geniş bir iş skalası ve sorumluluk alanı olduğu, bu nedenle hem zaman ve hız bakımından hem proses kontrol bakımından ve hem de müşteri memnuniyeti bakımından yardımcı teknolojilere gereksinim duyulmaktadır. Daha büyük alanlı, daha grift proje tasarımlarında mimari, statik, tesisat gibi proje katmanlarının bir arada, işler bir biçimde en kısa sürede projelendirilmesi günümüzde önem arz etmektedir.

Müşteriye ait dosyayı tutmak, gerekli parametreleri işlemek, projeye yönelik veri bankası oluşturabilmek, veri bankası ile birlikte tasarımcı, üretici, tedarikçi gibi gerçek veya tüzel kişiler arasında iletişim kurabilmek imkânı sağlamaktadır.

Ürün kataloglarına erişebilirlik, uygulamaları gerçek proje üzerinde gösterebilme imkânı ile projeyi müşteriye tam olarak anlatabilmenin yolları açılmakta ve süreç içerisinde oluşabilecek ihtilafların önüne geçmek mümkün olabilmektedir.
Sektör haline dönen yazılım alanı, program ve uygulama geliştiriciler tarafından geri bildirimler dikkate alınarak geliştirilmekte, daha yaygın bir kullanımın elde edilmesi hedeflenmektedir.

3.1.1. Uygulamalar

Teknolojinin mimarlık hizmet alanına katkıları konusunda hayata geçen ilk uygulamaların çizim programları olduğu söylenebilir. Tasarımcı, tasarımı genelde serbest ile yapmakta, bu esneklik/açık uçluluk/gelişebilirlik/serbestlik sağlamaktadır. Ölçek kavramı ve detaylandırmada ilgili detaya dahil olacak bilgilerin verilme farkındalığı el çizimleri ile daha fazla hâkimiyete sahip olmaktadır. Ancak günümüzde büyük alanlı tasarımlarda emek az süreci

kurgulamak için bilişim sistemlerinin desteğinden faydalanmak önemli ve zorunlu hale dönmektedir.

Diğer yandan bina taşıyıcı sistemi için statik hesaplama programları paydaş meslek olarak inşaat mühendisliği alanına hız ve güven kazandırmıştır. Diğer yandan harita programları ile sağlıklı kentleşme için yapılabilecekler de uygulama alanı bulmuştur. Programların işlediği görüldükçe yazılımcılar tarafından daha fazla becerisi olan, daha çok hizmet sunabilen programlar pazarda yer bulmaya başlamışlardır. Bilişim sistemleri ile bilgi işlenebilmekte, büyük kapasiteleri sistemlerde depolanabilmekte, başka kişilerle online toplantı vd yöntemlerle paylaşılabilmekte, istenilen yere iletilebilmektedir. Mimarlık alanı iş tanımı ve süreci için yardımcı olabilecek önemli özelliklerdir. Depolama&kayıt&yeniden işleme ile birlikte günümüzde programlar arası veri taşıyarak işleme ve katkı sağlama imkanları da hızı ve kaliteyi arttıran unsurlar arasındadır.

Kullanımda olan programlar için;

- Öğrenme temelli
- Öğrenci odaklı
- Profesyonel aşama şeklinde çeşitli versiyonlarının bulunması önemlidir.

Dijital platformda destek beklenen bir diğer iş kalemi Metraj/Maliyet yapan programlardır. Önemli bir ihtiyaç olarak internet üzerinde pek çok ulusal uygulama platformları yer almaktadır. Mevzuatın yaptırım gücü ve uyma zorunluluğu göz önünde bulundurulduğunda kolay erişim imkanının dijital ortamda bulunması, ihale takibi ve e-ihale katılım sağlanabilmesi gibi imkanlar zaman ve mekân değiştirme ile ilgili tasarruf sağlamaktadır.

3.1.2. Mimari Proje Çizimi

Bu programlar;

- Mimari Çizim programları
- İç mekân çizim programları
- 3D çizim / Modelleme programları
- Render alma programları gibi belli konularda uzmanlaşma göstermektedirler.

Mimari çizim programlarında basit kullanıma sahip uygulamalar, öğrenilmesi kolay, telefonda, bilgisayarda kullanılabilen programlar olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Daha fazla bilgiyi gerektiren, eğitim almak, o programla ilgili literatürü okumak gibi ilave beceriler gerektiren programların vereceği sonuçlar profesyonel bir değer taşımaktadırlar.

Programlarda birlikte sistemin güvenliğinin öneminin fark edildiği ve bu nedenle virüs programları başta olmak üzere güvenlik sağlayıcı/destekleyici yazılımların da var olduğu, geliştirildiği belirtilmelidir.

“CAD terimi İngilizce Computer Aided Design yani Bilgisayar Destekli Tasarım kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. CAD, bir mimari veya teknik projenin planlarının, detaylarının, ölçülerinin, toleranslarının ve boyutlarının hatasız bir şekilde kağıt düzlemine aktarılabileceği ve söz konusu proje için tasarım sürecinin ciddi bir şekilde kısaltılabileceği bir

platformdur"(actcadturkiye.com/). CAD programlarının en bilineni ve başlangıcı denilebilecek AutoCAD öncelikle belirtilmelidir. Sketchup da merak edilen programlar arasındadır.

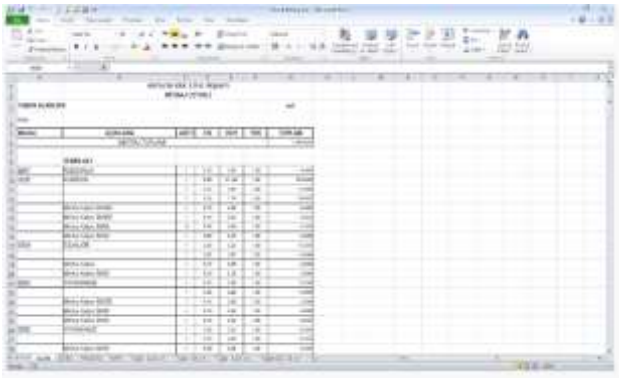
Görsel 1. Rovaz (2018) AutoCAD ve Sketchup = Konstrüksiyon Çizimleri (forums.sketchup.com/)

Bir başka mimari çizim programı olarak ideCAD programı örnek verilebilir. Projelendirme için geliştirilmiş, sistem ve nokta detay çizimlerinde kullanılabilecek bir program olduğu, inşaat mühendisliği ile de beraber çalışılmasının mümkün olduğu(mimarimedya.com/) geri dönüşleri bulunmaktadır. Uygulamada olası teknik hataların oluşmaması için tasarımda yapılabilecek değişikliklerin bütüne yansıtıldığı bilinmektedir.

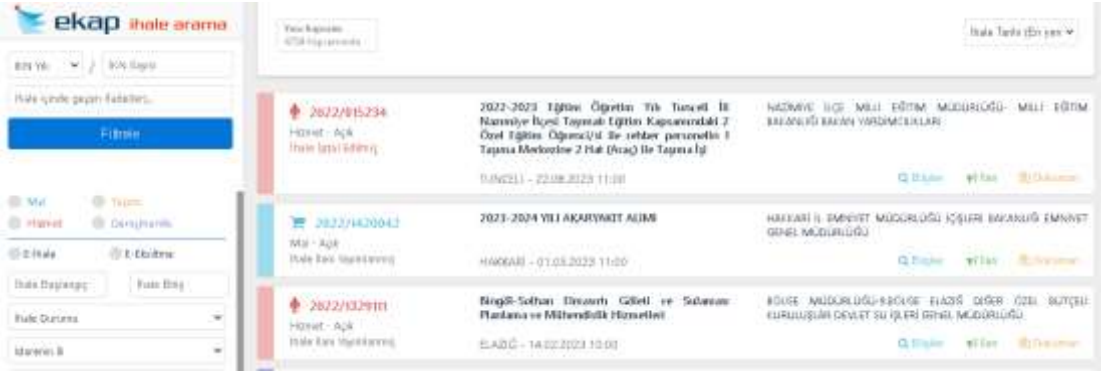
3.1.3. Diğer İşlerin Gerçekleştirilmesi

Mimarlık, müşteri/işveren tarafından gelen işin alınması ile başlayan ön işler/hizmetler olan resmi prosedürün tamamlanması, tasarımın başlangıcı ve tüm olarak bitmesi için gerekli diğer mühendislik alanlarıyla iletişim ve projenin sürdürülmesi aşamaları, eğer ofis sahadan sorumlu ise inşaat işlerinin mevzuata uygun planlanması, yürütülmesi gerekmektedir. Bu işlerin belirlenen zamanda, belirlenen bütçe ile, istenildiği ve anlaşıldığı şekilde bitirilmesi bir organizasyonu zorunlu kılmaktadır.

Mimari projenin çizilmesinin yanısıra yapılacak diğer işler içerisinde metraj ve maliyet hesaplama işleri de önemli bir yer tutmaktadır. İlgili mevzuata uygun programlar aracılığı ile bu işlemlerin programlı-düzenli-anlaşılır-okunabilir bir şekilde kısa sürede yapılabilmesi dijitalleşmenin faydasıdır.



Görsel 2. Metraj Örneği (nzn.com.tr/)



Görsel 3 . İhale Takibi (ekap.kik.gov.tr/)

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada mimarlık disiplinini tanıtmak, görev yetki ve sorumluluklarına değinmek, küreselleşen ve kentleşen dünyada hızı yakalayabilmek için bilişim sistemlerinden, dijital programları kullanmanın katkılarından söz edilmesi hedeflenmiştir. Piyasada var olan pek çok programla birlikte süreç sürekli iyileştirme odaklı olarak çalışmalarını sürdürmektedir. Bundan sonrasında büyük kapasiteli gönderilerin iletilmesinde olacak gelişmelerin devam edeceği, özel kişiler/tüzel kişiler/kurumlar arası irtibatın online platformda hızlı ve güvenli bir şekilde sağlanması için yapılabileceklerin belirlenmesi gerekmektedir. Diğer yandan imalata yönelik ağların tedarikçi/imalatçı vd. taraflar arasında sağlanması, şantiyenin kontrolu, denetlenmesinin takibi ve iş güvenliği açısından da katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Sağıroğlu, Ş., Yapay Zeka ve Büyük Veri, Mimar ve Mühendis, sayı:106, Mart-Nisan 2019

[2] https://www.actcadturkiye.com/blog-detay/muhendislik-ve-mimarlik-cizim-programlari/2 (Erişim tarihi: 20.12.2022)

[3]https://www.mimarimedya.com/idecad-nasil-bir-programdir-neler-yapilabiliyor/(Erişim tarihi: 19.12.2022)

[4]https://forums.sketchup.com/t/autocad-and-sketchup-construction-drawings/73933(Erişim tarihi: 20.12.2022)

[5] http://nzn.com.tr/index.php/urunler/bina-metraj(Erişim tarihi: 21.12.2022)

[6] https://ekap.kik.gov.tr/EKAP/Ortak/IhaleArama/index.html(Erişim tarihi: 22.12.2022)

BİLİM KURGU TÜRÜNDE MEKANLARIN 'ALTERED CARBON RESLEEVED' FİLM EVRENİ ÜZERİNDEN GÖSTERGEBİLİM YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç.Dr. SİBEL DEMİRARSLAN[1]

[1] Mimar&Sosyolog&İşletmeci, KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ, Kocaeli Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, sdarslan@kocaeli.edu.tr , ORCID: 0000-0002-6979-5150

ÖZET

Teknolojinin hızla ilerlediği günümüzde, yapay zekanın insanlara sunduğu imkanlar çeşitlenmektedir. Emek az üretim modelinin hedeflendiği, sürdürülebilir geleceğin zorunlu olduğu söylemleri arasında bilim kurgu filmlerinden geleceğin nasıl olacağı öngörülerinin irdelenmesi önemlidir. Dünya nüfusu hızla artmaktadır. Gelecek yıllarda aynı şekilde artmaya devam ettiği varsayımı ile dünya nüfusunun çok fazla olacağı açıktır. Bilim kurgu türü, gelecekte bugünden farklı olabilecek teknoloji, ulaşım yapılaşma, araç, bina türleri, bina işlevi, kent dokusu, sirkülasyon araçları, sabit ve hareketli tefriş elemanları gibi hayatta var olan her şeyin gelecek ve tanımlanmış yıllarda nasıl olacağının kurgulanmasını üstlenir. Roman, sinema filmi, dizi film, animasyon film gibi türlerde insanları hayrete düşüren kurgularla bir hikâye anlatılır. İzleyenin, okuyanın beyin fırtınası yaşamasını da sağlayan gelecekle ilgili varsayımlarda bugünden farklı neler olabilir, sorusunun yanıtları aranmaktadır. Nüfusun arttığı, kaos ortamlı bir yaşamın sürdürüldüğü dünyada, dijitalleşmenin insanı da kapsadığı ve ölümün de olmadığı varsayımı ile dünya nasıl olacaktır, sorusuna cevap bilim kurgu sinemasında aranmaktadır. Bu çalışmada 'Altered Carbon Resleeved' filmi üzerinden 300 yıl sonraki dünyanın yapılaşma durumu, teknoloji ve mekân sunumları göstergebilim yöntemi ile incelenecektir. Film, 2020 yılında çekilmiştir, ABD yapımıdır. Filmin bir diğer özelliği animasyon film olmasıdır.

Sanat- mekân ilişkisi, irdeleme, çözüm üretme, sorgulama amaçlı olarak günümüzde önemli bir yer tutmaktadır. Çalışmanın temeli geleceğin dünyasının nasıl olacağı konusunda bilim kurgu türünde öne sürülen fikirler üzerinedir. Mimari yapılarla birlikte, mekân, iç mekân, dış mekân ve tefriş ögelerinin tasarım/işlev/malzeme yönleri ile anime bilim kurgu film üzerinden incelenmesi ile mekân ve mimarlık bağlamında önemli bulgular elde edilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilim Kurgu, Gelecek, Altered Carbon Resleeved, Film-Mekân, Göstergebilim Yöntemi

THE EVALUATION OF SCIENCE FICTION SPACES BY SIGNIFICANCE METHOD THROUGH THE ALTERED CARBON RESLEEVED FILM UNIVERSE

ABSTRACT

In the current time period, technology is advancing rapidly, and the possibilities offered by artificial intelligence to people are diversifying. It is important to examine the predictions of

the future from science fiction films among the discourses that the production model with less labor is aimed and that a sustainable future is mandatory. Today's world population is increasing rapidly. With the assumption that it will continue to increase in the same way in the coming years, it is clear that the world population will be very large. The genre of science fiction undertakes to construct how everything in life will be in the future and defined years, such as technology, transportation, construction, vehicle, building types, building function, urban fabric, circulation tools, fixed and movable furnishing elements that may be different in the future. A story is told through fictions that astonish people in genres such as novels, feature films, TV series, and animated films. It seeks answers to the question of what might be different from today in assumptions about the future, which also enables the viewer and the reader to brainstorm. Science fiction cinema seeks the answer to the question of what the world will be like with the assumption that digitalization includes human beings and death does not exist in a world where the population is increasing and a chaotic life is maintained. In this study, the construction status of the world 300 years later, technology and space presentations will be examined with the method of semiotics through the film "Altered Carbon Resleeved". The movie was shot in 2020, made in the USA. Another feature of the movie is that it is an animated movie.

The relationship between art and space has an important place today for the purposes of scrutiny, solution generation and questioning. The basis of the study is how the future will be, and important findings can be obtained by examining the design/function/material aspects of space, interior, exterior and furnishing elements together with architectural structures, through anime science fiction films.

Keywords: Science Fiction, Future, Altered Carbon Resleeved, Film-Space, Semiotics Method

1. GİRİŞ

Sanat, her zaman olanı değil, bazen olacağı, bazen de olmayanı kurgulama şeklinde ortaya çıkabilir. Tüm sanat dalları birbiri ile ilişkili ve iletişim halinde ilerleyebilirler. Zamanı yansıttıkları gibi, geçmişi veya geleceği varsayımsal olarak aktarma sanatı etkileyici kılmaktadır.

İlk insandan endüstri devrimine kadar çevre-zaman-teknoloji bağlamında ilerleyen yaşam, ardından birdenbire hızla ilerleyen teknoloji ile biçim değiştirmeye başlamıştır. Günümüz dünyası seri üretim bantları, otomasyon, fabrika üretimi ile makine öğrenmesinin konuşulduğu, bilişim sistemlerinin, dijitalleşmenin, hologram görüntülerin hayata geçtiği bir dönemdir. Ancak, insanlar gelecekteki dünyayı, teknolojinin ve yaşamın nereye gideceğini merak etmektedirler. Bu çalışmada bir film üzerinden iç ve dış mekân ile çevre öğelerinin, yerleşim yerlerinin mekânsal incelemesi gösterge bilim yöntemi ile ele alınacak, gelecek için varsayımsal bulgular oluşturulacaktır.

2. BİLİM KURGU TÜRÜ- ‘ALTERED CARBON RESLEEVED’ FİLMİ İNCELEMESİ

2.1.Yöntem

Geçmişten bugüne gelecekle ilgili varsayımların bilim kurgu türü eserlerde farklı şekillerde konu edildiği bilinir. Bilim kurgu türünde o zaman dilimi içinde bulunmayan teknoloji, yaşam biçimi, olası yenilikler konusunda aktarımlarda bulunulur. Gerek roman, gerek film, gerek oyunlarda günümüzden bakışla gelecek için yapılan çıkarımlar ilgi çekici olmaktadır. Bu çalışma da 'Altered Carbon Resleeved' filminin CyberPunk evreni mekânsal açıdan göstergebilim yöntemi ile incelenmek üzere seçilmiştir.

Görsel 1. Göstergebilim yöntemi

Göstergebilim, gösterilen ile iletilmesi istenilen mesajı anlamlandırma, yorumlama, bulgulama aşamalarına dayalı bir yöntemdir.

2.2. Altered Carbon Resleeved Filmi Mekansal İnceleme

Görsel 2. Altered Carbon Resleeved Filmi Künyesi (ayzelayz.com sayfasından uyarlanmıştır)

Film 2020 yapımıdır. Animasyon bilim kurgu türünde çekilmiştir. Günümüzden yaklaşık 300 yıl sonrası dünyasını kurgulamaktadır. Bu kurgu içerisinde tanımlanmış mekanların seçimleri bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

"Temel olarak tanımlamak gerekirse cyberpunk, Türkçe ismiyle siberpunk; distopik bir gelecekte gelişmiş bilim ve teknoloji ile inşa edilmiş kentler arasında geçen hikayelere sahip bir bilim kurgu alt türüdür" ve "Yüksek teknoloji, düşük yaşam" (webtekno.com/) şeklinde

özetlenmektedir. Aslında ilerleyen teknolojinin daha karmaşık bir yaşam sunduğu görülmektedir.

Film, animasyon olduğundan oyun karakterlerinde istenilen ırkın özelliklerinin uygulanabileceği bilinmektedir. Ancak, filmde Asya ırkının tercih edildiği görülür. Diğer yandan bina, süsleme, iç mekân ögeleri, aydınlatma ögeleri, süslemeler gibi okunabilen unsurlarda Asya vurguları dikkat çeker. Bugün inşa edilebilen gökdelen/çok yüksek binaların gelecekte daha da yüksek olacağı, ara yollar, köprüler ile birbirine bağlanan binaların kentleri katmanlar halinde oluşturduğu, bina cephelerinin dijital dev ekranlarla kaplı olduğu, hologram reklam ögelerinin kentin aurasında dolaştığı göstergeleri ile teknolojinin mevcut halinin geliştirilerek devam edeceği, sürprizli değil ama gelişmiş halinin var olacağı gösterilen olarak anlaşılmaktadır.

Görsel 3, 4. Kentin Renkleri, Dokusu (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Filmde hâkim renkler siyah, lacivert, macenta, mavi tonları, sıklamen gibi ara geçiş pembelerdir. Bu renklerin genelde soğuk renkler olmaları tercihi ile ortamın stresli, kapalı, huzursuz, mutsuz olduğunun vurgulanmasının istenildiği görülmektedir. Neon ışık kullanılması cyberpunk evreninin yaşam stiline dikkat çekicidir; yaşamı renkli, şatafatlı, lüks göstermek için her türlü unsura yer verilmiştir. Ancak bunun arkasında toplumsal yaşamın bir kaos içerisinde, distopik bir kurguda oluşturulduğu söylenebilir.

Görsel 5, 6 . Karanlık kent, ara – üst yollar/geçişler ve Korkuluk+küpeşte elemanları / metal konstrüksiyon, Yüksek katlı binalar, ışıklı panolar, neon ışıklandırmalar (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Bina cepheleri dijital, cephe giydirmelerle kaplıdır. Işıl ışıl, reklam içeren, insanları etkilemeye, pazarladıkları ürün konusunda etkilemeye yöneliktir.

Görsel 7. Kentin Ara Sokakları **Görsel 8.**Eğlence Mekânı Girişi
(Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Kentin ara sokakları günümüz görüntüsündedir. Aradan geçen yıllarla bakımsızlaşmış, az enerjili sokak lambaları zaman içerisinde yolculuk yapılıyor hissini uyandırmaktadır. Binaların betonarme iskelet, çelik iskelet sistemde inşa edildikleri anlaşılmaktadır. Reklam panoları için oluşturulan konstrüksiyonlarda bir yenilik ön görüsü yapılmadığı, günümüz bilinen teknolojilerinin tekrar edildiği izlenmektedir. Eğlence mekânı girişinde duvarlardan sökülmüş afiş kalıntıları, grafiti uygulamaları ile birlikte bakımsız bir çevre, sosyal olarak her an kavgaya tutuşacakmış gibi agresif bir toplum yapısı vurgusu yapılmaktadır.

Görsel 9. Asya Kültürünün Mekânda Kullanımı: süsleme, aydınlatma elemanları
Asya kültürü üzerine kurgulandığı filmin neredeyse her mekânında görülmektedir. **Görsel 10.** Maskeler **Görsel 11.** Giyimde Asya Kültürü
(Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Filmde gerçek mekanların yanısıra "Sanal Mekân" da bulunmaktadır. Başlarına takılan çip aracılığıyla yapay zekaya yani sanal dünyaya yönlendirilmektedirler. Sanal dünya gösteriminde sanal bir güneş bulunmakta, düz bir yüzey olarak vurgulanmaktadır.

Görsel 12. Sanal Dünya (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Mimari tasarımlarda bina cephe ve çatıları Asya/Uzak Doğu mimarisini yansıtan ögeler içermektedir.

Görsel 13. Üçgen eğrisel çatılar, Asya/Uzakdoğu izlerini taşımaktadırlar (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Otel iç mekânı sahnelerinde Asya/Uzakdoğu kültürünün renkleri ve motifleri, sabit ve hareketli tefriş ögeleri kullanılmıştır. Bitki, ağaç, aydınlatma elemanları ile birlikte kullanılan renklerin toprak tonları ve kırmızı ile altın tonları üzerine kurgulanmış olduğu görülür. Malzeme olarak ahşap, doğal taş, cam ve kâğıt kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Görsel 14,15. Otel İç Mekânı (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Görsel 16. Otel Oda sı **Görsel 17.** Ofis
(Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Görsel 18. Sanal Yeşil (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Otel odasının duvarları boya+taş panel kaplamadır. Doğramalarda yer alan kayıt bölüntüleri, renk seçimleri, kâğıt fenerler ile yönlendirilmiş spot aydınlatmalarla aydınlatılmış duvardaki tablolar, saksıdaki çiçekler ile filmin bu mekanının birkaç yüzyıl sonraya ait olduğunu anlatan bir göstergeye sahip olmadığı görülmektedir. Ofis mekânında ise, tavan, duvar süslemeleri, asılı olan aksesuarlar, koltuk+sehpa seçimi ile günümüzün devamı niteliği taşımaktadır. Bina içlerinde sanal yeşil alanlar bulunmaktadır.

Görsel 19. Hologram mekân (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Filmde bir diğer değişik mekân uygulaması, anıları canlandırma mekânı olarak kullanılan “hologram mekanlar” dır.

Görsel 20. Çalışma Ofisi **Görsel 21.** Koridor
(Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Çalışma ofisi olarak gösterilen mekânda duvar kâğıdı, tavan süslemeleri, toprak/sarı tonları sıcak tonlama renklerin yanında mavi seçimi ile soğuk tonlama kullanımı ile mekânı oluşturmaktadırlar. Duvarda doğal taşın bir tablo olarak kullanıldığı görülmektedir. Koridorda da son derece detaylı bir tasarım, kahve-hardal sarı-altın tonları ile koyu renk tercihi ile beraber gergi tavan ve spot aydınlatma kullanımı ile loş bir mekan oluşturulduğu izlenmektedir. Düşey duvar kaplamaları koridorun uzayan yataylığını kırıcı niteliktedir. İç mekân yüksekliği ve mekânın uzunluğunun verdiği basıklık etkisi bir ritim dahilinde dizilen aksesuarlar düşey kaplamaların etkisini yataylığa çekerek denge oluşturmaya yönelik kullanılmış olabilirler.

Görsel 22. Koridorda Ritmik Vurgu **Görsel 23.** Otel Yatak Odası (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Yatak odası, yatak ölçüleri ve tasarımı, duvar boya süslemeleri, raf ünitesi, duvardaki çıtalı uygulamaları kullanılan kırmızı tonlama ile yine Asya kültürünün birebir etkisini vurgular niteliktedir.

Görsel 24. Asansör ve Hol Odası (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

Asansör kartla okunan sistemdedir. Tavan gergi tavan olarak tasarlanmıştır. Renklerde yine genel iç mekân renk kullanımında uygun olarak toprak, sarı ve altın tonlama tercih edildiği görülür.

Görsel 25. İleri teknoloji (Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328/)

İleri teknoloji olarak gösterilen oda da, Bedenlenme / beden değiştirme gibi senaryoya ait uygulamalar için tasarlanmıştır. Teknoloji vurgusu olarak metalik renklerin, malzemelerin kullanılması, parlak yüzeyler, elektronik aletler ile, giriş kapısı ile ayrı bir tasarım diline sahip olduğu görülmektedir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Endüstrileşmeden sonra ivme kazanarak ilerleyen bilim ve teknoloji, bundan sonra başka ne olabilir? sorusunu da oluşturmaktadır. İnsanlar akıl yürütmekte, gelecekle ilgili ütopik, distopik, bilim-kurgu niteliğinde senaryolar oluşturmaktadırlar. Bu senaryolar kitap, roman, film, dizi film, oyun gibi başka başka formlarda hep aynı spruya cevap üretmek üzerine kurgulanmaktadır. Bugünün teknolojisi nereye evrilecektir, yaşam nasıl olacaktır merakı beyin fırtınası sonuçta aktarılır, sunulur hale getirilmektedir.

Bu çalışmada "Altered Carbon Resleeved" filmi üzerinden gelecek dünyasına ait mimari mekanlar, kentsel mekanlar ve iç mekanlar başlıca ögeleriyle incelenmiştir. Filmde aslında geleneksel Asya/Uzakdoğu kültürünün izlerinin çok fazla olduğu belirtilmelidir. Gelecek mekanlarına ait yatak odası, otel lobisi, çalışma ofisi gibi mekanlarda hayrete düşürecek tasarımlara yer verilmediği, bilindik alışkanlıkların devamı niteliğinde kaba yapı, ince yapı, sabit ve hareketli tefriş elemanlarının kullanıldığı görülmektedir.

Asıl vurgunun dünyanın karanlık kasvetli, puslu distopik görüntüsüne yapıldığı görülmektedir. Toplum yapısı, insanların haz aldıkları yaşamsal faaliyetlerin değiştiği vurgusu öne çıkarılmaktadır. Duyguların yok olduğu, acımasız bir toplum vurgulanmaktadır. Kentler süslü, şatafatlı görüntüye neon aydınlatmalar, dijital ekranlı reklam panoları ve hatta hologram reklamlar ile kavuşturulmaktadırlar. Kasvetli kent vurgusu seçilen koyu ve soğuk renkler ile anlatılmaktadır. En çok kullanılan renklerin siyah, lacivert, macenta ile pembe ve geçiş olarak mor tonları olduğu görülmektedir.

Bu distopik vurguda, sürdürülebilirliğin, çevreyle dost ve ekolojik bakış açısı ile davranmanın önemine de dikkat çekmek gerekir. Geleceğin dünyasının karanlıktan kurtarılması bugünün insanlarının elindedir. İnsanlar geçmişi tarihten öğrenip bilirken, geleceği daima merak edeceklerdir. Ancak yine de alışılmış kalıpların dışına çıkarak çok ileri ön görülerin filmde yer almadığı, geleceğin yaşanarak öğrenileceği söylenmelidir.

KAYNAKÇA

[1] Yönetmen: Takeru Nakajima, Yoshiyuki Okada; Altered Carbon Resleeved; 2020, https://www.imdb.com/title/tt9310328, (Erişim tarihi: 19.12.2022)

[2] https://www.ayzelayz.com/2020/12/sinema-altered-carbon-resleeved-yakuza.html(Erişim tarihi: 20.12.2022)

[3] https://www.imdb.com/title/tt9310328/ (Erişim tarihi: 23.12.2022)

[4]https://www.webtekno.com/cyberpunk-nedir-siberpunk-filmler-diziler-oyunlar-h101733.html(Erişim tarihi: 20.12.2022)

A NEW METHOD TO CONSTRUCT FRAMES

Fatma BOZKURT

Adiyaman University, Faculty of Science, Orcid No: 0000-0002-6788-0052

ABSTRACT

A Hilbert space $\mathcal{H}$ is a complete inner product space. Given a signal x in a separable Hilbert space $\mathcal{H}$ with a specified orthonormal basis $\{e_i\}_{i\in I}$ in $\mathcal{H}$, we can reconstruct the signal x from the measurements $\{< x, e_i >\}_{i\in I}$ by using Parseval's identity. There is just one set of coefficients, $\{< x, e_i >\}_{i\in I}$. We are unable to recover the signal x from the remaining data if a measurement is missing or corrupted. We can see the need for a set of vectors that allow for some loss resilience while also having a reconstruction property similar to Parseval's identity.

A frame $\{x_i\}_{i\in I}$ in $\mathcal{H}$ allows for redundancy while preserving a structure so that the reconstruction is possible. For that reason, obtaining new frames is a very important subject in mathematics and engineering. In this paper, we introduce a new type of frame, which is generated with an invertible operator A and scalars (a, b) such that $\{aAx_i + B(I - A)x_i\}_{i\in I}$ is a frame in $\mathcal{H}$. We also give necessary and sufficient conditions for the set of vectors $\{aAx_i + B(I - A)x_i\}_{i\in I}$ to be a frame in $\mathcal{H}$.

Key Words: Frame vectors, Frame operator, Bessel sequence

1. INTRODUCTİON

A frame in an inner product space is a more flexible tool than orthonormal bases because it enables each element in the inner product space to be represented as a linear combination of the frame elements without requiring linear independence between the frame vectors. As generalizations of orthonormal bases in Hilbert spaces, frames are extremely helpful due to their redundancy. The vectors that relax the restrictions on orthonormality are known as frames, and they share the same characteristics as Parseval's identity and perfect reconstruction.

Duffin and Schaeffer [1] first introduced frames for Hilbert spaces while working on a problem in nonharmonic Fourier series in 1952. Later (1986), Daubechies, Grossmann and Meyer [2] observed that frames could be used to find series expansions of functions

in $L^2(\mathbb{R})$ which are similar to the expansions using orthonormal basis. We refer the reader to ([3], [4], [5]) for more details about frame theory and its applications in Hilbert spaces.

Definition 1.1. [1] A family of vectors $\{x_i\}_{i\in I}$ in a finite or infinite dimensional Hilbert space $\mathcal{H}$ is said to be a frame for $\mathcal{H}$ if there exist constants A and B with $0 < A \leq B < \infty$ such that

$$A \parallel x \parallel^2 \leq \sum_{i \in I} |\langle x, x_i \rangle|^2 \leq B \parallel x \parallel^2 \text{ , for all } x \in \mathcal{H}.$$

The positive constants A and B are called lower and upper frame bounds, respectively. They are not unique. The optimal lower frame bound is the supremum over all lower frame bounds, and the optimal upper frame bound is the infimum over all upper frame bounds.

- A frame is called a tight frame if the optimal upper and lower frame bounds are equal; $A = B$.
- A frame is called a Parseval frame if $A = B = 1$.
- $\{x_i\}_{i \in I}$ is called a Bessel sequence if it satisfies the upper frame inequality in (1.1).

Let $\mathcal{F} = \{x_i\}_{i \in I}$ be a frame in a Hilbert space $\mathcal{H}$ and $\{e_i\}_{i \in I}$ be the standard orthonormal basis for $\ell^2(I)$. The operator $\Phi: \mathcal{H} \to \ell^2(I)$ defined by

$$\Phi(x) = \sum_{i \in I} \langle x, x_i \rangle e_i \text{ for all } x \in \mathcal{H}.$$

is called the analysis operator associated with $\mathcal{F}$.

The adjoint Φ^* of the analysis operator Φ is called the synthesis operator of the frame $\mathcal{F}$ and is given by

$$\Phi^*: \ell^2(I) \to \mathcal{H}, \ \Phi^*((c_i)_{i \in I}) = \sum_{i \in I} c_i x_i.$$

The operator $S = \Phi^* \Phi: \mathcal{H} \to \mathcal{H}$,

$$S(x) = \Phi^* \Phi(x) = \sum_{i \in I} \langle x, x_i \rangle x_i$$

is called frame operator of the frame $\mathcal{F}$.

Given a frame F, the frame operator S of F is a bounded, positive and invertible operator satisfying the operator inequality $AI \leq S \leq BI$, where A and B are upper and lower frame bounds and I denotes the identity operator on $\mathcal{H}$.

Remark 1.2. The lower frame condition ensures that a frame is complete. On the other hand, the upper frame condition ensures that the analysis operator is well defined.

2. CONSTRUCTION OF NEW FRAMES

Construction of frame vectors plays an important role in engineering and mathematics. Holub [6] showed that if $\{x_i\}_{i \in I}$ is any normalized basis in a Hilbert space $\mathcal{H}$ and $\{y_i\}_{i \in I}$ is the associated dual basis of the coefficients functionals, then the sequence $\{x_i + y_i\}_{i \in I}$ is also a

basis in $\mathcal{H}$. Later, sum of frames are studied by ([7], [8], [9], [10]). In this paper, we study the frames that can be obtained from a bounded invertible operator A and scalars a, b such that $\{aAx_i + b\,(I - A)x_i\}_{i\in I}$ forms a frame in a finite-dimensional Hilbert space $\mathcal{H}^n$.

Definition 2.1. A set of vectors $\{x_i\}_{i\in I}$ in $\mathcal{H}^n$ is called a A-generated frame if there exists a bounded invertible linear operator $A: \mathcal{H}^n \to \mathcal{H}^n$ and constants (a, b) so that $\{aAx_i + b\,(I - A)x_i\}_{i\in I}$ forms a frame in $\mathcal{H}^n$.

Theorem 2.2. Every frame $\{x_i\}_{i\in I}$ in $\mathcal{H}^n$ is an A-generated frame.

Proof. Let $\{x_i\}_{i\in I}$ be a frame in $\mathcal{H}^n$ with the frame operator S and the constants $a = b = 1$. Since S is a bounded invertible linear operator on $\mathcal{H}^n$, it is clear that the set of vectors $\{a_iSx_i + b_i(I - S)x_i\}_{i\in I} = \{x_i\}_{i\in I}$ forms a frame in $\mathcal{H}^n$.

We show that every frame $\{x_i\}_{i\in I}$ in $\mathcal{H}^n$ is a A-generated frame but converse of the statement is not true in general. There exists set of vectors $\{x_i\}_{i\in I}$ in $\mathcal{H}^n$ that is a A-generated frame but it is not a frame. We give the following example to show the existance of the set of vectors, which is a A-generated frame but it is not a frame in $\mathcal{H}^n$.

Example 2.3. Let A be an invertible linear operator on $\mathbb{R}^3$ defined by

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Given the set of vectors $x_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, x_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, x_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ and the constants $(a, b) = (1,2)$, the set of vectors $\{aAx_i + b\,(I - A)x_i\}_{i=1}^3 = \left\{\begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix}\right\}$ forms a frame in $\mathbb{R}^3$ but the set of vectors $\{x_i\}_{i=1}^3$ is not a frame in $\mathbb{R}^3$.

Theorem 2.4. If the set of frame vectors $\{x_i\}_{i\in I}$ is the eigenvectors of a bounded invertible linear operator A, then the set of vectors $\{aAx_i + b\,(I - \mathrm{A})x_i\}_{i\in I}$ is a Bessel sequences in $\mathcal{H}^n$.

Proof. Let the set of frame vectors $\{x_i\}_{i\in I}$ is the eigenvectors of a bounded invertible linear operator A with the upper and lower frame bounds B_1, B_2, respectively. Let $\{\lambda_j\}_{j\in J}$ be the distinct eigenvalues of A. If the set of vectors $\{x_i\}_{i\in I}$ is the eigenvectors of a bounded invertible linear operator A, then for each i, there is a $j \in J$ such that $Ax_i = \lambda_j x_i$. Hence, we can show that $\{aAx_i + b\,(I - A)x_i\}_{i\in I} = \{((a - b)\lambda_j + b)x_i\}_{i\in I}$ and

$$\begin{aligned}\sum_{i\in I} |\langle x, aAx_i + b(I-A)x_i\rangle|^2 &= \sum_{i\in I} \left|\langle x, a\lambda_j x_i + b(I-\lambda_j)x_i\rangle\right|^2 \\ &= \sum_{i\in I} \left|\langle x, ((a-b)\lambda_j + b)x_i\rangle\right|^2 \\ &\leq \sum_{i\in I} \left|\langle x, ((a-b)\lambda_j + b)x_i\rangle\right|^2 \\ &= \sum_{i\in I} \left|((a-b)\lambda_j + b)\right|^2 |\langle x, x_i\rangle|^2 \\ &\leq \sum_{i\in I} C|\langle x, x_i\rangle|^2 \\ &\leq KB_2 \parallel x \parallel^2\end{aligned}$$

is a Bessel sequence, where $K = \max_j \left\{\left((a-b)\lambda_j + b\right)^2\right\}$ over the distinct eigenvalues of A.

Theorem 2.5. Let the set of vectors $\{x_i\}_{i\in I}$ be a frame in $\mathcal{H}^n$ and $A: \mathcal{H}^n \to \mathcal{H}^n$ be an invertible operator such that $A^2 = A$. The set of vectors $\{aAx_i + b\ (I-A)x_i\}_{i\in I}$ is a frame in $\mathcal{H}^n$ if the constants ab=1.

Proof. Since frame condition is preserved under invertible operators, it is enough to show that for any $a \neq 0$ and $b \neq 0$, the operator $aA + b\ (I-A)$ is invertible.

$$\begin{aligned}(aA + b(I-A))(bA + a(I-A)) &= abA^2 + a^2A(I-A) + b^2(I-A)A + ab(I-A)^2 \\ &= abA^2 + ab(I - 2A + A^2) \\ &= abA + ab(I-A) \\ &= abI \\ &= I\end{aligned}$$

Theorem 2.6. Let $\{x_i\}_{i\in I}$ be a frame in $\mathcal{H}^n$ with the upper and lower frame bounds C_1, C_2, respectively. The following are equivalent:

(1) $\{x_i\}_{i\in I}$ is an A-generated frame in $\mathcal{H}^n$.

(2) There is an invertible operator A and scalars (k_1, k_2) such that for all $x \in \mathcal{H}^n$, we have that

$$k_1 \parallel x \parallel^2 \leq \sum_{i\in I} \langle x, Ax_i\rangle\langle x, (I-A)x_i\rangle \leq k_2 \parallel x \parallel^2.$$

Proof. (1) ⇒ (2): Suppose $\{x_i\}_{i\in I}$ is a A - generated frame in $\mathcal{H}^n$. This means that there exists a bounded invertible linear operator A on $\mathcal{H}^n$ and scalars (a, b) such that $\{aAx_i + b\ (I-A)x_i\}_{i\in I}$ forms a frame in $\mathcal{H}^n$.

Since we know that $\{aAx_i + b\ (I-A)x_i\}_{i\in I}$ forms a frame in $\mathcal{H}^n$, there exist constants $0 < B_1 \leq B_2 < \infty$ such that, for any $x \in \mathcal{H}^n$, we have that

$$B_1 \| x \|^2 \leq \sum_{i\in I} |\langle x, aAx_i + b(I-A)x_i\rangle|^2 \leq B_2 \| x \|^2.$$

We also know that A is a bounded invertible linear operator (hence A^* is also bounded) and $\{x_i\}_{i\in I}$ is a frame in $\mathcal{H}^n$ with the upper and lower frame bounds C_1, C_2, respectively. This allows us to write

$$\sum_{i\in I} |\langle x, aAx_i + b(I-A)x_i\rangle|^2 = \sum_{i\in I} |\langle x, aAx_i\rangle|^2 + \sum_{i\in I} |\langle x, b(I-A)x_i\rangle|^2$$

$$+2\sum_{i\in I} \langle x, aAx_i\rangle\langle x, b(I-A)x_i\rangle$$

We know that

$$\sum_{i\in I} |\langle x, aAx_i\rangle|^2 = a^2 \sum_{i\in I} |\langle A^*x, x_i\rangle|^2 \leq a^2 C_2 \|A^*x\|^2 \leq a^2 C_2 \|A^*\|^2,$$

$$\sum_{i\in I} |\langle x, b(I-A)x_i\rangle|^2 = b^2 \sum_{i\in I} |\langle (I-A)^*x, x_i\rangle|^2 \leq b^2 C_2 \|(I-A)^*\|^2 \| x \|^2$$

and

$$\sum_{i\in I} |\langle x, aAx_i\rangle|^2 + \sum_{i\in I} |\langle x, b(I-A)x_i\rangle|^2 \leq \left(a^2 C_2 \|A^*\|^2 + b^2 C_2 \|(I-A)^*\|^2\right) \| x \|^2.$$

Hence, we can write

$$\frac{\left(B_1 - \left(a^2 C_2 \|A^*\|^2 + b^2 C_2 \|(I-A)^*\|^2\right)\right)}{2ab} \| x \|^2 \leq \sum_{i\in I} \langle x, Ax_i\rangle\langle x, (I-A)x_i\rangle.$$

To prove right side of the inequality in (2.1), we first use the lower frame bound C_1 of the frame $\{x_i\}_{i\in I}$. This allows us to write

$$\sum_{i\in I} |\langle x, aAx_i + b(I-A)x_i\rangle|^2 = \sum_{i\in I} |\langle x, aAx_i\rangle|^2 + \sum_{i\in I} |\langle x, b(I-A)x_i\rangle|^2$$

$$+2\sum_{i\in I} \langle x, aAx_i\rangle\langle x, b(I-A)x_i\rangle$$

$$\geq a^2 C_1 \|A^*x\|^2 + b^2 C_1 \|(I-A)^*x\|^2$$

$$+2ab\sum_{i\in I}\langle x,Ax_i\rangle\langle x,(I-A)x_i\rangle.$$

Since A is a bounded invertible linear operator on a finite-dimensional Hilbert space $\mathcal{H}^n$, the adjoint operator A^* of A is also a bounded invertible linear operator and $\| A \|=\|A^*\|$. For any $x\in\mathcal{H}^n$, we can write

$$\| x \|^2=\|(A^*)^{-1}A^*x\|^2\leq\|(A^*)^{-1}\|^2\|A^*x\|^2$$

and

$$\|A^*x\|^2\geq\frac{\| x \|^2}{\|(A^*)^{-1}\|^2}=\frac{\| x \|^2}{\|(A^{-1})^*\|^2}=\frac{\| x \|^2}{\|A^{-1}\|^2}.$$

We also know that

$$\| x \|\leq\|(I-A)^*x\|+\|A^*x\|.$$

This allows us to write

$$B_2\| x \|^2\geq\sum_{i\in I}|\langle x,aAx_i+b(I-A)x_i\rangle|^2$$

$$\geq a^2C_1\|A^*x\|^2+b^2C_1(\| x \|-\|A^*x\|)^2+2ab\sum_{i\in I}\langle x,Ax_i\rangle\langle x,(I-A)x_i\rangle$$

$$\geq(a^2+b^2)C_1\|A^*x\|^2+b^2C_1\| x \|^2-2b^2C_1\| x \|\|A^*x\|$$

$$+2ab\sum_{i\in I}\langle x,Ax_i\rangle\langle x,(I-A)x_i\rangle$$

$$\geq(a^2+b^2)C_1\frac{\| x \|^2}{\|A^{-1}\|^2}+b^2C_1\| x \|^2-2b^2C_1\| x \|\|A^*x\|$$

$$+2ab\sum_{i\in I}\langle x,Ax_i\rangle\langle x,(I-A)x_i\rangle.$$

Hence, we have

$$\frac{\left(B_2-(a^2+b^2)C_1\frac{1}{\|A^{-1}\|^2}+2b^2C_1\|A^*\|-b^2C_1\right)}{2ab}\| x \|^2\geq\sum_{i\in I}\langle x,Ax_i\rangle\langle x,(I-A)x_i\rangle.$$

The inequality in (2.1) holds for the scalars k_1,k_2 such that

$$k_1 = \frac{B_1 - \left(a^2 C_2 \|A^*\|^2 + b^2 C_2 \|(I-A)^*\|^2\right)}{2ab}$$
$$k_2 = \frac{\left(B_2 - (a^2+b^2)C_1 \frac{1}{\|A^{-1}\|^2} + 2b^2 C_1 \|A^*\| - b^2 C_1\right)}{2ab}.$$

(2) ⇒ (1) : This part is clear from our assumtion that there is an invertible operator A and scalars (k_1, k_2) such that for all $x \in \mathcal{H}^n$, we have that

$$k_1 \| x \|^2 \leq \sum_{i \in I} \langle x, Ax_i \rangle \langle x, (I-A)x_i \rangle \leq k_2 \| x \|^2$$

and $\{x_i\}_{i \in I}$ is a frame in $\mathcal{H}^n$ with the upper and lower frame bounds C_1, C_2, respectively.

REFERENCES

[1] Duffin, R. J. and Schaeffer, A. C. A class of nonharmonic Fourier series. *Transactions of the American Mathematical Society*, *72*(2), 341-366, (1952).

[2] Daubechies, I., Grossmann, A. and Meyer, Y. Painless nonorthogonal expansions. *Journal of Mathematical Physics*, *27*(5), 1271-1283, (1986).

[3] Han, D., Kornelson, K. and Larson, D. *Frames for undergraduates* (Vol. 40). American Mathematical Soc., (2007).

[4] Casazza, P. G., Kutyniok, G. andPhilipp, F. Introduction to finite frame theory. *Finite frames*, 1-53, (2013).

[5] Christensen, O. *An introduction to frames and Riesz bases* (Vol. 7). Boston: Birkhäuser, (2003).

[6] Holub, J. R. On a property of bases in a Hilbert space. *Glasgow Mathematical Journal*, *46*(1), 177-180, (2004).

[7] Casazza, P. G., Obeidat, S., Samarah, S., and Tremain, J. C. Sums of Hilbert Space Frames. *J. Math. Analysis and Appl*, *351*, 579-585, (2008).

[8] Najati, A., Abdollahpour, M. R., Osgooei, E. and Saem, M. M. More on sums of Hilbert space frames. *Bulletin of the Korean Mathematical Society*, *50*(6), 1841-1846, (2013).

[9] Bhatt, G. Sums of A Pair of Orthogonal Frames. *Mathematics*, *7*(7), 582, (2019).

[10] Abtahi, F., Kamali, Z. and Keyshams, Z. On the Sum of Generalized Frames in Hilbert Spaces. *Mediterranean Journal of Mathematics*, *18*(5), 1-21, (2021).

KENTİÇİ RAYLI SİSTEMLERDE İŞLETME PLANLAMASI VE OPTİMİZASYONU: EMİNÖNÜ ALİBEYKÖY TRAMVAY HATTI UYGULAMASI

İnş. Müh. Hayri KARAKAYA [1], Prof. Dr. Hakan GÜLER [2]

[1] Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-0010-9319

[2] Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-3528-7502

ÖZET

Dünya genelinde yaşanmakta olan enerji sıkıntısı, trafik sıkışıklığı problemleri ve trafiğin olumsuz çevresel etkilerinden dolayı toplu taşın sistemlerine verilen önem artırmaya başlamıştır. Toplu taşın sistemleri; yol altyapısı, araç ve işletme personeli gibi önemli ana bileşenleri ile büyük yatırımlar gerektirmektedir. İşletme personelinin özellikle de sürücülerin, 24 saat işleyen bir toplu taşın sisteminde mevcut kanun ve yönetmeliklere uygun olarak çalışmasını ve işletme personeli kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak oldukça karmaşık bir uğraştır. Toplu taşın işleticileri gerek araç gerekse işletme personeli kaynaklarını verimli kullanmak ve aynı zamanda mevcut seferleri yolcuları mağdur etmeden gerçekleştirmek için arayışlara girmişlerdir. Bu ihtiyacı karşılamak için toplu taşımada işletme planlaması ve optimizasyonu yazılımları geliştirilmiştir. Bu çalışmada, İstanbul Büyükşehir Belediyesi sorumluluğunda işletilen Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı için örnek bir uygulama yapılmıştır. Bu amaçla Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı yol ağı verileri, sefer verileri ve makinist çalışma kuralları belirlenmiştir. IVU.Plan yazılımı kullanılarak optimizasyon analizleri gerçekleştirilmiş ve mevcut seferlerin minimum tramvay aracı ve makinistle gerçekleştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Yapılan optimizasyon analizleri sonucu, Eminönü-Alibeyköy tramvay hattında günlük tek yönde 244 seferin, 17 tramvay aracı ve 42 makinist ile gerçekleştirilebileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İşletme Planı Optimizasyonu, Toplu Taşıma, Toplu Taşıma İşletme Planı, Toplu Taşıma Optimizasyonu

ABSTRACT

Due to the energy shortage, traffic jam problems, and the negative environmental effects of traffic, the importance of public transportation systems has started to increase. Public transportation systems; requires large investments in its main components such as road infrastructure, vehicles, and operating personnel. Ensuring that operating personnel, especially drivers, work by current laws and regulations in a 24-hour public transportation system and operating personnel resources are used efficiently is a highly complex task. The operators of the public transportation have sought to use their both vehicle and operating personnel resources efficiently, and at the same time, carry out the current trip without the passengers get effected

negatively. To answer the purpose, operation planning and optimization software have been developed for public transportation. In this study, a model implementation was conducted for the Eminönü-Alibeyköy tram line, which is operated under the responsibility of the Istanbul Metropolitan Municipality. For this purpose, Eminönü-Alibeyköy tram line road network data, trip data, and machinist working rules were determined. Optimization analysis were obtained using the IVU.Plan software and it was tried to ensure that the current trips were carried out with a minimum of tram vehicle and a machinist. As a result of the optimization analysis, it has been determined that 244 daily trips in one direction on the Eminönü-Alibeyköy tram line can be obtained with 17 tram vehicles and 42 machinists.

Keywords: Operational Planning Optimisation, Public Transportation, Public Transportation Operational Planning, Public Transportation Optimisation

1. GİRİŞ

Toplu taşıma sistemleri, yolculuk talebi artışına bağlı olarak işletmeye alınacak farklı toplu taşıma birimlerinin (metro, tramvay, otobüs vb.) entegrasyonunu sağlayarak yolcuların bir noktadan başka bir noktaya ulaşımını sağlamaktadır. Toplu taşıma hatlarının sayısı arttıkça birimler ve hatlar arası entegrasyon da önem kazanmaktadır. Bir toplu taşıma hattının farklı toplu taşıma birimlerden aldığı yolculuk taleplerini karşılayabilmesi ve yolcu memnuniyeti için verimli bir işletme planlamasının yapılması gerekir. Verimli bir toplu taşıma işletme planlaması, minimum kaynak kullanımı ile talep edilen sefer sayılarının karşılanabilmesi ile sağlanır. Toplu taşıma işletme planlamasında minimum kaynak kullanımı için işletme planı optimizasyonu kavramı ve bu doğrultuda geliştirilen yazılımları ortaya çıkmaktadır. İşletme planı optimizasyon yazılımları, toplu taşıma idareleri için yol ağları, hat, durak, sefer ve çalışma kuralları verilerinin işlenmesi ve kaynakların (araç ve sürücü) en verimli şekilde kullanımı amacıyla işletme planlarının hazırlanmasını sağlar. Bu çalışmada; İstanbul'da bulunan Eminönü-Alibeyköy Tramvay Hattı (T5) için ulaşım planlaması ve işletme planlaması analizleri yapılmıştır.

Bu çalışmada Eminönü-Alibeyköy tramvay hattının güzergah ve durak verileri coğrafi bilgi sistemleri ortamına aktarılmıştır. Cibali-Alibeyköy arasındaki mevcut işletme verileri esas alınarak analizler Eminönü-Alibeyköy hattı için gerçekleştirilmiştir. Eminönü-Alibeyköy tramvay hattında çeşitli senaryo analizleri yapılmıştır. Hat, durak, sefer senaryoları, mevcut kanun ve yönetmeliklere uygun olarak makinistlerin çalışma kuralları dikkate alınarak, IVU Traffic Technologies AG tarafından lastik tekerlekli ve raylı sistemler için geliştirilmiş bir kaynak planlama yazılımı olan IVU.Plan yazılımı ile optimizasyon yapılarak gerekli araç ve makinist sayıları elde edilmiştir. Analizler ve optimizasyon sonucu elde edilen sefer senaryoları, araç ve makinist verileri ile Eminönü-Alibeyköy tramvay hattının mevcut kaynaklarıyla gerçekleştirebileceği işletme planı hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

2. TOPLU TAŞIMADA İŞLETME PLANLAMASI VE OPTİMİZASYONU KAVRAMI

Toplu taşıma planlama çalışmalarında ulaşım planlama tekniklerini kullanmak mümkündür. Ulaşım planlaması, mevcut yol ağlarının ve araç trafiğinin en iyi şekilde yönetilmesiyle ilgili çalışmaları kapsamaktadır. Nüfusun artması, kırsal kesimlerden şehir merkezlerine göçler, kent nüfus yoğunluğunun artması ve gelişen teknoloji ile birlikte araç sahipliğinin de artması ulaşım planlaması çalışmalarını zorunlu bir hale getirmiştir. Ulaşım planlaması çalışması makro yani ülke düzeyinde olabildiği gibi daha küçük ölçekte yani kent ölçeğinde de olabilmektedir. Geleneksel ulaşım planlaması, dört aşamalı ulaşım planlaması çalışması olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır. Dört aşamalı ulaşım planlaması; yolculuk yaratımı, yolculuk dağılımı, türel dağılım ve yolculuğun ataması aşamalarını içermektedir [1][8].

Yolculuk yaratımı, ulaşım planlaması analizlerinde kullanılan en küçük ölçekteki bölgede gerçekleşecek yolculuk miktarlarının belirlenmesi çalışmalarını içermektedir. Hane halkı anketleriyle, yazılım teknolojileri ile en küçük ölçekteki bölge ve bölgelerde gerçekleşebilecek yolculuk miktarlarını tespit etmek mümkündür. Yolculuk yaratımı çalışması ile birlikte ya da ayrı yapılabilecek ikinci aşama yolculuk dağılımı analizleridir. Yolculuk dağılımı analizleri ile en küçük ölçekteki bölgeler arasında gerçekleşecek yolculuk miktarları belirlenir. Benzer şekilde hane halkı anketleriyle, donanım ve yazılım teknoloji ile en küçük ölçekteki bölgeler arasındaki yolculukları matris formatında tespit etmek mümkündür. Türel dağılım analizleri ile yolculukların hangi tür araçlarla gerçekleşebileceği tahmin edilir. Ulaşım planlaması çalışması yapılan bölgede öncelikle mevcut karayolu, demiryolu, bisiklet yolu ve yaya yolu gibi seçenekler belirlenir. Çalışılan bölgenin sosyoekonomik özellikleri de dikkate alınarak istatistiki tekniklerle türel dağılım analizleri gerçekleştirilebilir [2]. Ulaşım planlamasının son adımı ise trafiğin atamasıdır. Her bir ulaşım moduna ait trafik, mevcut yol ağına atanarak yolların hacim-kapasite ve servis düzeyleri analizleri bu aşamada gerçekleştirilir. Trafiğin ataması aşamasında; mevcut karayolu, demiryolu, bisiklet yolu ve yaya yolu gibi yol ağlarının yeterli ya da yetersiz olduğu görülebilir ve gerekli önlemler alınarak ulaşım planlaması döngüsü yeniden başlatılır.

Toplu taşın sisteminde de ulaşım planlaması teknikleri kullanılarak, bölgeler arasında gerçekleşecek yolculuk miktarları belirlenebilir. Ayrıca toplu taşın sisteminde hatlar ve güzergahlar, durak noktaları ve günlük sefer sayıları ile birlikte belirlenerek hat optimizasyonu çalışmaları yapılabilir. Toplu taşın sisteminde yapılan hat optimizasyonu çalışmaları talep esaslı çalışmalar olarak ifade edilebilir.

Talep esaslı çalışma, bölgeler arasında ihtiyaç duyulan günlük yolculuk taleplerinin karşılanması yani yeterli sıklıkta ve kapasitede seferlerin hizmete konmasıdır. Toplu taşımada iyi bir ulaşım planlaması çalışması yapılırsa, yolculuk talepleri karşılanabilir ve yolcu memnuniyeti sağlanabilir [3][10]. Toplu taşımada ulaşım planlaması çalışmaları sonrası belirlenen hatlarda gerçekleşecek seferlerin minimum araç ve işletme personeli ile gerçekleştirilmesi için toplu taşımada işletme planlaması ve optimizasyonu çalışması yapılır. Toplu taşımada işletme planlaması ve optimizasyonu çalışması literatürde kaynak planlaması olarak isimlendirilmektedir [4]. Toplu taşımada işletme planlaması ve optimizasyonu çalışmasında, araç kuralları ve sürücü kuralları dikkate alınarak analizler gerçekleştirilir. Araç

kuralları; aracın menzili, aracın çalışabileceği süre ve çalışabileceği güzergahları içermektedir. Sürücü kuralları ise; mevcut yasa ve yönetmeliklere göre maksimim günlük çalışma süresi, ek mesai süresi, mola süresi, sürekli sürüş süresi, haftalık, aylık ve yıllık izin süreleri, sürücü araç yetkinliği sertifikası, sürücü yaşı, cinsiyeti, tecrübesi gibi hususları içermektedir [5].

3. EMİNÖNÜ-ALİBEYKÖY TRAMVAY HATTI

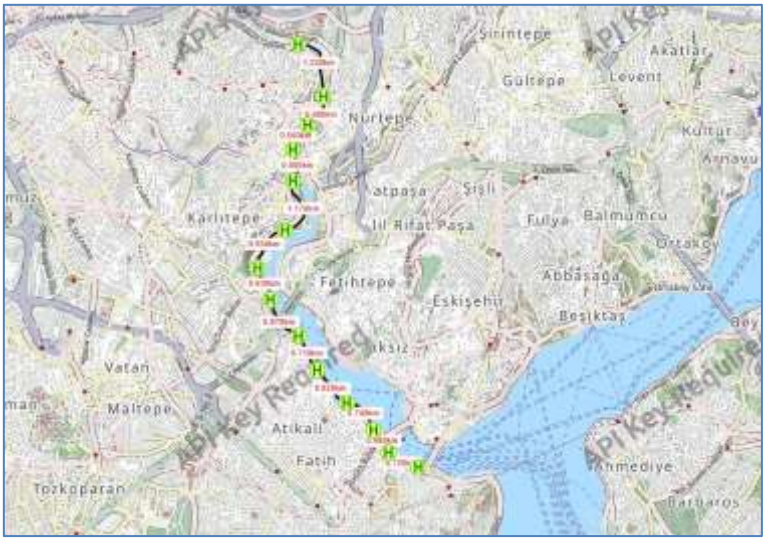
Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı İstanbul ili Fatih-Eyüpsultan ilçeleri arasında bulunan haliç kıyılarını çevreleyen bir raylı sistem hattıdır. Toplam uzunluğu 10.1 km olarak tasarlanan projede ilk etapta Cibali-Alibeyköy Cep Otogarı işletmeye açılmıştır. Cibali istasyonundan sonra bulunan Küçükpazar ve Eminönü istasyonları ilerleyen tarihlerde tamamlanıp işletmeye alınması planlanmaktadır. Hattın ilk etabı, Cibali ile Alibeyköy Cep Otogarı arasında inşa edilmiş ve 01 Ocak 2021'de açılmıştır. Hattın ikinci etabında inşa edilecek Küçükpazar ve Eminönü istasyonları ile hat Tarihi Yarımada'nın uç noktasına bağlanmış olacaktır. Eminönü–Alibeyköy Cep Otogarı Tramvay Hattı, Türkiye'de ilk defa uygulanan katenersiz sürekli cer gücü iletim sistemi ile yerden aldığı enerji sayesinde işletilmektedir [6].

Sistem, araçlara enerji sağlamak için taşıyıcı raylar arasına yerleştirilmiş 11 metrelik ray segmentleri kullanmaktadır. Bu raylarda bulunan antenler vasıtasıyla araç algılanıp, otomatik olarak araç üzerinden geçtiği esnada raylar enerjilendirilir. Araç bulunmadığı durumda ilgili raylar enerjisiz konumda kalırlar. Son derece güvenli olan bu sistem, araç olmayan bölgelerde emniyetli şekilde yaya geçişine imkân sağlamaktadır. Eminönü-Alibeyköy tramvay hattının 14 adet istasyonu bulunmakta olup kilometre ve istasyonlar arası mesafe ölçüleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İstasyon km ve ara mesafe bilgileri

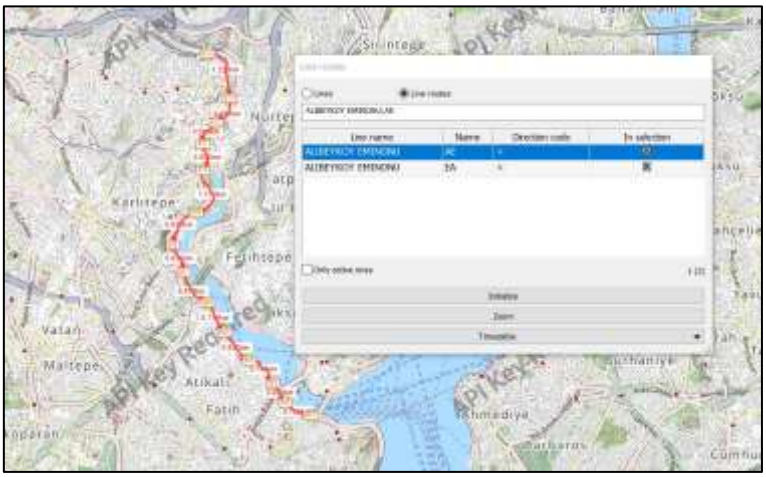
No	İstasyon	Kilometre	Ara Mesafe (m)
1	Eminönü	0+000	-
2	Küçükpazar	0+720	720
3	Cibali	1+210	490
4	Fener	1+950	740
5	Balat	2+770	820
6	Ayvansaray	3+480	710
7	Feshane	4+350	870
8	Eyüpsultan Teleferik	4+980	630
9	Eyüpsultan Devlet Hastanesi	5+910	930
10	Silahtarağa Mahallesi	7+080	1170
11	Üniversite	7+680	600
12	Alibeyköy Merkez	8+240	560
13	Alibeyköy Metro İstasyonu	8+920	680
14	Alibeyköy Cep Otogarı	10+140	1220

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve ulaşım planlama yazılımları kullanılarak, Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı CBS ortamında aktarılmıştır. CBS ortamına aktarılan Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı, durakları ve duraklar arası mesafeleri ile birlikte Görsel 1'de gösterilmiştir.



Görsel 1. CBS ortamında Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı

Eminönü-Alibeyköy tramvay hattının gidiş ve dönüş yönlerinin ulaşım planlama yazılımında gösterimi Görsel 2'de gösterilmiştir.

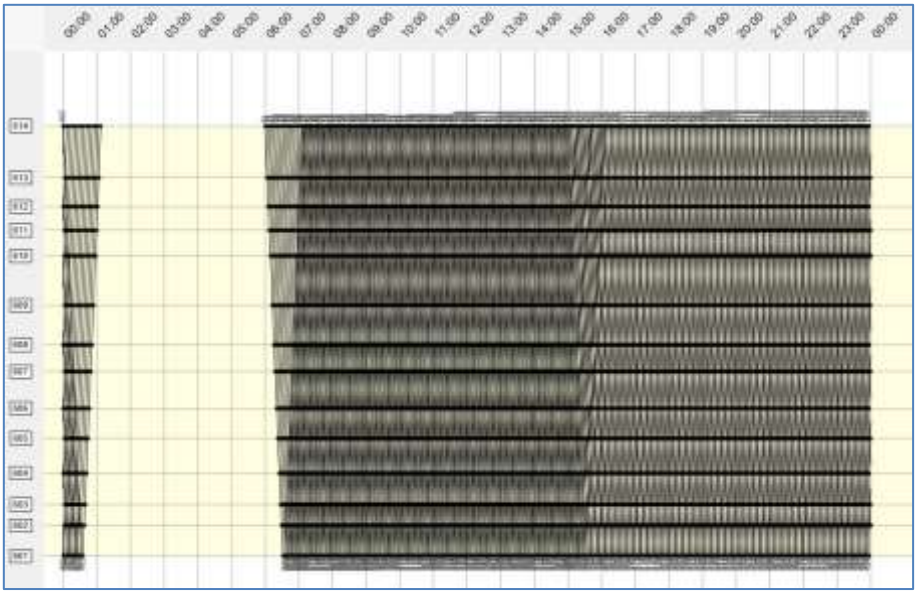


Görsel 2. Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı sefer yön bilgileri

Eminönü-Alibeyköy tramvay hattının gidiş ve dönüş yönlerinde gerçekleşebileceği düşünülen maksimum sefer sayıları gidiş ve dönüş yönleri için Çizelge 2'de gösterilmiştir. Seferler ulaşım planlama yazılımına girilmiş ve zaman-konum grafikleri (Orer) oluşturulmuştur. Orer grafikleri Görsel 3'te gösterilmiştir.

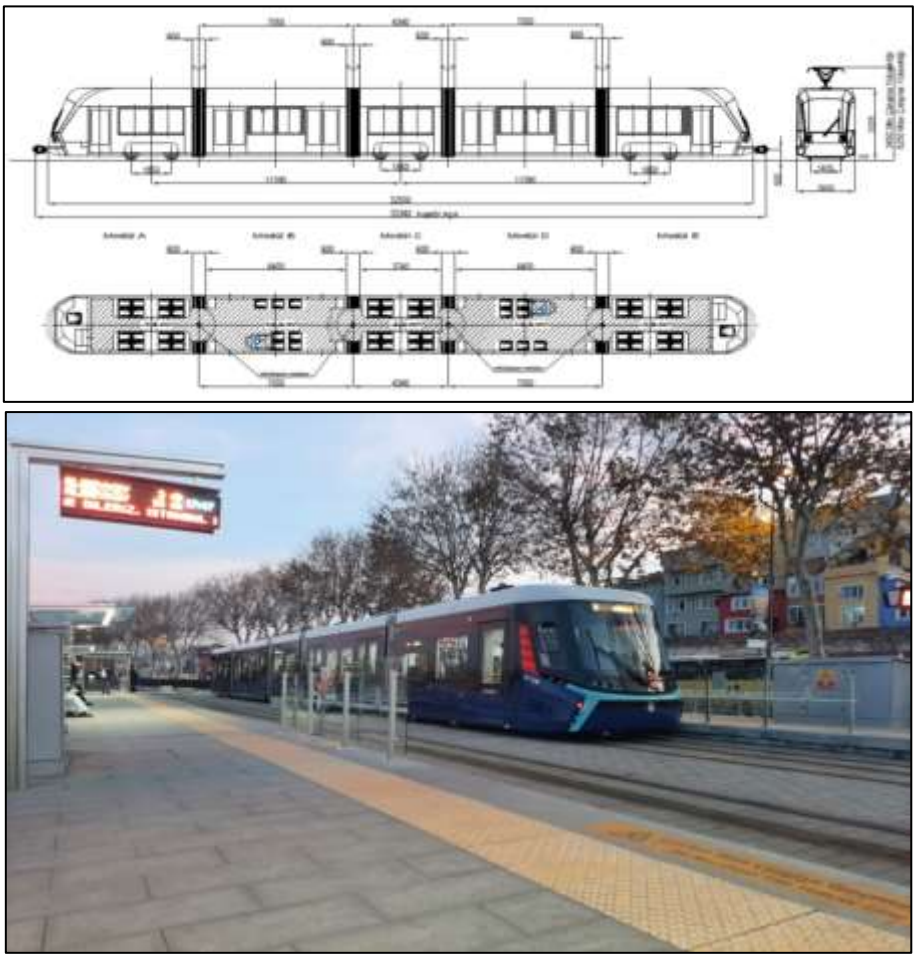
Çizelge 2. Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı sefer sayıları

Sefer Yönü	**Sefer aralığı**		**Sefer sayısı**	**Sefer aralığı (Dakika)**
Alibeyköy-Eminönü	06:00	15:00	136	00:04:00
	15:05	00:00	108	00:05:00
Eminönü- Alibeyköy	06:35	15:35	136	00:04:00
	15:40	00:35	108	00:05:00



Görsel 3. Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı orer grafikleri

Eminönü-Alibeyköy tramvay hattında çalışan tramvay araçlarının görseli Görsel 4'te gösterilmiştir. Eminönü-Alibeyköy tramvay hattında kullanılan araçların teknik özellikleri ve yolcu kapasitesi Çizelge 3'te verilmiştir [7].

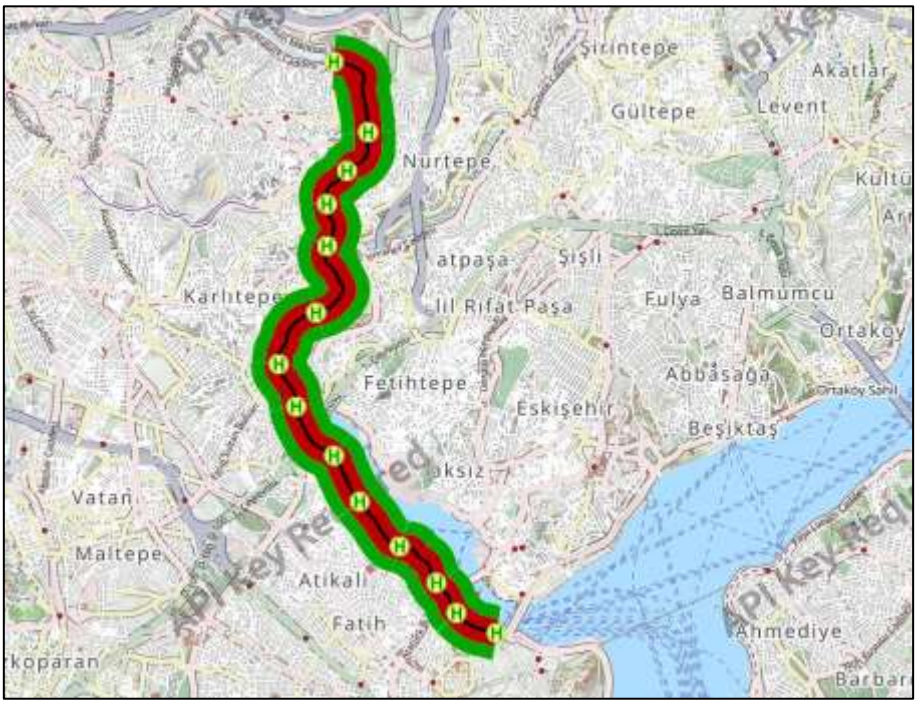


Görsel 4. T5 tramvay hattında kullanılan araç

Çizelge 3. Eminönü Alibeyköy hattında çalışacak araçların özellikleri

Özellik	Açıklama
Araç Boyu	33m
Araç Genişliği	2.650mm
Araç Yüksekliği	3.500mm
Koltuklar	62
Ayakta Yolcu Kapasitesi (8 Kişi/m²)	240
Toplam Yolcu Kapasitesi	302
Azami Hız	70km/h
Araç Taban Yüksekliği	350mm
En Küçük Dönüş Yarıçapı	20m
Araç Ağırlığı	44.6ton
Hızlanma İvmesi	1.2m/s²
Frenleme İvmesi	2.8m/s²
Ana Özellikler	%100 Alçak Tabanlı Çift Yönlü Tramvay, 750V DC

Eminönü-Alibeyköy tramvay hattının günlük gidiş ve dönüş yönlerinde tek yönde gerçekleşecek maksimum 244 sefer sayısı ile taşınabilecek yolcu sayısı analizi Görsel 5'te gösterilmiştir. Yapılan analizlerde tek yönde 73,688 yolcunun taşınabileceği hesaplanmıştır.



Görsel 5. Günlük sefer sayısı ile taşınabilecek yolcu sayısı analizi (244sefer/gün, 73,688yolcu/gün-yön)

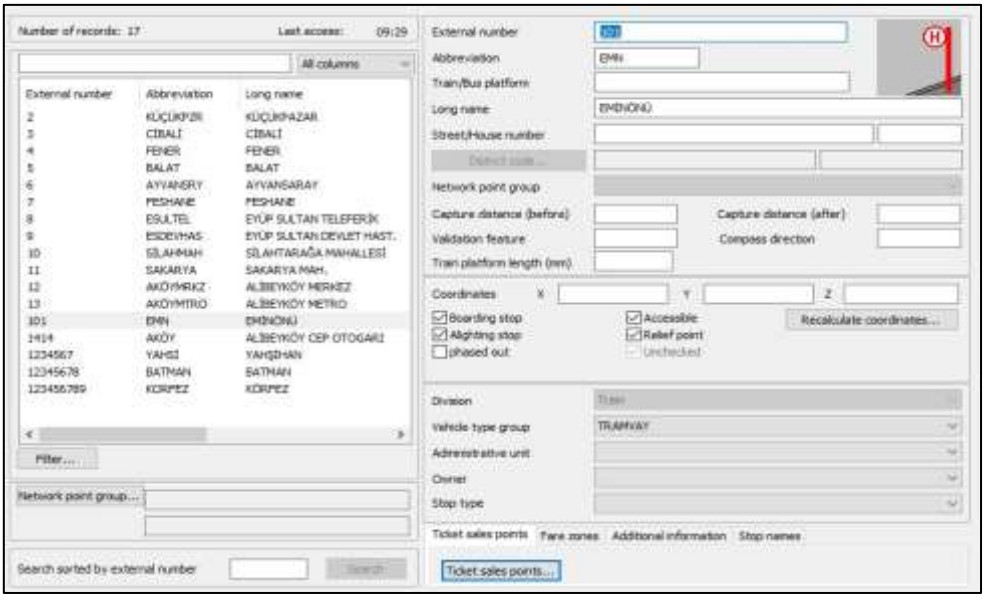
4. EMİNÖNÜ ALİBEYKÖY HATTINDA İŞLETME PLANI VE OPTİMİZASYONU

Eminönü Alibeyköy tramvay hattına ait elde edilen yol ağları, hat, durak, sefer ve çalışma kuralları verilerinin IVU.Plan yazılımına işlenmiştir. İşletme planının hazırlanması ve optimizasyonu için ilk adım mevcut ağ tasarımının (garaj, terminal alanı, park noktası, durak kümesi ve durak) IVU.Plan programına aktarımı yapılmasıdır [8][11]. Alibeyköy Cep Otogarı

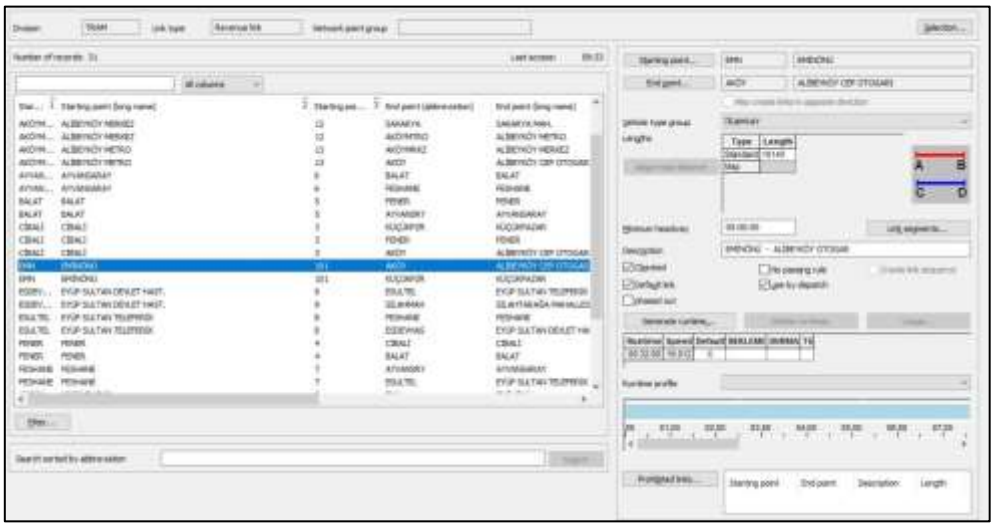
için garaj tanımlaması, mevcut istasyonlar için 14 adet terminal alanı, park noktası ve durak tanımlaması yapılarak ağ tasarımı Görsel 6'daki şekilde tamamlanmıştır.

Eminönü Alibeyköy hattına ait temel veriler olarak hatta kullanılan araç bilgileri, işletme günü (hafta içi, cumartesi, pazar vb.), hat verileri, Alibeyköy Cep Otogarı ve Eminönü istasyonları arasında olan yolların (link) mesafeleri ve süreleri tanımlaması yapılmıştır (Görsel 7) [9].

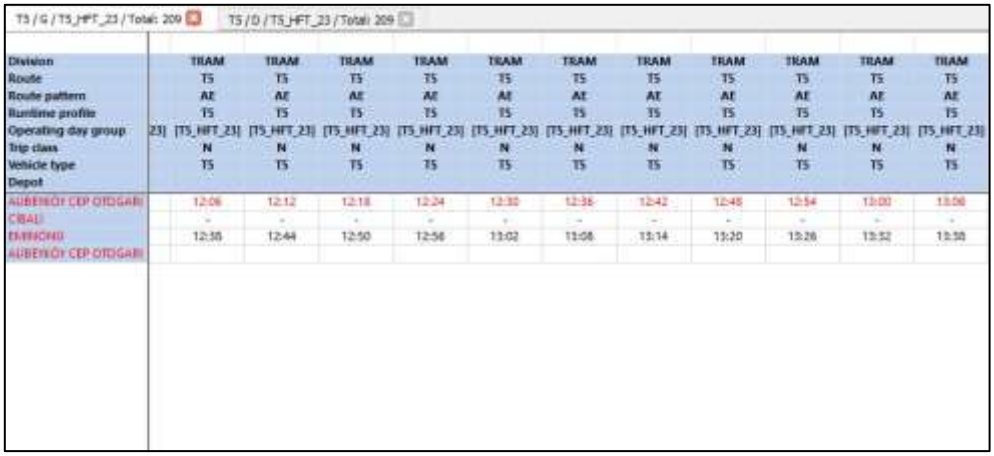
Ağ tasarımı, hat ve link verilerinin sisteme girişi sonrasında önceden tanımlanmış işletme günleri içerisine sefer verilerinin sisteme girişi yapılmıştır (Görsel 8). Sisteme yüklenen sefer verileri sonrasında sisteme mevcut kanun ve yönetmeliklere uygun olarak araç ve makinistlerin çalışma kurallarının tanımlaması yapılır (Görsel 9).



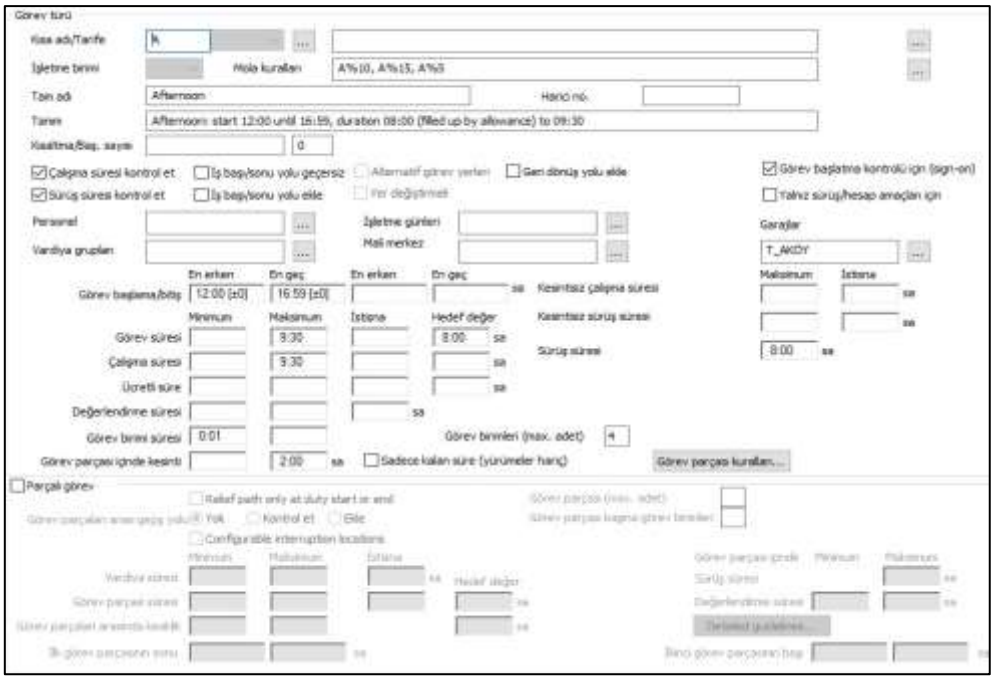
Görsel 6. Durakların tanımlaması



Görsel 7. Link tanımlaması

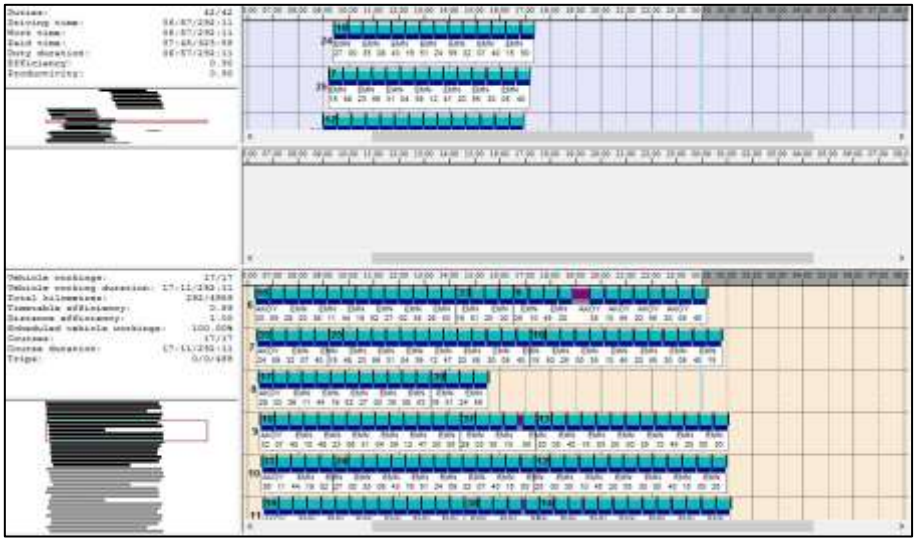


Görsel 8. Sefer tanımlaması



Görsel 9. Çalışma kurallarının tanımlaması

Eminönü Alibeyköy hattı ile ilgili işletme planı optimizasyonu çalışmalarının yapılabilmesi için ağ noktaları, linkler, sefer verileri ve çalışma kuralları tanımlanmış ve optimizasyon için gerekli işlemler tamamlanmıştır. Optimizasyon aşamasında önceden tanımlanan kurallar dikkate alınarak tanımlı seferler için entegre görev ve blok planlama programı çalıştırılmış ve sonucunda seferlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli araç ve makinist sayıları, tramvay ve makinist iş planları oluşturulmuştur (Görsel 10).



Görsel 10. Optimizasyon sonucu sefer, tramvay ve makinist planlaması

Optimizasyon sonucunda Eminönü-Alibeyköy hattında oluşturulan senaryolarda farklı sefer sayılarına göre tanımlanmış seferleri gerçekleştirebilecek araç ve makinist sayıları Çizelge 4'teki şekilde belirlenmiştir.

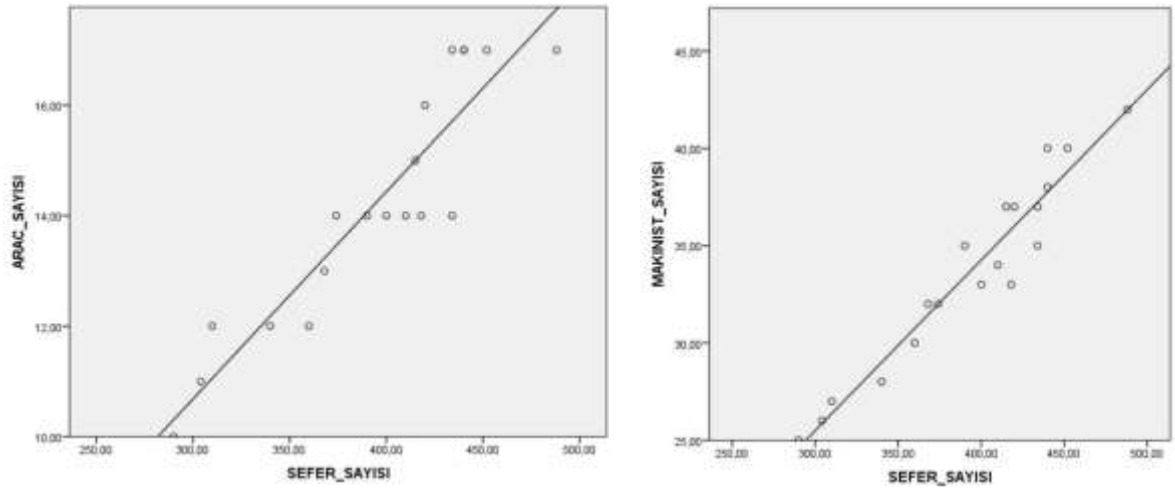
Çizelge 4. Optimizasyon sonuçları

OPTİMİZASYON SONUÇLARI			
Senaryo No	**Günlük Sefer Sayısı**	**Gerekli Araç Sayısı**	**Gerekli Makinist Sayısı**
1	290	10	25
2	304	11	26
3	310	12	27
4	340	12	28
5	360	12	30
6	368	13	32
7	374	14	32
8	390	14	35
9	400	14	33
10	410	14	34
11	415	15	37
12	418	14	33
13	420	16	37
14	434	14	35
15	434	17	37
16	440	17	40
17	440	17	38
18	452	17	40
19	488	17	42

5. SEFER SAYISINA BAĞLI OLARAK GEREKLİ ARAÇ VE MAKİNİST SAYISININ BELİRLENMESİ

IVU.Plan işletme planlaması ve optimizasyonu ile yapılan analizlerde sefer sayısına bağlı olarak hesaplanan gerekli tramvay aracı ve gerekli makinist sayılarının regresyon denklemlerinin bulunması için veriler üzerinde istatistik analizler yapılmıştır. Öncelikle sefer sayısına bağlı olarak araç sayısı ve makinist sayısı dağılım grafikleri oluşturulmuştur. Dağılım grafikleri Görsel 11'de gösterilmiştir. IVU.Plan programında sefer sayılarının artmasına rağmen, gerekli tramvay aracı sayısının bu artışa paralel olarak düzenli bir şekilde artmadığı görülmektedir. Yapılan regresyon analizlerinde en uygun regresyon denkleminin üstel olduğu ve belirtme katsayısının ise 0.85 olduğu tespit edilmiştir.

IVU.Plan programında sefer sayılarının artmasına rağmen, gerekli makinist sayısının bu artışa paralel olarak düzenli bir şekilde artmadığı görülmektedir. Ancak araç sayısına göre makinist sayısı artışının nispeten daha düzenli olduğu görülmektedir. Yapılan regresyon analizlerinde en uygun regresyon denkleminin üstel olduğu ve belirtme katsayısının ise 0.93 olduğu tespit edilmiştir.



Görsel 11. Sefer sayısı, araç sayısı ve makinist sayısı dağılım grafikleri

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada, İstanbul Büyük Şehir Belediyesi sorumluluğunda işletilen Eminönü-Alibeyköy tramvay hattında, kaynakların verimli kullanılmasıyla ilgili işletme planlaması ve optimizasyonu analizleri gerçekleştirilmiştir. İşletme planlaması ve optimizasyonu yazılımları karmaşık optimizasyon algoritmalarına sahip olup, optimizasyon süreleri sefer sayısına bağlı olarak uzun sürebilmektedir. Bu makale çalışmasında görüldüğü gibi işletme planlaması ve optimizasyonu yazılımının sefer sayılarına bağlı olarak hesaplamış olduğu tramvay aracı ve makinist sayılarının, regresyon analizleri ile tam olarak hesaplanamadığı tespit edilmiştir. Toplu taşın işleticilerinin, mevcut seferlerini minimum araç ve işletme personeli gerçekleştirmek için işletme planlaması ve optimizasyon araçlarına ihtiyaçları vardır. Eminönü-Alibeyköy tramvay hattında senaryo gereği 244 seferin, 17 tramvay aracı ve 42 makinist ile gerçekleştirilebileceği tespit edilmiştir. Sefer sayısının artması ya da kural değişikliklerine bağlı

olarak gerekli tramvay aracı ve makinist sayılarını optimizasyon analizleri ile belirlemek mümkündür.

KAYNAKÇA

[1] Hakan Guler, Yasar Vitosoglu, Estimation of Freight Transportation, Proceedings of The Institution of Civil Engineers, Transport, June, 2013.

[2] Guler H., An Empirical Modelling Framework For Forecasting Freight Transportation, Transport, June, 2014.

[3] Guler, H., Model to Estimate Trip Distribution: Case Study of the Marmaray Project in Turkey, Journal Of Transportation Engineering, 01, 11, 2014.

[4] Yasin Burak Aydın, Hakan Güler, Toplu Taşımada İşletme Planlaması: Sakarya Otobüs İşletmeciliği İçin Örnek Bir Uygulama, Cukurova 6th International Scientific Researches Conference, 27, 03, 2021.

[5] Guler, H., Arslan, O., Operational Planning And Optimızation Systems In Public Transport Operators, Sigma Journal Of Engineering And Natural Sciences, 01, 12, 2016.

[6] https://www.metro.istanbul/Hatlarimiz/HatDetay?hat=T5 (Erişim tarihi: 05.10.2022).

[7] https://www.durmaray.com/panorama-tramvay/ (Erişim tarihi: 08.10.2022).

[8] IVU.Plan User Guide, IVU Traffic Technologies AG Publications, Berlin, Germany, 2020.

[9] Schiewe, P., Integrated Optimization in Public Transport Planning, Springer Publishing, 2020.

[10] Vuchic, V., R., Urban Public Transportation Systems. University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA, 2002.

[11] C., Mandl, Evaluation and Optimization Of Urban Public Transportation Networks, Eur. J. Oper., Res., 396–404, 1980.

OKUL ÖNCESİ EĞİTİM YAPILARININ TASARIM KRİTERLERİNİN ÖRNEKLER ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Oya GÖKALP[1], Doç. Dr. Yasemen SAY ÖZER[2]

[1] Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, oyagokalpp@gmail.com, ORCID ID- 0000-0001-7566-6673

[2]Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, yasemensayzer@yahoo.com.tr, ORCID ID- 0000-0001-9497-9368

ÖZET

Çocuğun öğrenmeye en açık olduğu ve kişiliğinin oluşmaya başladığı erken çocukluk döneminde edinmiş olduğu bilgi ve alışkanlıklar, hayatının sonraki dönemlerinde etkisini göstermektedir. Bu dönemde etkileşimde bulunulan çevrenin ise çocuğun fiziksel, sosyal ve algısal gelişimine etkisi göz ardı edilemez bir gerçekliktir. İyi tasarlanmış bir fiziksel çevre, çocuğun kendini keşfetmesine ve öğrenme eyleminin aktif olarak gerçekleşmesine imkân tanır. Zaman ve mekân algısı bir yetişkinden farklı olan çocuk, doğumundan itibaren gördüğü, işittiği ve dokunduğu her şeyden etkilenir ve mimari de bu etkilenmenin önemli bir parçasını oluşturur. Çocukların öncelikli kullanıcı olarak yer aldığı ilk yapı olan okul öncesi eğitim yapılarının tasarımı bu nedenle önem taşımaktadır. Okul öncesi eğitim kurumları çocukların fiziksel, sosyal, duygusal gelişimlerinin desteklendiği, onları geleceğe hazırlayan, kendilerini ifade edebilen sosyal bir birey olmalarına yardımcı olan kurumlar olmalı, çocuğun keşfetme ve öğrenme isteğine, algısal ve bilişsel gelişimine cevap verebilmeli, kullanıcı olarak çocuğun ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanmalıdır. Çalışma kapsamında, okul öncesi eğitim yapılarının tasarımının önemini çocuk – fiziksel çevre ilişkisi açısından vurgulamak ve yeni tasarlanacak okul öncesi eğitim yapılarının tasarımları için kaynak oluşturmak hedeflenmiştir. Bu amaçla dergiler, kitaplar ve çevrim içi kaynaklarda yapılan literatür taramasının ardından, inceleme amacı ile 2020-2021 yılları içerisinde ve farklı ülkelerde okul öncesi eğitim yapısı olarak tasarlanmış, literatürde yer bulmuş örnekler rassal olarak seçilmiştir. Seçilen bu örnekler; konum, yönlenme, vaziyet yerleşimi, mekânsal organizasyon, sirkülasyon şeması, sirkülasyon alanlarının kullanımı, açık alan kullanımı, öğrenme merkezlerinin mekânsal organizasyonu ve öğrenme merkezlerinin ve yapının açık alan ile etkileşimi açısından incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda seçilen 7 adet örnek üzerinden mevcut durum tespiti yapılmış, incelenen örnekler arasında karşılaştırmalarda bulunulmuştur. (Bu çalışma ilk sırada yer alan yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.)

Anahtar Kelimeler: Okul öncesi eğitim yapısı, anaokulu, çocuk

1. GİRİŞ

Çocukluk dönemi insanın doğumundan yetişkinlik dönemine kadar olan zamanı kapsayan ve hayatın temelini oluşturan önemli bir dönemdir. 0-6 yaş arası erken çocukluk dönemi olarak adlandırılan dönem ise insanın kişiliğinin oluşmaya başladığı ve yaşamı boyunca en hızlı gelişim gösterdiği evredir. Bu dönem bir çocuğun öğrenmeye en açık olduğu dönemdir ve hayatın ilk yıllarında edinilen bilgi ve alışkanlıkların ise insan hayatı boyunca etkisini gösterdiği bilinmektedir. Bu konuda Sue Bredekamp'ın "Erken Çocukluk Eğitiminde Etkili Uygulamalar" adıyla Türkçe 'ye çevrilen kitabında insan hayatına yapılacak olan erken müdahalelerin bireyin bilişsel kapasiteleri, kişilikleri ve sosyal davranışları üzerinde kalıcı bir etki göstereceğinden bahsedilmektedir [1]. İtalyan Eğitimci Maria Montessori'nin de belirttiği gibi insan kişiliğinin yüceliği doğduğu saatten itibaren başlar [2] ve toplumsal yaşam kalitesinin ilerlemesi bağlamında çocukluk döneminde edinilen bilgi ve davranışlar büyük öneme sahiptir.

İnsan doğduğu andan itibaren gelişim ve değişim halindedir. Bu değişim halinin oluşmasında sosyal faktörlerin yanı sıra yaşanılan çevrenin de büyük önemi vardır. Çocuk, hayata geldiği an itibarı ile yaşadığı çevre içerisinde var olur ve çevresi ile karşılıklı bir etkileşim haline girer. İyi organize edilmiş bir fiziksel çevre ise; çocuğa keşfetme, kendi kendini test etme ve farkında olmadan öğrenme imkânı sunar [3]. Çocukların öncelikli kullanıcılar olarak yer aldıkları, temel yeteneklerinin oluşmaya başladığı ve ailelerinden ilk defa ve uzun süreli olarak ayrıldıkları yarı kamusal yapılar okul öncesi eğitim yapılarıdır. Çocuğun en aktif geliştiği döneminin okul öncesi eğitim aldığı hayatının ilk beş yılı olması, sadece bilişsel-algısal gelişiminin değil, kişiliğinin, sosyal yeteneklerinin ve duygularının da bu dönemde gelişmesi nedeni ile yirmi birinci yüzyılda okul öncesi eğitim giderek önem kazanmaktadır [4]. Günümüzde her ikisi de çalışan ebeveynlere sahip çocukların sayısının ve çocukluk dönemine verilen önemin artması ile okul öncesi eğitim kurumlarına başlama yaşı düşmüş ve bu merkezlerde geçirilen yaş aralığı artış göstermiştir.

Çocukların etkileşim kurduğu tüm mekânların çocukların gelişim şemasında oldukça önem taşıyan öğrenme eylemini destekleyici uyarıcılar içermesi, öğrenme eylemini okullar ile sınırlı kalmadan, çocuğun sosyal yaşam deneyiminin bir parçası haline getirebilir. [5]. Bu nedenle, özellikle kullanıcılarının çoğunluğunun çocuk olduğu yapıların tasarımlarında çocuğun keşfetme ve öğrenme isteğine, algısal ve bilişsel gelişimine, çocuğun yani kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanmasına dikkat edilmelidir.

Okul öncesi eğitim yapılarının açık alan kullanımına olanak sağlayacak doğa ile iletişimde bulunulabilecek ve güvenlik konusunda sıkıntı yaşanmayacak bir konumda yer alması önemlidir. Doğal çevre ile birebir etkileşimde olan yapılarda eğitim gören çocuklar; doğayla, bitki örtüsüyle ve hayvanlarla etkileşimde olurlar ve yakın çevredeki olumsuz etkilerden en az şekilde etkilenirler. Doğal alanlar, çocukların ilgisini çeken ve çok çaba sarf etmeden öğrenmenin kolay olduğu sayısız materyalleri içermektedir [6].

Okul öncesi eğitim yapıları dışarıdan algılanabilir ve görece çocuklar için uygun boyutlarda olmalıdır. Özellikle çok katlı olmayan ve çocuk boyutlarına yakın olarak tasarlanan yapılar çocuğun kendini güvende hissetmesini sağlayacaktır. Bu yapıların tasarımları, çocukların

kolaylıkla hareket edebilmelerini sağlayan, tehlikeli durumların oluşması ihtimalini engelleyen tek katlı yapılar olması son derece önemlidir [7]

Tasarımın çocuğun gelişimi ve ihtiyaçlarına uygun olarak yapılmasının, çocuk bakımı ve gelişimi gibi aktivitelerin yer aldığı okul öncesi eğitim yapılarının çevresel niteliğini etkileyecek en önemli etkendir. Bu nedenle tasarım süreci, çocukların gelişimsel ihtiyaçlarına mekânsal anlamda cevap verecek bir program hazırlanmasını gerektirir [3]. Okul öncesi eğitim merkezlerinin programında rüzgârlıklı girişler, fuaye, vestiyer gibi karşılama alanları, öğrenme merkezi, oyun alanı ve çeşitli işlevler için kullanılabilecek sirkülasyon alanları, öğretmen odası, toplantı odaları ve ıslak hacim, tesisat gibi servis mekânları bulunmalıdır [8]. Öğrenme merkezi ve oyun alanları gibi çocukların kullandığı mekânların direkt açık alanla bağlantılı olması önemlidir.

Çocuklar okul öncesi dönemde deneyim yolu, taklit etme ve oyun gibi yöntemler ile öğrenme eylemini gerçekleştirmektedir. Çocuğun kişilik gelişiminde, hayallerinin ve beklentilerinin gerçekleşmesinde, sosyal ilişkilerinin ve iletişimin gerçekleşmesi sürecinde oyun etkilidir [9]. Çocukların farklı deneyimler yaşayabileceği, oyuna olanak sağlayan, kaba motor gelişimini destekler nitelikte harekete olanak sağlayan yapıların tasarlanması önemlidir.

Erken çocukluk dönemindeki çocuk sürekli olarak görerek ve dokunarak bir keşfetme arzusu içerisindedir. Bu nedenle çocuklar için tasarlanan mekânlarda renk, doku, malzeme ve aydınlatma gibi konulara özen gösterilmelidir Bu noktada tasarımcıların üzerine düşen, güvenlik kavramını da geride bırakmadan, çocukların hareket özgürlüğünü kısıtlamayan, keşfetme isteğini tetikleyen mekânlar üretmektir [10].

Çalışmanın amacı kentte yaşayan çocuğun sosyal yaşam içerisinde var olmasına olanak sağlayan okul öncesi eğitim merkezlerinin tasarım kriterlerini, günümüzde farklı ülkelerde tasarlanmış olan okul öncesi eğitim yapıları üzerinden değerlendirmektir. Seçilen örneklerin kütlesel, mekânsal, tasarımsal özelliklerini üzerinden yapılan tespitler ve karşılaştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler ile gelecekte yapılacak olan tasarımlara yönelik öneriler ve çıkarımlar yapılması hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında 2020- 2021 yılı içerisinde farklı ülkelerde tasarlanmış ve eğitime başlamış olan 7 adet örnek; konum, yönlenme, vaziyet yerleşimi, mekânsal organizasyon, sirkülasyon şeması, sirkülasyon alanlarının kullanımı, açık alan kullanımı, mekânların ve yapının açık alan ile etkileşimi açısından incelenmiştir. İncelenen yapılara ait yapılan araştırma sonucunda elde edilen bilgiler, yapılara ilişkin vaziyet planı, giriş kat planı, kesit ve öğrenme merkezi planları analiz edilmiş, analiz sonucu elde edilen şemalar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu örneklerin ortak noktaları ve örnekleri birbirinden ayıran özellikler belirlenmiş durum tespiti yapılmıştır.

2.İNCELEME VE BULGULAR

Çalışma kapsamında 3 farklı kıtadan 7 ülkede tasarlanmış, biçimsel olarak farklılıklar içeren 7 adet yapı kütlesel biçimlenme, açık alan ile ilişki ve mekânsal organizasyon – iç mekân kullanımı ana başlıkları altında incelenmiştir. İncelenen yapıların seçiminde farklı koşullar

içeren ülkelerde yer almasına ve günümüz şartlarında tasarım yöntemlerini araştırmak adına 2020-2021 yılları içerisinde uygulanmış olmasına dikkat edilmiştir.

Fillia Anaokulu, Colucci&Partners tarafından tasarlanmıştır. 2021 yılı içerisinde, İtalya'da yoğun bir konut bölgesinde artan ihtiyacı karşılamak adına kullanıma açılmıştır. Tekil olarak tasarlanmış olan yapı geometrik formda ve tek katlıdır. Malzeme seçiminde ahşap ve beyaz renk kullanımı dikkat çekmektedir. Açık alan kullanımı yapı çevresindeki bahçe ile çözümlenmiştir. Açık alan ile bağlantı kütlesel hareketi de sağlamakta olan yarı açık alanlar ile kademelendirilmiştir. Öğrenme merkezi içerisinden direkt olarak açık alan bağlantısı sağlanmaktadır. Sirkülasyon alanı, toplu kullanıma elverişli yemek alanı benzeri işlevlere olanak sağlar nitelikte esnek kullanıma sahiptir. Küçük grupların ortak kullanım alanı olarak asma kat sirkülasyon alanı ile görsel bağlantı kurmaktadır. Öğrenme merkezleri güney yönünde konumlandırılmıştır. Birbiri içerisinde geçişli mekânlar ve hareketli donatı kullanımı esnek kullanımı destekler niteliktedir. Doğal aydınlatma, geniş pencereler ve çatı ışıklıkları ile desteklenmiştir. İç mekânda ahşap ve beyaz renk, mavi-yeşil gibi renklerin yumuşak tonları ile birlikte kullanılmıştır (Görsel 1).

Görsel 1. Fillia Anaokulu (Url 1)

Sanmin Anaokulu Fieldevo ve LinBoYang Mimarlık tarafından Tayvan'da tasarlanmış 2020 yılı içerisinde kullanıma açılmıştır. Organik formda, 2 katlı olarak tasarlanmış tekil bir yapıdır. Renk seçiminde nötr renk olan gri renk tercih edilmiştir. Açık alan kullanımı yapı çevresinde bulunan bahçe ve üst katlarda bulunan teras alanı ile sağlanmaktadır. Açık sirkülasyon alanında bulunan kaydırak ve merdiven elemanları ile çocuklar harekete teşvik edilmektedir. Öğrenme merkezlerinden açık alana bağlantı alt katlarda direkt olarak üst katlarda ise açık sirkülasyon alanları yardımı ile gerçekleşmektedir. Geniş sirkülasyon alanları farklı grupların birlikte vakit geçirebileceği etkinlikler için elverişlidir. Tek mekân olarak tasarlanmış olan öğrenme merkezleri hareketli donatı elamanları ile esnek kullanıma elverişli hale getirilmiştir. Öğrenme merkezleri güney yönüne bakmaktadır. Doğal aydınlatma imkânı geniş açıklıklar ve çatı penceresi ile desteklenmiştir. İç mekânda beyaz renk ahşap malzeme ile birlikte kullanılmaktadır (Görsel 2).

Görsel 2. Sanmin Anaokulu (Url 2)

Bressol Creixem Jugant Anaokulu Bxd Mimarlık tarafından İspanya'da tasarlanmış olup 2021 yılı içerisinde kullanıma açılmıştır. Tekil bir yapı olarak tasarlanmış olan yapı tek katlı ve kare formda biçimlenmektedir. Yapının dış kabuğunda beyaz renk hâkim olarak kullanılmıştır. Açık alan kullanımı yapı çevresinde bulunan mesh ile çevrelenmiş bahçe alanları ile sağlanmaktadır. Öğrenme merkezlerinin açık alan ile bağlantısı direkt olarak sağlanmaktadır. Sirkülasyon alanı iç mekânda bir avlu oluşturmaktadır. Bu alan kapalı alanda oyun etkinliklerine ve gruplar arası sosyal buluşmalara olanak sağlayacak esnek kullanıma sahiptir. Öğrenme merkezleri doğu ve kuzey olmak üzere iki yönelime sahiptir. Birleşip, bölünebilen ve arasında geçiş sağlanabilen sınıflar mekânsal esnekliğe sahip olmakla beraber hareketli donatılar ile de esnek kullanım sağlanmaktadır. Islak hacimler her öğrenme merkezi için ayrı, ve bu mekanlara direkt bağlantılı olarak konumlandırılmıştır. Doğal aydınlatmaya sirkülasyon alanındaki geniş çatı penceresi katkı sağlamaktadır. İç mekânda ahşap ve beyaz renk kullanımı hakimdir (Görsel 3).

Görsel 3. Bressol Creixem Jugant Anaokulu (Url 3)

Higashitateishi Anaokulu Aisaka Mimarlık tarafından Japonya'nın kentsel olarak yoğun bir bölgesinde tasarlanmış, 2021 yılında kullanıma açılmıştır. Anaokulu işlevinin yanı sıra çatısının kullanımı açısından kentsel toplanma merkezi olarak kullanılmaktadır. Çok katlı olarak geometrik bir formda tekil olarak tasarlanmıştır. Yapının dış kabuğunda gri renk hakim olmakla beraber çatısında ahşap malzeme kullanılmıştır. Açık alan ile ilişki avlu ve yapının çatısının kullanımı ile sağlanmaktadır. Öğrenme merkezlerinin açık alan bağlantısı zemin katta direkt, üst katlarda ise yarı açık sirkülasyon alanlarının avluya ve çatıya düşey sirkülasyon elemanları ile bağlanmasıyla kurulmaktadır. Üst katların bağlantısını sağlayan rampalar ve çatı kullanımı çocukları harekete teşvik eder niteliktedir. Yarı açık ve açık sirkülasyon alanları sosyal bir buluşma noktası ve gösteri benzeri etkinliklere olanak sağlar nitelikte esnektir. Öğrenme

merkezleri avlu çevresinde güney ve batı yönüne açılmaktadır. Öğrenme merkezleri tek mekân olarak çözümlenmiş olup hareketli donatı tercihi ile esnek kullanım sağlanmıştır. Islak hacimler öğrenme merkezi içerisinden bağlantılı olacak şekilde çözümlenmiştir. İç mekânlarda ahşap kullanımı hakimdir (Görsel 4).

Görsel 4. Higashitateishi Anaokulu (Url 4)

Engelbach Anaokulu Innauer-Matt Mimarlık tarafından Avusturya'da tasarlanmış. 2020 yılında kullanıma açılmıştır. 2 katlı geometrik formda tasarlanmış tekil bir yapıdır. Yapı kabuğunda yoğun olarak yerel ahşap malzeme kullanılmıştır. Açık alan kullanımı yapı çevresinde bulunan bahçe ile çözümlenmiştir. Zemin katta yer alan öğrenme merkezleri direkt olarak açık alan ile bağlantılıdır. Üst katta bulunan mekânlarda dolaylı olarak bağlantı sağlanmakla beraber, tasarlanan yarı açık teras alanı bu bağlantıyı destekler nitelik taşımaktadır. Geniş sirkülasyon alanı yemek yeme, toplanma gibi işlevlere olanak sağlayacak nitelikte esnek kullanıma sahiptir. Öğrenme merkezleri eklenip, bölünebilen mekânları ve hareketli donatıları ile esnek kullanıma olanak sağlar. Islak hacimler öğrenme merkezi ile bağlantılı olarak çözülmüştür ve ayrıca sirkülasyon alanı içerisinde de bulunmaktadır. Geniş çatı pencereleri ve galeri boşlukları doğal aydınlatmayı destekler niteliktedir. İç mekânda gri renk yoğun ahşap kullanımı ile desteklenmiştir (Görsel 5).

Görsel 5. Engelbach Anaokulu (Url 5)

Schönbühl Anaokulu Dolmus Mimarlık tarafından İsviçre'de tasarlanmış 2021 yılında kullanıma açılmıştır. Tek katlı, kare formda tekil bir yapı olarak tasarlanmış olan yapıda gri renk kullanımı hakimdir. Açık alan kullanımı yapı çevresinde çözümlenmiştir. Öğrenme merkezi açık alan bağlantısı bir hol ile dolaylı olarak sağlanmıştır. Sirkülasyon alanı farklı işlevlere olanak sağlamayacak boyuttadır. Güney yönüne açılan öğrenme merkezleri parçalı yapıdadır ve hareketli donatı elemanlarına sahip şekilde esnek kullanıma olanak sağlamaktadır.

Islak hacim bağlantısı direkt olarak holden geçişle sağlanmaktadır. Hol üzerinde yer alan çatı pencereleri doğal aydınlatmayı destekler niteliktedir. İç mekânda ahşap kullanımı hakimdir (Görsel 6).

Görsel 6. Schönbühl Anaokulu (Url 6)

Puerto Varas Anaokulu Lagar Mimarlık tarafından tasarlanmış ve Şili'de 2020 yılında bir eğitim merkezi içerisinde kullanıma açılmıştır.2 katlı olarak tasarlanmış olan yapı, geometrik formda ve tekildir. Yapı kabuğunda kırmızı renkte metal malzeme kullanılmıştır. Açık alan kullanım alanı yapı çevresindedir. Bu alana öğrenme merkezlerinden geçiş bulunmaktadır. Sirkülasyon alanında bulunan rampa ve merdivenler çocuğu harekete teşvik eden nitelikler taşımaktadır. Geniş sirkülasyon alanları oyun ve farklı grupların birlikte vakit geçirebileceği alanlara sahip olduğundan esnek kullanım imkânı sunmaktadır. Güney yönüne bakmakta olan öğrenme merkezleri tek mekân olarak kullanılmakta ve hareketli donatı elemanlarıyla esnek kullanım imkânı sunulmaktadır. Islak hacim bağlantısı öğrenme merkezlerinden direkt olarak sağlanmakla beraber aynı zamanda sirkülasyon alanında da bulunmaktadır. Çatı penceresi doğal aydınlatmayı destekler niteliktedir. İç mekânda ahşap ve canlı renkler kullanılmıştır (Görsel 7).

Görsel 7. Puerto Varas Anaokulu (Url 7)

İncelenen örnekler kütlesel biçimlenme , açık alan ile ilişki ve mekânsal organizasyon- iç mekân kullanımı ana başlıkları altında karşılaştırılmıştır. Oluşturulan karşılaştırma çizelgesi yardımı ile durum tespiti yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Karşılaştırma Tablosu

			1 Fillia Anaokulu	2 Sanmin Anaokulu	3 B . Creixem Jugant	4 Higashitateishi Anaokulu	5 Engelbach Anaokulu	6 Schönbühl Anaokulu	7 Puerto Varas Anaokulu
KÜTLESEL BİÇİMLENME	Biçimlenme	Organik Form		■					
		Geometrik Form	■		■	■	■	■	■
		Parçalı							
		Tek Yapı	■	■	■	■	■		■
	Renk - Malzeme Kullanımı	Sıcak Renk							■
		Soğuk Renk	■						
		Nötr Renk	■	■	■	■	■	■	■
		Doğal Malzeme Kullanımı	■			■	■		
	Şeffaf Tasarım	Var	■	■			■	■	■
		Yok			■	■			
	Kat Sayısı	1	■		■			■	
		2		■			■		■
		3+				■			
DOĞAL ÇEVRE İLE İLİŞKİ	Açık Alan Kullanımı	Var	■	■	■	■	■	■	■
		Yok							
		Yapı Çevresi	■	■	■		■	■	■
		Teras		■		■	■		
		Avlu				■			
		Çatı				■			
	Yarı Açık Mekân	Var	■	■		■	■	■	
		Yok			■				
	Harekete Teşvik (rampa - tırmanma vs olanağı)	Var		■		■			■
		Yok	■		■		■	■	
	Öğrenme Merkezi Açık Alan Bağlantısı	Direkt	■	■	■	■	■		■
		Dolaylı		■		■		■	
MEKÂNSAL ORGANİZASYON - İÇ MEKÂN TASARIMI	Sirkülasyon Alanı Kullanımı	Çok Amaçlı Kullanım	■	■	■	■	■		■
		Tekil Kullanım						■	
	Öğrenme Merkezi	Mekânsal Esneklik	■		■		■	■	
		Tekil Kullanım		■		■			■
		Esnek Kullanım (Donatı vb. ile)	■	■	■	■	■	■	■
	Öğrenme Merkezi Yönlenme	Kuzey			■		■		
		Güney	■	■		■	■	■	
		Doğu			■				
		Batı			■	■			■
	Islak Hacim Kullanımı- öğrenci	Öğrenme Merkezi ile Bağlantılı	■	■	■	■	■		■
		Sirkülasyon Alanında					■	■	■
	Renk- Malzeme Kullanımı (iç mekân)	Sıcak Renk							
		Soğuk Renk	■						
		Nötr Renk	■	■	■	■	■	■	■
		Ahşap vb. doğal Malzeme	■	■	■	■	■	■	■
	Aydınlatma-Çatı Penceresi	Var	■	■	■		■	■	■
		Yok				■			

Kütlesel biçimlenme açısından bakıldığında ,incelenen yapıların tasarımında çoğunlukla kare, dikdörtgen gibi köşeli geometrik formların tercih edildiği görülmektedir.Bu noktada sadece

Sanmin Anaokulu'nda organik biçimlenme dikkat çekmektedir. Örneklerin tamamı tekil yapı olarak tasarlanmıştır , Puerto Varas Anaokulu ise tekil yapı olarak tasarlanmasına rağmen bir eğitim merkezi içerisinde yer almaktadır. İncelenen 7 örneğin 3 tanesi tek katlı olarak tasarlanmıştır. Tek katlı yapılarda açık alan ile direkt bağlantı kurulmaktadır. Çok katlı yapılarda ise açık sirkülasyon alanları , teraslar ve çatı gibi farklı yöntemler ile dolaylı bağlantı sağlanmıştır.Yapıların neredeyse hepsi dışarıdan algılanabilir şekilde şeffaf tasarıma sahiptir. Cephe renkleri tercih edilirken genellikle beyaz , gri gibi nötr renkler kullanılmış ve doğal ahşap ile desteklenmiştir. Bir örnekte sıcak renk ve metal malzeme kullanımı diğer örneklerden ayrı bir yer tutmaktadır.

İncelenen tüm örneklerde çocuğun ihtiyaçlarına yönelik olarak , oyuna elverişli, sosyal ilişkileri ve kaba motor gelişimi destekler nitelikle açık alan kullanımı mevcuttur. Açık alanlar genellikle yapı çevresinde konumlandırılmış olmasına rağmen bir örnekte çatı ve avlu kullanımı dikkat çekmektedir. 2 veya daha fazla katlı tasarımlarda üst katlarda teras ve açık sirkülasyon alanları açık alan etkileşimini destekler nitelikler taşımaktadır. Çok katlı yapılarda bulunan düşey sirkülasyon elemanlarının , rampa , kaydırak benzeri şekillerde kullanımı harekete teşvik etmektedir.Zemin katta bulunan öğrenme merkezlerinin direkt olarak açık alan ile bağlantısı bulunmaktadır. Diğer katlarda bulunanlarda ise dolaylı olarak bağlantı sağlanmıştır.

Yapılarda bulunan sirkülasyon alanları farklı grup etkinlikleri, kapalı alan oyun imkânı, yemek ve gösteri alanı gibi farklı işlevlere uygun olarak tasarlanmıştır. Sadece dolaşım ve geçiş işlevine sahip sirkülasyon alanı bir örnekte karşımıza çıkmaktadır. Bu yapı küçük metrekarede ve iki sınıfa sahiptir. Tüm örneklerde öğrenme merkezinin esnek kullanımını sağlamakta olan hareketli masa, sandalye gibi donatılar bulunmaktadır. Bu durum mekânda farklı öğrenme yöntemlerine uygunluk sağlamaktadır. Bununla birlikte 4 örnekte öğrenme merkezlerinin parçalanıp, bölünebilen ve geçiş imkânına sahip esnek mekânlar olduğu görülmektedir. Öğrenme merkezleri çoğunlukla güney yönünde açıklıklara sahiptir. Bazı örneklerde tasarımının sınırlılıkları nedeni ile diğer yönlerde kullanım mevcuttur. Doğal aydınlatma tüm örneklerde önemli bir yere sahiptir. Geniş açıklıklı pencereler ve çatı penceresi kullanımı bunu destekler niteliktedir. Çatı penceresi bir örnekte çatı kullanıma açılmış olduğu için bulunmamaktadır. İç mekânda beyaz, gri gibi nötr renklerin doğal ahşap ile kullanımı ortak nokta oluşturmaktadır. Bir örnekte bu durum kullanım mavi, yeşil, sarı gibi renklerin yumuşak tonları ile desteklenmiştir.

3.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışma kapsamında yapılan inceleme sonucunda geometrik formların daha çok tercih edildiği görülmektedir. Bu durum tasarım kararları ile paralel şekilde gerçekleşmektedir. Genellikle kaynaklarda çocuk boyutlarında tek katlı yapıların tasarımı önerilir ve tek katlı yapıların açık alan ile direkt bağlantı kurulması açısından avantajlı olduğu görülmektedir. Ancak çok katlı olarak tasarlanan yapıların açık alan ile bağlantı açısından dezavantajlı olarak görülmesine rağmen , tasarımlarda bu konuda farklı çözümler ortaya koyulmuş ve bu durum avantajlı hale getirilmiştir. Rampalar , kaydıraklar ve açık sirkülasyon alanlarının kullanımı açık alan ile olan bağlantıyı sağlar ve hareketi teşvik eder. Tasarımlar geniş açıklıklı pencereler ve açık alan kullanımı açısından dışarıdan algılanabilir şeffaflıktadır. Böylelikle eğitimcilerin ve ailelerin

çocukları uzaktan takip edebilmesi mümkün kılınmıştır. Malzeme seçiminde beyaz , gri gibi renklerin ahşap ile kullanımı hakimdir. Bu durum günümüz sürdürülebilir mimari anlayışının bir yansıması olarak görülebilir ve kullanım açısından bakıldığında ise çocuklarda dikkat dağınıklığını azaltabilir .

Okul öncesi eğitim yapılarının tasarımında açık alan ile ilişkinin önemi tüm örneklerde karşımıza çıkmaktadır. Tasarım kararı açısından teras, okul bahçesi, avlu gibi farklı yöntemler ile olsa da tüm örneklerde açık alan kullanımına olanak sağlanmıştır. Öğrenme merkezlerinin açık alan ile direkt olarak bağlantılı olması tasarımsal sınırlılıklar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Tek katlı olarak tasarlanmış olan yapılarda direkt bağlantı gerçekleşirken çok katlı yapılarda yarı açık sirkülasyon alanları, teras ve çatı kullanımı gibi çözümler üretilmiştir. Çok katlı yapılar çocukları harekete teşvik eden rampa, kaydırak benzeri donatılara sahiptir. Bu noktada okul öncesi eğitim yapılarının tek katlı olarak tasarlanması gerekliliği arka plana atılabilir.

Sirkülasyon alanlarının toplanma, karşılaşma gibi sosyal olanaklara ve yemek alanı, gösteri alanı gibi işlevlere olanak sağlayacak esneklikte tasarlanması önemlidir. Bu kullanım, bir örnek haricinde kapalı avlu alanı, geniş sirkülasyon alanı gibi farklı yöntemler ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenme merkezlerinin tümünde farklı mekânda çeşitli etkinliklerin gerçekleşmesine olanak sağlayacak hareketli masa sandalye benzeri donatı elemanları bulunmaktadır. Bununla birlikte örneklerin çoğunluğunda sınıflar arası geçişler ile mekânın esnek kullanımına olanak sağlanmıştır. Oyun, sosyal iletişim, müzik, resim benzeri farklı öğrenme yöntemlerine olanak sağlayacak esnek mekânların kullanımı önemlidir. Islak hacimler öğrenme merkezinden geçiş olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu noktada çocuğun kullanımı açısından kolaylık getirmektedir. Büyük metrajlı örneklerde ayrıca ortak kullanım alanlarından ulaşabilecek ayrı bir ıslak hacim bulunmaktadır. Malzeme seçiminde ahşap kullanımı ve beyaz, gri gibi nötr renklerin kullanımı dikkat çekmektedir. Geniş pencere açıklıkları ve çatı pencereleri ile desteklenen doğal aydınlatmanın ise tüm örneklerde önemli bir yere sahip olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak baktığımızda gelişim evresindeki çocuğun fiziksel çevresinden etkilendiği ve içerisinde vaktinin büyük çoğunluğunu geçirdiği mimari mekânların çocuğun öğrenme yetisini, yaratıcılığını ve algısal- bilişsel gelişimini olumlu veya olumsuz olarak etkilediği araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur. Çocuklar kendilerini güvende hissettikleri ve değer gördüklerine inandıkları ortamlarda öğrenme fırsatı bulur ve bu fırsatları en iyi şekilde değerlendirirler. Bu noktada çocuklar için her türlü güvenlik ve sağlık önlemleri alınmış, keşfederek ve deneyimleyerek öğrenme imkânı sunan eğitim ortamlarının sağlanması önem taşımaktadır.

4.KAYNAKÇA

[1] S. Bredekamp, Erken Çocukluk Eğitiminde Etkili Uygulamalar (Effective Practices in Early Childhood Education 2nd Edition, Ankara : Nobel Yayıncılık , 2015.

[2] M. Montessori, The Absorbent Mind, India: The Theosophical Publishing House , 1949.

[3] H. Sanoff, Creating Environments For Young Children, Raleigh,NC: School of Design at North Carolina State University, 1995.

[4] E. A. Şener, *Okul Öncesi Eğitim Merkezleri İçin Değişebilir/Dönüşebilir/Esnek Bir 'Fiziksel Çevre Modeli',* İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi, 2001.

[5] S. Atacı, *Mekân-Öğrenme İlişkisinin Çocuk Müzeleri Üzerinden İncelenmesi,* İstanbul: Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Ünivesitesi, 2019.

[6] T. Laaksoharju, E. Rappe ve T. Kaivola, Helsinki: Urban Forestry and Urban Greening, 2012.

[7] M. Baran , A. Yılmaz ve M. Yıldırım, «Okul Öncesi Eğitimin Önemi ve Okul Öncesi Eğitim Yapılarındaki Kullanıcı Gereksinimleri Diyarbakır Huzurevleri Anaokulu Örneği,» *D.Ü.Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi,* pp. 27-44, 2007.

[8] Ş. Öymen Gür ve T. Zorlu , Çocuk Mekânları, İstanbul: Yem Yayınları, 2002.

[9] M. Sevinç, «Gardner'ın Çoklu Zeka Kuramı,» *Erken Çocuklukta Gelişim ve Eğitimde Yeni Yaklaşımlar,* pp. 67-83, 2005.

[10] S. Yazıcı, İstanbul : Yüksek Lisans Tezi , İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004.

[11] J. Beaty, Skills For Preschool Teacher, Columbus: OH Merrill, 1988.

[12] F. Koç, *Çocuk ve Mekân,* İstanbul: Yüksek Lisans Tezi , İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 1999.

İNTERNET KAYNAKLARI

Url 1: https://www.archdaily.com/967995/fillia-kindergarten-colucci-and-partners (E.T. 01.12.2022)

Url 2: https://architizer.com/projects/sanmin-kindergarten/ (E.T. 24..12.2022)

Url 3: https://www.archdaily.com/977337/bressol-creixem-jugant-school-bxd-arquitectura (E.T.01.12.2022)

Url 4: https://www.archdaily.com/971006/higashitateishi-nursery-school-aisaka-architects-atelier?ad_medium=gallery (E.T.01.12.2022)

Url 5: https://www.architonic.com/fr/project/innauer-matt-architekten-engelbach-kindergarten/20208292

Url 6: https://www.archdaily.com/980712/kindergarten-schonbuhl-dolmus-architekten (E.T.24.12.2022)

Url 7: https://www.archdaily.com/981951/puerto-varas-school-kindergarten-lagar-arquitectos (E.T.24.12.2022)

İSTANBUL'DA MEVCUT ESKI VE YENİ BİNANIN ENERJİ ETKİN TASARIMI BAĞLAMINDA BEP-TR UYGULAMASI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Yüksek lisans Öğrencisi, Firdevs Küçük

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ, Mimarlık Fakültesi, firdevskucuk@stu.ayin.edu.tr,

0000-0002-1198-4979

ÖZET

Dünyadaki enerji kaynaklarının azalması ve enerji arzının artması ile fosil tabanlı enerjinin verimli kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarınından yararlanılması giderek önem kazanmıştır. Çünkü fosil yakıtların tüketilmesi sonucunda açığa çıkan CO2 gazı, küresel sıcaklık artışına da sebep olmaktadır. Olumsuz sonuçların önlenmesi ve azaltılması küresel iklim değişikliği açısından oldukça önemlidir Dünyada harcanan enerjinin toplam %35-40'ından mevcut yapılar sorumludur. Bu enerji etkinliği az, yüksek karbonlu binaları enerji verimli hale getirmek için bina kabuğununa müdahaleler ve aktif ve pasif sistemlerin eklenmesi gibi iyileştirmeler uygulanmalıdır. Bu iyileştirmeler kullanıcının konfor şartlarını yakalamasına yardımcı olur ve bu şartlar sağlandığında binanın enerji verimliliği artar ve karbondioksit salınımı azalır. Bu nedenle 2002 yılında Avrupa ülkeleri "Binalarda Enerji Performansı Direktifi" yayınlamıştır. Ülkemizde de bu amaçla 2008 yılında bina enerji verimliliği yönetmeliği yayınlanmış ve dinamik simülasyon model ulısal yazılım Bep-Tr (Binalarda Enerji Performansı) geliştirilmiştir. Bu bağlamda, Bep-Tr yazılımı ile İstanbul Esenler'de mevcut bir eski (43 yaşında Yalıtımsız cephe, tek camlı alüminyum çerçeve) ve yeni binanın etkin enerji süreçleri, konfor üzerinde irdelenecektir. Çalışma kapsamında Vaka analizine tabi olan mevcut bir eski ve yeni binaların BEP-TR hesaplama yazılımı ile bina kabuğu parametreleri,malzemelerin tipi, yeri, kalınlığı ve ısıl özellikleri veriler girilerek yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarlar ısıtma, iklimlendirme, aydınlatma ve sera gazı emisyonları dahil olmak üzere alan tüketimleri hesaplanarak binaların enerji kimliği, enerji performansı ve emisyon salım sınıfları belirlenerek karşılaşılaştırlacaktır.

Anahtar kelimeler: Binalardaki CO_2 Emisyonu, Enerji Etkin, Enerji Kimlik Belgesi, Bina Enerji Performansı, Bina Enerji Verimliliği

COMPARISON OF EXISTING OLD AND NEW BUILDINGS IN ISTANBUL WITH THE BEP-TR PROGRAM IN THE CONTEXT OF ENERGY EFFICIENT DESIGN

Abstract

The decrease in natural energy resources in the world and the increase in energy supply, the efficient use of fossil-based energy, and the use of renewable energy sources have become increasingly important. The release of CO2 gas is considered a result of the consumption of fossil fuels, which is the main reason for the increase in global warming. Preventing and reducing negative consequences is very important in terms of global climate change which existing structures are responsible for 35-40% of the energy consumed in the world. To make high-carbon buildings energy efficient, improvements such as interventions of the building envelope and addition of active and passive systems must be implemented. These improvements help the habitants to achieve more comfortable conditions, and when these conditions are achieved, the building's energy efficiency will be increased, and carbon dioxide emissions will be reduced. For this reason, European countries published the Energy Performance in Buildings Directive in 2002. For the same purpose in our country, the building energy efficiency regulation was published in 2008. The dynamic simulation model national software Bep-Tr (Energy Performance in Buildings) has been developed.

In this context, the effective energy processes of existing old (43 years old Non-insulated facade, single-glazed aluminum frame) and new buildings in Istanbul will be examined on comfort by the Bep-Tr software. Within the scope of the study, the data of building envelope parameters, type, location, thickness, and thermal properties of existing old and new buildings, which are subject to case analysis, are entered with BEP-TR calculation software, annual energy consumption amounts per m² are included, in addition to heating, air conditioning, lighting, and greenhouse gas emissions. The energy identity, energy performance, and emission classes of the buildings will be determined and compared by calculating the building's consumption.

Keywords: CO_2 Emissions in Buildings, Energy Efficient, Energy Performance Certificate, Building Energy Performance

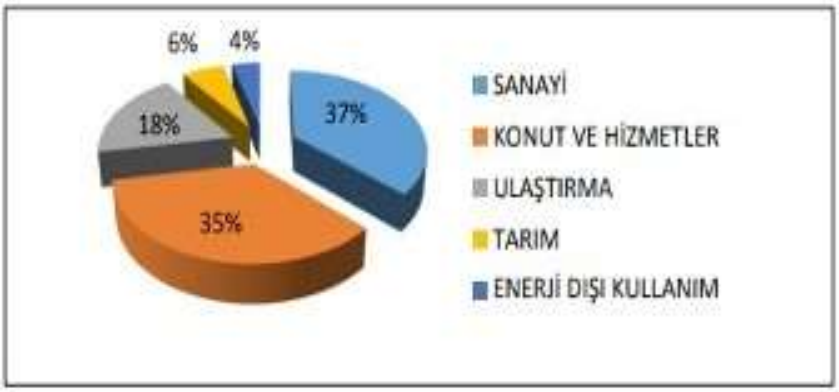
1. GİRİŞ

Tarihsel süreçte binaların yapım aşamasındaki önem sıralaması farklılıklar göstermektedir.Günümüzde iste fosil yakıta ulaşımın zorlaşması, maliyetlerin artması, artan nüfus oranı, fosil yakıt (yer altı kaynaklar) zengini olan ülkelerin olmayan ülkelere karşı siyasi ve ekonomik baskı aracı olarak kullanması ile birlikte uluslararası bir sorun haline gelen iklim krizide enerjiye ulaşımda farklı arayışlara yöneltmektedir.Bina yapım aşamasında da günümüzde çevre dostu, daha az enerji tüketen, yenilebilir enerji üreten yapılar önem sıralamasında öncelik taşımaktadır.Yapılarda enerji tüketiminin büyük bir kısmını ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemleri harcamaktadır.Bu ortalama dünya standartlarında %35-40 olarak müşahade edilirken ülkemizde %45-50 oranında olduğu ön görülmektedir.Buna paralel olarak enerjinin verimli kullanımında konfor, kalite, sağlık ve

istenen performans seviyeside göz önünde bulunduralarak enerji miktarı azaltılmaktadır (Gültekin ve Demircan, 2015).

Yapıların tasarım aşamasında yapının standartını düşürmeden kullanım, bakım, işletim, seçim ve iklimlendirme sistemlerinin yönetimi gibi yapıyı meydana getiren tüm birleşen ve materyaller kapsamında bireysel ve toplumsal fayda için enerji girdi miktarı ve maliyetleri minimimize etmek enerji verimliliğini sağlayan binaları ortaya çıkarmaktadır (Tıkansak 2014). Yapılan araştırmalarda yenilebilir enerjinin çevreye sağladığı pozitif katkı dışında ekonomik olarak da uzun vadede daha ekonomik ve kazanç sağladığı gözlemlenmektedir.

Bugün enerji arz/talep dengesindeki tutarsızlık ve iklim krizi toplumları daha çok yenilebilir enerjiyi (güneş, rüzgar, hidrojen, biyokütle, su enerjisi ve jeotermal) kullanmaya yöneltmektedir.Ülkemizde enerji tüketiminin %28 ‘i yer kaynaklardan %72 ‘si ithal kaynaklardan karşılanması ciddi ekonomik külfet oluşturmakta ve ülkemizi yenilebilir enerjiye daha hızlı bir şekilde yöneltmektedir.Ayrıca küresel bir köy olarak tanımlanan dünyada çevre kirliliğinin global bir sorun teşkil etmesi temiz, güvenilir yapıların önemini ortaya koymakta ve ülkeleri buna yönelik politikaları hayata geçirmeye sevk etmektedir (Gültekin ve Demircan, 2015).



Görsel 1. Türkiye enerji tüetiminin sektörlere göre dağılımı (TMMOB, 2012)**.**

2. ENERJİ ETKİN TASARIM PARAMETRELERİ

Günümüz şartlarında enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, yarattığı ekonomik sonuçlar ve fosil ham maddenin oluşturduğu çevresel olumsuz faktörler hem yeni enerji kaynaları arayışına hemde enerjiye olan talep dengesini minimum seviyede tutacak farklı çözüm arayışlarına itmektedir.Bu bağlamda, binaların tasarım aşamalarıda ‘’verimli enerji üreten bina tasarımları’’ na olan ilgiyi arttırmıştır (Özteker,2005). Verimli enerji üreten bina tasarımında olması gereken başlıca tasarım ilkeleri şu şekilde sıralanmaktadır;

- Bina konumu,
- Bina aralıkları,
- Bina yönü,
- Bina formu,
- Bina kabuğu,
- Doğal havalandırma sistemleri sayılabilir.

2.1. Bina Konumu

Binaların konumu verimli enerji üretme noktasında en önemli mihenk taşları arasında yer almaktadır.Yapının konumu arsadaki yön, eğim ve örtü unsurları bağlamında değerlendirilmelidir (Ovalı, 2009). Planlama aşamasında bina konumlanırılırken, bulunduğu yerdeki iklim koşulları (güneş ışınımı, nem, hava hareketleri, hava sıcaklığı) verimli enerji üretim/tüketimin de etkin rol oynamaktadır.

2.2. Bina Aaralıkları

Binaların yükseklikleri, aralık mesafeleri ile bina aralık konumları, binalarda yapım aşamasında etkin bir unsur olan rüzgar ve güneş ışınımına karşı set görevi görebilir.Etkin fayda sağlanması için, güneş radyasyonu kazanımları ile yararlı rüzgarları perdelemeyecek şekilde binalar arası mesafeler bu unsurlar dikkate alınarak planlanmalıdır (Gültekin ve Demircan, 2017). Binalar arası gölge derinliğinin eşit olması, ısıtılması ve soğutmada maksimum fayda sağlayan güneş enerjisini en faydalı kullanılmasına olanak sağlar (Yasan, 2011; Tunalı, 2012).

2.3. Bina Yönü

Yapılarda binaların yönü var olan iklim koşullarından minimum maliyet maksimum fayda sağlanması açısından önemli bir etkendir. Yaz ve kış güneşine karşı mevsimsel değişkenlik gösteren açılarına karşı yön konumlandırması yapılarak, hem verimli aydınlatma olanağından hemde ısıtmma ve soğutma gibi enerji tüketiminin başlıca sebeplerini faydasal döngüye dönüştürmede önemli bir parametredir (Gültekin ve Demircan, 2017). Ayrıca faydalı rüzgar akımlarından yarar sağlanması için doğru yön tayini, hem havalandırmada hemde ısınma ve soğutmada da ciddi enerji tasarrufu sağladığı gibi sağlıklı ve konforlu bir yapı ortaya çıkartır.

2.4. Bina Formu

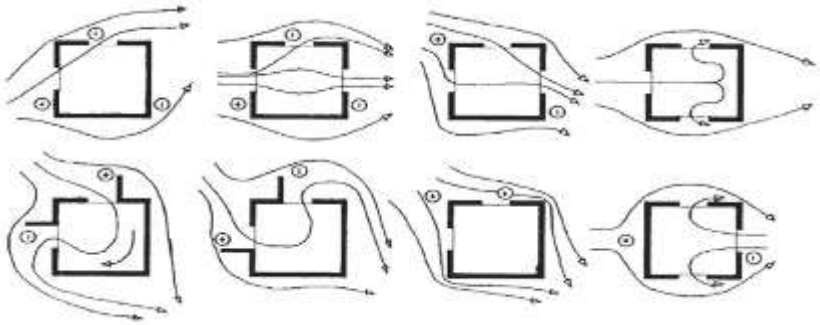
Yapılarda bina uzunluğu, yüksekliği, çatı tipleri(beşik,düz,kırma)'ni içine kapsayan şekil faktörlerinden oluşan bir tasarım tipi olarak tanımlanır (Berköz ve ark, 1995). Tasarım aşamasında yapıların bulunduğu coğrafi şartlara göre geometrik şekilleri değişkenlik göstermekte, enerji performansını etkin kullanmada önemli bir önem taşımaktadır.Örneğin soğuk iklime sahip bölgelerde ısı kaybına sebep olan alanlar daha küçük tasarlanırken sıcak iklimli bölgelerde gölgelendirilmiş alanlar gibi avlu tipleri daha geniş alan oluşturmaktadır.

2.5. Bina Kabuğu

Yapı kabuğu, binaların dış alanlardaki yaşam alanlarını kapsayan unsurlardan oluşur (Koca, 2006). Yapılarda ısı dengesini etkileyen bu parametre, saydam ve opak olmak üzere iki farklı türden meydana gelmektedir.Bu parametre, dışarıdaki iklim koşullarını iç alana faydalı ısı dengesini sağlayaramak açısında dikkate alınması gereken bir planlama yöntemidir.

2.6. Bina Havalandırılması

Temiz hava akışı sağlamada doğal havalandırma tekniği, iç emiş ve dış itiş olarak verimli hava akışı sağlamada kullanılan bir yöntemdir (Oral, 2009). Yapılarda doğal havalandırma kapasiteleri, binanın yönünü hakim rüzgara bakan açıklıklar ile belirlenir.(Ovalı 2009) Faydalı doğal havalandırmada tek taraflı havalandırma tercihi yapılırsa, pencere tercihi enine şerit pencere kullanılmalı, hava sirkülasyonu için duvar yüksekliği orta düzeyde tutulmalıdır (Yasan, 2011).



Görsel 2. Bina tasarımında doğal havalandırma prensibi (Ovalı, 2009)

3. ALAN ÇALIŞMASI

Vaka çalışması için İstanbul Esenler bölgesinde mevcut bir Eski ve Yeni Binaların, BEP-TR hesaplama yazılımı ile bina kabuğu parametreleri,malzemelerin tipi, yeri, kalınlığı ve ısıl özellikleri veriler girilerek yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarlar ısıtma, iklimlendirme, aydınlatma ve sera gazı emisyonları dahil olmak üzere alan tüketimleri hesaplanarak binaların enerji kimliği, enerji performansı ve emisyon salım sınıfları belirlenerek karşılaşılaştırlacaktır. Bahse konu olan örneklerin, özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

3.1. Örnek Eski Binanın Tanımı

Yapılan vaka çalışmasından verim alabilmek için "örnek bina" olarak sade ve kompleks olmayan bir apartman seçilmiştir. Zemin + Beş katlı, tek daireden oluşan örnek binanın bodrum katı bulunmamaktadır.

Bina köşede iki cephesi dış ortam ile temas halindedir. Binanın dış duvarları 3 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20cm iç sıva kalınlığı 3 cm dir.Dairelerin planları birbirinin aynısıdır ve toplam alan 525,51 m2 'dir Binaya herhangi bir ısı yalıtımı uygulanmamıştır. Binanın pencereleri tek cam içeren Alüminyum doğramalıdır. Zemin kat kömür sobasıyla, diğer daire sahipleri bireysel doğalgazlı soba ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını elektrikli ısıtıcılarla karşılamaktadır.

Görsel 3. Örnek Eski Binanın BEP- TR Görünümü

Çizelge 1. Örnek Eski Bina BEP- TR Bilgileri

BİNA BİLGİLERİ			
Toplam Kat Adedi	6	Duvar Ağırlıklı U Değeri	1,36
Bodrum Kat Adedi	0	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0
Ortalama kat Yüksekliği(m)	2,9	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	4,71
Toplam Bina Alanı(m²)	525,51	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,95
İklimlendirilen Alan (m²)	525,51	Konsal Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0.00
Net Alan (m²)	478,18	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,14
Toplam Zon Adedi	6	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,9
İklimlendirilen Zon Adedi	6	Kapı Ağırlıklı U Değeri	3,5

3.2. Örnek Yeni Binanın Tanımı

Yapılan vaka çalışmasından verim alabilmek için "örnek bina" olarak sade ve kompleks olmayan bir apartman seçilmiştir. Zemin + Üç katlı, tek daireden oluşan örnek binanın bodrum katı dükkan olarak kullanılmaktadır. Bina köşede iki cephesi dış ortam ile temas halindedir. Binanın dış duvarları 2 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20cm, ısı yalıtım malzemesi 5 cm, iç sıva kalınlığı 2 cm dir. Dairelerin planları birbirinin aynısıdır ve toplam alan 586,06 m2 'dir. Binanın pencereleri renksiz yalıtım camı (4+16mmHava+4) PVC doğramalıdır. Daire sahipleri yoğuşmalı kombi ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını yoğuşmali kombi ile karşılamaktadır.

Görsel 4. Örnek Yeni Binanın BEP- TR Görüntüsü

Çizelge 2. Örnek Yeni Bina BEP- TR Bilgileri

BİNA BİLGİLERİ			
Toplam Kat Adedi	5	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,44
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,57
Ortalama kat Yüksekliği(m)	2,8	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,57
Toplam Bina Alanı(m²)	586,06	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	1,93
İklimlendirilen Alan (m²)	511,65	Konsal Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0.58
Net Alan (m²)	447,81	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,58
Toplam Zon Adedi	13	Pencere Ağırlıklı U Değeri	2,7
İklimlendirilen Zon Adedi	8	Kapı Ağırlıklı U Değeri	4,06

3.3. Örnek Eski Bina Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilebilir Enerji Kullanım Oranları

Enerji performansı E sınıfıdır. Sera gazı emisyonu oranı 47,21 kg eşd.CO_2 \m².yıl sınıfı E dir. Yenilenebilir enerji kullanılmamıştır. Sera gazı değeri atmosfere salınan zararlı gaz baz alınarak belirlenmektedir. Örnek eski binanın cephesinde ısı yalıtım yapılmamış geleneksel yöntemler ile yapılmış binanın cephesi sıva ve tuğladan oluşmaktadır. Tek katmanlı cam alüminyum çerçeveli pencereleri ısı yalıtımsızdır. Bu nedenle Bep-tr yönetmeliğine göre C sınıfı geçer kabul edilir, alt D,E, F,G sınıfları geçer kabul edilmediği için enerji kimlik belgesi verilmez. Sadece bilgi amaçlı ön ara form çıkartıla bilir.

Görsel 5. Örnek Eski Bina Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilebilir Enerji Kullanım Oranlarının BEP-TR Sonuçları

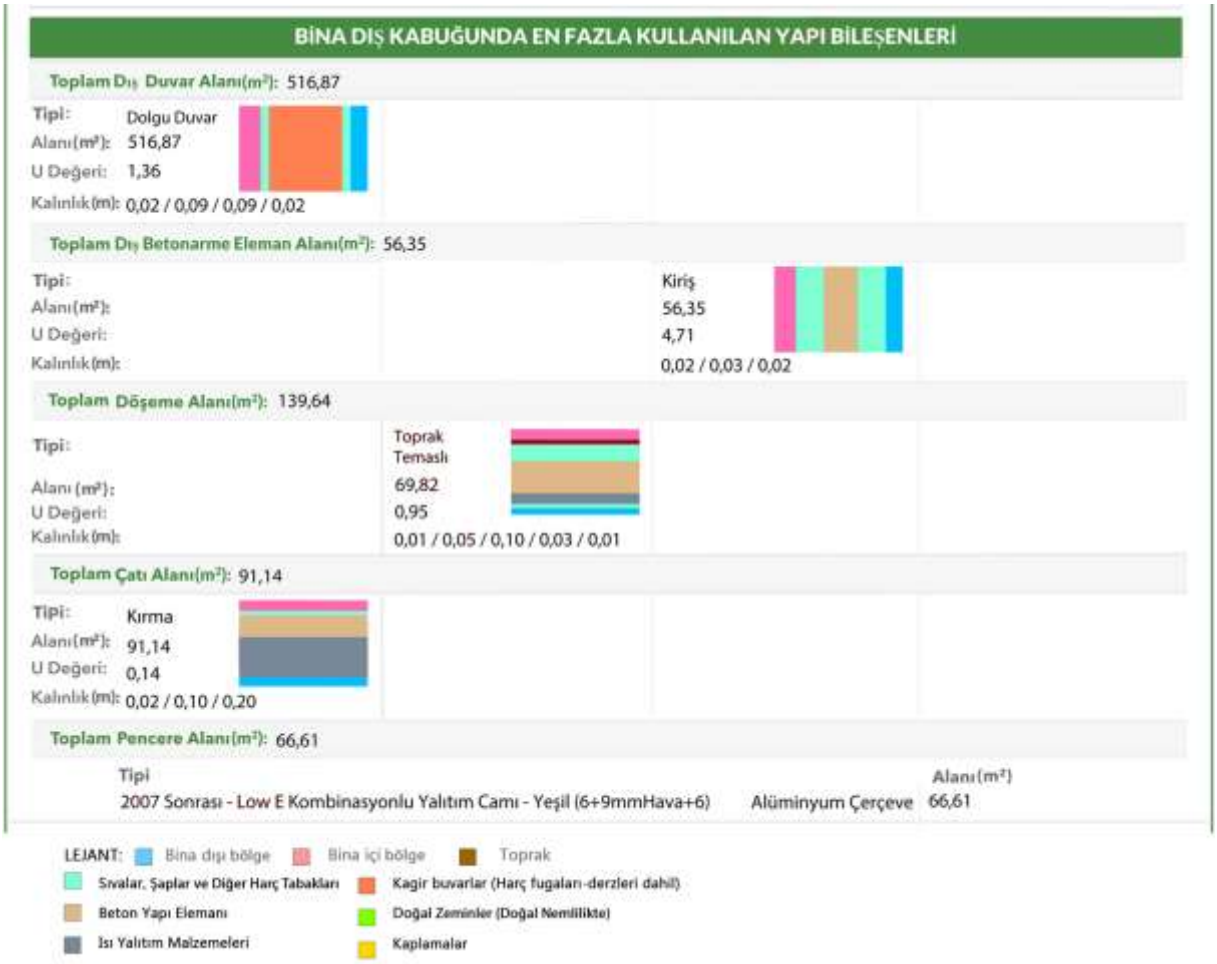
3.4. Örnek Yeni Bina Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilebilir Enerji Kullanım Oranları

Enerji performansı C sınıfıdır. Sera gazı emisyonu oranı **34,35 kg eşd.**CO_2 \m².yıl sınıfı C dir. Yenilenebilir enerji kullanılmamıştır.

Görsel 6. Örnek yeni Bina Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilebilir Enerji Kullanım Oranlarının BEP-TR Sonuçları

3.5. Örnek Eski Bina Dış Kabuğunda En Faza Kullanılan Yapı Bileşenleri

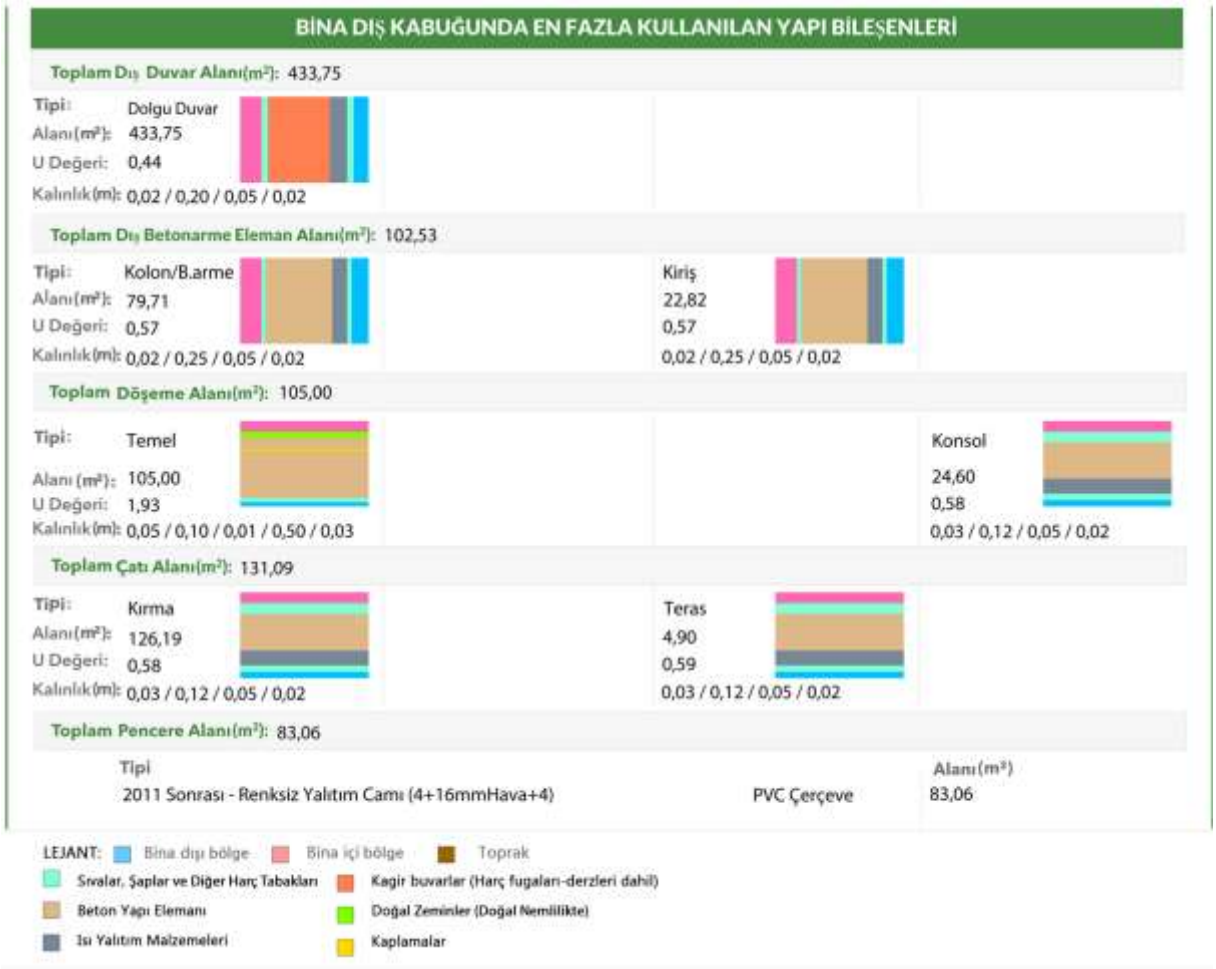
Binanın dış duvarları 3 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20 cm iç sıva kalınlığı 3 cm dir. Toplam dış duvar alanı 516,87 m2 ’dir Binaya herhangi bir ısı yalıtımı uygulanmamıştır. Binanın pencereleri tek cam içeren Alüminyum doğramalı olup toplam pencere alanı 66,61 m2 ’dir. Bina kırma çatılı olup toplam alanı 91,14 m2 ’dir.



Görsel 7. Örnek Eski Binaya Ait Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenleri (duvar,dış betonarme, kiriş döşeme, çatı, pencere) ve lejant BEP- TR Bilgileri

3.6. Örnek Yeni Bina Dış Kabuğunda En Faza Kullanılan Yapı Bileşenleri

Bina köşede iki cephesi dış ortam ile temas halindedir. Binanın dış duvarları 2 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20cm, ısı yalıtım malzemesi 5 cm, iç sıva kalınlığı 2 cm dir. Toplam duvar alanı 433,75 m2 'dir. Binanın pencereleri renksiz yalıtım camı (4+16mmHava+4) PVC doğramalıdır. Bina kırma çatılı olup toplam alanı 131,09 m2 'dir.



Görsel 8. Örnek Yeni Binaya Ait Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenleri (duvar,dış betonarme, kiriş döşeme, çatı, pencere) ve lejant BEP- TR Bilgileri

3.7. Örnek Eski Bina Mekanik Sistemleri

Zemin kat kömür sobasıyla, diğer daire sahipleri bireysel doğalgazlı soba ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını elektrikli ısıtıcılarla karşılamaktadır. Sogutma sistemi yoktur. Aydınlatmada en fazla kullanılan elemanı ve tipi Kompakt Fluoresan (20 W) (1200 lümen) 24 adet kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji bileşenlerinden biri olan Kojen sistemli enerji üretimi yoktur.

Çizelge 3.. Örnek Eski Binaya Ait (Isıtma, soğutma, aydınlatma, kojen enerji) BEP- TR Mekanik Sistem Bilgileri

MEKANİK SİSTEMLER			İklimlendirilen Zon Adedi 6
Binanın Isıtma Sistemi			Sıcak Su Sistemleri
Bağlı Zon Adedi	5	1	6
Sistemin Konumu	Mahal	Mahal	Mahal
Sistemin Tipi	Gaz Yakıtlı Bacalı Üniteler	Kömür Yakıtlı Döküm Soba	Elektrikli Ani Su Isıtıcı
Sistemin Gücü (kW)	4	1	3
Yakıt Tipi	Gaz	Kömür	Elektrik
Güneş Enerjisi Katkısı			
Binanın Soğutma Sistemi			Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	5*	1*	Bağlı Zon Adedi
Sistemin Konumu	Mahal*	Mahal*	Sistemin Tipi
Sistemin Tipi	Ayrık (Split) Sistemler*	Ayrık (Split) Sistemler*	Isı Esanjörü
Sistemin Gücü (kW)	3*	2*	
Aydınlatma Sistemi			
En Fazla Kullanılan Armetür Tipi ve Adedi (A) Çıplak- 6		En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi Kompakt Fluoresan (20W) (1200 lümen)	24
Toplam Aydınlatma Gücü (W)	480		
Toplam Aydınlatma Lümen	28800		
Kojen Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji	
Isı Geri Kazanımı (kWh)	0	Pik Güç (kW)	0
Elektrik Gücü Çıkıntısı (kW)	0	Alan (m^2)	0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0		
Yakıt Tüketimi	0		
Yakıt Tipi			

(*) İşaretli ie gösterilen makenik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.

3.7. Örnek Yeni Bina Mekanik Sistemleri

Daire sahipleri yoğuşmalı kombi ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını yoğuşmali kombi ile karşılamaktadır. Sogutma sistemi yoktur. Aydınlatmada en fazla kullanılan elemanı ve tipi Kompakt Fluoresan (20 W) (1200 lümen) 24 adet Enkandesan (40 W) (450 lümen) 13 adet kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji bileşenlerinden biri olan Kojen sistemli enerji üretimi yoktur.

Çizelge 4. Örnek Yeni Binaya Ait (Isıtma, soğutma, aydınlatma, kojen enerji) BEP- TR Mekanik Sistem Bilgileri

MEKANİK SİSTEMLER			İklimlendirilen Zon Adedi 8
Binanın Isıtma Sistemi			Sıcak Su Sistemleri
Bağlı Zon Adedi	8		8
Sistemin Konumu	Mahal		Mahal
Sistemin Tipi	Yoğuşmalı Kombi		Yoğuşmalı Kombi
Sistemin Gücü (kW)	24		24
Yakıt Tipi	Gaz		Gaz
Güç Enerjisi Katkısı			
Binanın Soğutma Sistemi			Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	6*	1*	Bağlı Zon Adedi
Sistemin Konumu	Mahal*	Mahal*	Sistemin Tipi
Sistemin Tipi	Ayrık (Split) Sistemler*	Ayrık (Split) Sistemler*	Isı Esanjörü
Sistemin Gücü (kW)	2*	3*	
Aydınlatma Sistemi			
En Fazla Kullanılan Armetür Tipi ve Adedi (A) Çıplak- 13		En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi Kompakt Fluoresan (20W) (1200 lümen)	85 13 13
Toplam Aydınlatma Gücü (W)	2200		
Toplam Aydınlatma Lümen	107850		
Kojen Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji	
Isı Geri Kazanımı (kWh)	0	Pik Güç (kW)	0
Elektrik Gücü Çıkıntısı (kW)	0	Alan (m^2)	0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0		
Yakıt Tüketimi	0		
Yakıt Tipi			

(*) İşaretli ie gösterilen makenik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

BEP-TR programı tarafından oluşturulan hesaplamalar sonucu binanın enerji performansı verilmiştir. Enerji performansının sütun kısmında Programın sağladığı ısıtma, sıhhi su, soğutma, havalandırma, aydınlatma, sera gazları ve toplam enerji tüketimi değerleri sabit bir biçimde sunulmaktadır. Satır kısmında, birincil tüketim ve m2 başına tüketim değerlerini gösterir. Birincil enerji tüketimi, tüketilen elektrikk enerjisinin üretimve dağıtım aşamalarında tüketilen enerji ile birlikte, bir binada katı, sıvı ve gaz yakıtlarından elde edilen enerjinin son kullanıcılar veya bağımsız bölümler tarafından tüketilmesinin toplam ifade eder.

4.1 Örnek Eski Bina Enerji Performans Sistemleri

Çizelge 5. Örnek Eski Binaya Ait Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Kolejen Enerji ve Sınıfının BEP- TR Sistem Bilgileri

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m².yıl)	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m².yıl)	
Toplam	100733,66	191,69	0	0	E
Isıtma	83809,27	159,48	0	0	E
Sıhhi Sıcak Su	13679,76	26,03	0	0	F
Soğutma	1279,03	2,43	0	0	A
Havalandırma	0	0			D
Aydınlatma	1965,6	3,74			D
Kojenerasyon	---	----	0	0	---
Fotovoltaik	---	----	0	0	---

4.2 Örnek Yeni Bina Enerji Performans Sistemleri

Çizelge 6.. Örnek Yeni Binaya Ait Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Kolejen Enerji ve Sınıfının BEP- TR Sistem Bilgileri

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m².yıl)	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m².yıl)	
Toplam	73608,02	143,86	0	0	C
Isıtma	56830,92	111,07	0	0	C
Sıhhi Sıcak Su	8719,55	17,04	0	0	C
Soğutma	5716,34	11,17	0	0	C
Havalandırma	0	0			D
Aydınlatma	2341,2	4,58			E
Kojenerasyon	---	----	0	0	---
Fotovoltaik	---	----	0	0	---

BEP TR programını sonuçları neticesinde enerji performansı hesaplanan binaların enerji seviyelerinin Örnek Yeni Bina için C sınıfı , Örnek Eski Bina için ise E sınıfı olduğu görülmektedir. C seviyesi binanın istenilen enerji performansını temel düzeyde sağladığını ortaya koymaktadır D, E ve F seviyeleri ise binanın istenilen enerji performansını sağlayamadığının bir göstergesidir. Enerji performansı sonuçlarını ısıtma, sıcak su, soğutma, havalandırma, aydınlatma olarak incelendiğinde;

Örnek eski binada ısıtma E, sıhhi sıcak su E, Soğutma A, havalandırma D, aydınlatma D olarak tesbit edilmiştir. Örnek yeni binada ısıtma C, sıhhi sıcak su C, Soğutma D, havalandırma D, aydınlatma E olarak tesbit edilmiştir.

Isıtma için eski bina E sınıfı yeni bina C sınıfında olduğu görülmüştür. Isıtma enerji performansının eski binada E sınıfında çıkması binaya herhangi bir yalıtımın yapılmamış olmasıdır. Duvar katmanları 3 cm dış sıva 20 cm kalınlığında delikli tuğla ve 3 cm kalınlığında iç sıvadır. Binanın pencereleri tek katmanlı cam, çerçevesi ise alüminyum doğramalıdır. Isı yalıtımı yüksek pencereler ve cepheye ısı yalıtımı ile ısıtma için harcanan enerji düşürülebilir.

Sıhhi Sıcak Su enerji performansları eski bina için E yeni bina için C enerji seviyesi olarak tespit edilmiştir. Eski binada bu değerin düşük çıkmasının en önemli sebebi elektrikli ani su ısıtıcısı şohben kullanılmasından kaynaklanmaktaktadır.

Havalandrıma için örnek eski ve yeni binanın havalandırma enerji performansı D sınıfı olarak aynı sınıf çıkması ve havalandırma Sistemin metre kare başına düşen enerji tüketimi çok düşük olmasına rağmen enerji sınıfının D olması programın işleyişinden kaynaklanmaktadır. BEP-TR programında sanal olarak oluşturduğu bir yapıyı mevcut yapı ile karşılaştırırken, program mevcut binanın tamamını hesaplar. Özelliklerini sanal binalara tam olarak uygulayamadığı için sağlıklı havalandırma enerji performansını hesaplayamaz. Bu da programın gelişmesi gerektiği sonucuna vardırır.

Soğutma sistemi enerji performansında eski bina A sınıfında yeni bina D sınıfında çıkmıştır. Yeni binada klima olmamasına rağmen D çıkması BEP-TR programınının daha kapsamlı verilerin işlene bilmesi açısından güncellenmelidir.
Aydınlatma da eski binanın D yeni binanın E olarak tesbit edilmiştir. Bunun için uygun yöntem, enerji tüketimi düşük aydınlatma kullanmak ve binanın gündüz saatlerinden istifade etmek gerektiği söylenebilir.
Sera gazı enerji performansı eski bina için E sınıfı, sera gazı emisyon oranı 47,21 kg eşd.CO_2 \m².yıl dır. Yeni bina sera gazı enerji performansı C sınıfı, sera gazı emisyonu oranı ise 34,35 kg eşd.CO_2 \m².yıl dır. Sera gazı değeri atmosfere salınan zararlı gazlardan tespit edilir. Bu zararlı gazların başında ise karbondioksit gazı gelmektedir. Sera gazı değeri atmosfere salınan zararlı gaz baz alınarak belirlenmektedir. Karbondioksit gazı esas olarak fosil yakıtlardan elektrik eldesinde üretilmektedir. Elektriğin verimli kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi, karbondioksit emisyonlarını azaltmakta ve sera gazı enerji performansı sınıfını kategorisini yükseltmektedir.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Dünyada her geçen gün artan enerjiye olan talep döngüsüne yeterli arzın sağlanamaması, ekonomik daralmalar, artan nüfus oranları ve fosil yakıtların çevreye verdiği olumsuz sonuçların yaşamı etkiler duruma gelmesi, yenilebilir enerjinin ve düşük enerji tüketen yapıların önemini bir kere daha ön plana çıkarmaktadır.
Türkiyede ekonomik kaygılar sonucu daha yaşanabilir hayat standartları düşüncesiyle 80'li yıllardan itibaren hızlıca kentlere ciddi bir nüfus artışı sonucu kentler plansız bir kentleşme ile karşı karşıya bırakılmıştır. Bu yıllarda yapılan yapılar hiç bir denetime tabi tutulmaksızın hızlı ve maliyet düşüncesiyle yalıtımsız konforsuz sadece barınma odaklı inşa edilerek belli standartlar göz ardı edilmiştir. Bilindiği üzere enerji arzında her geçen gün ciddi sorunlar

yaşanmaktadır. Bu sebeple enerji tüketimini en aza indirgenmek ve yenilebilir enerjiden maksimum fayda sağlanmalıdır. Enerji tüketiminin %40-45'den mevcut yapılar sorumlu olduğu düşünüldüğünde özellikle eski yapılarda enerji etkin odaklı iyileştirmeler hız kazanmalıdır. Mevcut yapıların enerji tüketiminini azaltmaya yönelik iyileştirmeler yapılmalı, yeni yapılarda da etkin enerjili tasarım parametrelerine yönelik projeler geliştirilmelidir Bu sebeple çeşitli arayışlara girilmiş buna yönelik politikalar hızlıca hayata geçirilmeye başlanmıştır.

Yapılar, kullanıma bağlı olarak en çok enerjiyi ısıtma, soğutma, sıcak su ve aydınlatmada tüketmektedir. Enerji gereksinimlerini iyileştirmek, kullanıcı konforunu artırmak ve bu koşulları optimize etmek için en etkili tasarım parametrelerinden biri yapı kabuğudur.

Bu çalışmada geleneksel yöntemle yapılmış gerek yapı kabuğunda, gerek ise pencerelerinde hiç bir ısı yalıtımı olmayan eski yapı ile yeni yapıların enerji performanslarını, yıllık enerji giderlerini, sera gazı emisyon oranlarını, yapnın mekanik sistemlerini ve yapı dış kabuğu bileşenlerininin etkilerini analiz etmektir CO2 emisyonununa bağlı olarak enerji kimlik belgesinde aldığı sınıfları karşılaştırma yaparak incelenmiştir. Burada dikkat çekilmek istenen husus sera gazlarından dolayı hızla ısınan gezegenimizin sorumlusu olan enerji tüketim giderleri ve CO2 emisyonlarına ve bu oranları besleyen eski yapıların enerji harcamalarına, emisyon değerlerine vurgu yapmak istenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Bekar, D. (2007). Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi (Master's thesis, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Turkey). Retrieved from https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

[2] Berköz, E., Küçükdoğu, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G., Ak, F. et al. (1995). Enerji etkin konut ve yerleşme tasarımı. İstanbul, Turkey: TÜBİTAK- İNTAG 201.

[3] BERKÖZ, E. ve diğerleri, Enerji Etkin Konut ve yerleşme Dizaynı, TÜBİTAK Araştırma Raporu, 1995

[4] Gültekin, A. B. & Demircan, R. K. (2015). Binalarda pasif ve aktif güneş sistemlerinin incelenmesi. In 2nd International Sustainable Buildings Symposium, Ankara, Turkey.

[5] Gültekin, A. B. & Demircan, R. K. (2017). Binalarda Pasif ve Aktif Güneş Sistemlerinin İncelenmesi. TÜBAV Bilim Dergisi, 10(1), 36-51.

[6] Koca, Ö. (2006). Sıcak Kuru ve Sıcak Nemli İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Yerleşme ve Bina Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşım (Master's thesis, İstanbul Teknik Üniversitesi, Istanbul, Turkey). Retrieved from https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

[7] Ovalı, P. K. (2009). Türkiye iklim bölgeleri bağlamında ekolojik tasarım ölçütleri sistematiğinin oluşturulması "Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi" (Doctoral dissertation, Trakya Üniversitesi, Edirne, Turkey). Retrieved from https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

[8] Özteker, S. S. Ç. (2005). Ekolojik Tasarımda Mimari Tesisat İlişkileri. TTMD Dergisi

[9] Tıkansak, T. E. (2014). Konutlarda Enerji Etkinliği. Iconarp International Journal of Architecture and Planning, 1(2), 189-200

[10] TMMOB, 2012. Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği, Makina Mühendisleri Odası Raporu, Ankara.

[11] Tunalı, S. (2012). Enerji simülasyon metodlarının bina tasarım sürecinde destek sistemi olarak kullanılması (Master's thesis, Istanbul Teknik Üniversitesi, Istanbul, Turkey). Retrieved from https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

[12] Yasan, A.S., 2011. Bina Tasarım Parametrelerinin Enerji Harcamalarına Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 129-132, 19.

DERİ ÜRETİM PROSESİ KAYNAKLI İŞ GÜVENLİĞİ TEHLİKELERİ

Dr. Öğretim Üyesi AYŞENUR USLU [1], Dr. GÜL USLU [2]

[1] Sinop Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, auslu@sinop.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-5103-9405

[2]ISO 45001 Baş Denetçisi, İş Güvenliği Uzmanı, gulluslu@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-3691-2111

ÖZET

Günümüzün iş ortamı, hızlı, dramatik ve beklenmedik değişikliklerle karakterize edilmektedir. Bu nedenle, çalışanların sadece geleneksel anlamda işlerini icra etmeleri yeterli değildir, aynı zamanda bulundukları çevrenin iş sağlığı ve güvenliği açısından ihtiyaçlara cevap vermesi gerekmektedir. İş sağlığı ve güvenliği, tüm işverenlerin çalışanlarını, çalışma arkadaşlarını, taşeronlarını, ziyaretçilerini, müşterilerini, ailelerini ve işyeri ortamından etkilenebilecek herkesi korumalarına yardımcı olan multidisipliner bir alandır. İşyerlerindeki sağlık ve güvenlik faaliyetleri, çalışma koşullarının, ekonomik ve yaşam standartlarının iyileştirilmesi amacıyla gereklidir. Her sektörde işveren tarafından sağlanan çeşitli sağlık ve güvenlik önlemlerinin, fiziksel/zihinsel verimlilik, sağlık ve iş tatmini üzerinde anında etkisi olacağı bilinmektedir. İşyerlerinde sağlık ve güvenlik yönetimi, işyerine has tehlikeleri belirleyerek kazaları ve maruziyeti azaltmak amacıyla davranış ve prosedürlerle ilgilenir. Ayrıca kazaya müdahale, acil durum hazırlığı ve koruyucu giysi ve ekipman kullanımı konularında personel eğitimini de içerir. Çok sayıda sektör arasında faaliyet gösteren deri sektörü de birtakım işyeri risklerini taşımaktadır. Bu riskler insanları (çalışanlar, ortaklar, müşteriler, toplum), işyerini (tesis, ekipman, üretim) ve çevreyi etkiler.

Bilindiği üzere çok eski zamanlardan beri insanlar temel ihtiyaçlarını karşılamak için hayvan derisini kullanmışlardır. İlk çağlardan beri hayvanların kürk ve derileri giyim eşyası olarak değerlendirilmiş, zamanla kullanım alanları genişleyerek ayakkabı, çanta, mobilya, alet ve cüzdan gibi birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır. İşlenmemiş hayvan derilerinin çürümemeleri, dayanımlarının artması ve dolayısıyla da ürün elde etmeye hazır hale getirmek amacıyla tabaklama işlemi yapılmaktadır. Hayvan postlarının ve derilerinin tabaklanarak eşya haline getirilmesi dünyada yaygın olarak uygulanan bir endüstriyel faaliyettir. Özellikle deri tabaklama işlemlerinde çalışanlar sıklıkla biyolojik ve kimyasal risklerle karşılaşırlar.

Bu çalışmada deri tabaklama yöntemleri ve tabaklama işlemini gerçekleştiren çalışanın karşılaşabileceği tehlikeler ve alınabilecek önlemler hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, deri tabaklama, işyeri tehlikeleri, risk analizi

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamaları, genellikle daha güçlü düzenlemelere sahip olan daha gelişmiş ülkelerde geçerli olan standartları karşılamamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde uygulanan iş güvenliği uygulamaları gelişmiş ülkelerdekinden daha sınırlı veya az gelişmiş yasa ve yönetmelikler altında icra edilmektedir [1][2]. Yüksek işsizlik, düşük işgücü maliyetleri, düzenleme eksikliği ve güvenlik ve çevre düzenlemelerinin zayıf uygulanması, daha fakir ülkeleri ticari girişimler için çok karlı hale getiriyor [3].

Gelişmekte olan ülkelerdeki deri tabakhane çalışanları, deri ve derilerin tabaklanması sırasında tehlikeli maddelere ve işlemlere maruz kalmaları nedeniyle işyerinde çeşitli sağlık ve güvenlik riskleriyle karşı karşıyadır. Tabaklama işleminde kullanılan kimyasallar, çalışanlar için potansiyel olarak tahriş edicidir. Bunun yanı sıra, enfeksiyon sürekli bir tehlikedir çünkü tabakhanede hammaddelerin elle işlenmesi yüksek konsantrasyonda patojenlere maruz kalmaya neden olur. Solunum güçlüğü, cilt hastalıkları, sarılık ve iş yerindeki kazalar nedeniyle yaralanmaların çokça bildirildiği tabakhane çalışanlarının yüksek yüzdesi göz önüne alındığında, çalışanlara güvenlik eğitimi verilmeli ve kişisel koruyucu donanım (maske, bone, önlük, gözlük, eldiven, lastik botlar) kullanımı tanıtılmalıdır. Bu, deri tabakhanesinde mesleki maruziyet riskini azaltmak için uygun teknikler konusunda farkındalığı artırmaya yardımcı olacaktır.

Tabakhane atık sularından çıkan kimyasal atıklar, kromat ve bikromat tuzları, anilin, bütil asetat, etanol, benzen, toluen, kalsiyum tuzları, klor, yüzey aktif madde tuzları, sodyum sülfit, sülfürik asit, organik maddeler, toksik veya zehirli maddeler ve boyalar içerir [4].

Tabaklama işleminde yaklaşık 40 farklı türde kimyasal kullanılırken, kimyasalların sadece %20'si deri tarafından emilir, kalan %80 ise atık olarak açığa çıkmaktadır [5].

Tabakhane çalışanları, derilerin tabaklanması sırasında birçok tehlikeli maddeye ve işleme maruz kalmaktadır. Tabaklama işleminde kullanılan kimyasalların çalışanlar için potansiyel tahriş edici ve hassaslaştırıcı maddeler olduğu bildirilmiştir [6].

Ayrıca, ham maddelerde bulunan yüksek konsantrasyonda patojenlere maruz kalma nedeniyle enfeksiyon işçiler için sürekli bir tehlikedir [7].

Hindistan'da yapılan bir kesitsel çalışmada, deri tabakhane çalışanlarının sıklıkla bel ağrısı (%61), astım (%38), dermatit (%31) ve kronik bronşitten (%14) şikâyet ettiği bildirildi [7]. Ayrıca tabakhane çalışanları arasında astım yaygınlığının Pakistan'da %5,3 [8], İstanbul'da %3 [9] ve Sudan'da %20 [10] olarak tahmin edilmektedir.

Bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğu, tabakhane çalışanlarının kroma (organik form veya proteine bağlı form) mesleki maruziyetinin dermatit, ülser ve solunum yolu hastalığı riskini artırdığını bildirmiştir [1][5][6][7][9][11][12]

2. TABAKLAMA İŞLEMİ

Tabaklama işlemi, Avrupa Komisyonu tarafından tavsiye edildiği gibi, esas olarak alt işlenti (tabaklama işlemi öncesinde yapılan tüm deri işlentileri), yaş bitirme, kuru bitirme ve paketleme dahil olmak üzere dört adımdan oluşur [13].

Üretilen derinin türüne bağlı olarak, tabakhaneler arasındaki aşamalarda önemli farklılıklar vardır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında tabaklama tesislerinin ölçeğinde ve türlerinde de önemli farklılıklar vardır. Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve Avrupa gibi gelişmiş ülkelerdeki tabakhaneler oldukça mekanize olup, kapalı otomatik sistemler ve birçok kimyasal madde kullanmaktadır [13][14]. Bangladeş, Pakistan, Afganistan, Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde ise hala çoğunlukla el işçiliği ve doğal tabaklama maddeleri kullanılmaktadır [15][16].

Alt işlentide, ham deriler bambu çerçeveler üzerine, mandallarla veya hafif güneşte yere yayılarak gerilir. Alt işlenti çalışanları, ıslatma, kireçleme, et alma, kireç giderme, asitleme ve dekapaj (yüzey temizleme) gibi hazırlık işlemleri sırasında çeşitli tozlara ve kimyasal maddelere maruz kalmaktadır [13][14]. Tabaklama, bitkisel tabaklama durumunda krom (III) bileşiklerinin uygulanmasını içerir [17].

Yaş bitirme; ayırma, tıraşlama, cilalama ve yağlamayı içerir.

İşçilerin bu aşamada su veya kimyasallarla doğrudan teması yoktur, ancak ıslak derileri işlerken ve ayrıca kurutma, tıraşlama, cilalama, presleme, dolgu ve püskürtme gibi kuru finisaj aşamasında petrol ürünlerine ve kimyasallara maruz kalabilirler [13][14]. Makinelerin çalıştırılması ve püskürtme sırasında deri ve boyadan oluşan toz parçacıklarına maruz kalma bu aşamadaki özel tehlikelerdir [18].

Son aşamada, birkaç işçi "çeşitli" olarak kabul edilen kimyasalların paketleyicisi, süpürücüsü, taşıyıcısı ve karıştırıcısı olarak görev yapmaktadır. Bu grupta çalışanlar ham postları ve derileri taşırlar ve çıplak elleriyle kimyasalları karıştırırlar. Bu nedenle günlük çalışma esnasında bir bölümden diğerine geçerken birden fazla tehlikeye aynı anda maruz kalırlar.

Yarı Mamul Deri Ürünler

Islatma: Islatma işlemi derideki fazla maddeyi temizleyerek yumuşak, doğal ve şişmiş yapısını geri kazandırır.

Kıldan arındırma, kireçleme: Artakalan kıl, tüy gibi tabakalar içeriden alınır. Bu işlem sırasında sodyum sülfür, sodyum hidrosülfür ve kireç kullanılır.

Kireçsizlendirmek: Çeşitli enzimler yardımıyla fazla kireç arındırılır ve derideki etkisiz proteinler çözülür.

Yağ alma: Üstteki fazla yağın çıkarılmasıdır. Bu bölümde genellikle solvent tercih edilmektedir.

Asitle temizleme: Daha iyi tabaklama için asitlik derecesinin yükseltilmesi işlemidir. Buna salamura işlemi denir.

Nemli mavi yarı mamul

Tabaklama: Bu süreç, yapılan işlemler yardımıyla saflaştırılan derinin, derin bozulma ve kokuşmaya karşı bir dönüşüm sürecidir (Görsel 1). Farklı şekillerde kullanılabilir (Krom, bitkisel, sentetik vb.)

Kuru yarı mamul

Retenaj: İkinci tabaklama işlemi olarak bilinir. Derinin daha sıkı, dayanıklı ve dolgun olması için yapılır (Görsel 2).

Boyama: Bu bir renklendirme işlemidir. Genelde su bazlı asitli boyalar tercih edilir.

Mamul

Finisaj: Bu aşama, derinin nihai yüzeyinin görünümünü ve yüzey özelliklerini belirler. Bu, renklendirme, su geçirmezlik, mum kaplamaları ve aynı zamanda derinin ütülenmesi veya kabartılması gibi mekanik işleme aşamalarını içerir.

Görsel 1. Nemli mavi yarı mamul [19]

Görsel 2. Retenaj tamburunun boşaltılmasıyla kimyasallara maruz kalma [20].

3. TABAKHANELERDE İŞ GÜVENLİĞİ

Derileri tabaklayarak, yani postları bir dizi kimyasal ve diğer adımlarla işleyerek deri haline getiren işçiler çalışma ortamında birçok tehlikeye maruz kalmaktadır. Çalışılan işle ilgili tehlikeleri sıralayacak olursak;

1- Özellikle ıslak, kaygan veya bozuk zeminlerde, kimyasal madde kapları, post yığınları, deri, vb. ağır yükleri hareket ettirirken düz zeminde kayma, takılma ve düşme.

2- Tabaklama teknelerine ve çukurlarına düşme

3- Arızalı elektrikli makinelerle temastan kaynaklanan elektrik çarpmaları

4- Makinelerin dönen veya hareketli parçalarından kaynaklanan darbeler ve ezilme yaralanmaları

5- Tabaklama işlemi sıvılarının bileşenleri veya tabaklama işlemi sırasında açığa çıkan zehirli gazlar (örn. hidrojen sülfit) ile soluma, yutma veya cilt teması yoluyla akut zehirlenme ve/veya kimyasal yanıklar

6- Sıcak yüzeylerle temastan veya sıcak solüsyonların sıçramasından kaynaklanan yanıklar

7- Manuel veya mekanize çalışma araçlarının neden olduğu kesikler ve çizikler

8- Döner parlatma makinelerinden fırlayan parçacıkların (çapakların) neden olduğu göz yaralanmaları

9- Kapalı alanlarda, özellikle fıçıların veya tabaklama banyolarının temizliği sırasında boğulma veya zehirlenme

3.1. Fiziksel Zararlar

İşletmeler arasında görülmesi gereken riskler değişkenlik gösterebilmekte olup, deri işletmelerinde en yaygın görülen fiziksel riskler gürültü, titreşim, aydınlatma, nem, havalandırma ve tozdur.

Gürültü: İşletmelerdeki mekanik ekipmanlardan kaynaklanır. Akustik travma, geçici işitme kaybı ve kalıcı işitme kaybı, stres, sinirlilik vb. uzun süre yüksek sese maruz kalma sonucunda meydana gelir [21]. Bunları önlemek için gürültü kaynağına yakın kişilerin kulak koruyucu kullanması gerekir (Görsel 12).

Aydınlatma: İşletmedeki herkesin her noktayı rahat görebilmesi gerekir. Makinenin yanına konulan lambalar çalışanın gözünü rahatsız etmemelidir (Görsel 11).

Nem: Deri operasyonları, deri temizliği, epilasyon, kullanılmış kimyasalların uzaklaştırılması gibi aşamalarda bol su kullanılan alanlardır. Bu nedenle faaliyet alanının içinde rutubet oluşumuna dikkat edilmeli, fazla su oluk, kanal vb. yapılarla çalışır durumda tutulmamalıdır.

Havalandırma: Tabakhanelerin kokulu çalışma ortamları vardır. Bu işletmelerde doğası gereği kokusuz ortamların sağlanması pek mümkün değildir. Çalışan sağlığı ve sağlıklı çalışma koşulları açısından yeterli havalandırma sağlanmalıdır [22].

Toz: Kimyasal tozlar en çok asıl deri üretiminde kullanılacak kısmının elde edilmesi için başlangıçta kalın olan derinin kesitinden yarıldığı işlem olan yarma sırasında ortaya çıkar. Toz nedeniyle oluşabilecek meslek hastalıklarını önlemek için özellikle bu tür işlerde koruyucu maske kullanılması gerekmektedir.

Titreşim: Genel olarak, karıncalanmaya, sarsılmaya ve disk kaymasına yol açabilecek makine kaynaklı riskler vardır. Deri işletmelerinde özellikle pat pat kullananlar için risk daha fazladır. Sönümleme özelliğine sahip eldivenler kullanılmalıdır. Ayrıca kaymaz taban, baş koruyucu, elektrik kazalarına karşı yalıtımlı eldiven, tüm vücudun korunması için iş elbisesi giyilmeli ve işe göre önlük, manşet, yüz siperliği vb. eklenmelidir [23].

3.2. Kimyasal Zararlar

Kimyasal kullanımı iş hayatına birçok fayda sağlarken, yanlış kullanım nedeniyle organizma üzerinde zararlı etkilere neden olur. Kimyasalların etkileri önceden belirlenir ve gerekli önlemler alınırsa sağlık ve güvenlik riskinin en düşük seviyede olması beklenir. Deri işletmelerinde prosesler yoğun kimyasal etki altındadır. Bu etki, özellikle depolamada çalışan, kimyasal işleme, karıştırma ve tartma işlemlerini yürüten personel için oldukça fazladır. Yaş işlem adımlarının çalışma koşulları da sulu olduğu için cilt teması yüzünden ve ayrıca kurutma işlemi adımlarındaki kimyasalların/tozların yüksek konsantrasyonları ve özellikle buharlaşma sıcaklığı düşük sıvı kimyasallar basınçlı sprey neticesinde havaya karışarak solunduğu için

çalışanların kimyasala maruziyeti kaçınılmaz hale gelir. Bu sebeple kimyasallar üzerindeki risk ve güvenlik kodlarının iyi bilinmesi gerekmektedir.

3.3. Biyolojik Zararlar

Ham post ve deriler çeşitli bakteri, küf, maya vb. ile kontamine olabilir ve tabaklayıcılara çeşitli hastalıklar (örneğin şarbon, leptospirosis, tetanoz, Qhumma, bruselloz vb.) bulaşabilir; ayrıca, cilalama işlemlerinde üretilen büyük miktardaki toz, normal olarak hastalık taşıyan mikroorganizmalar, çürüme ürünleri vb. ile kontamine olur.

3.4. Ergonomik Zararlar

1- Ağır veya hacimli yükleri, özellikle de post ve deri yığınlarını hareket ettirirken aşırı fiziksel zorlama ve uygunsuz duruştan kaynaklanan akut kas-iskelet yaralanmaları,

2- Uzun süre ayakta veya yarı eğilerek çalışmaya bağlı bel ağrısı,

3- Özellikle iyi havalandırma veya iklimlendirme olmayan tesislerde sıcak günlerde çalışırken ısı stresine maruziyet olarak sıralanabilir.

4. ÖNLEYİCİ TEDBİRLER

Kanalizasyona bağlı bir hortum veya oluk ile paletlerden ve varillerden şamandıraların tahliyesi kontrol edilmelidir. Drenaj sistemi, yerel bir atık su arıtma tesisinde sona ermelidir (Görsel 3a ve 3b).

(a) **(b)**

Görsel 3 (a)Kontrolsüz şamandıra deşarjı, (b) Çıkış suyunun ayrılmasına izin veren iki kanallı bir sisteme sahip modern "muz oluğu"

Çalışanların sağlığı için öncelikle toplu koruma yöntemleri düşünülmelidir. Toplu koruma yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda ise çalışanlara işin durumuna uygun kişisel koruyucu ekipmanlar verilmelidir (Görsel 4a, 4b).

(a)

(b)

Görsel 4 (a) Yetersiz koruma, (b)KKD yoluyla işçilerin maruziyetini azaltma

Güvenlik için kimyasalların uygun şekilde depolanması, kimyasalların taşınması kadar önemlidir. Kimyasalların doğru depolanması işyerinde güvenlik açısından önemlidir, ancak bazen çok sayıda mevzuat, kural, tavsiye ve uygulama nedeniyle yönetim için kafa karıştırıcı ve zahmetli olabilir (Görsel 5 a ve b, Görsel 13).

(a)

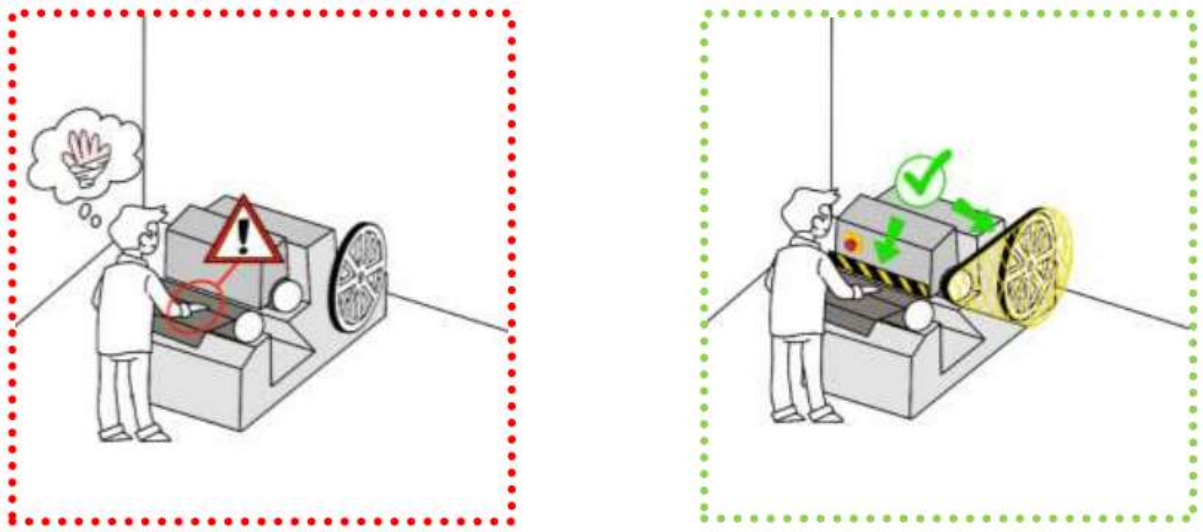
(b)

Görsel 5 Kimyasalların depolanmasında zayıf önlem ve düzensizlik (a) ve Uygun depolama (b)

Tabakhanelerde havadaki kirleticilerin ana kaynağı tıraşlama, püskürtme, öğütme ve cilalama işlemleridir. Bu operasyonlar, işçiler ve etkilenen bölgedeki herkes için sağlık riskleri oluşturan havada asılı partikül madde üretir. Bu kirleticilere daha uzun süre maruz kalmak ciddi bir meslek hastalığına yol açabilir. Sorunun doğrudan çözümü, iyi tasarlanmış yerel egzoz sistemleridir (Görsel 6).

Görsel 6. Tahliye sistemli kuru tıraş makinesi

Pasif koruma, işçilerin hareketli makine parçalarıyla temas etmesini önlemek için bir makinenin ana taşıyıcıları, kayışları, açık dişlileri, transmisyon parçaları ve diğer hareketli parçaları (örn. dönen tambur veya kürek) gibi bariyer görevi gören korumalar, çitler veya kapakları içerir (Görsel 7 a ve b).



(a) **(b)**

Görsel 7. Acil durum butonu, sensörü ve koruma kapağı olmayan (a) ve olan (b) cihaz

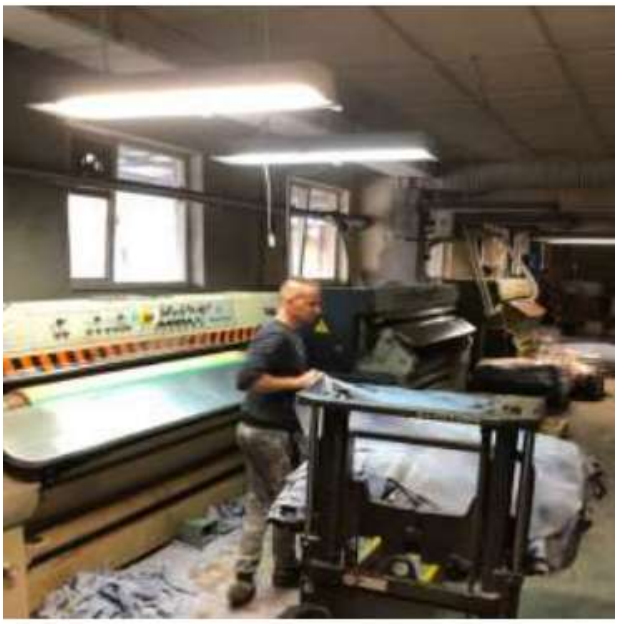
Operatörlerin ve yardımcıların makine üzerinde doğru çalışma pozisyonuna sahip olması gerekmektedir. (örn. yeterli yükseklikte bir platform ve uygun malzeme sağlanır) (Görsel 8)

Görsel 8. İşçilerin uygun pozisyonunun sağlanması

(a) **(b)**

Görsel 9. Güvenlik önlemi alınmamış (a) ve alınmış (b) elektrik sistemi

Görsel 10. El transpaletlerinin kullanılması nakliyeyi kolaylaştırır ve işçilerin ağır yük taşımasını önler



Görsel 11. Daha iyi kalite ve güvenlik için uygun yerel aydınlatmanın kurulması

Görsel 12. Makinelere gürültü önleyici kurulması

Göresel 13. Uygun KKD (eldiven ve önlük) kullanımının sağlanması

Görsel 14. Kapalı alanda bir görevi yerine getiren korumasız çalışan

1- Kaymaz tabanlı güvenlik ayakkabıları giyinmek

2- Tabakhanedeki açık çukurların çevresine çitler dikmek ve uyarı işaretleri koymak

3- Arızalı veya şüpheli elektrikli ekipmanı incelemek ve onarmak için kalifiye elektrikçi personel çağırmak (Görsel 9).

4- Parlatma işlemi sırasında koruyucu gözlük ve solunum koruması kullanmak

5- Yalnızken ASLA kapalı bir alana GİRMEMEK. Böyle bir alana girmek için otonom hava beslemeli solunum koruma ekipmanı giyinmek ve boğulma veya zehirlenme vakası ihtimaline karşı başka bir çalışanı kurtarma ekibini çağırmak amacıyla hazır halde bulundurmak (Görsel 14).

6- Deri döküntüleri gelişirse konusunda uzman bir alerji doktoruna danışarak tıbbi yardım almak (Görsel15).

Görsel 15. Orta derecede bir dermatit vakası

7- Yüksek düzeyde kişisel hijyenin sağlanması; vardiya başında ve sonunda kıyafet değiştirmek, iş lekeli giysileri eve götürmemek.

8- Bel ağrısından kaçınmak için doğru kaldırma tekniklerini ve çalışma duruşlarını öğrenmek.

9- Ağır yüklerin kaldırılması ve taşınması için mekanik yardımcılar kullanmak (Görsel 10).

10- Tehlikeli gazları ve buharları uzaklaştırmak ve tabakhanedeki iğrenç kokuları ortadan kaldırmak için etkili egzoz havalandırması kurmak.

5. SONUÇ

Deri endüstrisi, açık çöplüklere atmak yerine derileri ileri dönüştürerek çiftçiler için ek gelir elde eder, istihdam yaratır ve yerleşik bir prestije sahip sürdürülebilir, dayanıklı ve kullanışlı bir malzeme üretir. Hayvan postlarının ve derilerinin tabaklanarak deri haline getirilmesi yaygın olarak uygulanan bir endüstriyel faaliyet olmuştur. Yıllar geçtikçe, tabaklama endüstrisi sanayileşmiş ülkelerde çeşitli nedenlerle gerilemiştir. Aynı zamanda, tabaklama endüstrisinin özellikleri, gelişmekte olan ekonomilerin ihtiyaçlarına çok uygundur: yüksek emek yoğunluğu,

ham madde mevcudiyeti ve yüksek katma değer. Bu bağlamda, endüstrinin faydalarından tam olarak yararlanmak için bazı zorluklar var. Bunlardan biri de İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)'dir. İşçileri ve tabakhanelerin yarattığı işleri korumak için, deri üretim sürecinin riskleri ve tehlikeleri hakkında farkındalığın artırılmasına ve ayrıca çalışma koşullarının ve güvenlik standartlarının sürekli iyileştirilmesine özel dikkat gösterilmelidir. Bunun temel nedeni elbette her türlü insan faaliyetinde ve bu durumda iyi yönetilen sürdürülebilir bir işletmede en yüksek öncelik ve önem arz eden insan sağlığını ve yaşamını korumaktır. Üstelik tabakhanelerdeki herhangi bir kaza veya usulsüzlük, gelişmemiş bir endüstrinin kötü koşulları imajı yaratarak, kamuoyundaki deri işletmelerinin algısını bozabilir. Bu nedenle canları, yaratılan istihdamı, sektör imajını korumak için tabakhanelerde sağlık ve güvenlik standartlarını olabildiğince yüksek tutmak tüm deri sektörünün yararınadır.

Tabakhane endüstrisinde kullanılan çok çeşitli kimyasallar, makineler, ekipman ve süreçler, özellikle kanun yaptırımının zayıf olduğu ülkelerde, işçiler için birçok mesleki tehlike ve yüksek risk oluşturabilir. Bu tür ülkelerde genellikle zayıf güvenlik yönetimi, teknik bilgi eksikliği, eğitim olmaması ve deri üretimi sırasında meydana gelebilecek tehlikelere ilişkin çok az farkındalık vardır. Aslında İş Sağlığı ve Güvenliğinin sağlanması için genel güvenlik standartlarının çok az maliyetle veya ücretsiz olarak iyileştirilebileceği kanıtlanmıştır, tek gereken biraz çaba ve iyi niyettir. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği hususları, deri imalatının ayrılmaz bir parçası olarak anlaşılmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] Febriana, S. A., Jungbauer, F., Soebono, H., & Coenraads, P.-J. (2012a). Inventory of the chemicals and the exposure of the workers' skin to these at two leather factories in Indonesia. International Archives of Occupational and Environmental Health, 85(5), 517–526.

[2] International Labour Organization. (2011). ILO introductory report: Global trends and challenges on occupational safety and health.
https://www. ilo.org/safework/info/publications/WCMS_162662/lang–en/index.htm

[3] Febriana, S. A., Jungbauer, F., Soebono, H., & Coenraads, P. J. (2012b). Occupational allergic contact dermatitis and patch test results of leather workers at two Indonesian tanneries. Contact Dermatitis, 67(5), 277–283

[4] Azom, M., Mahmud, K., Yahya, S. M., Sontu, A., & Himon, S. (2012). Environmental impact assessment of tanneries: A case study of Hazaribag in Bangladesh. International Journal of Environmental Science and Development, 3(2), 152–156.

[5] Islam, G. R., Khan, F. E., Hoque, M. M., & Jolly, Y. N. (2014). Consumption of unsafe food in the adjacent area of Hazaribag tannery campus and Buriganga River embankments of Bangladesh: Heavy metal contamination. Environmental Monitoring and Assessment, 186(11), 7233–7244.

[6] Hedberg, Y. S., Erfani, B., Matura, M., & Lidén, C. (2018). Chromium (III) release from chromium-tanned leather elicits allergic contact dermatitis: A use test study. Contact Dermatitis, 78(5), 307–314.

[7] Skóra, J., Gutarowska, B., Stępień, Ł., Otlewska, A., & Pielech-Przybylska, K. (2014). The evaluation of microbial contamination in the working environment of tanneries. Medycyna Pracy, 65(1), 15–32.

[8] Shahzad, K., Akhtar, S., & Mahmud, S. (2006). Prevalence and determinants of asthma in adult male leather tannery workers in Karachi, Pakistan: A cross sectional study. BMC Public Health, 6(1), Article 292.

[9] Işsever H, Özdilli K, Özyildirim BA, et al. (2007). Respiratory Problems in Tannery Workers in Istanbul. Indoor and Built Environment;16(2):177-183. doi:10.1177/1420326X06076670

[10] Mohamed, N. A., & Musa, O. A. A. (2017). Occupational asthma in Sudan. International Journal of Scientific and Research Publications, 7(10), 613–616.

[11] Yoshinaga, M., Ninomiya, H., Al Hossain, M. A., Sudo, et al. (2018). A comprehensive study including monitoring, assessment of health effects and development of a remediation method for chromium pollution. Chemosphere, 201, 667–675.

[12] Rastogi, S. K., Pandey, A., & Tripathi, S. (2008). Occupational health risks among the workers employed in leather tanneries at Kanpur. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine, 12(3), 132–135.

[13] Black, M., Canova, M., Rydin, S., Scalet, B. M., Roudier, S., & Sancho, L. D. (2013). Best available techniques (BAT) reference document for the tanning of hides and skins. http://eippcb.jrc.ec.europa.eu

[14] Buljan, J., & Kral, I. (2019). The framework for sustainable leather manufacture. The United Nation Industrial Development Organization (Second edition).

[15] Hashmi, G. J., Dastageer, G., Sajid, M. S., Ali, Z., Malik, M., & Liaqat, I. (2017). Leather industry and environment: Pakistan scenario. International Journal of Applied Biology and Forensics, 1(2), 20–25

[16] Kesarwani, P., Jahan, S., & Kesarwani, K. (2015). A review on leather processing. International Journal of Applied Research, 1(9), 977–982.

[17] Sathiyamoorthy, M., Selvi, V., Mekonnen, D., & Habtamu, S. (2013). Preparation of eco-friendly leather by process modifications to make pollution free tanneries. Journal of Engineering, Computers & Applied Sciences (JEC&AS), 2(5), 17–22.

[18] Öry, F., Rahman, F., Katagade, V., Shukla, A., & Burdorf, A. (1997a). Assessment of exposure to chemical agents and ergonomic stressors in tanneries in Kanpur, India. American Industrial Hygiene Association Journal, 58(10), 732–739.

[19] https://leatherpanel.org/sites/default/files/ publications (Erişim tarihi: 23.12.2022)

[20] I. Král' and N. Niedźwiedź, 2021, Occupational Safety and Health Aspects of Leather Manufacturing, 2nd edition, United Nations Industrial Development Organization

[21] Eğri, N., İmancı, C., and Akpolat, M.S., (2014). Industrial Ventilation, Occupational Health and Safety Practices Guide OHS Practices in Different Sectors, Ministry of Labor and Social Policies, 225.

[22] Communiqué Amending the Communiqué on Workplace Hazard Classes on Occupational Health and Safety published in the Official Gazette No: 29992. Dated: February 27, 2017.

[23] Çavdar, B., (2014). Risks and Precautions for Exposure to Leather by Chemicals in Tanning Processes. General Directorate of Occupational Health and Safety. Ministry of Labor and Social Security. Ankara. 5(8):14.

PATLAYICI ORTAMLARIN FİNE KİNNEY YÖNTEMİYLE RİSK ANALİZİ: BOYAHANE ÖRNEĞİ

Gül USLU [1], Ayşenur USLU [2]

[1] ISO 45001 Baş Denetçisi, İş Güvenliği Uzmanı, gulluslu@gmail.com –

ORCID ID: 0000-0002-3691-2111

[2] Sinop Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, auslu@sinop.edu.tr-

ORCID ID: 0000-0001-5103-9405

ÖZET

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de petrol, kimya endüstrisi, doğalgaz tesisleri, atık depolama alanları, boyahaneler gibi birçok alanda patlayıcı ortam bulunmaktadır. Patlayıcı ortamın önlenemediği durumlarda patlama olayları kaçınılmaz olmaktadır. Bu patlamalar ölümle, ciddi yaralanmalarla ve maddi hasarla sonuçlanmaktadır. Hidrojen, LPG ve metan gibi yanıcı gaz kaynaklı patlamalara gaz patlamaları, şeker tozu, un tozu, ahşap tozu gibi yanıcı tozların patlamalarına ise toz patlamaları denilmektedir. Patlayıcı gazların oluşturacağı tehlikeli alanların sınıflandırılması Avrupa Direktifleri, ulusal ve uluslararası standartlar tarafından belirlenmektedir. İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeline Tehlike, tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimaline ise Risk denilmektedir. Tehlikelerden kaynaklanan riskin büyüklüğünü tahmin ederek ve mevcut kontrollerin yeterliliğini dikkate alarak kabul edilebilirlik seviyelerinin belirlenmesinde karar verme süreci "Risk Değerlendirme" olarak adlandırılmaktadır. 4857 sayılı İş Kanunu ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ilgili maddeleri uyarınca işverenler, işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi ve bertaraf edilmesi için risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmak zorundadır. Risk analiz yöntemleri kantitatif ve kalitatif yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılır. Kantitatif risk analizi, riski hesaplarken sayısal yöntemlere başvurur. Kalitatif risk analizinde tehdidin olma olasılığı, tehdidin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile proses edilip risk değeri bulunur. Risk analiz yöntemlerinde tehlikelerin puanlandırılırken olasılık, şiddet, frekans, tespit edilebilirlik gibi pek çok parametre kullanılabilmektedir. Fine-Kinney metodu, risklerin

derecelendirilmesinde, derecelendirme sonuçlarına göre hangi işlere öncelik verilmesi ve kaynakların öncelikle nereye aktarılması konularında kullanılan bir tekniktir.

Bu çalışmada boyahanelerde oluşan patlayıcı ortamın Fine Kinney metoduyla risk değerlendirilmesinin yapılarak alınması gereken önlemler yorumlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Patlayıcı Ortam, Risk Değerlendirme, Fine Kinney Yöntemi

1. GİRİŞ

Maddelerin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu oluşan kimyasal olaya yanma denilmektedir. Yanma olayının oluşabilmesi için üç unsurun bir araya gelmesi gerekmektedir. Bunlar: Yanıcı madde, Yakıcı madde ve Oksijendir [1]. Yanma olayının belli şartlarda ve çok kısa zamanda meydana gelmesiyle ise Patlama olayı oluşturmaktadır. Patlama, ortam sıcaklığı, nem, basınç vb. faktörlere bağlıdır ve Ateşleme kaynakları (ark kaynakları, metal kıvılcımları, statik elektrik, kimyasal reaksiyonlar, açık alev vb.), az miktarda oksijen ve patlayıcı karışım olmak üzere üç ana unsurdan oluşmaktadır [2]. İşyerlerinde meydana gelen patlamalar, gaz patlamaları (örn; doğalgaz, LPG), kimyasal madde patlamaları, toz patlamaları (kömür, metal, un, şeker, vb.)'dır. Kaynak yaparken kullanılan aletlerden sızan asetilen gazı, tank veya kanalizasyondaki organik atıkların çürümesiyle oluşan sülfit ve metan gazı, boyahanelerde kullanılan tiner, vernik vb. boyaların içinde bulunan aseton, etanol, terebentin, toluen gibi maddeler, tahıl tozları, kömür tozları işyerlerinde patlamaya sebep olabilmektedir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu [3] ve 4857 sayılı İş Kanunu, işverenler işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi ve bertaraf edilmesi için risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmak zorundadır [4].

Normal şartlar altında havanın gaz veya buhar halindeki yanıcı maddelerle yaptığı karışım patlayıcı gaz karışımı olarak adlandırılmaktadır. Gazların ve buharların çökelme hızları, yoğunluk arttıkça artmaktadır. Yoğunlaşan gazların havayla birleşimi sonucu genellikle çukurlarda, kanallarda ve şaftlarda birikerek patlayıcı ortam oluşmasına neden olur [5].

1.1 Patlayıcı Ortamlarda Tehlikeli Bölgelerin Tespiti

Gazların ve buharların havayla karışma olasılığı olduğu yerlerde patlamayı önlemek için sınıflandırma işlemi yapılmaktadır. Bölgelere ayrım işlemi, tehlikeli yerlerde patlayıcı ortam oluşturma sıklığı ve havalandırmasına göre yapılmaktadır. Buna göre patlayıcı ortamlarda tehlikeli bölgelerin tespiti Çizelge 1'de gösterilmektedir [6].

Çizelge 1. Patlayıcı Ortam Bölge Tespiti

	Gaz, buhar ve sis halinde bulunan yanıcı maddeler	Yanıcı Tozlar
Sürekli	Bölge 0	Bölge 20
Ara sıra	Bölge 1	Bölge 21
Kısa süreli, Nadiren	Bölge 2	Bölge 22

1.2 Risk Değerlendirme

"İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği"'nin 5. Maddesine göre işveren, çalışma ortamının ve çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlama, sürdürme ve geliştirme amacı ile iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk değerlendirmesi yaptırmak zorundadır.

Risk değerlendirme kavramına geçmeden önce tehlike ve risk kavramlarına iş sağlığı ve güvenliği açısından tanımlamak gerekmektedir;

İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeline tehlike; Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimaline ise risk denilmektedir. Tehlikelerin neden olabileceği risklerin büyüklüklerini tahmin ederek mevcut kontroller yapıldıktan sonra riskin kabul edilebilir olup olmadığına karar verilmesine de Risk Değerlendirmesi denilmektedir. [7]. Risk değerlendirmesi yaparken ilk olarak risk değerlendirmesi yapılacak olan işyerinin tehlikeleri belirlenir, daha sonra belirlenen tehlikelere göre risk analizi yöntemi seçilir. Risk analizinde risklerin büyüklükleri belirlenerek risklerle mücadelede önceliğin hangilerine verileceği kararlaştırılır. Daha sonra belirlediğimiz risk öncelik sırasına göre risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması, uygulanması ve uygulamaların izlenmesi gerçekleştirilir [7].

Risk analizi yöntemleri riskin gerçekleşme olasılıkları ve olası etkilerinin tahmin edilmesi bakımından kalitatif ve kantitatif olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Sözel mantıkla risk değerlendirmesi yapılan kalitatif yöntemlerde, risk değerlendirmesini yapan uzmanın tecrübesi ve sezgilerine dayanarak, olası riskler ve risk öncelik değerleri tahmin edilir. Yapılan bu tahmin tamamen öznel yani uzmanın görüşüne dayanmakta ve sistematik bir nitelik göstermemektedir. Bu nedenle patlayıcı bir ortamın risk analizi gibi kritik öneme sahip sistemlerde öznel görüşe dayalı risk analizi yapmak doğru değildir [8].

Kantitatif risk değerlendirme yöntemi ise, sayısal yöntemlerle risk hesaplanmaktadır. Bu yöntemde matematiksel ve mantıksal metotlar ile işlenen sayısal değerlere yer verilmektedir [9]. Fine Kinney, FMEA gibi yöntemler kantitatif risk değerlendirme yöntemlerine örnek olarak verilmektedir.

1.3 Fine Kinney Metodu

Bu yöntem risklerin derecelendirilmesi sonuçlarına göre öncelik verilecek işlere ve kaynakların öncelikli olarak nereye aktarılması gerektiğini gösteren bir yöntemdir. Yöntem işyerinin istatistiksel veriler kullanarak özellikle tehlikeli işyerlerinde risk değerlendirmesini daha doğru bir şekilde yapılmasına imkan vermektedir [10].

Bu yöntem aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$R=O*F*Ş$

Burada; R: Risk Derecesini, O: Olayın gerçekleşme olasılığını, F: Olayın gerçekleşme frekansını ve Ş: Olayın gerçekleşme şiddetini göstermektedir [11].

Çizelge 2'de hasarın zaman içerisinde gerçekleşme olasılığını gösterilmektedir.

Çizelge 2. Olasılık Değerleri [12]

Kategori	Değer
Pratik olarak imkânsız	0,2
Zayıf ihtimal	0,5
Düşük ihtimal	1
Nadir fakat olabilir	3
Kuvvetle muhtemel	6
Çok güçlü ihtimal	10

Çizelge 3'te ise tehlikeye maruz kalma tekrarı olan frekansı göstermektedir. (0,5 ile 10 arasındadır).

Çizelge 3. Frekans Değerleri [12]

Kategori	Değer
Çok nadir (yılda bir veya birkaç yılda bir)	0,5
Oldukça nadir (yılda bir veya birkaç kez)	1
Nadir (ayda bir veya birkaç kez)	2
Ara sıra (haftada bir veya birkaç kez)	3
Sıklıkla (günde bir veya birkaç kez)	6
Sürekli (bir saatte veya birkaç saatte bir)	10

Tehlikenin insan veya çevre üzerindeki zarara şiddet denilmektedir ve Çizelge 4'te gösterilmektedir.

Çizelge 4. Şiddet Değerleri [12]

Kategori	Değer
Birden fazla ölümlü kaza, çevre felaketi	100
Ölümlü kaza, ciddi çevresel problem	40
Kalıcı hasar, yaralanma, iş kaybı, çevresel engel oluşturma	15
Önemli hasar, yaralanma, dış ilk yardım, arazi sınırları dışında çevresel zarar	7
Küçük hasar, yaralanma, dahili ilk yardım, arazi sınırları içerisinde çevresel zarar	3
Ucuz atlatma, çevresel zarar bulunmamaktadır	1

Önleyici düzeltici faaliyetler hesaplanan risk derecesine göre karar verilecektir. Olasılık, bu faaliyetleri etkileyen tek etkendir (Çizelge 5).

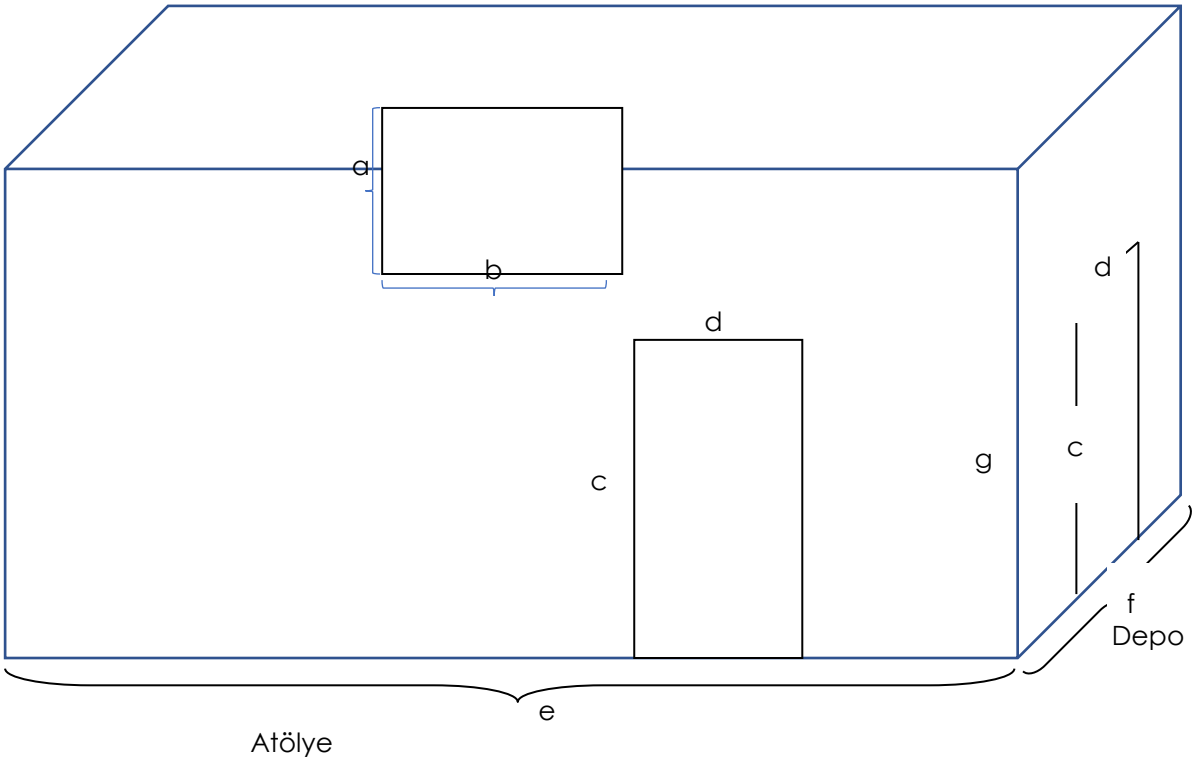
Çizelge 4. Risk değerlendirme sonucu

Risk değeri	Risk değerlendirme sonucu
400<R	Tolerans gösterilemez risk
200<R<400	Esaslı risk
70<R<200	Önemli risk
20 < R < 70	Olası Risk
R < 20	Önemsiz Risk

Düzenleyici faaliyetlere veya kontrol tedbirlerine, risklerin kabul edilebilir seviyelere indirgenmesi için karar verilir [13].

2. MATERYAL VE METOD

Faaliyet alanı olarak risk değerlendirmesi yapmak için yatak baza ve başlık üretimi yapan bir işletmenin boyahane bölümü seçilmiştir. Atölye bölümünden boyahaneye bir adet giriş kapısı bulunmaktadır. Ayrıca yan kısımda boyahaneden depoya açılan bir kapı daha bulunmaktadır. Boyahaneden depoya bakan 110cm*100cm'lik bir pencere bulunmaktadır. İşletmenin boyahane bölümünün 4,5*4m boyutundaki yan kapısı açık alanda bulunan depoya açılmaktadır (Görsel 1).



a: 100cm (Pencere yüksekliği)
b: 110cm (Pencere genişliği
c: 4,5m (Kapı Yüksekliği)
d: 4m (Kapı genişliği
e: 5m (Boyahane genişliği)
f: 16m (Boyahane eni)
g: 6m (Boyahane yüksekliği)

Görsel 1. Risk Değerlendirmesi yapılacak boyahanenin krokisi

Boyahanede metal kısımların boyanması için iki açık, bir tane toz boyama filtre kabini olmak üzere üç tane boyama ünitesi bulunmaktadır (Görsel 2) ve 2'si alttan hazneli olmak üzere 3 adet boya tabancası kullanılmaktadır (Görsel 3).

2.1 Boyahaneye Ait Risk Analizi

İşletmenin boyahane kısmına ait risk analizi Fine Kinney yöntemi ile hesaplanarak risk dereceleri belirlenmiştir (Çizelge 5).

(a) (b)

Görsel 2. İşletmenin Boyahane bölümüne ait filtre kabini (a) ve boyama ünitesi örneği (b)

Görsel 3. Alttan hazneli boya tabancası

Çizelge 5. Boyahaneye ait Risk Değerlendirmesi

No	Faaliyet Bölümü	Tehlike	Risk	Olasılık	Şiddet	Frekans	Risk Puanı	Risk Durumu	Alınan Tedbirler	Olasılık	Şiddet	Frekans	Risk Puanı	Risk Durumu
1	Boyahane	Kimyasal Çözeltiler Uygunsuz havalandırma	Patlama, yaralanma, boğulma, ölüm	3	40	1	120	Olası Risk	Doğal Havalandırmanın yanında suni havalandırma devreye sokulmuştur.	0,5	40	1	20	Önemsiz Risk
2		Boya Hazırlama Bölümü Tutuşturucu Kaynaklar ve Statik Elektrik, Yetersiz Havalandırma	Patlama, yaralanma, boğulma, ölüm	3	40	1	120	Olası Risk	Boya hazırlama bölümü ile boyahanenin genelinde havalandırma arttırılmış ve exproof ekipmanlar (Bölge 1'e uygun kategorilerde) kullanılmıştır.	0,5	40	1	20	Önemsiz Risk
3		Boya Hazırlama Bölümü Boyanın yanıcı ve parlayıcı olması, çalışanın kimyasal soluması çalışanın kimyasala teması	Patlama, yaralanma, boğulma, ölüm	6	40	1	240	Esaslı Risk	Çalışanlar boyanın hazırlanması ve boyama işlemi sırasında kimyasal madde solunumunu engelleyici gaz maskeleri ve gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullandırılmıştır	3	30	1	90	Olası Risk
4		Boyanın yanıcı ve parlayıcı olması, çalışanın kimyasal soluması çalışanın kimyasala teması	Patlama, yaralanma, boğulma, ölüm	6	40	1	240	Esaslı Risk	Çalışanlar boyama işlemi sırasında kimyasal madde solunumunu engelleyici gaz maskeleri ve gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullandırılmıştır	3	30	1	90	Olası Risk
5		Boya kabinindeki havalandırmanın uygunsuzluğu	Patlama, yaralanma, boğulma, ölüm	3	40	1	120	Olası Risk	Boyama kabininin olduğu yerde havalandırma arttırılmıştır	0,5	40	1	20	Önemsiz Risk
6		Tozların temizlenmemesi	Patlama	3	40	1	120	Olası Risk	Boyama bölümünde tabanda bulunan toz boyalar düzenli aralıklarla süpürülmektedir.	0,5	40	1	20	Önemsiz Risk

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yanıcı maddelerin oluşturduğu patlayıcı ortam bulunan tehlikeli işyerlerinde patlama, önleme ve risk değerlendirme çalışmaları oldukça önemlidir. Bu çalışmaları yaparken subjektif verilerden kaçınarak objektif bir bakış açısıyla değerlendirmek daha doğru sonuç oluşturmaktadır. Bu çalışmada tehlikeli işyeri kapsamında bulunan yatak baza, başlık ve çerçeve üretimi yapan tesis için risk değerlendirme çalışması yapılmıştır. Boyahaneye ait risk analizi çalışmasında örnek olarak ilk önce bölüme ait 6 adet tehlike ele alınmıştır. Bu tehlikelerin olasılık, frekans ve şiddet değerleri tespit edilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre boyahanenin iki tehlikesi risk derecesi 240 puanla "Esaslı Risk" grubuna girmiştir. Geriye kalan diğer 4 tehlikenin ise risk derecesi 120 puanla "Olası Risk" grubu olarak alınmıştır. Yapılabilecek düzenleyici ve önleyici faaliyetler sonrasında risk dereceleri "Esaslı Risk" grubunda bulunanlar 120 puana düşürülmesiyle "Olası Risk" grubuna, "Esaslı Risk" grubunda bulunan tehlikeler ise 20 puana düşürülerek "Önemsiz Risk" grubuna girmiştir. Sonuç olarak patlama olasılığı bulunan tehlikeli işyeri grubuna giren işletmenin boyahane bölümü gerekli önlemler alındıktan sonra kabul edilebilir risk seviyelerine düşürülmüştür

KAYNAKÇA

[1] Chomiak, J. (1990). Combustion a study in theory, fact and application.

[2] Eğri, N., 2008, Patlayıcı Ortamlarda İş Güvenliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara, syf. 99

[3] https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6331&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5 (Erişim tarihi: 23.12.2022)

[4] https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4857&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5 (Erişim tarihi: 23.12.2022)

[5] https://www.csgb.gov.tr/medias/4586/rehber02.pdf (Erişim tarihi: 23.12.2022)

[6] Tommasini, R., Pons, E., & Palamara, F. (2013, September). Area classification for explosive atmospheres: Comparison between European and North American approaches. In Industry Applications Society 60th Annual Petroleum and Chemical Industry Conference (pp. 1-7). IEEE.

[7] https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16925&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 (Erişim tarihi: 24.12.2022)

[8] Gabor D, Radu SM, Ghicioi E, Paraian M, Jurca AM, Vatavu N, Paun F, Popa CM. "Study of methods for assessment of the ignition risk of dust/air explosive atmospheres by electrostatic discharge". Quality-Access to Success, 20, 93-99, 2019

[9] M. Kurt, H. Ceylan, "İş Güvenliğinde Tehlike Değerlendirme Teknikleri" Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, October, Vol:14, No:4, pp. 1117-1130, (2001).

[10] Marhavilas, P.K., Koulouriotis, D., Gemeni, V., "Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 24, 477-553, 2011.

[11] Fine,W. T., "Mathematical evaluation for controlling hazards", Journal of Safety Research, 3(4), 157-166, 1971

[12] Oturakçı, M., Dağsuyu, C., Kokangül, A., "A New Approach to Fine Kinney Method and an Implementation Study", Alphanumeric Journal: The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems, 3(2), 083-092, 2015.

[13] Erzurumluoğlu, K., Köksal, K. N., & Gerek, İ. H. (2015). İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapılması, 5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 137, 146.

ŞEHİR İÇİ OTOBÜSLERİN SONLU ELEMAN ANALİZLERİ ÜZERİNE DERLEME

Fatmagül Dede Yiğit [1], Efe Savran [2], Yavuzhan Çoşkun [3],

İsmail Sertesen [4], Fatih Karpat [5]

[1] Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-2491-4777

[2] Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-9518-6498

[3] Tekaydınlar Otomotiv, Homologasyon ve tasarım mühendisliği, 0000-0002-5587-1255

[4] Tekaydınlar Otomotiv, Ar-Ge müdürlüğü, 0000-0002-1018-6983

[5] Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0001-8474-7328

ÖZET

Bu çalışmada alçak tabanlı şehir içi otobüslerinin dayanımsal açıdan kontrol edilmesi amaçlı olarak sonlu eleman analizi kullanılan çalışmalar incelenmiştir. Yapılan geniş çaplı incelemede statik yapısal analiz, modal analiz, yorulma analizleri, dinamik analizler ve iyileştirme amaçlı yapılmış olan çalışmalar dikkate alınmıştır. İncelenen literatür örnekleri okuyucuya kolaylık sağlamak adına genel olarak statik yapısal ve modal analiz, dinamik analiz olmak üzere 2 ana başlık altında toplanmıştır. İncelenen çalışmalarda konuyu ve çalışmayı özetleyen figürler literatür anlatımlarının altında paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şehir içi otobüs, Sonlu elemanlar analizi, Yapısal dayanım, Titreşim, Değerlendirme

1. GİRİŞ

Taşımacılık sektörü için en önemli beklenti yüksek güvenlik standartları ve çevresel sürdürülebilirlik için önemli teknolojik iyileştirmelerin sağlanmasıdır. Otobüsler hala şehirlerin en yaygın toplu taşıma aracı olarak bilinmektedir. Şehir içi yolcu taşımacılığında M3 sınıfı araçlar hem taşıyıcılar hem de yolcular için daha esnek ve rahat ayrıca çevreci ve ekonomik olmalarından dolayı popüler hale gelmiştir. Sağladığı avantajlar yanında otobüs sayılarındaki artış; bu otobüslerin trafikte güvenlik ve emniyetini arttırmak için bazı çalışmalar yapmayı beraberinde getirmektedir. Otobüslerin neden olduğu tüm trafik olayları arasında, otobüsün devrilmesiyle ilgili yaşanacak bir kaza, binek araçlara göre yüksek ölüm oranı getirebileceği için daha fazla hasar oluşturur. Otobüs devrilme kazalarında, genel olarak araç, birden çok darbeyle çok yönlü bir ivmeye maruz kalır ve bu da yapısal bileşenler arasında bütünlüğün bozulmasına sebep olur. Tüm bu sebeplerden dolayı şehir içi yolcu taşıma otobüslerinin imalatından önce aracın yapısal stabilitesinin önden çarpma ve devrilme yönetmeliğine göre değerlendirilmesi gerekmektedir.

Sonlu elemanlar metodu, yapısal incelemeler için geliştirilmiş nümerik yöntemlerden bir tanesidir. Belirlenmiş yapıların gerçek zamanlı testleri süre ve maliyet bakımından zorlayıcı koşulları ortaya çıkardığı için gerçek koşulları dikkate alan nümerik simülasyonlar birçok çalışmada tercih edilmektedir. Sonlu elemanlar metodu konu-bağımsız bir yöntem olduğu için

birçok alanda yardımı olmaktadır. Örneğin yapısal tasarımlarda sıkça kullanılan makine elemanlarının dayanımı ve kullanım ömrü ortaya çıkarılmaktadır [1], dinamik koşullar altında çalıştırılan parçalardaki deformasyon miktarları belirlenebilmektedir [2], biyomedikal alanda implant tasarımlarının biyo-uyumluluğu ve mekanik yönden değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır [3], endüstriyel uygulamalardaki kritik bölgelerin tespitinde kullanılmaktadır [4] ve farklı yöntemlerin kıyaslanmasında da fayda sağlamaktadır [5]. Sonlu elemanlar metodu karakter gereği dayanım, yayılma ve özdeğer problemlerine çözüm bulabilmektedir [6]. Ele alınan yapı incelenebilir daha küçük alt parçalara bölünerek bahsedilen konular üzerinde inceleme yapılabilmektedir. Bu imkânı sağlarken doğadaki her cismin bir yay karakteristiğine sahip olduğunu belirterek malzemenin öz rijitlik değerine bağlı kalarak etki altındaki deformasyon türü ve miktarını ortaya koyabilmektedir. Bu aşamadaki en önemli konulardan bir tanesi alt parçaların boyutlarıdır. Alt parça boyutlarının optimumdan büyük olması durumunda ortaya çıkacak olan dağılım gereken hassasiyete sahip olamayacak, küçük olması durumunda ise ortaya çıkacak gerilim değeri çok yüksek olacaktır. Bu yüzden alt parça boyutunun uygun değerde belirlenebilmesi için yakınsama çalışması gereklidir. Analiz alt türleri incelendiğinde statik yapısal analiz, modal analiz vb. analiz türleri ile bir yapının mekanik davranışı hakkında önemli seviyede bilgi sahibi olunabilmektedir.

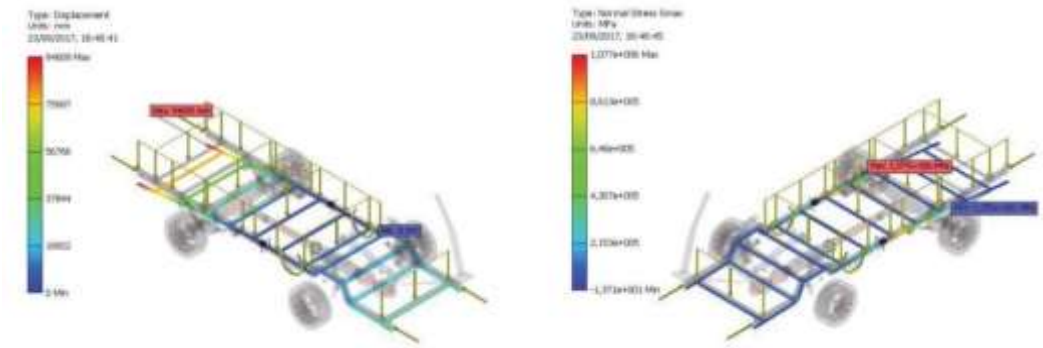
Çalışmada, şehir içi otobüsler üzerinde gerçekleştirilmiş olan sonlu eleman analizi çalışmaları incelenmiştir. Bu konudaki çeşitli çalışmalar değerlendirilip konu bazında ilerleyiş ortaya koyulmuştur. Sonlu eleman analizi türleri dikkate alındığında analizlerde tespit edilen sınır şartları sonrasında yapı üzerinde oluşan gerilim dağılımı, deformasyon değerleri, doğal frekanslar ve etkileri incelenmiştir. Bunların yanı sıra araçlarda enerji tüketimi açısından büyük önem arz eden hafiflik faktörü de malzeme tercihi yönünden dikkate alınmıştır. Bu çalışma, incelenen literatür örnekleri ile gelecek adına umut vadeden elektrikli otobüsler için de yol gösterici nitelik taşımaktadır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Bu çalışmada özellikle alçak tabanlı şehir içi otobüsleri ile alakalı sonlu eleman analizi çalışmaları incelenmiştir. Yapılan incelemeler konu bakımından değerlendirilerek statik yapısal analiz, modal analiz, çarpışma analizleri, yorulma analizleri ve iyileştirme çalışmaları olarak ayrılmaktadır.

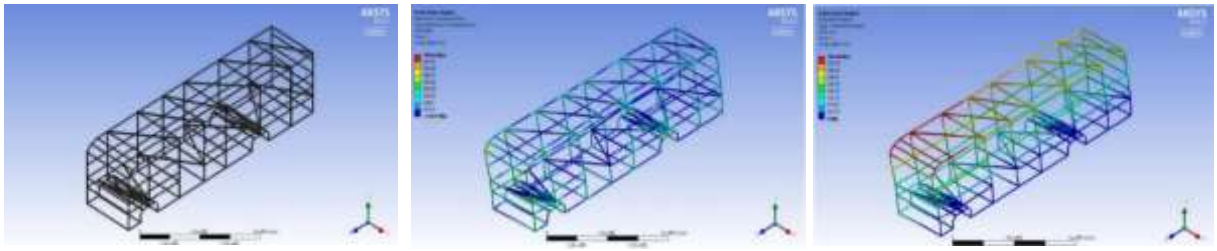
2.1. Statik Yapısal ve Modal Analiz Çalışmaları

Yapıların tek ya da çok parçalı olması, yük altındaki davranışı etkilemektedir. Otobüsler çok parçalı yapılarak en belirgin örnek olduklarından dolayı üst yapılarının yük etkisine verdikleri dayanım cevabı belirlenen seviyelerin üzerinde olmamalıdır. Nugroho vd. [7] iskeletinde yumuşak çelik tercih ettikleri otobüs modeli üzerinde sonlu elemanlar metodunu kullanarak statik yapısal analiz gerçekleştirmişlerdir. Analiz çalışmasında sınır koşulu olarak otobüsün ön ve arka süspansiyon sisteminin şasi ile bağlantı noktalarına sabit mesnet tanımlanmış olup şasinin üst ve ön yüzeylerine kuvvet, orta kesitine ise moment tanımlanıp otobüs yapısının gerilim ve deformasyon cevabı elde edilmiştir. Analiz sonucunda en yüksek deformasyon aracın arka bölgesinde oluşuyorken gerilim değeri ise aracın orta bölgelerinde oluştuğu gözlenmiştir.



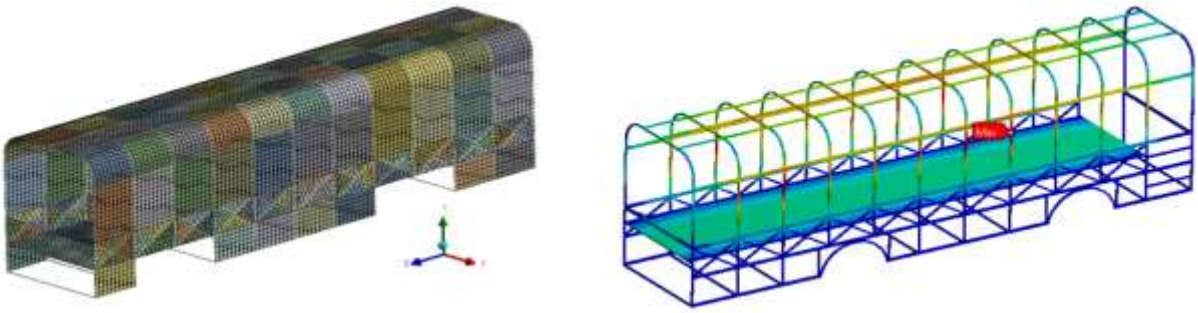
Görsel 1. Statik yapısal analiz sonucu [7]

Singh vd. [8] çalışmalarında yaklaşık 10 m uzunluğunda bir otobüs üst yapısının statik yükleme altındaki mekanik cevabını incelemişlerdir. Çelik malzemenin tercih edildiği yapı toplam 1691.8 kg kütleye sahip olmakla birlikte statik yapısal analizde 90000 N şiddetinde yanal kuvvete maruz kalmıştır. Analize konu olan yanal yükleme üst yapının üst kenarından aracın enine paralel olacak şekilde uygulanmıştır. Yanal yüklemenin yapıldığı tarafın alt kenar kısmına ise sabit mesnet tanımlanmıştır. Bu çalışmada aynı zamanda yapısal çelik ile karbon epoksi kompozit malzeme kıyaslaması da yapılmıştır. Aynı sınır şartlarının her iki malzeme için uygulanması sonucunda yapı üzerindeki gerilim ve deformasyon dağılımı elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda karbon epoksi malzemeli modelin yapısal çeliğe kıyasla %13 hafiflik sağladığı görülmüştür.



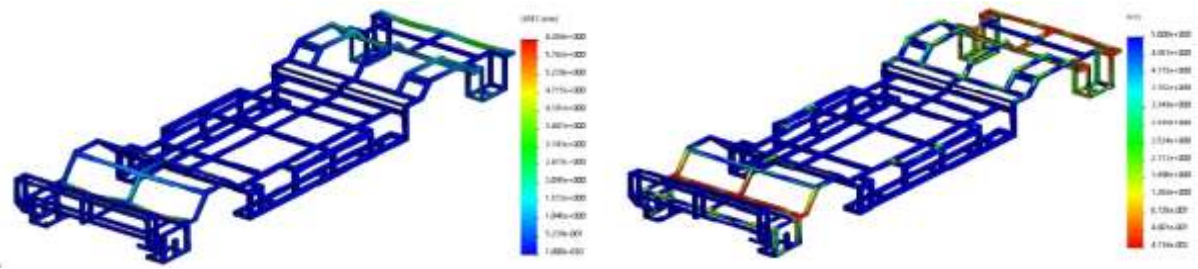
Görsel 2. Statik yapısal analizde; model örneği (sol), gerilim dağılımı (orta), deformasyon dağılımı (sağ) [8]

Bir diğer çalışmada [9] sonlu elemanlar metoduyla modellenmiş bir otobüs yapısı üzerinde statik ve dinamik analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 11 m uzunluğa sahip otobüs modelinde paslanmaz çelik tercih edilmiştir. Alt bölgelerinden sabitlenen otobüs yapısının taşıyıcı platformuna düşey doğrultuda yük verilerek statik analiz gerçekleştirilip gerilim ve deformasyon dağılımı elde edilmiştir. Aynı yapıya ivmelenme, frenleme ve hız kesici olmak üzere çeşitli senaryoları simüle etme amaçlı olarak zamana bağlı yükleme tipi uygulanıp dinamik analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Dinamik analiz sonucunda deformasyon değerleri elde edilip yapının yükleme karşısında verdiği cevaplar elde edilmiştir.



Görsel 3. otobüs tam şasi modeli ve yapısal analiz sonucu [9]

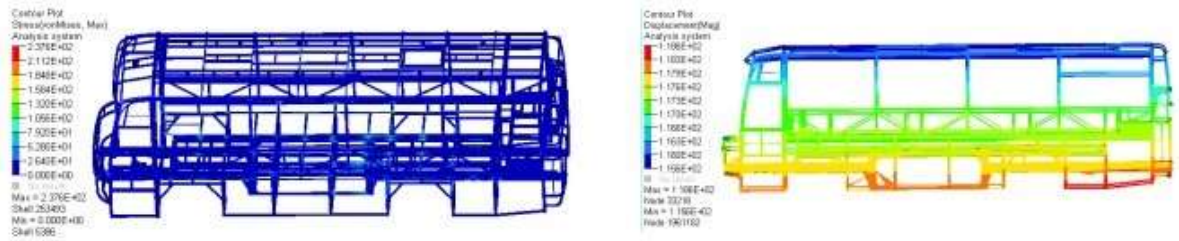
Mini otobüs şehir içi ulaşımında ciddi avantaj sağlayan toplu ulaşım aracı tipinden biridir. Bu araç tipinin üstün manevra kabiliyeti sayesinde hareket avantajı kazanılmış olurken aynı zamanda dinamik etkiler de artmaktadır. Bu yüzden yapının dayanımının ve rijitliğinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Sukmaji vd. [10] yaptığı çalışmada bir şehir içi elektrikli mini otobüse ait şasi üzerinde sonlu elemanlar analizi ile nümerik olarak dayanım testi gerçekleştirilmiştir. Ele alınan araç modeli Endonezya'daki Sebelas Maret Üniversitesi' nin "yeşil kampüs" programı altında üretilmiştir. Sonlu elemanlar analizi sürecinde batarya muhafazasının yerleşeceği şasi üzerinde aks bağlantı bölgeleri haricindeki yüzeylere düşey yönde yük uygulanmış olup şasinin alt yüzeyine sabit mesnet tanımlanmıştır. Yapılan statik yapısal analiz çalışması sonucunda 6.28 mm maksimum deformasyon değeri elde edilmiş olup en düşük 5 kat emniyet katsayısı belirlenmiştir.



Görsel 4. "Yeşil Kampüs" projesi prototipine ait şasinin yapısal analiz sonucu [10]

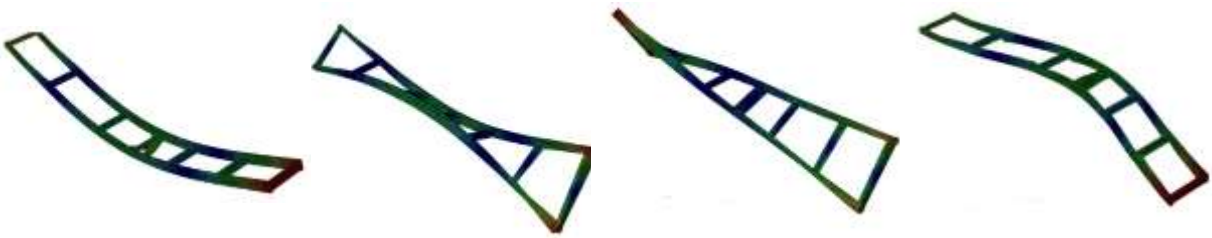
Doğadaki her yapı bir yay karakteristiğine sahiptir. Uygulanan etkiye karşı yapının göstereceği tepki miktarının istenen limitler arasında kalması arzu edilmektedir. Bu amaçla yapısal olarak inceleme çalışmaları literatürde mevcuttur. Yao ve Yang [11] sonlu elemanlar analizini kullanarak bir otobüs iskeleti üzerinde dayanım ve rijitlik incelemesi gerçekleştirmiştir. Analizler esnasında aracın 4 farklı kullanım koşulu (eğilme, burulma, ani manevra, acil fren) dikkate alınarak yükleme yapılmıştır. Çalışma sonucunda 4 farklı kullanım senaryosunda maksimum gerilim değerleri eğilmede 143.5 MPa, burulmada 180.6 MPa, ani manevrada 139.8 MPa ve acil frende ise 110.5 MPa'dır. Buna karşılık olarak deformasyon değerleri eğilmede 3 mm, burulmada 14.69 mm, ani manevrada 10.57 mm ve acil frende ise 6.09 mm olarak bulunmuştur. Doğal frekans belirleme için gerçekleştirilen modal analizde ise 10 mod şekli tespit edilerek en yüksek değerler Z ekseninde eğilme mod şeklinde ortaya çıkmış olup bu değerler 21.63 Hz frekans ve 2.45 mm deformasyondur. Çalışmanın sonunda tespit edilen

frekans değerlerinin yapı üzerinde rezonans oluşturmadığına ve gerilim – deformasyon değerlerinin de limitler dahilinde kaldığı bulunmuştur.



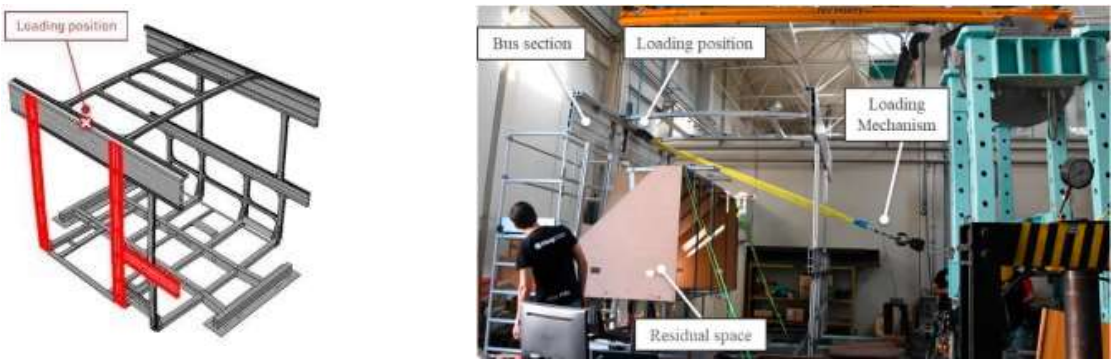
Görsel 5. Yao ve Yang. [11]'ın çalışmasındaki yapısal analiz sonucu

Doğadaki her madde sahip olduğu enerji gereği atomsal boyutta titreşim hareketi yapmaktadır. Dış kaynaklı bir tahriğin yapının doğal titreşim frekansı ile eşleşmesi durumunda hasar oluşumu söz konusu olur ve bu tasarlanan yapılarda istenmeyen bir durum olacaktır. Bu nedenle yapıların öz titreşim değerlerinin bilinmesiyle tasarıma yön vermek daha etkili bir yol olacaktır. Kurdi vd. [12] yapmış oldukları çalışmada sonlu elemanlar yönteminden yararlanarak bir elektrikli otobüs şasisinin doğal frekansını ve mod şekillerini araştırmışlardır. Oluşturulan şasi modeli üzerinde farklı kalınlık değerleriyle gri dökme demir, AISI 4130 ve AISI A514 çelik alaşımları arasında kıyaslama yapılmıştır. Modal analizde 0 ile 100 Hz frekans aralığında 28 mod şekli dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda 6 mm kalınlığında AISI 514 alaşımı diğer kombinasyonlara göre en iyi sonuçları vermiştir.



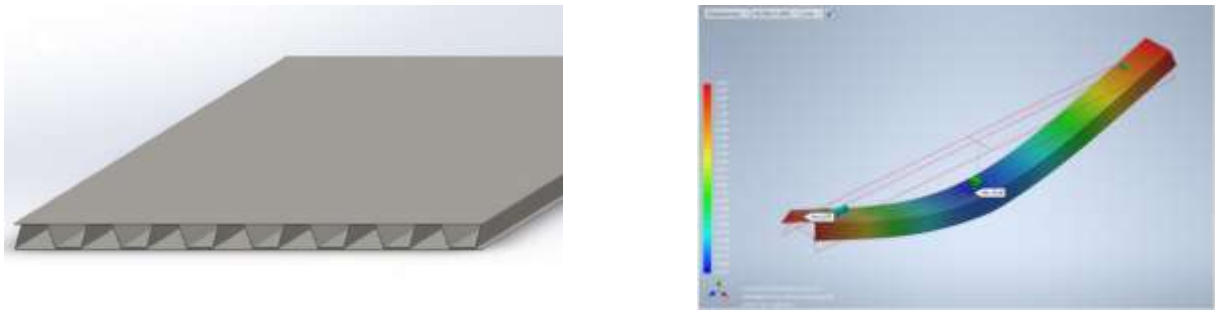
Görsel 6. Otobüs taşıyıcı şasinin modal analiz sonuçları [12]

Farahani vd. [13] devrilme durumunun ağır kaza tiplerinden biri olduğunu belirterek 12 m uzunluğunda bir otobüs yapısının ara kesiti üzerinde UNECE R66 standardını dikkate alarak devrilme durumu nümerik ve deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışmadaki otobüs modelinde alt taşıyıcı şasi yapısında S420 çelik alaşımı tercih edilirken yan ve üst yapıda alüminyum alaşımları kullanılmıştır. Deneysel çalışmada standart gereğince kalan hacmin tespiti için standartta belirtilen boyutlara göre model oluşturulmuştur. Malzeme ve zaman tasarrufu için otobüs yapısının tamamı yerine sadece gerçek şartlarda yüke maruz kalacak kısım çalışmaya dâhil edilmiştir. Deneysel çalışmada planlanan kurgunun aynısı sanal ortamda ABAQUS yazılımında sonlu elemanlar metoduyla uygulanmıştır. Nümerik çalışmada 7 kN yük deneysel çalışmada uygulandığı gibi 3 boyutlu model üzerine uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda yük – deplasman grafiği elde edilmiştir ve incelenen modelin ECE R66 standardına göre başarısız olduğuna karar verilmiştir.



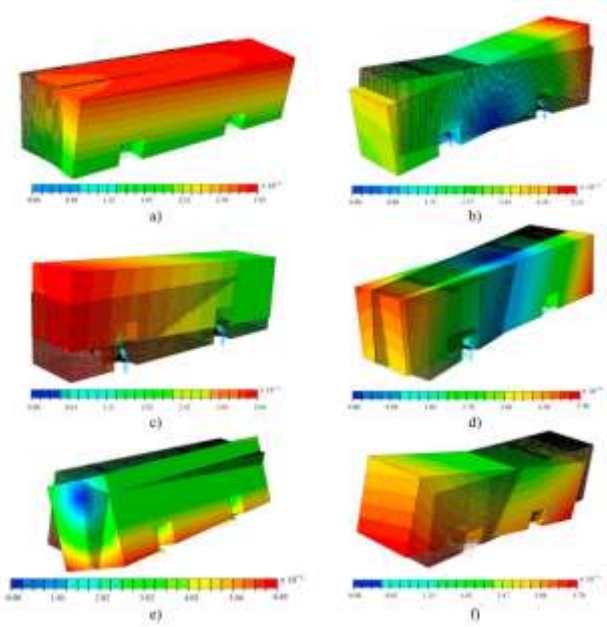
Görsel 7. Devrilme testinin nümerik ve deneysel simülasyonu [13]

Tujmer vd. [14] bir şehir içi otobüsünde hafifletme amaçlı olarak kullanılacak olan oluklu plaka üzerine sonlu eleman analizi çalışması yapmışlardır. V tipinde modellenen oluk geometrisine kenarlarına yakın bölgeden sabit mesnet tanımlanıp orta kısmında düşey doğrultuda sırasıyla 200, 400, 600, 800 ve 1000 N şiddetlerinde olmak üzere 5 aşamalı yük uygulanmıştır. Nümerik çalışma gerçek model üzerinde deneysel olarak da uygulanarak kıyaslama yapılmıştır. Çalışma sonuçlarında deneysel ile nümerik çalışmalar arasında farklılık olduğu görülüp bu farklılığın maksimum yükte %11.7 olduğu ortaya çıkmıştır.



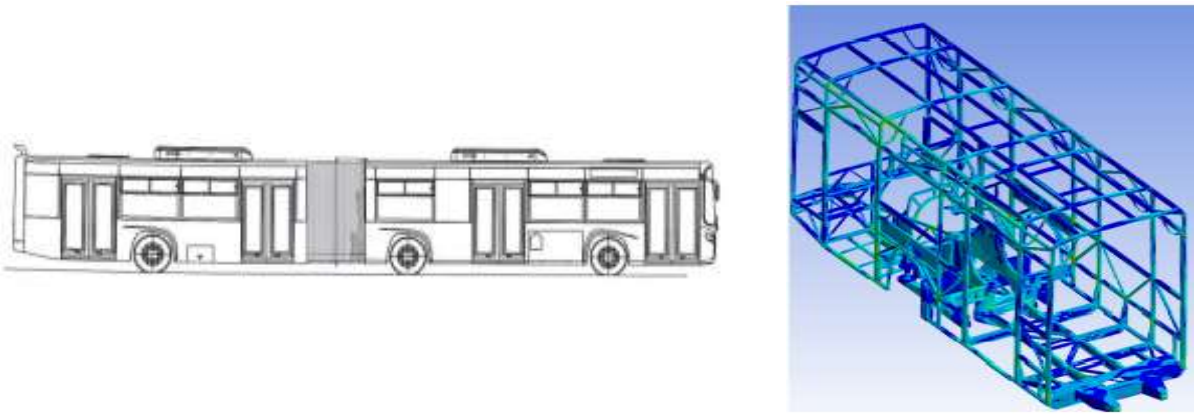
Görsel 8. Oluk yapısı ve yapısal analiz sonucu [14]

Lopes vd. [15] çalışmalarında 12 m uzunluğunda ve 10.5 ton kütleli bir otobüsün dinamik davranışını hedef alarak doğal frekans çeşitliliğini sonlu elemanlar metoduyla ortaya koymuşlardır. Analizlerde ön, arka ve yan yüzeylerden 50 km/h hızında rüzgar etkisinin olduğu dikkate alınmıştır. Otobüsün arkasından etkiyen rüzgarın doğal frekansı artırıcı etkisi olduğu görülmüştür. Aynı zamanda analizlerde ağ örgü kalitesine göre de doğal frekans değişimi incelenmiştir. Çalışmada doğal frekanslar üzerindeki sönüm ihmal edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda kütle artışının frekanslardaki azalmayı tetiklediği görülmüştür. Aynı zamanda yüksek frekanslarda kombine modlar olduğu için sonlu elemanlar modelinin daha gerçekçi olduğu görülmüştür.



Görsel 9. 12 m uzunluğundaki bir otobüs yapısının modal analiz sonuçları [15]

Tasarımsal olarak otobüsler incelendiğinde çeşitler arasında artikülasyonlu otobüs tipleri görülmektedir. Yapısal olarak yekpare otobüs tiplerine benzerliği olsa da eklemli oldukları için dayanım yönünden doğrulanmaları gereklidir. Croccolo vd. [16] 18 m uzunluğunda artikülasyonlu şehir içi otobüsü üzerindeki gerilim, uzama ve deplasman değerlerinin ortaya çıkarılabilmesi için çeşitli yüklemeler altında yapısal analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışma esnasında sonlu elemanlar metodu içerisinde hesaplama süresi ve sonuç doğruluğu arasında optimizasyonun yapılabilmesi için sonlu eleman parametre hassasiyeti göz önünde bulundurulmuştur. Elde edilen sonuçlar katı ve kabul model yöntemleriyle kıyaslanarak genel çözüm metodundaki alt yöntem kıyaslaması da yapılmıştır. Gerçek kullanım koşullarının simüle edilebilmesi için gravitasyonel ivmelenme, en yüksek ivme ile frenleme, dönüş manevrası ve burulma olmak üzere 4 ana yük senaryosu dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonuçlarında 4 farklı yük senaryosu arasında eklem arkasındaki şasenin frenleme ve dönüş manevrasında en yüksek şiddete maruz kaldığı ortaya çıkarılmıştır.

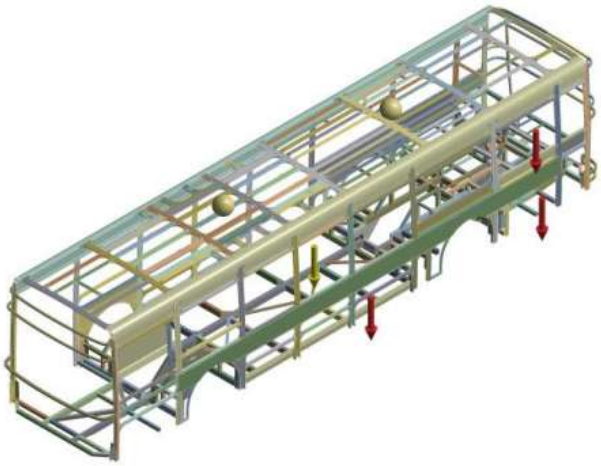


Görsel 10. Artikülasyonlu otobüs yapısı ve arka bölümünün yapısal analiz sonucu [16]

Araçlarda enerji tüketim ekonomisi kaygısıyla malzeme teknolojisinin ilerletilmesinin yanı sıra tasarımsal değişiklikler de yapılmaktadır. Tasarımsal değişikliklerin genellikle şekilsel optimizasyon kesit değişimi olduğu görülmektedir. Jung vd. [17] yapmış oldukları çalışmada çok malzemeli yapıların tek malzemeli yapılara göre daha iyi performans sağladığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte bu çalışmada 12 m uzunluğundaki bir otobüse ait tavan yapısı çok malzemeli topoloji optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Araç modelinde doğal gaz tanklarının yerine batarya paketlerinin yerleştirilmesi dayanım açısından analiz çalışması yapılmasını gerekli kılmıştır. Bu nedenle araç üzerinde devrilme, kendi ağırlığında yanal çökme ve kendi ağırlığında burulma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin sonucunda ağırlık farkı gereğince batarya paketli versiyondaki deformasyon miktarının doğal gaz tanklarının olduğu hale göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Deformasyon miktarının sınırlandırılması için tavan yapısına güçlendirme amaçlı alüminyum ve çelik malzemeler dikkate alınarak topoloji optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda tek malzemeli topoloji optimizasyona kıyasla çok malzemeli optimizasyon ile %8 'lik iyileşme elde edilmiştir.

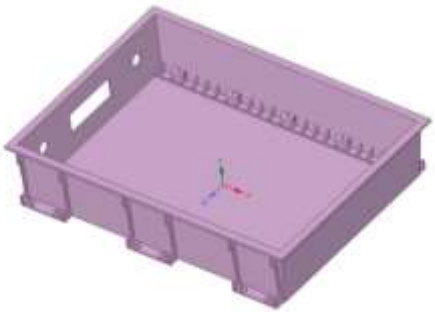
Görsel 11. Doğal gazdan batarya elektrikliye dönüştürülen bir otobüste tavan optimizasyonu [17]

Yapısal güvenilirliğin sağlanabilmesi için yapının kullanım esnasında karşılaşabileceği ihtimallerin önceden tahmin edilmesi ve bu koşullara karşı önlem alınması gereklidir. Bir araç ele alındığında hareketli yapıda oluşu ve çeşitli kaza senaryoları herkes tarafından tahmin edilebilir. Bu senaryolar araç tipine bağlı olarak değişse de yapıların benzer hareket serbestliğine sahip olması ortaya çıkabilecek kaza tiplerini de standart hale getirmektedir. Yang vd. [18] yaptığı çalışmada bir elektrikli otobüs için tam ekipmanlı yükleme durumunda eğilme, burulma, acil fren ve acil manevra senaryolarında yapının vereceği cevaplar sonlu elemanlar analiziyle ortaya koyulmuştur. Yükleme olarak araç şasisi haricinde yolcu ve koltuk ağırlığı, arka kısımdaki batarya paketi ağırlığı, yan batarya ağırlıkları, tavan batarya paketi ağırlığı ve klima sistemi ağırlığı çalışmaya dahil edilmiştir. Sonlu eleman modelinde aracın tavanındaki batarya ve klima sistemi noktasal yük olarak tanımlanmış olup diğer yüklemeler kuvvet tipinde verilmiştir. Çalışmanın gerçek koşulları simüle edebilmesi adına düşey eksende yer çekimi ivmesi de tanımlanmıştır. Araç modeli üzerinde dayanım artması adına yapılan değişiklik çalışmaları sonucunda maksimum gerilim değeri eğilme durumunda 239.28 MPa, burulma durumunda 412 MPa, acil fren durumunda 379.11 MPa ve acil manevra durumunda ise 302.84 MPa olarak bulunmuştur. Buna karşılık deformasyon değerleri ise eğilme durumunda 4.85 mm, burulma durumunda 15.98 mm, acil fren durumunda 6.92 mm ve acil manevra durumunda ise 13.33 mm olarak ortaya çıkmıştır.



Görsel 12. Batarya elektrikli otobüste komponent ağırlıklarının yapıya yüklenmesi [18]

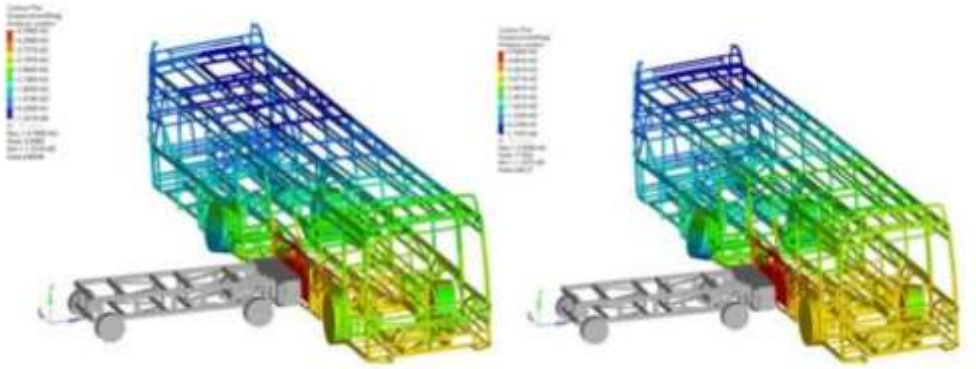
Otobüslerin elektrifikasyon sürecinde yeni komponentlerin yapıya eklenişi, yeni tasarım doğrulama süreçlerini de beraberinde getirmektedir. Elektrikli araçlarda batarya taşıyıcısı da tasarım doğrulama süreci içerisinde büyük öneme sahip olan parçalardan bir tanesidir. Li, Cao ve Guo [19] bir elektrikli otobüs için modelledikleri Alüminyum alaşımlı batarya taşıyıcısı üzerinde sonlu elemanlar metodu kullanarak yapısal statik ve modal analiz gerçekleştirmiştir. Statik yapısal analizde batarya taşıyıcı modeli şasi bağlantı noktalarından sabitlenerek düşey doğrultuda basınç yüküne maruz bırakılmıştır. Analiz sonucunda maksimum 50.7 MPa gerilim, 0.5 mm deformasyon miktarı görülmüştür. Modal analizde ise statik yapısal analiz simülasyon koşulu olarak dikkate alınmıştır ve 6 mod şekli ile en yüksek 246.12 Hz frekans değeri elde edilmiştir. Çalışma sonucunda batarya taşıyıcı modelinin yer çekimi altında batarya modüllerine olan dayanımı ortaya koyulmuştur. Titreşim yönünden tespit edilen frekans değerleri yapının rezonans durumu için yön gösterici nitelik taşımaktadır.



Görsel 13. Bir elektrikli otobüs için batarya muhafazası modeli [19]

2.2. Dinamik Analiz Çalışmaları

Araçlar hareketli bir konstrüksiyon örnekleridir. Aynı zamanda gerek maliyet ve gerekse zaman tasarrufu amacıyla hareketli bir yapının kullanımı esnasında karşılaşabileceği senaryolar dikkate alınarak önleyici çalışmaların yapılması gereklidir. Araçların günlük hayatta kullanımında çeşitli çarpışma senaryoları mevcuttur. Bu senaryolardan bir tanesi de yandan çarpma durumudur. Wang vd. [20] dikkate aldıkları bir elektrikli otobüs modelinin yandan çarpma dayanıklılığını ortaya çıkarabilmek için sonlu elemanlar metodunu kullanarak yandan çarpma senaryosunu değerlendirmişlerdir. Çarpışma senaryosunun kurulumunda gövde ön – arka – sol yan paneli elastik malzeme, sağ yan – taban – yan kısımları non-lineer malzeme, tekerlekler ise çarpışma dışı olduğu için rijit olarak tanımlanmıştır. Çarpışma senaryosunda otobüse çarpan aracın teknik özellikleri GB20071-2006 regülasyonuna göre belirlenmiştir. Çarpışma esnasında temas edecek yüzeyler arası sürtünme katsayısı 0,2 olarak tanımlanmıştır. Toplam 180 ms süre ile incelenen çarpışma senaryosu hız değeri ve parçaların deformasyon tepkilerine göre 4 aşamaya bölümlenmiştir. Çalışma sonucunda bir elektrikli otobüs için yandan çarpma senaryosu için çarpışma dayanıklılığı ortaya koyulmuştur.

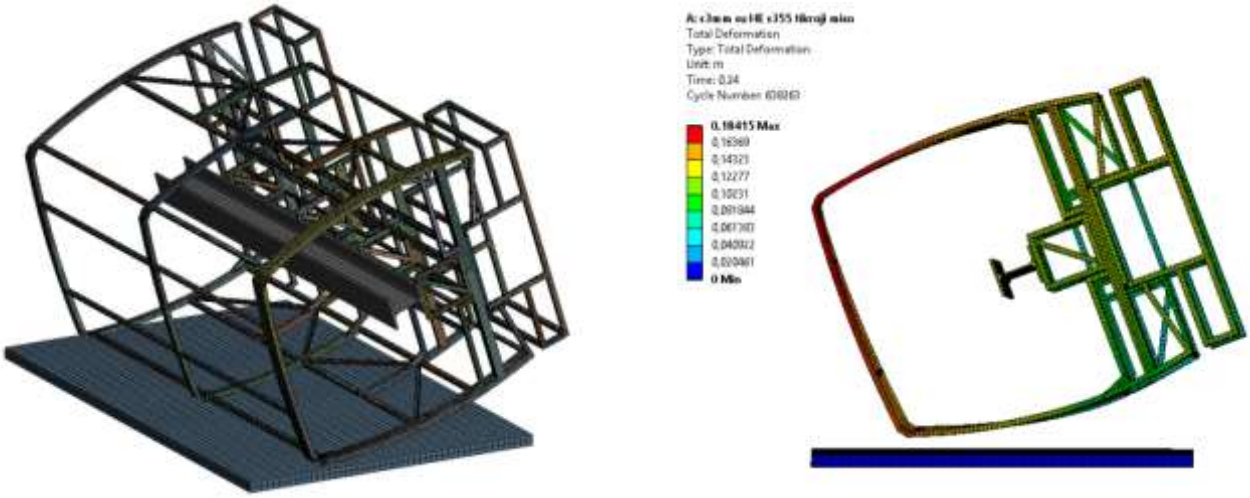


Görsel 14. Yandan çarpma senaryolu sonlu eleman analizi [20]

Li vd. [21] yapmış oldukları çalışmada otobüse dönüştürülmüş bir aracın yandan çarpma simülasyonunu gerçekleştirmiş olup çarpma sonucunda yapı üzerinde oluşan gerilim ve deformasyon değerlerini elde etmişlerdir. Çalışmada ele alınan araç sonlu elemanlar metoduyla modellenip simülasyon hazırlık aşamasında tanımlanmıştır. Araç modelinin kolayca oluşturulması için gerçek araç modelinin parçalara ayrılarak taranmasıyla gerçek boyutlu parçalar bilgisayar ortamında aktarılmıştır. Yandan çarpma simülasyonunda modellenmiş araca aynı modelde bir başka araç yan kısımdan 48 km/h'lik hızla çarpmaktadır. Toplam 1.2 saniye süreyi kapsayan çarpışma simülasyonunda maksimum 300 mm'lik penetrasyon oluşmuş olup süreye bağlı deformasyon grafiği ile birlikte 3 boyutlu model üzerinde de deformasyon dağılımı elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda belirlenmiş araç modelinin bir otobüse kolayca dönüştürülebileceğini gözlenmiştir ve bu çalışma gelecek tasarımlara yön gösterecek nitelik taşımaktadır.

Görsel 15. Otobüse dönüştürülmüş araç modeli ve yandan çarpma senaryosu [21]

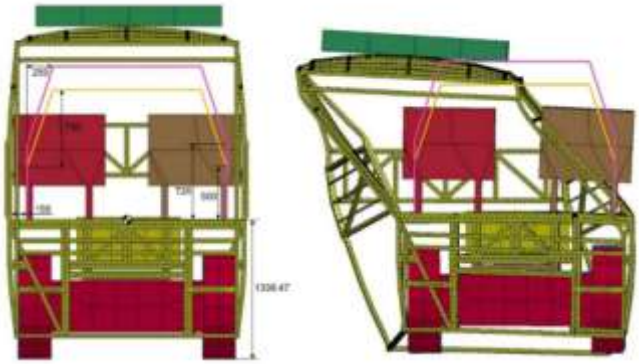
Otobüslerin karakteristik boyutları gereğince kullanım koşullarına bağlı olarak devrilme durumu söz konusu olabilmektedir. Araçlar için devrilme senaryosu da can güvenliği açısından tehlike arz etmektedir. Bu sebeple tasarımı yapılan araçların devrilme testlerinin nümerik veya gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilmesi araç doğrulaması için önemlidir. Pravilonis vd. [22], 4050 x 2400 x 2557 mm boyutlarındaki araç bölümü üzerinde sonlu elemanlar yöntemiyle nümerik olarak ve gerçek platformla deneysel olarak devrilme testi gerçekleştirmiştir. UNECE R66 standardına göre hazırlanan test sürecinde analiz çalışmaları için SolidWorks ve Ansys programlarından yararlanılmıştır. Test sürecinde aracın devrilme başlangıcına kadar olan açı değeri, devrilme esnasındaki hız grafiği, yer ile temas sonrası gerilim ve şekil değişikliği grafiği elde edilmiştir. Analiz sonuçları ile gerçek zamanlı yapılan test sonuçları birbirleriyle kıyaslanarak analiz doğrulaması yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında nümerik ve deneysel çalışmanın birbirini doğruladığı ve gelecek çalışmalar için güvenilir bir altyapının oluştuğu ifade edilmiştir.



Görsel 16. 4 m uzunluğundaki otobüs kesitinin devrilme simülasyonu [22]

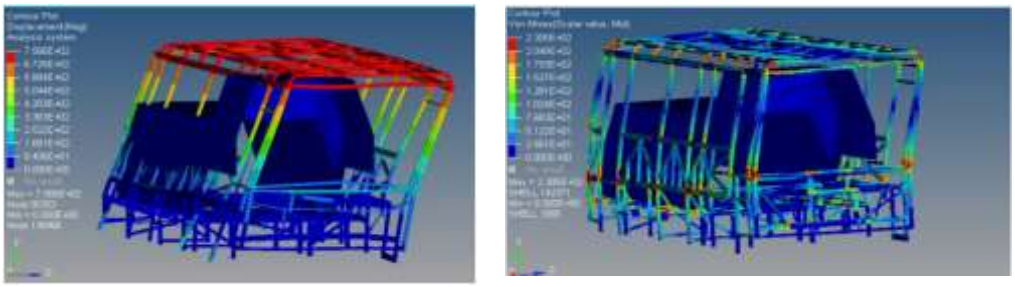
Wicaksono vd. [23] Endonezyadaki otobüs sayısının her geçen yıl arttığını ve bu artışla birlikte kaza sayısında da artış olduğunu belirtmektedir. Yaptıkları çalışmada bir otobüs yapısının dolu ve boş olmak üzere 2 ayrı yük durumuna göre verdiği cevapların incelenmesi gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmadaki test süreci için UN ECE R66 güvenlik standardından yararlanılmıştır. Çalışmada belirtilen ifadeye göre üstyapı dayanımı, emniyet kemeri ve

bağlantısı, koltuk ve bağlantısı yolcu güvenliğini etkileyen etmenlerdir. Sonlu eleman analizinde kullanılan modelde 2.6 mm kalınlığında yapısal çelik tercih edilmiştir. Çözüm süresinin kısaltılması için analiz süreci model yere temas etmesinden itibaren başlatılmıştır. Aracın boş durumundaki devrilme hızı 2.077 rad/s dir. Her iki senaryo için 5 milisaniye süre değişkeni kullanılarak LS-DYNA yazılımında analizler tamamlanmıştır. Her 2 senaryonun analizinin tamamlanmasının ardından elde edilen sonuçlara göre üst yapının yeterli dayanıma sahip olmadığı ve yapı elemanları ile kalan hacim arasında girişim olduğu görülmüştür. Yapılan inceleme ile araçtaki konsol ve yan – taban bağlantısının en zayıf bölgeler olduğu görülmüştür.



Görsel 17. Bir otobüsün devrilme testi yapısı (sol) ve test sonucu deformasyonu (sağ) [23]

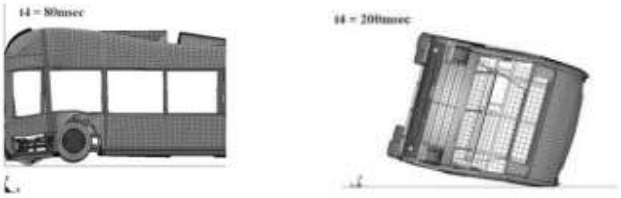
Satrijo vd. [24] yaptığı çalışmada 3740 mm aks uzunluğuna sahip bir elektrikli otobüs için devrilme simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Nümerik simülasyon için hazırlanmış sonlu eleman modelinde JIS 3445 STKM 13A, Alüminyum 6005A T6 ve Alüminyum 6061 T6 olmak üzere 3 farklı malzeme çeşidi değerlendirilmiştir. ECE 66 standardının kullanıldığı çalışmada şasi üzerinden sabitlenen üst yapının üst yan kenarına belirli açı ile düzlemsel yük uygulanması suretiyle aracın gerçek şartlarda yer ile temas edilmesi simüle edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarında en hafif yapı ve en düşük deformasyon alüminyum 6061 T6 ile sağlanırken, en düşük gerilim değeri JIS 3445 STKM 13A ile edilmiştir. Genel değerlendirme ile alüminyum 6061 T6'nın en uygun malzeme olduğu görülmüştür.



Görsel 18. Bir otobüs kesitinde devrilme testi sonrası deformasyon ve gerilim dağılımı [24]

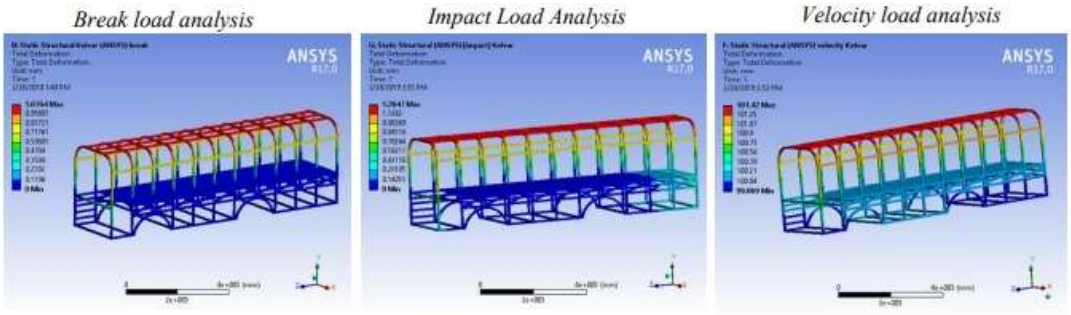
Ko vd. [25] sandviç kompozitli alçak tabanlı şehir içi otobüsünde devrilme ve kaza dayanıklılığını belirleme üzerinde çalışma yapmışlardır. Çalışmada explicit sonlu eleman metodu kullanılarak önden 60 km/h hızla çarpma ve ECE R66 standardına göre de devrilme simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda devrilme testinde kalan hacim içerisinde kalan yolcuların güvende oldukları görüldü. Önden çarpışma çalışmasında ise 316 mm değerinde maksimum deformasyon oluşmuştur. Çalışmada süre tasarrufu açısından bal

peteği yapısının deformasyonuna eşdeğer ortotropik malzeme özelliği tanımlanmıştır. Bu sayede modelleme ve yakınsama süresinde %65' lik kazanç elde edilmiştir.



Görsel 19. Önden çarpma ve devrilme senaryolarına ait sonlu eleman görseli [25]

Araçlarda hafiflik düşük tüketim hedefinin yakalanabilmesi için en önemli etkenlerden bir tanesidir. Bu amaçla birçok otomotiv üreticisi hafifletme amaçlı tasarım çalışmaları yapmakta ve buna bağlı olarak malzeme teknolojisi üzerine çalışmaktadır. Piyasa genelinde uygun mekanik özelliklerinden dolayı yapısal ürünlerde çelik temelli malzemeler tercih edilse de otomotiv sektöründe çelik kullanımı mümkün olduğunca sınırlandırılmaktadır. Padmavathi vd. [26] 10 m uzunluğunda bir otobüs şasisi üzerinde gerçekleştirmiş olduğu sonlu elemanlar analizleri içerisinde çelik, alüminyum ve kevlar malzeme kıyaslaması yapmıştır. Analiz çalışmalarında fren yükü, tahrik yükü ve hız etkisi altında deformasyon, eşdeğer elastik uzama ve eşdeğer gerilim değer incelemeleri yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında kevlar malzemenin yük taşıma kapasitesinin daha yüksek olduğu ve en düşük deformasyon değerini verdiği görülmüştür. Buna karşılık kevlar malzeme yapısı çelik ve alüminyuma kıyasla daha yüksek maliyetlidir.



Görsel 20. Farklı senaryolara göre gerçekleştirilen dinamik analiz sonuçları [26]

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada alçak tabanlı şehir içi otobüsler üzerinde gerçekleştirilen sonlu eleman analizi çalışmaları incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda statik analiz çalışmalarında ele alınan otobüs yapılarının dayanımlarının nümerik olarak değerlendirilebileceği görülmüştür. Modal analiz çalışmalarında otobüs taşıyıcı şasi ve üst yapılarının titreşim yönünden etkili tasarımlara yön verebilecek nitelikte sonuçlar görülmüştür. Dinamik analizlerde araçların kullanımı esnasında oluşabilecek kaza tipleri ve olası sonuçlar öngörülmüştür ve öngörüye bağlı olarak iyileştirme çalışmalarına ilham olmuştur.

KAYNAKÇA

[1] F. Karpat, O. Doğan, C. Yüce, and M. O. Genç, "Design Verification of Tractor Clutch Cover under High Centrifugal Effect," vol. 1, no. 1, pp. 29–33, 2017.

[2] O. Doğan, T. G. Yılmaz, and F. Karpat, "Stress analysis of involute spur gears with different parameters by finite element and graphical method," *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.*, vol. 33, no. 4, pp. 1493–1504, 2018, doi: 10.17341/gazimmfd.416445.

[3] F. N. Büyük, E. Savran, and F. Karpat, "Review on finite element analysis of dental implants," *J. Dent. Implant Res.*, vol. 41, no. 3, pp. 50–63, 2022, doi: 10.54527/jdir.2022.41.3.50.

[4] F. Karpat, E. Savran, E. Kartal, Ç. Çakarer, and F. B. Şener, "Otomatik Park Sistemi için Sonlu Eleman Analizi Çalışması," *1st Int. Conf. Innov. Acad. Stud.*, 2022.

[5] G. İrsel, "The effect of using shell and solid models in structural stress analysis," *Vibroengineering Procedia*, vol. 27, pp. 115–120, 2019, doi: 10.21595/vp.2019.20977.

[6] G. İrsel, "Dişli Benzeri Parçaların Ekstrüzyonunda Değişik Ekstrüzyon Oranlı Parçaların Sonlu Elemanlar Analizi," 2007.

[7] U. Nugroho *et al.*, "Frame analysis of UNNES electric bus chassis construction using finite element method," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1941, no. March 2018, 2018, doi: 10.1063/1.5028075.

[8] L. Singh, S. Vohra, and M. Sharma, "Finite Element based Static Analysis of a Bus Superstructure," *Int. J. Comput. Appl.*, no. Icaet, pp. 975–8887, 2016.

[9] A. R. S, S. A. K I, R. HG, and H. V Byregowda, "Structural Analysis of Bus Body Frame Using Fea for Static and Dynamic Analysis," pp. 2975–2979, 2020.

[10] I. C. Sukmaji, M. Anwar, K. Diharjo, A. Hapid, and S. Kaleg, "Static Load Simulation Analysis on chassis of Electric Mini Bus Integrated with the Support Frame of Removable Battery Pack by Using FEA," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2097, no. August, 2019, doi: 10.1063/1.5098271.

[11] C. Yao and M. Yang, "Analysis of Strength Stiffness and Modes for Bus Body Frame," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1748, no. 6, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1748/6/062073.

[12] O. Kurdi, I. Haryanto, G. D. Haryadi, and M. Wildan, "Dynamic Analysis of Electric Bus Chassis Using Finite Element Method," *Proceeding - 2018 5th Int. Conf. Electr. Veh. Technol. ICEVT 2018*, pp. 214–217, 2019, doi: 10.1109/ICEVT.2018.8628452.

[13] B. V. Farahani *et al.*, "Passive safety solutions on transit buses: Experimental and

numerical analyses," *Procedia Struct. Integr.*, vol. 37, no. C, pp. 668–675, 2022, doi: 10.1016/j.prostr.2022.01.136.

[14] M. TUJMER, F. TADİĆ, A. PİLİPOVİC, and P. ILİNČİĆ, "FEA analysis and optical measurement of city bus composite floor structure," *Eur. Mech. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 90–96, 2022, doi: 10.26701/ems.1060138.

[15] R. Lopes, B. V. Farahani, F. Q. de Melo, N. V. Ramos, and P. M. G. P. Moreira, "Numerical and Theoretical Modal Analysis of Transit Buses," *Procedia Struct. Integr.*, vol. 37, no. C, pp. 73–80, 2021, doi: 10.1016/j.prostr.2022.01.061.

[16] D. Croccolo, M. De Agostinis, and N. Vincenzi, "Structural analysis of an articulated urban bus chassis via FEM: A methodology applied to a case study," *Stroj. Vestnik/Journal Mech. Eng.*, vol. 57, no. 11, pp. 799–809, 2011, doi: 10.5545/sv-jme.2011.077.

[17] Y. Jung, S. Lim, J. Kim, and S. Min, "Lightweight design of electric bus roof structure using multi-material topology optimisation," *Struct. Multidiscip. Optim.*, vol. 61, no. 3, pp. 1273–1285, 2020, doi: 10.1007/s00158-019-02410-8.

[18] Z. Yang, B. Deng, M. Deng, and G. Sun, "A study on finite element analysis of electric bus frame for lightweight design," *MATEC Web Conf.*, vol. 175, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1051/matecconf/201817503049.

[19] J. Li, X. Cao, and L. Guo, "Finite Element Analysis of Power Battery Box Chassis of Electric Bus," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1578, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1578/1/012235.

[20] W. Wen-wei, Z. Cheng-jun, and C. Jiao-yang, "Pure Electric Bus Crashworthiness Analysis," no. Mems, pp. 372–375, 2012, doi: 10.2991/mems.2012.23.

[21] H. Li, R. Nimbalkar, L. Kwasniewski, and J. Wekezer, "Finite element analysis of a transit bus," *Struct. Mater.*, vol. 15, pp. 397–406, 2004.

[22] T. Pravilonis, V. Eidukynas, and E. Sokolovskij, "An analysis of the reliability of a bus safety structure on carrying out the numerical and experimental tests," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 24, pp. 1–15, 2020, doi: 10.3390/s20247092.

[23] S. Wicaksono, M. Rizka Faisal Rahman, S. Mihradi, and I. Nurhadi, "Finite element analysis of bus rollover test in accordance with UN ECE R66 standard," *J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 49, no. 6, pp. 799–810, 2017, doi: 10.5614/j.eng.technol.sci.2017.49.6.7.

[24] D. Satrijo, O. Kurdi, I. Haryanto, M. S. Yob, N. Riyantiarno, and I. Taufiqurrahman, "Rollover performance analysis of electric bus superstructure frame with alternative material using finite element method," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2217, no. April, 2020, doi:

10.1063/5.0000820.

[25] H. Y. Ko, K. B. Shin, K. W. Jeon, and S. H. Cho, "A study on the crashworthiness and rollover characteristics of low-floor bus made of sandwich composites," *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 23, no. 10, pp. 2686–2693, 2009, doi: 10.1007/s12206-009-0731-7.

[26] K. R. Padmavathi, E. K. S. Hariharan, M. V. Muthu Kumar, S. Pranesh, and R. Raghul Raj, "Design and Analysis of Bus Body Frame," *Int. J. Res. Eng. Sci. Manag.*, vol. 2, no. 3, pp. 882–888, 2019.

DEVELOPMENT OF APS SOFTWARE SELECTION METHODOLOGY AND APPLICATION IN A JEWELERY COMPANY

Industrial Eng., AYŞENUR ALBAYRAK [1], Prof. Dr., UFUK CEBECİ [2],

Industrial Eng., ÖZGENUR TUNCER[3], Res. Asst., OSMAN ÖĞÜNÇLÜ[4]

[1]Istanbul Technical University, Faculty of Management, albayraka18@itu.edu.tr-000-0003-2490-1324
[2]Istanbul Technical University, Faculty of Management, cebeciu@itu.edu.tr- 0000-0003-4367-6206
[3]Bogazici Hediyelik Esya ve El Sanatları San. Ve Tic. A.S., ozgetuncer@goldenlinejew.com-0000-0003-3440-2561
[4]Istanbul Technical University, Faculty of Management, ogunclu20@itu.edu.tr-0000-0002-0564-7757

SUMMARY

Most of the traditional production planning and control systems used by companies since the 1950s work with the infinite capacity planning method. Infinite capacity creates plans which are very difficult to implement in real life, as it ignores the capacity limits of production as well. In order to improve the synchronization of production processes by providing more visibility and control in production, APS (Advanced Planning and Scheduling) software that are able to make finite capacity planning has been designed. Due to APS systems make finite capacity planning, it takes into account the capacity constraints and production rules such as materials, machinery, auxiliary equipment available in the production processes.

In this day and age, the importance of production planning and scheduling has increased even more for gold jewelery manufacturers, considering the increase in gold prices and the increasing jewelery demands after the pandemic period.

In the present study, a methodology has been presented for the selection of APS software and the fuzzy analytic hierarchy process, Buckley method of the multi-criteria decision-making technique Fuzzy AHP, was used to compare these APS system solutions. The methodology was applied for a jewelery manufacturing company. For good measure, solutions to production planning problems encountered in this jewelery company were offered. These organizations, a four-person expert team consisting of an authorized industrial engineer in the company, an authorized consultant in a consultancy firm, an academician and a graduate student conducting research activities on the subject has been established. This expert team, which was established,

conducted analysis interviews via online meetings. Solutions to the production planning problems identified in the company were presented. The study is important in that it is the first study on Advanced Planning and Scheduling in the jewelry industry.

Keywords: APS, Fuzzy AHP, MCDM, Scheduling, Jewelry

1. INTRODUCTION

"The concept of advanced planning and scheduling was developed by join efforts of scientists and software developers as an answer to the challenges posed by limitations of the classical ERP systems. For example, even in advanced ERP systems lot sizing and sequencing are considered as independent decisions, bill of materials typically does not include routing data, it is difficult to maintain the consistency between master production schedule and plant floor level schedule, and to evaluate all the effects on final customer orders caused by occurrences of unpredicted events at plant floor level. ERP schedulers cannot take into account the material constraints, changeover constraints, sub-resource allocation constraints, multi-task constraints and the other complex constraints. They are unable to optimize bottleneck processes (Consortium PSLX, 2005;EyeOn, 2014, as cited in Lupeikiene, A.,2004)."

In the ConsortiumPSLX (2005) an APS system is defined "as a system and methodology in which decision-making, such as planning and scheduling for industries, is federated and synchronized between different divisions, within or between enterprises, to achieve total and autonomous optimization". According to this definition, APS system is not a part of ERP, but rather an entire planning and scheduling system within an enterprise (Consortium PSLX, 2005, as cited in Lupeikiene, A.,2004).

APS software offers planning professionals the opportunity to try different task sequences, different dispatching rules, routings or constraints during the production scheduling process. This is because a truly interactive APS system not just gives the 'result' of a scheduling run but provides a mechanism by which, with the aid of analytical tools, alternative schedules can be generated and compared.

APS software simulates the production environment, making production problems visible. In this way, it allows planners to take action to prevent problems. APS softwares provide decision-making support for order prioritization, split production batches, due date negotiation, overtime, and order processing.

Considering that Advanced Planning and Scheduling (APS) software has existed for the last twenty years, the number of scientific studies on this subject is quite low. Many authors use the acronym APS as both meanings (‘Advanced Planning System’ and ‘Advanced Planning and Scheduling’) interchangeably. Most of the studies on APS encountered in the literature are on the subject of 'Advanced Planning System'.

There are many studies in the literature that deal with the selection problems of different software. Ayag and Ozdemir (2007) integrated the ANP and fuzzy logic methods (referred to as a fuzzy ANP) in ERP software selection. Yazgan et al. (2009) offered a new methodology for combining ANP and artificial neural network to determine the most appropriate ERP software. Cebeci (2009) recommended the fuzzy AHP methodology to compare ERP alternatives for a textile production firm.

Karsak and Ozogul (2009) proposed a comprehensive framework for the proper ERP selection among possible choices based on quality function deployment(QFD), fuzzy linear regression and zero-one goal programming. Sen and Baracli (2010) presented fuzzy QFD approach to select the best ERP software.

Méxas et al. (2012) suggested AHP approach to investigate the opinions of information technology experts about the importance of ERP software evaluation criteria and sub-criteria in the con-struction industry. Jafarnejad et al. (2012) investigated an integrated approach which includes Shannon entropy technique, DEMATEL, and fuzzy AHP.

Piengang et al. (2019) developed APS software selection methodology. The methodology is based on fuzzy quality function deployment (QFD) and two well-known multiple criteria decision-making (MCDM) techniques, analytic hierarchy process (AHP) and VIKOR.

In the present study, a fuzzy AHP model has been presented for the selection of APS software and the Fuzzy AHP, Buckley method of the multi-criteria decision-making technique AHP, was used to compare these APS system solutions. The methodology was applied for a jewelery manufacturing company. This study will fill the gap in the literature as the first study applied in the jewelry industry.

The aim of this study is to determine the production planning problems in a jewelry company, to determine the solutions that APS software can offer to solve these problems, and to decide on the most appropriate APS software for the company.

2. METHOD

The proposed methodology aims to manage the stages of APS sofware selection and to provide an analytical tool to select the most suitable APS software for jewelry industry. Fig. 1 illustrate the conceptual framework of the proposed methodology as developed by the authors.

According to the methodology proposed in Figure 1, the APS selection process first begins with the establishment of the Cross-functional team. After the cross-functional team is determined, the needs and expectations of the company are analyzed. In the step of determining the needs and expectations, the business processes of the company are analyzed. According to the needs and expectations of the company, APS software alternatives are determined by conducting market research and a list of alternative APS software is created. In the process of determining alternatives, it will be useful to scan the vendor's websites and to get information about the software by communicating with the relevant vendors. It is also recommended to perform reference checks from manufacturing companies using APS software in different industries.

If there are many alternatives in the list of APS software alternatives created, the pre-selection process should be run in order to reduce the number of alternatives, as the selection process should not take a long period of time and requires reasonable effort. The pre-selection step is carried out by eliminating the alternatives that do not meet the needs and expectations of the company.

After the alternative APS list is determined and the number of alternatives is reduced, criteria and sub-criteria for the decision problem was determined and a hierarchical decision model is developed. After this step, fuzzy pairwise comparison matrices are created. If the comparison matrices are formed by taking the opinions of several experts, the expert opinions are combined by taking the geometric mean of the decision matrices. After all these processes, the developed model is solved with the Buckley Fuzzy AHP method and the most suitable APS software is decided according to the final results.

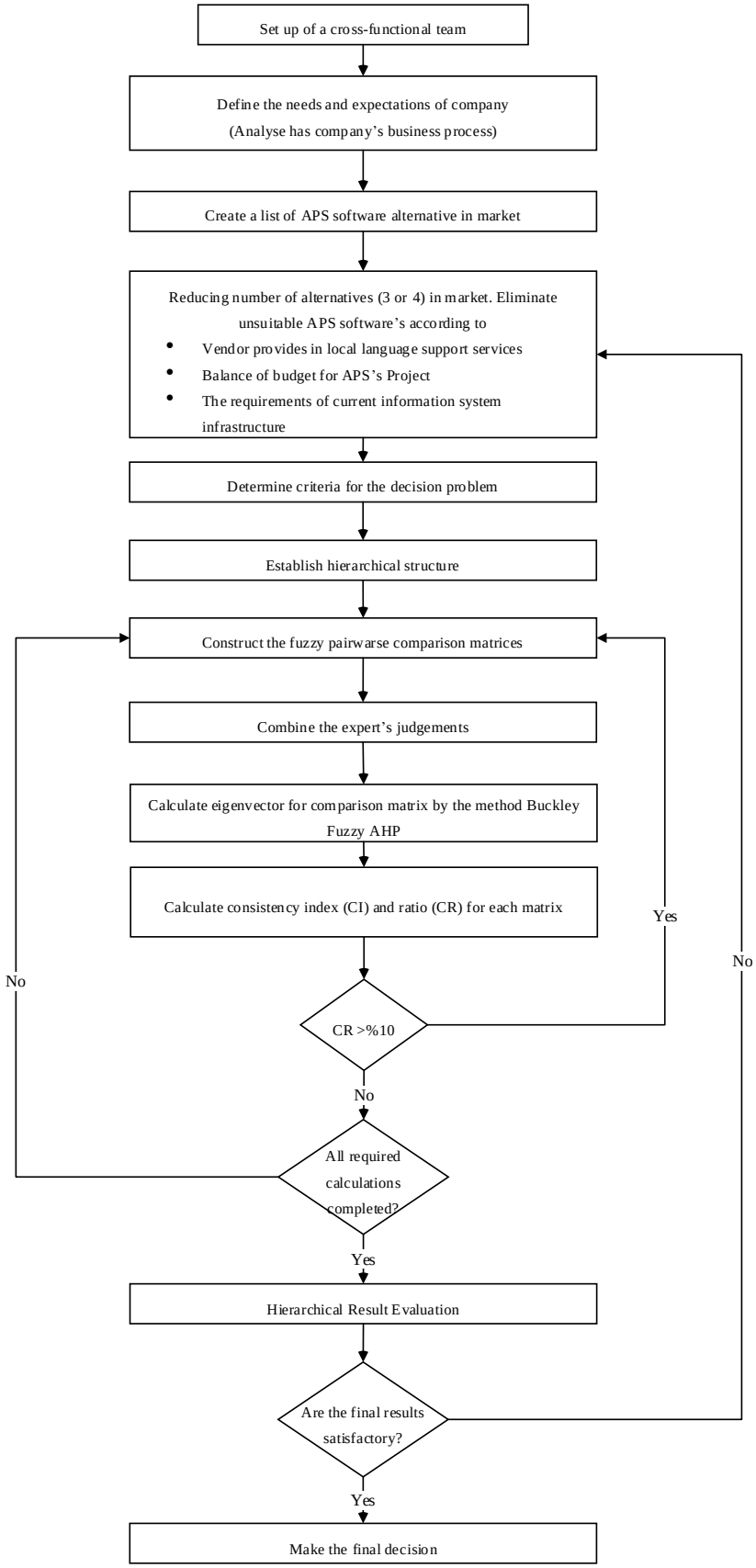


Figure 1. APS software selection flow chart

3. FINDINGS

The most suitable APS software selection methodology presented in the study was applied in a jewelry company. Within the scope of this study, a four-person expert team consisting of an authorized industrial engineer in this jewelry company, an authorized consultant in a consultancy firm, an academician and a graduate student conducting research activities on the subject was established to carry out the studies in the APS selection process in the jewelry company. This team, which was established, analyzed the production planning business processes of the firm and determined the needs and expectations of the company in the production planning and scheduling process. As a result of the analysis work done by the team, the problems of the production planning process and the benefits that APS software can offer to these problems were determined. In the study, the production planning problems of the company in the titles listed below and the solutions that APS software can offer to these problems were determined.

- Planning problems caused by the requisition to use gold efficiently in production
- Bottleneck problems caused by neglecting the operations of the products in the planning process
- Problems stemming from ignoring setup times in planning

According to the determined needs and expectations of the company, the expert team determined the product alternatives by conducting market research. In the process of identifying alternatives, company websites were scanned, information about the software was obtained through correspondence and phone calls with the relevant vendors. At the same time, reference interviews were conducted by communicating with different companies that already use APS software in different sectors.

The identified alternative APS softwares were subjected to the pre-selection process in line with the criteria specified in the methodology. And finally, it was decided to include 3 different APS software in the APS alternative list. The software included in the final alternative list were Asprova, Planettogether and Opcenter software.

In the next step of the APS selection process, the criteria and sub-criteria given in Table 1 were determined for the APS selection model. The criteria were decided in the light of expert engineers and studies in the literature. The structure of the hierarchical model established for the selection of the most suitable APS software for a jewelry company is shown in Figure 2. In

order to apply the fuzzy AHP method to the developed model, expert opinion was used to determine the importance weights of the criteria and sub-criteria in the model. After determining the importance of the criteria and sub-criteria, a survey to compare alternative was conducted with a group of Planning experts who have knowledge about alternative ones. Since more than one expert opinion was taken in the comparison of criteria, sub-criteria and alternatives, the geometric mean was taken to combine the survey data and the model was solved with the Buckley Fuzzy AHP method. The results of the selection problem solved with fuzzy AHP are given in Table 2. When the result is analyzed, it is seen that the most important main criteria in the selection of APS are "Usability" with 30.8% and "Functionality" with 21.3%, respectively. In the sub-criteria, it was determined that the first three most important criteria were "User-Friendly Interface" with 17.6% importance weight, "Performance" with 11.3% importance weight and "Ease of Use" with 10.4% importance weight. According to the results of the analysis, PlanetTogether was the most suitable APS software for the jewelry company in which the study was conducted, with 55.5% importance weight.

Table 1. List of APS software criteria

Criteria	**Sub Criteria**	**Description**
Vendor	Consultancy Services	Availability of consultancy by the vendor.
	Training Services	Availability of training courses to learn the package.
	Support Services	Availability of technical/end user support by the vendor.
	Vendor Reputation	Reputation of vendor in the market.
	References	Number of references of the existing customers using the product.
	Past Business Experience	Past business experience with the vendor, if any.
	Length of Experience	Experience of vendor in related sector.
	Technical Documentation	Availability of techical documentation by the vendor.
	User Documentation	Availability of user documentation by the vendor.
Cost	License Cost	Licence cost of the product in terms of number of users.
	Training Cost	Cost of training to the users of the system.
	Installation and Implementation Cost	Cost of installation and implementation of the product.
	Maintenance and Updating Cost	Maintenance cost of the product and when a new version will be launched.
Reliability	Fault Tolerance	Ability of a system to continue operating without interruption when one or more of its components fail.
	Backup and Recovery	Capability of the APS software package to support backup and recovery feature.

Table 1. (Continued)

Criteria	Sub Criteria	Description
Usability	User Friendly Interface	The user can is easily learn how to use software.
	Error Reporting	Error reporting and messaging ability of the APS software system.
	Ease of Use	Usability of the software can be learned quickly and easily is essential by the user.
Functionality	Multi-Constraint Consideration	Ability to consider several constraints on operator competency, machine, material and tooling constraints, etc.
	Multiple/Customized Schedule Objectives	Possibility for scheduling operation under a set of different objectives.
	What if based Decision Making	Possibility to perform efficient and robust scenario analyse without impacting official plan.
	Interactive Gantt Chart	Possibility to drag and drop scheduling directly on the Gantt chart.
	Resource Calendar Editor	Ability to build and manage calendar for each resources according to company context and plan.
	Strong Advanced Planning Algorithms	Strong algorithm with a running time acceptable and advanced rules.
	Publishing Scheduling Results with any Format	Ability to publish Scheduling Results with any format.
	Report Generator	Possibility to build report and customize them to company requirements.
System Characteristics	Easy Integration With Other Systems	Ability to connect to other systems as ERP, MRP, MES, etc., for the data integration.
	Multi Language Support	Availability of support multi-lingual menu.
	Customizability	Ability to customize software to company requirements.
Scability/ Performance	Scability	Supports multiple applications, more data and more users without interfering with system performance.
	Performance	Capability of scheduling a in a couple of minutes and non-freezing screen and working of software speedy.

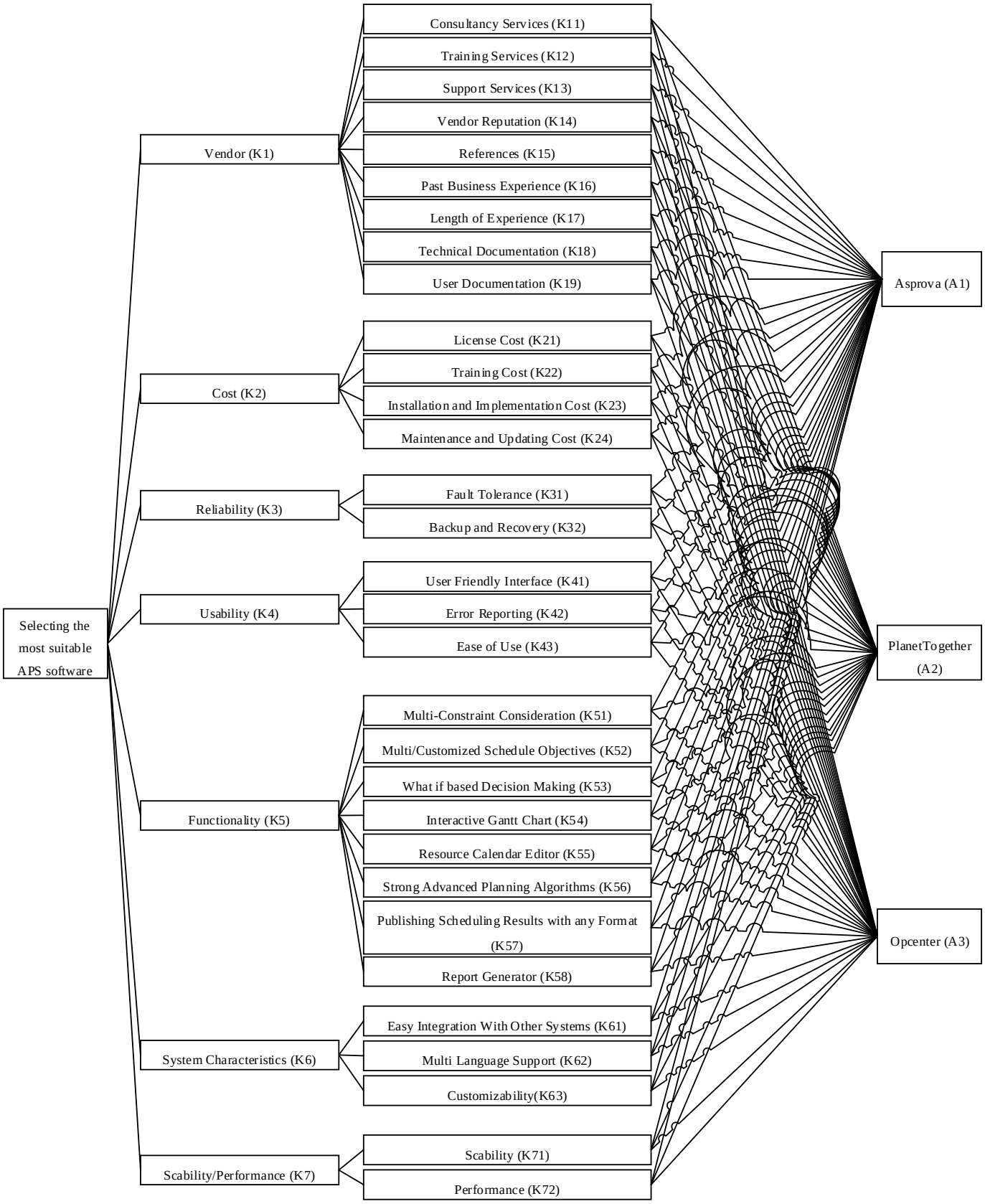


Figure 2. Decision model for APS software selection process.

Table 2. The total weights of the alternatives.

Criteria	Weights	Sub-Criteria	Weights		Alternatives		
			Local	Global	Asprova	Planet Together	Opcenter
K1 Vendor	0.04	Consultancy Services (K11)	0.18	0.01	0.15	0.78	0.07
		Training Services (K12)	0.12	0.00	0.23	0.69	0.08
		Support Services (K13)	0.25	0.01	0.11	0.78	0.11
		Vendor Reputation (K14)	0.04	0.00	0.56	0.10	0.35
		References (K15)	0.10	0.00	0.45	0.09	0.45
		Past Business Experience (K16)	0.06	0.00	0.33	0.33	0.33
		Length of Experience (K17)	0.07	0.00	0.64	0.13	0.23
		Technical Documentation (K18)	0.09	0.00	0.65	0.26	0.10
		User Documentation (K19)	0.09	0.00	0.67	0.23	0.10
K2 Cost	0.05	License Cost (K21)	0.39	0.02	0.13	0.75	0.13
		Training Cost (K22)	0.10	0.00	0.33	0.33	0.33
		Installation and Implementation Cost (K23)	0.32	0.02	0.08	0.73	0.19
		Maintenance and Updating Cost (K24)	0.19	0.01	0.10	0.74	0.16
K3 Reliability	0.11	Fault Tolerance (K31)	0.64	0.07	0.25	0.58	0.17
		Backup and Recovery (K32)	0.36	0.04	0.33	0.33	0.33
K4 Usability	0.31	User Friendly Interface (K41)	0.57	0.18	0.09	0.37	0.55
		Error Reporting (K42)	0.09	0.03	0.25	0.58	0.17
		Ease of Use (K43)	0.34	0.10	0.06	0.76	0.18
K5 Functionality	0.21	Multi-Constraint Consideration (K51)	0.22	0.05	0.20	0.71	0.09
		Multi/Customized Schedule Objectives (K52)	0.13	0.03	0.52	0.31	0.17
		What if based Decision Making (K53)	0.12	0.03	0.17	0.58	0.25
		Interactive Gantt Chart (K54)	0.09	0.02	0.08	0.73	0.19
		Resource Calendar Editor (K55)	0.04	0.01	0.17	0.58	0.25
		Strong Advanced Planning Algorithms (K56)	0.34	0.07	0.60	0.20	0.20
		Publishing Scheduling Results with any Format (K57)	0.02	0.00	0.16	0.62	0.22
		Report Generator (K58)	0.03	0.01	0.17	0.58	0.25
K6 System Characteristics	0.14	Easy Integration With Other Systems (K61)	0.34	0.05	0.20	0.60	0.20
		Multi Language Support (K62)	0.09	0.01	0.33	0.33	0.33
		Customizability (K63)	0.57	0.08	0.09	0.71	0.20
K7 Scability/Performance	0.14	Scability (K71)	0.20	0.03	0.25	0.58	0.17
		Performance (K72)	0.80	0.11	0.07	0.73	0.20
Results					**0.190**	**0.555**	**0.255**

4. CONCLUSION

In this paper, it was aimed to develop a selection methodology that will help decision makers to choose the most suitable APS software alternatives, which is the best solution for finite capacity planning in production. In the literature research conducted within the scope of the study, it has been seen that multi-criteria decision-making methods, mathematical programming and artificial intelligence methods are used in the selection problems of different softwares such as ERP, Project Management, CRM software. In this study, the methodology for the selection of the most appropriate Advanced Planning and Scheduling software, which enables businesses to simulate the planning and production environment by taking into account the business resources, was developed and the APS selection model established within the scope of the developed methodology was conducted by being solved by fuzzy AHP method in a jewelry company. At the same time, it may not be enough for the experts to have knowledge about APS software in general in order to rank the identified alternatives according to their importance. In this study, opinions were taken from experts who have experienced three different APS software, that are in the model, in the past and have knowledge about these softwares. Another factor that makes this study unique is the fact that expert opinions have been obtained from people who have had personal experience with alternative softwares.

The steps in the proposed methodology can be implemented by meeting with APS software suppliers, current customer references, gathering information and working with expert consultants on the subject under the leadership of an expert who has knowledge about APS software in the company. The importance weights of the criteria and sub-criteria in the hierarchical model proposed in this study were determined by conducting surveys with experts in the company as well as consultants who are experts in the subject. In the manufacturing industry, it can be difficult to reach relevant experts in the APS software sector, in which trained personnel are fewer, and also which is newer to use in the sector compared to ERP software.

In order to verify the final result of the model, if the company resources and conditions allow, the suppliers of the APS software added to the alternative list should be contacted and on-site demo studies should be carried out. The expert team should use the relevant APS software for a while within the scope of demo studies and make the purchasing decision after experiencing the software. The proposed methodology can be used for other sectors with some changes.

A software interface can be developed so that the proposed decision support model can be implemented more quickly and practically. In this way, different alternative APS software will be able to be compared faster.

REFERENCES

Ayağ, Z., & Özdemir, R. G. (2007). An intelligent approach to ERP software selection through fuzzy ANP. International Journal of Production Research, 45(10), 2169-2194.

Cebeci, U. (2009). Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard. Expert systems with applications, 36(5), 89008909.

Jafarnejad, A., Ansari M., Youshanlouei, H.R.., Mood, M.M, A hybrid MCDM Approach for solving the ERP system selection problem with application tosteel industry, Int. J. Enterp. Inf. Syst. 8 (3) (2012) 54–73.

Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. Logistics information management.

Karsak, E.E. & Ozogul, C.O., An integrated decision making approach for ERP system selection, Expert Syst. Appl. 36 (1) (2009) 660–667.

Lupeikiene, A., Dzemyda, G., Kiss, F., & Caplinskas, A. (2014). Advanced planning and scheduling systems: modeling and implementation challenges. Informatica, 25(4), 581-616.

Méxas, M.P., Quelhas, O.L.G. , Costa, H.G., Prioritization of enterprise resource planning systems criteria: focusing on construction industry, Int. J. Prod. Econ.139 (1) (2012) 340–350.

Piengang, F. C. N., Beauregard, Y., & Kenné, J. P. (2019). An APS software selection methodology integrating experts and decisions-maker's opinions on selection criteria: A case study. Cogent Engineering, 6(1), 1594509.

Şen, C. G., & Baraçlı, H. (2010). Fuzzy quality function deployment based methodology for acquiring enterprise software selection requirements. Expert systems with applications, 37(4), 3415-3426.

Yazgan, H. R., Boran, S., & Goztepe, K. (2009). An ERP software selection process with using artificial neural network based on analytic network process approach. Expert Systems with applications, 36(5), 9214-9222.

KAHRAMANMARAŞ İLİNDE YER ALAN ÇOÇUK OYUN PARKLARININ TASARIM VE PLANLAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr., Hasan SERİN [1], Nihan Ayşe ANÇEL[2], Arş. Gör. Dr. Yunus ŞAHİN[3*]

[1] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, hasanserin@ksu.edu.tr- 0000-0003-4359-0074

[2] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, nihancel777@gmail.com- 0000-0003-0956-2627

[*3] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, ysahin@ksu.edu.tr- 0000-0002-5193-5098

ÖZET

Çocukların kişisel değerlerini oluşturması, kimliğini ortaya koyması, dünyayı tanıması ve kendini yaşama fırsatı bulması oyun oynayarak gerçekleşmektedir. Genelde oyunların amacında bir kişilik yaratma süreci yer almaktadır. Çocukların hayal güçlerini, ilgilerini, kas becerilerinin gelişimini destekleyen alanlar çocuk oyun alanları olarak bilinmektedir. Bu oyun alanları çocukların sosyal gelişimlerini sağlamak için teşvik edici olması gerekmekte ve çocukların yaratıcı özelliklerini ortaya koymak için gerekli materyal ve araçları içermelidir. Burada yer alan materyaller ise çocuk gelişimlerine uygun, ekonomik, güvenli, pratik olması gerekmektedir. Ayrıca uygun oyun elemanlarının seçimi çocuğu kazalardan koruyan bir tasarım ayrıntısı olarak belirtilmektedir.

Bu çalışmada çocukların oyun parklarında yaralanma kaygısı duymaması ve kendini güvende hissetmesi için çocuk parklarının önemi ortaya koyulmuştur. Çocuk parklarında tasarım ve planlamadan kaynaklanan hataların neler olduğunu tespit etmek için ebeveynlere anket uygulaması yapılmıştır. Anketten elde edilen veriler SPSS ortamında analiz edilmiştir. Ankete katılan ebeveynlerin %90'ı çocuk oyun parklarının ulaşılabilir bir konumda olmasının çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Trafik güvenliğinin ise ankete katılanların %87'sinin önemli olduğunu belirtmiştir. Doğal öğelere sahip olma durumu incelendiğinde katılanların %86'sı önemli olduğunu belirtirken, %5'i önemli olmadığını ve %9'u da bu konuda kararsız kaldığını ifade etmiştir. Bunun aksine bitkilerin çocuk oyun parklarındaki durumu incelendiğinde katılımcıların %17'si yeterli bulurken, %39'u yetersiz olduğunu belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler : Çocuk Oyun Parkları, SPSS, Anket, Kahramanmaraş

1. GİRİŞ

Bireylerin çocukluk dönemi ile ilgili duygusal ve sosyal kabiliyetleri ilerleyen zamanda ortaya çıkan sosyal ve duygusal yeteneklerinin temelini oluşturmaktadır. Kişilik gelişimi için bu dönemde gerçekleşen gelişimlerin sağlıklı ve dengeli bir şekilde sağlanması önemli bir konu olmaktadır. Çocukların sosyal, fiziksel, zihinsel ve psikolojik alanda kapasitelerinin gelişmesi oyun oynamakla birlikte sağlanmaktadır. Çocukların farklı kaslarının gelişmesine yardımcı olan oyun elemanları ve oyun eylemi fiziksel açıdan çocukların gelişmelerini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte çocukların oyun oynarken fazla enerjinin dışarı atılması gerçekleşmektedir (Hardy, 2006).

Çocukların fiziksel ve eğlence içeren faaliyetlere katılabilecekleri önemli yerlerden birisi de oyun alanları olmaktadır. Oyun alanları, güvenlik ve bakım açısından oyun alanları çeşitlilik göstermektedirler. Oyun alanlarının güvenliği ile ilgili yapılan araştırma az sayıda bulunmaktadır. Bununla birlikte oyun alanlarının güvenliğini sosyo-ekonomik ve etnik açıdan araştıran çalışmalar literatürde yer almaktadır (Cradock at al.,2005).

Oyunların çocukların gelişimi üzerinde fiziksel, psikolojik, dil, zeka ve sosyal etkileri bulunmaktadır. Sosyal açıdan etkisi incelendiğinde çocuk oyun oynarken başkasının iradesinde yada toplumun zorlanmasıyla hareket etmemektedir. Bu süreç ise çocuğa kendi başına karar verme alışkanlığını kazandırmaktadır. Psikolojik açıdan ele alındığında; oyun oynadığı süre boyunca çocuk gerçek dünyasından çıkıp hayal dünyasında yaşamaktadır. Oyun bittikten sonra ise çocuk hayal dünyasında yaşadıklarıyla gerçek dünyadaki yaşadıklarının aynı olmadığını fark etmektedir (Roderick, 2004).

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde bulunan çocuk oyun parklarının tasarım ve planlamadan kaynaklanan hataların neler olduğu tespit etmektir. Ankete katılanları çocuk oyun parklarında bulunan çocukların ebeveynleri oluşturmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Araştırmada yer ala çocuk oyun parkları Kahramanmaraş merkez ilçesinde bunmaktadır. Çocuk oyun parklarına çocuklarını götüren ebeveynlere yüz yüze anket yöntemi uygulanmıştır. Anket içerisinde çocuk oyun parklarının tasarım ve planlamadan kaynaklanan hatalarının tespiti için farklı sorular hazırlanmıştır. Ulaşılabilirlik, trafik güvenliği, doğal öğelere sahip olma ve bitkilerin varlığı çocuk oyun parklarında ebeveynlere anket yaparak tespit edilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu çalışmada yüz yüze anket yöntemiyle çocuk oyun parklarındaki ebeveynlerde veri toplanmıştır. Elde edilen anket verileri SPSS istatistik programına işlenmiştir. Elde edilen verilerin sonucunda frekans tabloları oluşturulmuştur.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Araştırma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde ankete katılanların %62'si kadın ve %38'ini erkek oluşturmaktadır. Ankete katılanların eğitim surumu incelendiğinde; %2'si okuma yazma bilmeyen, %11'i ilkokul mezunu, %13'ü ortaokul mezunu, %26'sı lise mezunu ve %48'i ise üniversite mezunu olarak belirlenmiştir. Çocuk oyun parklarının ulaşılabilirlik durumu Çizelge 1'de yer almaktadır.

Çizelge 1. Çocuk oyun parklarının ulaşılabilirlik ve trafik güvenliği durumu

	Çok Önemsiz	Önemsiz	Kararsızım	Önemli	Çok Önemli
Ulaşılabilirlik	%1	%3	%6	%37	%53
Trafik Güvenliği	%3	%5	%5	%28	%59

Çocuk oyun parkları genellikle kent merkezinden, konut alanlarından ve çevresinde yer alan okullardan kolay ve güvenli bir şekilde ulaşılabilir olması gerekmektedir (Özgüç, 1988). Çocuk oyun parkının içerisinde veya çevresinde çocukların hareketlerinde ya da bu parklara ulaşım esnasında güzergahları üzerinde risk faktörü olup olmadığına dikkat edilmelidir. Çizelge 1 incelendiğinde çocukların oyun parklarına ulaşılabilirlik durumlarının katılımcılara göre %90'ı önemli olduğunu belirtirken, %6'sı bu konuda kararsız kalmış ve %4'ü de önemsiz olduğunu ifade etmiştir.

Çocuk oyun parklarının yakın çevresinde yol ve trafik gibi etkenlerin mevcut olup olmadığına dikkat edilmelidir. Trafik güvenliği ile ilgili veriler incelendiğinde katılımcıların %87'sinin trafik güvenliğinin önemli olduğunu belirtirken, %5'i kararsız iken %8'ise bu konuya önem vermediklerini ifade etmişlerdir.

Çizelge 2. Çocuk oyun parklarında doğal öğelerin ve bitkilerin durumu

	Çok Önemsiz	Önemsiz	Kararsızım	Önemli	Çok Önemli
Doğal öğeler	%1	%2	%11	%46	%40
Bitkiler	%13,1	%26,3	%43,4	%10,1	%7,1

Çocuk oyun parklarında bitkilerin seçimi de önemli bir konu olmaktadır. Bu alanlarda seçilen bitkilerin zehirli olmaması, dikenleriyle çocuklara zarar vermemesi ve oyun güvenli hale getirmesi gerekmektedir (Arslan ve ark., 2000, Herrington ve ark., 2010). Çizelge 2 incelendiğinde çocuk oyun alanlarındaki bitkilerin katılımcılara göre %39,4'ü önemsiz olduğunu belirtirken, %43,4'ü kararsız ve %17,2'sinin önemli olduğu ifade edilmiştir.

Çocuk oyun alanlarında doğal öğelerin fazlalığı önem arz etmektedir. Çizelge 2'de katılımcıların doğal öğeler hakkındaki düşünceleri incelendiğinde %3'ü önemsiz olduğunu belirtirken, %11'i kararsız ve %86'sı önemli olduğunu belirtmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kahramanmaraş merkez ilçede bulunan çocuk oyun parklarındaki ebeveynlere yapılan anket sonuçlarına göre çocuk oyun parklarının ulaşılabilirliği konusunda ebeveynlerin %90'nın önemli olduğunu belirterek bu konuda bilinçli oldukları tespit edilmiştir. Trafik güvenliği konusunda ise katılımcıların %87'si trafik güvenliğinin oyun park alanı çevresinde önemli bir etken olduğunu ifade etmişlerdir. Katılımcıların çoğunluğunun trafik güvenliğine verdiği önem ortaya koyulmuştur.

Bir başka konu olan çocuk oyun parklarındaki doğal öğelerin varlığı ele alındığında katılımcıların %86'sı önemli olduğunu belirtmiştir. Burada ebeveynlerin büyük kısmının bu konuda bilinçli olduğu görülmektedir. Bitkilerin oyun park alanlarındaki varlığı konusunda ise katılımcıların %43,4'ü kararsız iken, %39,4'ünün bu konuyu önemsemedikleri tespit edilmiştir. Bitkilerin çocuk oyun parklarında bulunmasının avantajları ve dezavantajları konusunda ebeveynlerin bilgilendirilmesine ihtiyaç duyulmuştur.

KAYNAKÇA

[1] Arslan, M., Kiper, T., Erdinç, L. 3-6 Yaş Grubu Çocuklarının Gelişiminde 'Çocuk Oyun Alanları' Tasarımının Yeri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara, 2000.

[2] Cradock A. L., Kawachi İ., Colditz G. A., Hannon C., Melly S. J., Wiecha J. L., Gortmaker, S. L. Playground Safety And Access in Boston Neighborhoods .Boston. American Journal of Preventive Medicine, 2005.

[3] Hardy M. S. Keeping Children Safe Around Guns: Pitfalls and Promises, Aggression and Violent Behavior 11, 352–366, 2006.

[4] Herrington, S., Lesmeister, C., Nicholls, J., Stefiuk, K. An Informational Guide to young Children's Outdoor Play Spaces, Consortium for Health, Intervention, Learning and Development, 59 p., 2010.

[5] Özgüç, İ. M Çocuk bahçelerinde tasarım ilkeleri. Peyzaj Mimarlığı Dergisi. T.M.M.O.B. Peyzaj Mimarları Odası İstanbul Bölge Şubesi, Sayı 5, s.15.16, 1998.

[6] Roderic, L. M. The ergonomics of children in playground equipment safety. Journal of Safety Research, 35 (3), 249-254, 2004.

MOBİLYA İŞLETMESİNDE BULUNAN MAKİNALARDA TOZ ÖLÇÜMÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr., Hasan SERİN [1], Ahmet GÜL[2], Arş. Gör. Dr. Yunus ŞAHİN[3*]

[1] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, hasanserin@ksu.edu.tr- 0000-0003-4359-0074

[2] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, gsahmetgul@gmail.com- 0000-0003-2268-0476

[*3] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, ysahin@ksu.edu.tr- 0000-0002-5193-5098

ÖZET

İş sağlığı ve güvenliği bakımından önemli konulardan birisi olan toz belirli bir süre boyunca havada asılı kalabilen katı tanecikler olarak tanımlanmaktadır. Orman ürünleri sektöründe faaliyet gösteren mobilya işletmelerinde toza maruz kalma durumu yüksek olduğu bilinmektedir. Mobilya üretim sürecinde bir takım makineler yer almaktadır. Bu makineler arasında; şerit testere, daire testere, planya makinesi, kalınlık makinesi, freze ve zımparalama makineleri yer almaktadır. Karmaşık bir yapıya sahip olan ağaç tozları yapısında selüloz, lignin gibi düşük ağırlık moleküler bulundurmaktadır. Bununla birlikte ağaç tozu insan sağlığına önemli ölçüde zarar verebilmektedir. Maruz kalma süresi ve konsantrasyon gibi faktörler tozun etkisinde önemli faktörler arasında sayılmaktadır.

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde bulunan bir mobilya işletmesinde çalışanların toza maruz kalma durumları incelenmiştir. Aynı zamanda bu konu ile ilgili kişi ve kuruluşların tozun ne ölçüde zarar verdiği konusunda aydınlatılması amaçlanmaktadır. Bu süreçte mobilya işletmesinde yer alan makinelerin başındaki çalışanlardan belirli noktalarda ölçümler alınmıştır. Toz numuneleri gravimetrik analiz ve örneklenmesi metodu kullanılarak alındıktan sonra gravimetrik analizi yapılmıştır. Toz ölçümlerinden elde edilen verilere göre en yüksek değer freze makinesinde 14,21 mg/m^3 olarak belirlenirken, planya makinesinde 10,23 mg/m^3, şerit testere makinesinde 6,35 mg/m^3 ve daire testere makinesinde ise 6,87 mg/m^3 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların ağaç tozunun insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler : Ağaç Tozu, Gravimetrik Analiz, Mobilya, Kahramanmaraş

1. GİRİŞ

Havada asılı kalabilen her türlü katı tanecik toz olarak adlandırılmaktadır. Fabrikalarda bulunan tozların zararları havadaki tanecik sayısı ve büyüklüğü ile ilgili olmaktadır. Tozlar malzemenin parçalanması, taşınması gibi bir takım işlemlerden sonra ortaya çıkmaktadır. Orman endüstrisinde ağaç malzeme ele alındığından ağaç tozuna çalışanlar maruz kalmaktadır. Ağaç tozu sahip olduğu karmaşık yapısıyla birlikte yapısında selüloz, lignin gibi düşük ağırlıklı moleküller bulundurmaktadır (Tankut ve ark., 2014).

Ağaç tozunun yapısında yer alan düşük ağırlıklı moleküller; karbonhidrat-protein gibi suda çözünen maddeler, tanin-lignan gibi polar organik solvent içeren maddeler ve resin-tarpen gibi nonpolar organik solvent içeren maddeler olarak bilinmektedir (IARC, 1995). Aynı zamanda ağaç tozunda çok sayısa toksin, mantar ve kimyasal maddeler yer almaktadır.

Ağaç tozuna uzun sürede maruz kalan çalışanlar bir takım hastalıklara (mukozal, kanser, dermatit, vb.) yakalanmaktadır. Çalışanların ağaç tozuna maruz kalması durumunda solunum etkileri; astım, kronik bronşit ve aşırı hassas pnömonisi olarak sıralanmaktadır. (Salvendy, 2005; Erdincç ve Pala, 2009). Bununla birlikte göz iritasyonu, burun tıkanıklığı, sıklıkla baş ağrısı şeklinde diğer belirtilerde görülmektedir.

Orman endüstri sanayi kollarından biri olan mobilya sektörü, Türkiye'nin gelişen sektörlerin biri olmaktadır. Her yıl sektörde gelişim meydana gelmekte ve ürün çeşitliliği artmaktadır. Mobilya sektörü katma değer açısından Türkiye'de bulunan önemli sektörler arasında yer almaktadır (Kurban, 2015).

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde yer alan bir mobilya işletmesinde toz ölçümü yapılmıştır. Mobilya üretim sürecinde yer alan makinelerden ortaya çıkan tozların ölçümü yapılarak çalışanların sağlığı hakkında tespitler yapılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Kahramanmaraş ilinde faaliyet gösteren bir mobilya işletmesinde üretim sürecinde yer alan makinelerin başındaki çalışanlar için toz ölçümü yapılmıştır. Mobilya işletmelerinde çeşitli makine ve tezgahlar bulunmaktadır. Özel işleme makineleri ve genel işlem makineleri diye iki gruba ayrılmaktadır. Daire testeresi, şerit testeresi, planya ve freze makineleri genel işlem makineleri arasında bulunan makinelerdir.

2.2. Yöntem

Mobilya işletmesinde bulunan üretim sürecindeki makinelerden çıkan ağaç tozlarının ölçümü "MDHS 14/3: Solunabilir Tozların Gravimetrik Analizi ve Örneklemesi için Genel Metotlar" metoduna göre toz numuneleri alınarak gravimetrik analizleri yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Mobilya işletmesinde bulunan şerit testeresi, daire testeresi, planya makinesi ve freze makinelerinden alınan toz numunelerinin gravimetrik analize göre hesaplanan toz maruziyet değerleri Çizelge 1'de yer almaktadır.

Çizelge 1. Mobilya atölyesinde bulunan makinelerden çıkan ağaç tozu maruziyet değerleri (mg/m^3)

Makine Türü	Ağaç tozu maruziyet değerleri (mg/m^3)
Daire Testeresi	6,87
Şerit Testeresi	6,35
Planya Makinesi	10,23
Freze Makinesi	14,21

Çizelge 1'de mobilya işletmesinde bulunan makinelerden çıkan ağaç toz maruziyet değerleri verilmiştir. Ağaç tozu maruziyet değerleri sırasıyla daire testeresinde 6,87 mg/m^3, şerit testeresinde 6,35 mg/m^3, planya makinesinde 10,23 mg/m^3 ve freze makinesinde 14,21 mg/m^3 olarak tespit edilmiştir. En yüksek değer freze makinesinde çıkarken, en düşük değer ise şerit testere makinesinde çıkmıştır. Elde edilen bu sonuçlara göre; Çizelge 1'de yer alan daire testeresi, şerit testeresi, planya ve freze makinelerinin ağaç tozu maruziyet değerleri yasal ağaç tozu maruziyet değeri olan 5 mg/m^3'ün üzerinde çıktığı tespit edilmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu araştırma ile mobilya işletmelerinde çalışanların soluduğu ağaç tozu maruziyetleri incelenmiş olup alınması gereken önlemler ortaya koyulmuştur. Bundan dolayı atölyede belirlenen makinelerin başında çalışanlardan kişisel toz numuneleri MDHS/13 yöntemine göre tespit edilmiştir. Ortaya çıkan en yüksek maruziyet değeri ile en düşük maruziyet değeri arasındaki farkın oluşma nedenleri arasında makine türü, makinelerin düzenleri, makine büyüklüğü, makinelerin yapısı olarak sıralanabilmektedir.

Mobilya atölyesinde yapılan ölçümlerin sonucunda şerti testere en düşük 6,35 mg/m^3 iken freze makinesi ise en yüksek değer olarak 14,21 mg/m^3 şeklinde ölçülmüştür. Ağaç tozu maruziyet değerleri, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik'te belirtilen sert ağaç tozu maruziyet sınır değeri olan 5,0 mg/m^3 ve

Tozla Mücadele Yönetmeliği'nde belirtilen ağaç tozu maruziyet değeri olan 5,0 mg/m^3'ün üzerinde bulunmuştur.

Mobilya atölyesinde makinelerin birbirinden izole olduğu görülmektedir. Eğer makineler aynı ortamda yer alsaydı çalışanların maruziyet değerlerinin artması kaçınılmaz olacaktır. Toz maruziyetinin artmasına sebep olan etkenler arasında ani rüzgar, çalışanların hareketleri, vantilatör gibi etkenler sayılmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Erdinç O, Pala, K. Occupational Exposure To Wood Dust And Health Effect On The Respiratory System In A Minor Industrial Estate In Bursa/Turkey, International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 22(1); 43-50, 2009.

[2] IARC - The International Agency for Research on Cancer (Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı), Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Volume 62 Wood Dust and Formaldehyde, Fransa, 1995.

[3] Kurban H. Mobilya Üretimi Yapılan İşletmelerde Gürültü, Titreşim ve Odun Tozunun Ergonomik Etkilerinin İncelenmesi, TÜBİTAK Hızlı Destek Projesi, 114Y043, Bartın, 2015.

[4] Salvendy G. Handbook of Human Factors And Ergonomics, 3.Basım, ABD, 2005.

[5] Tankut A.N, Kurban H, Melemez K. Orman Endüstri İşletmelerinde Odun Tozunun Ergonomik Etkilerinin İncelenmesi, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Isparta, 2014.

INVESTIGATION OF DESİGN PARAMETERS OF BABY CLOTHES

Esra TAŞTAN ÖZKAN[1]

[1] Bitlis Eren Universiy, Faculty of Fine Arts, 0000-0001-8950-6048

ABSTRACT

The design process starts with the emergence of a new material or product need or starts from this request. The design process refers to the whole or part of a product or the whole of the various elements or features of the ornament on it that can be perceived by human senses such as line, shape, texture, material, or flexibility. Textile designers must have the capability in a number of areas, from weaving to print to knitting, in order to produce products for medical or automotive, fashion, or other areas. They must take into account what the market necessities are and how users' lifestyles are improving. Baby clothes is a concept that refers to the clothing of babies from 0 months to 24 months. Baby clothing is a factor that affects the comfort of the baby as much as nutrition. As well as design parameters like texture, light, color and shape, thermal comfort, tactile comfort and wear comfort parameters should be taken into account during the design process of baby clothes. Baby clothes should prevent babies from sweating excessively and should have breathability. In other words, baby clothes should have structure and fiber properties that can throw excess heat and sweat from the surface of the clothes to the outside. While designing baby clothes, it will not disturb the baby tactilely; fibers that do not cause discomfort such as stinging and itching should be preferred. In addition, baby clothes should have certain flexibility and cut characteristics. Thus, body movement comfort, which is one of the most important factors for the development of the baby, should not be hindered. This study aims to mention the factors that must be taken into account when designing baby clothes. Besides, information was given about the breathability feature, thermal comfort, and tactile comfort.

Keywords: baby clothes, design parameters, thermal comfort, tactile comfort, body movement comfort.

1. INTRODUCTION

Textile design plays an important role in producing innovative products for a variety of end-user applications, from fashion to automotive textiles, sportswear, and protective clothing. The textile industry exists with the combination and interaction of design, marketing and technical features, and sustainability can be achieved as a result of the interaction of these three main features. Because without one of these features, the other is not continuity. Textile designers, in addition to emphasizing the aesthetic features of the products they create (such as color, model, and texture), should also meet the expectations of the final consumer, that is, the customers. Because without functionality, aesthetics has no meaning, especially in textile design.

Trend creators and fashion trend followers are at the forefront of designing new products. Most designers, other than the leading fashion designers, have to follow the fairs held around the world to determine the main themes and fashion trends for the upcoming season. Companies that produce fast fashion have to follow fairs and fashion shows very well. As a result, these companies are able to introduce new and updated products to the market more quickly than others.

Many designers participate in textile and apparel fairs organized periodically around the world and are inspired by color, texture, and design ideas. Designers interpret their designs according to the customer base served, with the knowledge and ideas in line with the fashion trends of that year obtained from fairs and fashion shows. There are factors that affect the consumer outside of the design. The most important of these factors is the comfort of clothing. Because people want their clothes to provide wearing comfort and body movement comfort as well as design. For this reason, textile designers have to know technical features such as fiber structure, yarn properties, chemical structure, finishing processes, and sewing properties.

Comfort refers to the harmony of the person with the environment in the clothed state. The physical components of this harmony are weight, thickness, heat transfer, air permeability, moisture absorption, moisture transfer, handling, and ease of movement. Aesthetic features are color, shine, fashion, and fit. In addition to these, personal subjective characteristics also increase comfort. The most important factor in clothing comfort is the movement of heat and moisture within the clothing in order to maintain the thermal balance between the human body and its environment, and as a result, excess heat and moisture can be discharged to the outside environment. The perception of comfort in babies is very important because babies are immediately affected by the thermal, tactile, and body movement comfort features of the clothes they are in, and they can express this with their reactions. Subjective comfort measurement methods and wear trial tests are the most used methods in clothing comfort measurements. However, since no feedback can be received from babies, the subjective wear trial method can be used in a limited way in baby clothing comfort measurements. Some studies were given about baby clothes and the design process of baby clothes below:

Hauser (2008) stated that organic fibers or more sensitive ecological textiles are used in baby clothes, and synthetic fibers can be used as long as they do not come into contact with the skin. It has also been stated that bamboo fiber can be used in baby clothes due to its antibacterial and hypoallergenic properties and thermal comfort properties [1].

Hayhoe (2009) declared that natural fibers provide comfort by adapting to the bodies of babies while they are sleeping or in activity, while ecological clothes make babies feel comfortable due to their lightness and tactile comfort properties. Also, it was declared that cotton clothes are convenient for babies with allergic problems, absorb sweat quickly, and make them feel soft [2].

Dogbey et al. (2015) investigated the effect of different designs and fabrics on the physical comfort of children. Descriptive research was made with a total of 100 volunteers which consisting of 70 parents and 30 designers. Interview schedules were used to collect answers

from the fashion designers and parents. The results showed that the choice of designers and parents is very different from each other. It has been observed that the cost of fabrics can deter parents and guardians from choosing the fabrics they prefer when choosing children's clothing. Fashion designers declared cotton as their most chosen fabric for the production of children's clothes according to this research. They declared that cotton was easy to handle during sewing operations and very common with colorful designs. This study revealed that it is very important for parents and fashion designers to have knowledge about the features of fibers and safety measures during clothing production to enable the comfort of children's clothing [3].

Kabbari et al. (2016) investigated the impact of water repellent finish on baby clothes. Using a cotton/polyester blended yarn, a knitted surface structure consisting of two surfaces, one ground, and the other plush yarn, was created. After and before the finishing operations, air permeability and contact angle measurements were made. By means of this system improved to model the water-oil repellency of plush knitted fabrics, the experimental measurements of the contact angle were converted into a fuzzy inference system. The improved fuzzy rules revealed the interaction between fabric water repellency, process, and structure parameters [4].
Ünal and Sekeroglu (2017) declared that the increase in the use of chemicals combined with the sensitiveness of baby skin and the increase in allergic babies, organic fabrics are preferred today. While organic clothes are suitable for soft and sensitive baby skin, organic fabrics provide a more comfortable feeling due to their light and soft properties and minimize allergic problems [5].
Gürarda (2018) stated that materials that could harm the baby should not be used in the production of baby clothes and that fabrics and accessories should be produced in accordance with health conditions. In addition, it was stated that the seams of the clothes should not irritate the baby's skin, that the seams of the underwear should not be hard, and that they should be sewn using Class 600 [6].
Filingeri et al. (2020) conducted a wear trial test with nine babies and their mothers in a controlled environment and the effect of clothing layers on thermal responses was investigated. Temperature measurements were taken from five points using thermal sensors and the heat stress risk of newborns was modeled [7].
In this study, the factors and design elements considered in the design stages of baby clothes was mentioned. In addition, the comfort parameters that should be in baby clothes were defined.

2. THE DESİGN PROCESS and DESİGN ELEMENTS

The design process starts with a need for design in the company. Creating the design team, writing the Design Job Description, creating product concept options within the scope of this definition, evaluating the visualized product options, and making the final design decision are the other basic stages of the process. The final design decision determines the basic characteristics of the product to be developed and produced. With this decision, the design development process begins. At the end of the development process, the company management determines its decision on production. In fact, the entire design process can be summarized as understanding the project subject, researching and creating solution options, and selecting and developing the most suitable among them. The designer needs design elements and principles

in order to express the products designed in their own mind in a concrete way. Some of these items used for the baby clothes design process were given in below:

Point: It can create many different compositions by coming together with differences such as small, large, regular, irregular, light, and dark. It is widely used in surface design as it provides unlimited options in point size and color. In baby clothes, designs in which dots of different colors and sizes are used on a white background.

Figure 1. Different uses of the point in baby clothing design (https://tr.dhgate.com)

Line: The line in surface design depends on the intended use of the product; It is used in many different ways such as vertical, horizontal, limited, unlimited, directional, non-directional, thick, and thin. In baby clothes design, transversely striped products are seen more frequently than longitudinal striped ones. Examples of using the line in baby clothes are given below (Figure 1).

Figure 2. Baby clothes samples with transverse stripes (https://tr.aliexpress.com)

Printing Shapes: The shape is the general picture of the object. One of the most used design elements in baby clothing design is prints. In the design of baby clothes, there are many animal prints and prints inspired by floral elements applied on the knitted surface.

Figure 3. Examples of animal and vegetal printed designs on baby clothes
(https://www.bebeyum.com/)

Measure- Size: A measure is a kind of boundary or frame in which an object remains what it is. The size is; each of the width, length, or height of an object. Different objects and geometric shapes are used in baby clothes, especially by printing.

Figure 4. Example of using different objects and shapes in baby clothing design
(https://tr.aliexpress.com)

Color: Color is considered the most defining design element. The colors that best tell the story created are determined. These colors consist of primary colors and complementary colors to be used. But nowadays, white color is generally used in baby clothes. This is because chemicals are used during the dyeing process and these chemicals cause carcinogenic effects. For this reason, organic cotton clothes are preferred especially in baby rompers. Apart from this, yellow is the most frequently used color after pink and blue, which represents the gender of the baby in baby clothing design.

Figure 5. Examples of organic cotton and different colors baby clothes designs.

Fabric: Fabrics are considered the main material in the collection. Just like the color selection, fabrics that are thought to best describe the theme are selected. These fabrics can consist of main fabrics and complementary fabrics. Knitted fabrics are mostly preferred in baby clothes design. Because knitted fabrics form a looser structure than woven fabrics, they do not cause compression in the developing limbs of the baby such as wrists and legs. Because babies' bodies take the shape of the products they wear during the infancy period.

Embroidery: One of the design elements used in baby clothing is embroidery. Although embroidery is mostly used in home textiles and women's clothing, it is also used in baby clothes. Even baby clothes designs in which the baby's name is written with embroidery are also very popular nowadays.

Figure 6. Examples of different designs written with embroidery. (https://www.ciceksepeti.com)

Aesthetics and techniques that complete the model items: These are buttons, snaps, zippers, buckles, etc. they can be seen as jewelry qualified complements. However, their aesthetic contribution to the collection is very important, and they can sometimes be the determining factor in the design. Especially in baby rompers, snap fasteners are highly preferred as they allow easy changing of the baby's clothes. Likewise, the use of zippers is common in baby sleeping bags and baby coats.

Figure 7. Use of snaps and zippers in baby clothes design

Sewing Types: One of the most important elements used in the production of the design is the seams. Apart from giving the form by connecting all the material together; It is both a technical and aesthetic element that determines the visual effect with its variables such as stitch types, stitch types, and thread types. Clothing seams should not irritate the baby's skin, underwear seams should not be harsh. Class 600 "closing seams" should generally be used in baby clothing. Hayhoe (2009) emphasized that children's clothing should have a minimum number of seams, that these seams should not be loose, and that the seam should be clean in order not to irritate [2].

3.İMPORTANT PARAMETERS FOR BABY CLOTHES COMFORT

Clothing comfort is an ultimate phenomenon that consists of physical components such as mechanical comfort and thermal comfort, physiological comfort, and psychological comfort. For this reason, the factors affecting all these comfort components affect the perceived overall comfort of clothing [8]. When choosing clothes, parents should consider clothes to make babies feel comfortable and pay attention to thermal comfort, tactile comfort, and body movement comfort.

Thermal Resistance:

Thermal resistance is affected by thickness, garment layer, drape, fiber density, and fabric porosity. Thermal comfort is affected by heat losses by conduction, convection, radiation, and perspiration. The internal temperature of the human body should be kept constant at around 37 °C (±0.5 ºC), even under different climatic conditions. The heat produced as a result of metabolic activity and the burning process of nutrients is used to control the body's metabolic rate. When the internal body temperature rises or falls above the specified limits, it can cause serious physiological disorders and even death. Especially since babies are more sensitive and can express their reactions to the environment through crying, baby clothes should be chosen according to the environmental conditions of the babies.

Moisture Transfer:

In order for the human body to be in a thermophysiologically comfortable state, sweat must be transfer to the outside in the form of liquid and vapor. Because diffusion, absorption-adsorption,

water vapour transport, wetting, and capillary properties are very important in terms of thermophysiological comfort in the discharge of sweat to the external environment. It is important for thermal comfort that good baby clothing easily transfers water vapor and liquid sweat to the outer surface of the clothing.

Air Permeability:

In addition to the heat and water vapor permeability properties of clothing, air permeability is also an important factor. Especially in baby clothes, clothes should be designed in such a way as to allow air circulation. Thus, the feature defined as breathability is provided and the irritation caused by the clothes on the skin surface of the babies is prevented.

Tactile comfort:

The interaction between clothing and the human body includes thermal, mechanical, and visual components, and neurophysiological signals of the responses of nerve endings to external stimuli such as heat, pressure, and pain are transmitted to the brain. These signals are processed by the relevant parts of the brain and according to these signals, blood flow rate, sweating rate, and heat production are adjusted. Since the skin of babies is more sensitive than adult people, the tactile comfort properties of baby clothes should be very good, otherwise problems such as stinging, itching, and redness occur.

Body Movement Comfort

A textile product is physically comfortable if it allows freedom of movement, takes the shape of the body when desired, and does not put too much weight on the body [9]. Knitted fabric structures are preferred to provide body movement comfort, especially in baby clothing. Because knitted fabrics have the feature of stretching and provide freedom of movement.

4. CONCLUSION

The parameters that effects the design process of baby clothes were investigated in this paper. The design elements like dots, lines, fabric type, colors, accessories used for baby clothes, and sewing types were explained. In addition, information was given about important features such as thermal resistance, moisture transfer, air permeability, tactile comfort, and body movement comfort that affect baby clothing comfort. As a result, it has been seen that while designing baby clothes, comfort parameters should be taken into account as well as aesthetic parameters. Also, it has been observed that during the design phase, attention should be paid to the finishing processes applied to the fabric structures used and the model and sewing features in order to ensure the tactile and body movement comfort of baby clothes.

REFERENCES

[1] Hauser, P. Weaving Green Textile Claims – cotton, organic cotton , Bamboo, co in the Market – Green Building and Textiles, Federal Trade Commission , 31-36, 2008.

[2] Hayhoe, R.C. Planning for Baby – Clothing Fabric Choices, Care labels, Comfort, Fit, Size and Safety, Virginia Cooperative Extension Program – Virginia Poytechnic Institute and State University, 2910-2036, 2009.

[3] Dogbey, R., Kpobee, M.K., Dedume, V., Osei, J. The Effect of Fabrics and Designs on the Physical Comfort of Children Clothes in the Accra Metropolis, Arts and Design Studies, 30: 39-46, 2015.

[4] Kabbari, M., Ghith, A., Fayala, F., Liouane, N. Investigating the effect of Water-oil repellency finish on baby clothes, Fibers and Polymers, 17(6), 873-879, 2016.

[5] Ünal, Z.B., Sekeroglu, S. Research of Required Qualifications for Baby Clothes from Past to Present, Aksaray J. Sci. Eng., 1(2): 71-85, 2017.

[6] Gürarda, A. Bebek giysilerinde tasarımın, kumaş özelliklerinin ve aksesuarların önemi, BTSO JunioKids Dergisi, Temmuz: 51-52, 2018.

[7] Filingeri, D., Cowley, H., Merrick, C., Gang, P.S., Filingeri, V.L. The effects of clothing layers on the thermoregulatory responses to short duration babywearing in babies under 12 months old. Physiological Reports, 8: 1-9, 2020.

[8] Marmaralı, A., Oğlakcıoğlu, N. Giysilerde ısıl konfor. Isıl Konfor Sempozyumu, İzmir, 2013.

[9] Li, Y. The Science of Clothing Comfort. The Textile Institute International, UK, 138, 2001.

POTENTIAL AND UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE MARMARA REGION

Lecturer, CİHAN GÖKÇÖL

Kirklareli University, Luleburgaz Vocational School, cihan.gokcol@klu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-0810-6056

ABSTRACT

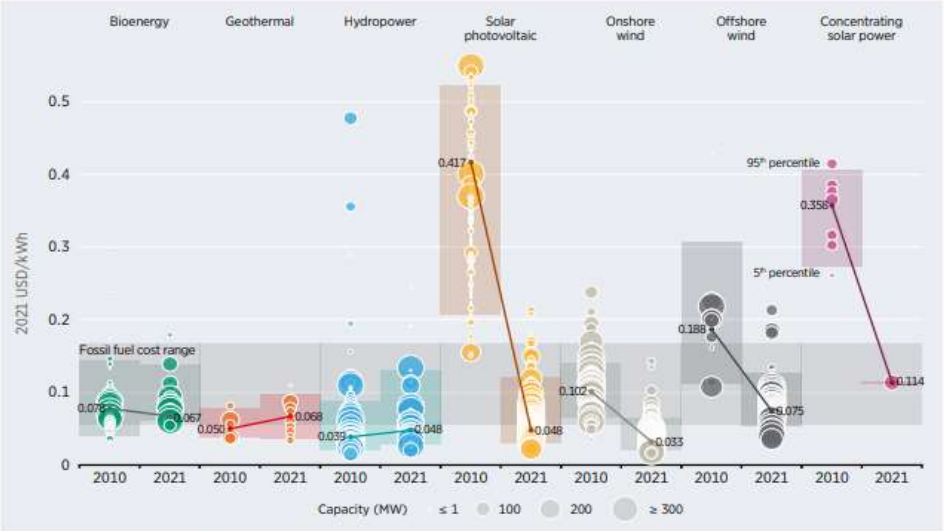
Today's popular topic is renewable energy sources, which are defined as clean, economical, an unlimited energy resource, and completely domestic. The interest in renewable energy sources has increased considerably in Turkey as in the world, and today the power plants using renewable energy have increased and the amount of electricity obtained in this way has increased tremendously. Turkey is gifted with many renewables that are abundant and can offer great opportunities to generate electricity. In this study, regional renewable energy sources in Turkey will be discussed. In this context, the Marmara Region, which hosts many renewable energy sources such as wind, solar, biomass and geothermal based energy forms includes the city I live in, will be examined. In this region, renewable energy sources will be discussed one by one and a detailed picture of the current situation from a broad perspective will be taken. In this picture, the current potentials, how much of these potentials are used to generate electricity will be revealed and the developments that can be experienced in this field in the near future will be underlined.

Keywords: Renewable Energy, Turkey, Marmara Region, 2023

1. INTRODUCTION

There has been a tremendous progress in the interest and confidence in renewable energy sources all over the world in recent years. Of course, there are valid reasons underlying this, especially the cleanness of renewable energy and its ability to solve the environmental problems that the world is facing. In addition to its environmental contributions, it is thought that it can make significant economic contributions. Renewable energy seems to be very attractive to people due to the fact that the source of renewable energy sources is endless, they are found everywhere and there is no charge for raw materials. In addition to all these, people had little interest in it due to the high installation costs and electricity production costs when renewable energy technologies were first used. Currently, renewable energy technologies have become competitive with traditional fossil fuel technologies. For example, while electricity generation costs per kWh of solar technologies were approximately 42cents in 2011, in 2021

the cost decreased considerably to 4.2cents. In Figure 1, the economic parameters of renewable energy technologies and the development process of these parameters over the years are given in detail.



Source: IRENA Renewable Cost Database.

Note: This data is for the year of commissioning. The thick lines are the global weighted average LCOE value derived from the individual plants commissioned in each year. The LCOE is calculated with project-specific installed costs and capacity factors, while the other assumptions are detailed in Annex I. The single band represents the fossil fuel-fired power generation cost range, while the bands for each technology and year represent the 5th and 95th percentile bands for renewable projects.

Figure 1. Costs of electricity generated by various renewable energy technologies and fossil fuels based technologies, 2010-2021 [1]

In parallel with the developments in this field in the world, the use of renewable energy has increased considerably in Turkey. The use of renewable energy, which was almost zero at the beginning of the 2000s, has now reached approximately 20% in terms of contribution to electricity generation. Although there have been great increases in terms of installed power capacity, the share of renewable energy resources excluding hydroelectricity in Turkey's total installed power capacity has approached 24%. In this context, I would like to remind you that Turkey wants to increase the share of renewable energy resources in total power plants to 30% in line with its 2023 energy targets. The point reached at the moment is a value close to the target, our hope is that Turkey will achieve this target and even achieve much more in the near future [2, 3, 4, 5, 6, 7].

In this study, the Marmara region, which is a rich region of Turkey in terms of renewable energy resources, will be discussed and analyzed. In this region, renewable energy sources such as wind energy, solar energy, geothermal energy and biomass energy will be examined. First, the potential analysis of the region's renewable energy resources will be made. Then, how much these renewable energy sources are currently being used will be revealed with the current statistics and information from the Ministry of Energy and other private institutions. In the near future, the planned projects in the field of renewable energy for the region will be mentioned.

2. POTENTIAL AND UTILIZATION OF WIND ENERGY IN THE MARMARA REGION

According to the REPA, there are two estimates for the wind energy potential of Turkey: (i) 48GW where estimating wind energy potential was made considering the areas whose average wind speed is 7m/s and over, (ii) 114GW where estimating wind energy potential was made considering the areas whose average wind speed is 7m/s and over [8, 9, 10, 11].

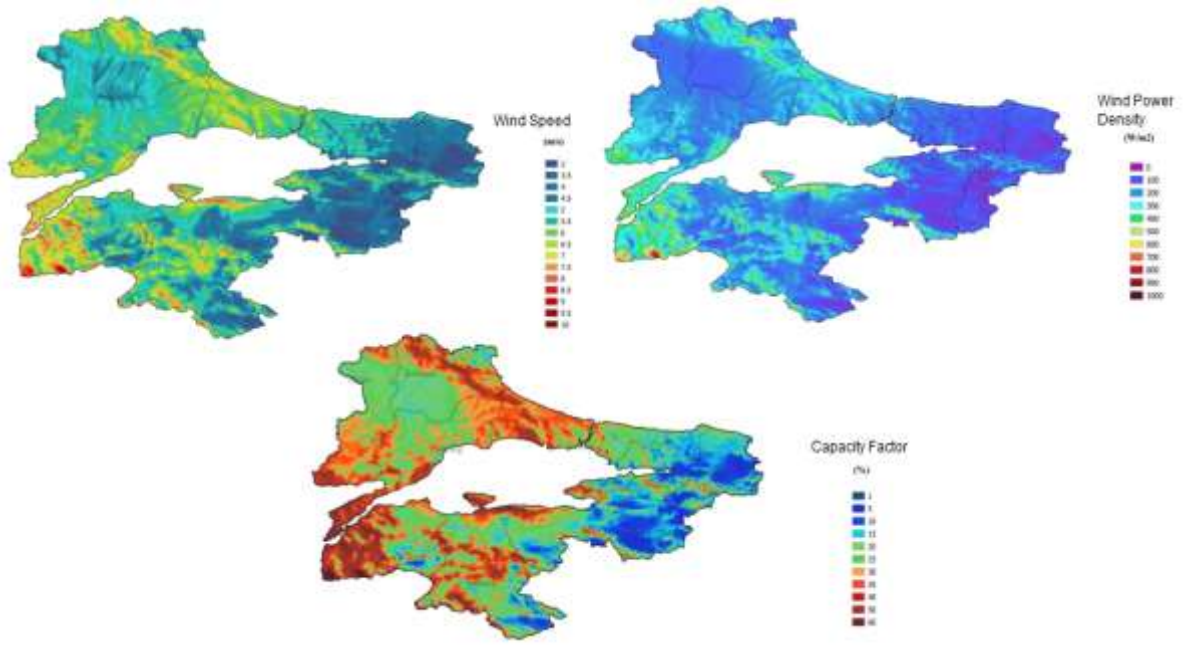


Figure 2. Maps of wind speed, wind power density and capacity factor for the Marmara region [12]

As can be seen from Figure 2, there is a large amount of wind energy potential especially in Çanakkale and then in Balıkesir, İstanbul and Kırklareli. Besides, there is a significant wind energy potential in the South-West parts of Thrace. In these regions, the wind speed values vary between 6m/s-8.5m/s. Especially in the east of the region, the average wind speed values are the lowest and vary between approximately 3m/s-4m/s, while the average wind speed in the rest of the region is between 5m/s-6m/s. In terms of wind power density, we see the highest value in Çanakkale and generally in the western parts, east of Thrace and some parts of Istanbul, the wind power density is high. On the other hand, we encounter the lowest wind power density values in the eastern parts. In Table 1, the wind characteristics of the Marmara region are explained in detail. According to Table 1, the average speed, average power density and average capacity factor values of the region are 5.24m/s, 201.765 watts/m^2 and 25.7%, respectively.

According to Table 2, Balıkesir and Çanakkale have the highest wind energy potential among the cities of the Marmara region. The total wind energy potential of the region is approximately 47GW according to REPA calculations, which captures approximately 41% of Turkey's theoretical wind energy potential. The values of other cities of the region are also included in the table. With the addition of pre-licenced, licensed, planned and under-construction power plants in near future, it is predicted that the installed wind power capacity,

which is 4,761MW today, will increase to 6,687MW. According to the most recent value, approximately 14% of the theoretical wind energy potential of the region will be evaluated in the near future. But the unused wind energy potential is still huge, about 40GW. It should be noted that, as of today, the Marmara region alone supplies 43% of Turkey's total wind installed power capacity (approximately 11,000MW).

Table 1. Wind characteristics of Marmara regions [12]

Minimum wind speed (m/s)	1,93
Maximum wind speed (m/s)	9,86
Average wind speed (m/s)	5,24
Variance	1,23
Standard deviation	1,11
Minimum power density (W/m2)	12,85
Maximum power density (W/m2)	1041,314
Average power density (W/m2)	201,765
Variance	10428,29
Standard deviation	102,119
Minimum capacity factor (%)	1,38
Maximum capacity factor (%)	63,2
Average capacity factor (%)	25,7
Variance	104,040
Standard deviation	10,2

According to Table 2, Balıkesir and Çanakkale have the highest wind energy potential among the cities of the Marmara region. The total wind energy potential of the region is approximately 47GW according to REPA calculations, which captures approximately 41% of Turkey's theoretical wind energy potential. The values of other cities of the region are also included in the table. With the addition of pre-licenced, licensed, planned and under-construction power plants in near future, it is predicted that the installed wind power capacity, which is 4,761MW today, will increase to 6,687MW. According to the most recent value, approximately 14% of the theoretical wind energy potential of the region will be evaluated in the near future. But the unused wind energy potential is still huge, about 40GW. It should be noted that, as of today, the Marmara region alone supplies 43% of Turkey's total wind installed power capacity (approximately 11,000MW).

Table 2. Wind energy potential and installed wind power plant capacity values of the Marmara cities [13, 12, 9]

Cities	Wind Energy Potential, MW	Installed Wind Power Plant Capacity, MW	With the Addition of Pre-licenced, Licenced, Planned and under-construction power plants, Probable Total Capacity, MW
Kırklareli	3,079.36	385	889
Tekirdağ	4,626.64	183	279
Edirne	3,470.08	179	485
İstanbul	4,176.96	789	948
Yalova	533.12	276	276
Sakarya	180	228	350
Kocaeli	77.84	64	147
Bilecik	308.64	155	160
Balıkesir	13,827.36	1,345	1,382
Bursa	3,881.68	299	456
Çanakkale	13,012.56	858	1,315
Total	**≅ 47,000**	**4,761**	**6,687**

3. POTENTIAL AND UTILIZATION OF SOLAR ENERGY IN THE MARMARA REGION

Turkey has a great amount of solar energy potential thanks to its geographical location. Considering the Solar Energy Potential Atlas of Turkey (GEPA), it is determined that the average daily sunshine duration is 7.51 hours and the average annual total radiation value is calculated as 1.527.46 kWh/m^2 [6, 10]. Solar energy data presented in Table 3 was compiled and created taking into consideration the solar irradiation values and sunshine duration values of each cities.

According to Table 3, it is determined that the average daily sunshine duration of the Marmara region is about 7 hours and the average annual total radiation value is estimated as 1,382 kWh/m^2. In addition, these values regarding solar energy potential of the region seems below the average values of Turkey. Among the cities İstanbul has the highest total solar irradiation value.

According to Table 4, the total solar power plant capacity of the Marmara region is 397MW. Among the cities Balıkesir has the highest solar power plant capacity with 117MW, followed by Bilecik with 87MW and Bursa with 85MW. The Marmara region occupies only about 4% of Turkey's total installed solar power plant capacity. The 397MW solar power plant capacity for the Marmara region is fairly less considering its high amount of solar energy which is so much greater than the Europe average. However, many European countries now generate much more electricity than Turkey though they have lower solar energy potentials. For instance, Germany with the installed solar power plant capacity of about 58,000MW that is greater than the half of Turkey's installed solar power plant capacity.

Table 3. Solar energy potentials of the Marmara [14]

Cities	Annual Total Solar Irradiation Value, kWh/m^2	Daily average Sunshine Duration, hours
Kırklareli	1,321.3	7.2
Tekirdağ	1,337.4	7.14
Edirne	1,319.78	7.38
İstanbul	1,612.1	6.7
Yalova	1,342.28	6.64
Sakarya	1,342.29	6.46
Kocaeli	1,330	6.5
Bilecik	1,412.25	6.64
Balıkesir	1,418.33	7.36
Bursa	1,393.39	6.89
Çanakkale	1,375.13	7.69
Average	**≅ 1,382**	**≅ 7**

Table 4. Installed solar power plant capacities of the Marmara region [14]

Cities	Solar Power Plant Capacity, MW
Kırklareli	5
Tekirdağ	8
Edirne	8
İstanbul	24
Yalova	1
Sakarya	9
Kocaeli	27
Bilecik	87
Balıkesir	117
Bursa	85
Çanakkale	16
Total	**397**

4. POTENTIAL AND UTILIZATION OF GEOTHERMAL ENERGY IN THE MARMARA REGION

While Turkey's theoretical geothermal heat energy potential is 31.500MWt, its electrical energy potential is 4.500MWe. 7% of this potential is provided by the Marmara region, while 78% is captured by Western Anatolia. Approximately 10% of the geothermal energy potential in Turkey is suitable for electricity generation. Since the remaining parts are at moderate and low underground temperatures, they can be used for different purposes rather than electricity generation [15]. Figure 3 indicates the underground temperature distribution of Turkey [16]. In the map of the underground temperature at 1000m depth, the circled area in the Marmara region appears to generate electricity.

There are power plants producing electricity using geothermal energy resources in the Marmara region and these are concentrated in two cities, Canakkale and Balikesir. There are currently 4 geothermal power plants with a total capacity of 30.7MW actively operating in Çanakkale, while a geothermal power plant with a total capacity of 11.08MW is operating in Balıkesir. In addition to these, there are 2 geothermal power plants with a total capacity of 22.58MW in Çanakkale and Balıkesir. The Transmark Geothermal Power Plant in Çanakkale is currently not operating at full capacity, when fully operational, the power generation capacity of the plant will increase from 3.2MW to 19MW. In summary, the total geothermal installed power capacity of the Marmara region will increase to 80.16MW after the pre-license geothermal power plant is completed and started to operate and the Transmark power plant starts operating at full capacity instead of partially operating. I would like to remind you that, in the study I conducted in 2019, the total geothermal installed power capacity of the Marmara region was only 15.5MW.

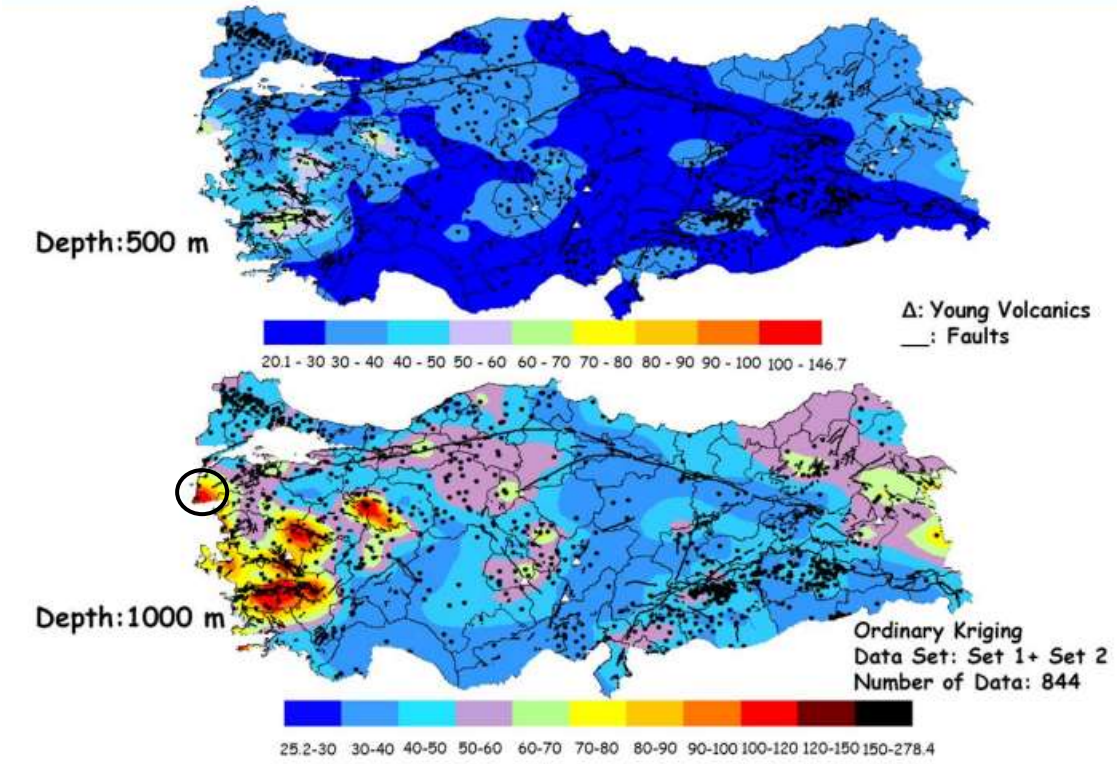


Figure 3. Underground temperature distribution of Turkey at two different depths [16]

5. POTENTIAL AND UTILIZATION OF BIOMASS ENERGY IN THE MARMARA REGION

According to BEPA, the total amount of energy that can be produced from all wastes (animal, vegetable, etc.) in Turkey is theoretically 34 MTEP, and its economic equivalent is 3.9 MTEP. The equivalent of this (34 MTEP) in MW is approximately 45,000MW. The size of the economic equivalent in MW is approximately 5,200MW. As of the end of June 2022, Turkey's installed power based on biomass and waste heat energy was 2,172 MW, and its ratio in the total installed power was 2.14%. Since 2015, production and investments in this field have

started to increase, and since then, the total installed power capacity of biomass has reached approximately 6 times that of 2015.

Table 5. Total Estimated Biomass Potential of the Marmara Region

1. APPROACH	
Economy Rate, %	**Economic Potential, TOE**
Plant Waste	
0,06	440470,58
Animal Waste	
0,25	45986,58
Urban Waste	
0,14	121777,97
Estimated Total Waste	608235,13 **TOE**
	7073774,59 **MWh**
Estimated Economic Total Potential, MW *	807,51
2. APPROACH	
Economy Rate, %	**Total Waste, TOE**
0,11	8678310,00
Estimated Economic Total Potential, MW	995453,21
Estimated Economic Total Potential, MW	1321,59
Average Estimated Economic Total Potential, MW**	1064,55

In Table 5, the economic biomass energy potential of the Marmara region (represented as * in the table) was found after the economy rate for each waste was determined according to the approach applied while determining Turkey's economic biomass energy potential with BEPA. In the other, the following approach was considered: The economic biomass energy potential for the Marmara region (represented as ** in the table) was calculated based on the ratio between the total energy potential and economic energy potential parameters in Turkey's total biomass data.

In my study on renewable energy resources of the Marmara Region in 2019 [9], it was determined that the estimated biomass energy potential of the region corresponds to 8,678,310 TOE/year according to BEPA. Since 1 TOE = 11.63 megawatt-hours (MWh), the estimated total biomass energy potential of the region is simply 11,521.5MW after simple calculations. However, in Table 2 where two approaches to estimate biomass potential were used, the average estimated economic biomass energy potential of the region is 1064.55MW, which is 90% less than the first non-filtered biomass potential. In this study, the total biomass installed power capacity was determined as 348.33MW, the largest share in this capacity belongs to Istanbul, as can be seen in Table 6. The total installed power capacity of the region will increase to 406.71MW after the partially operating power plants in Istanbul, Balıkesir, Çanakkale and Bursa start to operate at full capacity in near future. Then, considering the economic biomass potential, currently 32.7% of the potential has been evaluated so far.

Table 6. Total installed capacity of Biogas, Biomass, Waste Heat and Pyrolytic Oil Power Plants in the Marmara Region [17]

Cities in the Marmara Region	Total installed capacity of Biogas, Biomass, Waste Heat and Pyrolytic Oil Power Plants, MW
Kırklareli	22.47
Tekirdağ	14.49
İstanbul	175.61(190)
Edirne	0
Yalova	0
Kocaeli	11.43
Sakarya	2.89
Bilecik	0
Bursa	26.65(37.96)
Balıkesir	78.79(82.47)
Çanakkale	16(45)
Total	348.33(406.71)

6. RESULTS AND CONCLUSION

In this study, four different renewable energy sources, namely solar, wind, biomass and geothermal, were investigated in terms of their potentials and uses in the Marmara region. The total renewable energy installed power is approximately 5200MW. While the ratio of the region's total renewable energy installed power capacity to Turkey's total installed power capacity is around 5%, its contribution to Turkey's total renewable installed power capacity is 22.3%. It is not overlooked here that the contribution of wind energy is particularly great (the background of the relevant values is painted in red in Table 7) and it constitutes approximately 43% of Turkey's total installed wind power capacity, while its contribution to Turkey's total installed power capacity is 4.62%. Other obtained values are given in Table 7 in detail.

Table 7. General view of renewable energy in Marmara and its contribution to Turkey's total renewable energy and total energy capacities

Renewables	Installed Power Capacity For Renewables in, MW		Contribution of each renewable in Marmara Region	
	Marmara Region	Turkey	to Turkey's total (the interested) renewable Power Plant Capacity, %	to Turkey's total installed Power Plant capacity (103,000 MW)
Biomass	**348**	2,172	**16**	**0.33**
Geothermal	**41.78**	1,686	**2,4**	**0.04**
Solar	**397**	8,479	**4.6**	**0.39**
Wind	**4761**	10,976	**43.3**	**4.62**
Total	**5200**	23,313	**22.3**	**5.04**

In summary, the Marmara region is a very rich in terms of renewable energy resources. It has a high potential especially in terms of wind energy and biomass. The Marmara region alone holds approximately 41% of Turkey's total wind energy potential. In terms of solar energy, it has a potential below Turkey's average, approximately 13% below. Approximately 7% of the geothermal energy potential is in the Marmara region. In terms of geothermal energy potential, although there are geothermal areas suitable for electricity production in Çanakkale and Balıkesir in the Marmara region, the underground temperatures in the rest of the region are low and are between 30-60 ^{0}C. In terms of biomass energy potential, approximately one-fifth of Turkey's total biomass energy potential is located in the Marmara region.

Among the renewable energy resources, wind energy is the most used in the region and the Marmara region constitutes almost half of Turkey's total wind installed power capacity. Other renewables, solar, biomass and geothermal energy are not used as intensively as wind energy. While the total installed wind power of the Region is 4761MW, the total renewable energy installed power capacity is 5200MW. The contribution of other renewables is about 439MW in total.

REFERENCES

[1] IRENA, "Renewable Power Generation Costs in 2021," International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2022.

[2] Energy Atlası - Solar electric production, "www.enerjiatlasi.com," 27 November 2022. [Online]. Available: https://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/gunes.

[3] Enerji Atlası-Electric production- Wind, "www.enerjiatlasi.com," 10 September 2022. [Online]. Available: https://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/ruzgar.

[4] Enerji Bakanlığı - Biomass, "enerji.gov.tr," 28 November 2022. [Online]. Available: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle.

[5] Enerji Bakanlığı - Geothermal, "enerji.gov.tr," 21 July 2022. [Online]. Available: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal.

[6] Enerji Bakanlığı - Solar, "enerji.gov.tr," 10 November 2022. [Online]. Available: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes.

[7] Enerji Bakanlığı - Wind, "enerji.gov.tr," 11 October 2022. [Online]. Available: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-ruzgar.

[8] B. Dursun and C. Gökçöl, "Impacts of the renewable energy law on the developments," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 318-325, 2014.

[9] C. Gökçöl, "Current Situation Of Renewable Energy İn The Marmara Region," in *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli, 2019.

[10] C. Gökçöl, "Current situations of solar energy in Turkey: Updated data," in *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli, 2019.

[11] C. Gökçöl, "The potential and utilization of renewable energy resources in the Thrace region," in *IV. Uluslararası Katılımlı Anadolu Enerji Sempozyumu*, Edirne, 2018.

[12] Repa- Türkiye Geneli, "Repa," 21 November 2022. [Online]. Available: https://repa.enerji.gov.tr/REPA/bolgeler/TURKIYE-GENELI.pdf.

[13] Enerji Atlası - wind, "www.enerjiatlasi.com," 18 September 2022. [Online]. Available: https://www.enerjiatlasi.com/ruzgar/.

[14] Gepa - Solar , "Gepa - Solar Map," 28 November 2022. [Online]. Available: https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/.

[15] B. Dursun and C. Gökçöl , "The Role Of Geothermal Energy İn Sustainable Development Of Turkey," *Energy Exploration & Exploitation*, pp. 207-222, 2012.

[16] E. D. Korkmaz Basel, U. Serpen and A. Satman, "TURKEY'S GEOTHERMAL ENERGY POTENTIAL: UPDATED RESULTS," in *Thirty-Fifth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, Standford-California, 2010.

[17] Enerji Atlası - Biomass, "www.enerjiatlasi.com," 7 November 2022. [Online]. Available: https://www.enerjiatlasi.com/biyogaz/.

CURRENT SITUATION OF SOLAR ENERGY IN TURKEY: 2023 UPDATE

Lecturer, CİHAN GÖKÇÖL

Kirklareli University, Luleburgaz Vocational School, cihan.gokcol@klu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-0810-6056

ABSTRACT

Turkey is a quite lucky country in terms of renewable energy resources. It also has plenty of many types of renewable energy sources. In addition to all these, Turkey is also a country whose electricity demand is increasing every year and then has to build more power plants and produce more electricity in order to meet this increasing demand. In this context, the understanding that renewable energy sources are used to generate electricity has started to show its weight in Turkey as well as in the world and has begun to replace the ongoing traditional forms of energy production. It is also a fact that the use of renewable energy sources in power plants to generate electricity in Turkey was almost non-existent in the early 2000s - it was at the zero level - but this outlook has changed radically in the current period: the share of renewable energy sources in electricity generation is 18% and approximately 22% of the total installed power has been transformed into renewable energy-based power plants. While these are also happening in renewable energy, solar energy has made revolutionary progress especially in the last five years. In this process, the use of solar energy has reached from almost zero to about 9000MW and has started to go almost head-to-head with wind power generation capacity. In this study, first of all, the potential of Turkey's solar energy will be determined. Then, the development process of the use of solar energy from past to present and main reasons for this will be discussed in detail. Finally, we will look for an answer to the question of whether the current point in solar energy coincides with Turkey's goals or not.

Keywords : Renewable energy, Turkey, Solar Energy, 2023, Energy targets

1. INTRODUCTION

Renewable energy sources have become very popular and started to be used instead of fossil-based fuels and has increased its popularity recently. Table 1 shows that the use of renewable energy in electricity generation has increased throughout the world over the years. And the share of renewable energy in total electricity generation has increased from 18% to 28% since 2007. It is obvious that added to the environmental advantages, the economic benefits also play an important role in this increase. As of 2021, the total power generation capacity of renewables has exceeded 3000GW.

Table 1. Shares of renewables in the worldwide total electric generation [1]

Years	Share of renewables, %
2007	18
2009	20
2011	20.37
2013	22
2015	23.5
2017	25
2018	25.8
2019	26.8
2020	28.5
2021	28.3

Figure 1 shows a World map with solar potentials in different color scales. It is known that the solar energy potential is much higher for dark red places. Additionally, it is seen that the solar energy potential is quite high in places such as North Africa, South Africa, Arabia, Middle East countries, Australia and East America [2].

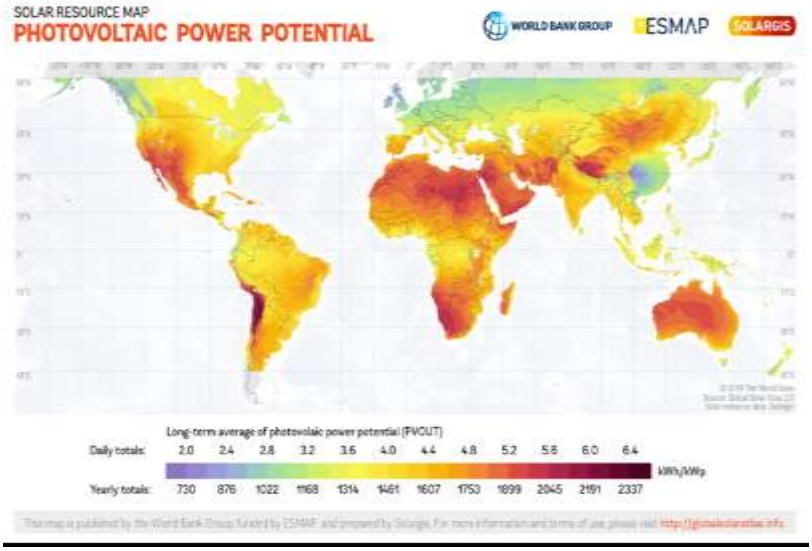
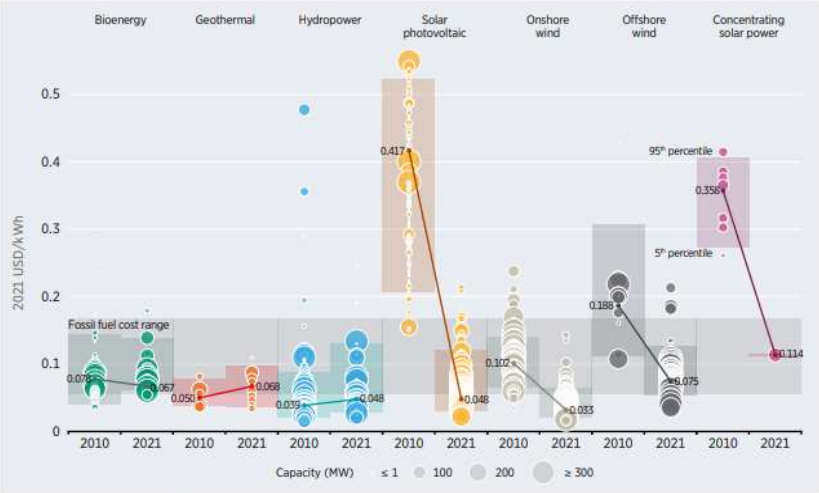


Figure 1. Photovoltaic power potential map of the world [2]

Considering the reasons behind the increase in the interest in renewable energy sources and the increase in their use, the primary reason can be expressed as follows: As a result of the developments in renewable energy technologies, the installation costs and electricity generation costs have decreased significantly, and therefore renewable energy technologies can easily compete with fossil fuel technologies. Figure 2 shows the decreases in the costs of electricity produced with renewable energy sources as a result of technological developments. For example, generating electricity with solar technologies now is quite cheap compared to 2010: 41.7 cents/kWh in 2010 and 4.8 cents/kWh in 2021. This indicates that renewable energy sources can now compete with fossil fuels in the electricity generation process, and even it also states that it can produce clean electricity at much lower costs.



Source: IRENA Renewable Cost Database.

Note: This data is for the year of commissioning. The thick lines are the global weighted average LCOE value derived from the individual plants commissioned in each year. The LCOE is calculated with project-specific installed costs and capacity factors, while the other assumptions are detailed in Annex I. The single band represents the fossil fuel-fired power generation cost range, while the bands for each technology and year represent the 5th and 95th percentile bands for renewable projects.

Figure 2. The development process of the electricity generating costs from renewables, 2010 to 2021 [1]

While these developments regarding solar energy are being experienced in the world, the interest in solar energy applications has increased considerably in recent years in Turkey. In this study, the current situation of solar energy in Turkey, which is the most widely used renewable energy sources, together with wind energy, will be revealed. In this context, Turkey's solar data and solar energy potential will be mentioned in the first stage. Then, the development process of the installed solar power plants used to generate electricity in Turkey, from the past to the present, will be discussed. Then, it will be tried to answer the question of whether the 2023 renewable energy targets can be met as of the point reached in Turkey in solar energy use.

2. SOLAR ENERGY POTENTAL OF TURKEY

The sun is a renewable energy source that has an enormous power distribution capacity of approximately 3.9x1026 W, does not destroy the environment and has unlimited resources. A very small part of this energy emitted from the sun reaches the Earth, yet an average of 1,367 W falls per square meter of atmosphere. This indicates that the solar energy potential of the world is very large. Each country has this resource in terms of its geographical region and sunshine duration and tries to benefit from this potential in order to meet its energy needs [3].

Considering its geographical location and sun exposure parameters, it is known that Turkey has an important solar energy potential. According to the Turkish Solar Energy Potential Atlas (GEPA) prepared by the Ministry of Energy, the annual average total sunshine duration is 2,741 hours, while the annual average total solar irradiation value is calculated as 1,527.46 kWh/m^2. In the map prepared by GEPA for Turkey in Figure 3, the solar energy potential is given as the monthly average global solar irradiation distribution [3, 4, 5].

In Figure 3, while the South-West Region including the line from Muğla to Adana, and South-Eastern Anatolia region have very high solar energy potential, It is seen that the solar energy potential is very low in the coastal line of the Black Sea region, especially starting from the Marmara Region in the North-West to Artvin and Ardahan in the North-East.

Figure 3. Solar energy potential map of Turkey [6]

However, it should be underlined that regions with low potential still have suitable qualifications for electricity generation because these regions are still above the average according to the world's sunshine duration. For example, Germany has very low sunshine duration (about one third of Turkey's sunshine duration) and solar radiation values, but it can generate electricity with a huge installed solar power capacity of 58,461 MW [2]. Unfortunately, Turkey has an installed capacity that corresponds to approximately one-seventh of this.

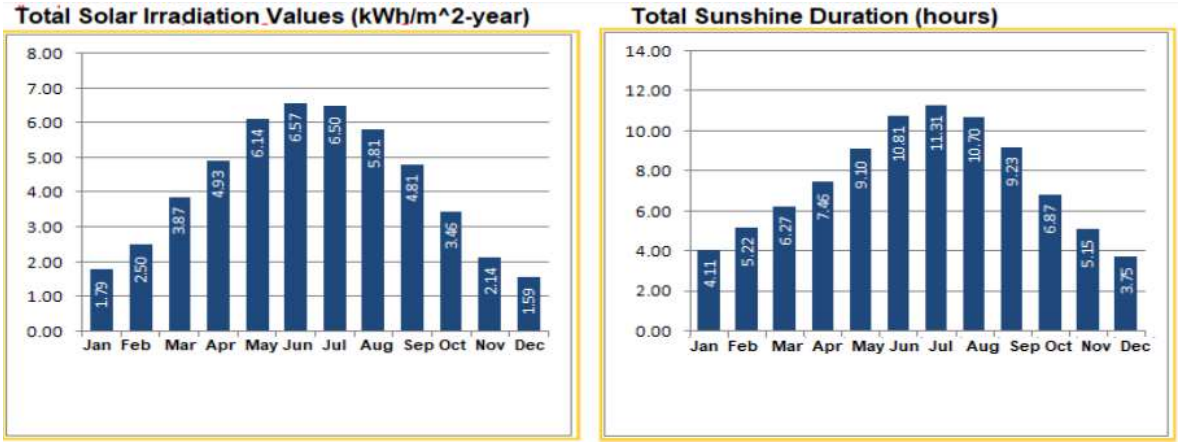


Figure 4. Monthly solar sunshine duration and solar irradiation values of Turkey [6]

In Figure 4, it is obvious that solar radiation values and sunshine duration are at their highest values in June, July, and August, with an average of 6 kWh/m2-day and 10 hours/day, respectively. Apart from that, solar radiation values and sunshine duration have the lowest values in December [4, 6, 5].

3. SOLAR ENERGY UTILIZATION IN TURKEY: UPDATED DATA

As of June 2022, as seen in Figure 5, solar installed power capacity has increased to 8479MW with the acceleration gained since 2014. Another point to note in this Figure is that the installed power capacity, which was almost zero until 2014, has experienced tremendous annual increases and power capacity additions since then. For example, in the transition from 2015 (249MW) to 2016, there was approximately 600MW of additional power plant input, while from 2016 (833MW) to 2017, there was an addition of approximately 2600MW. If we consider 2014 as a milestone, more than 1000MW of power plants have been added to the solar installed power capacity every year until today. If the point reached in terms of benefiting from solar energy is considered in line with Turkey's 2023 energy targets (3000MW), it can be concluded that Turkey has already achieved this target by the end of 2017 and exceeded this target by 5479MW.

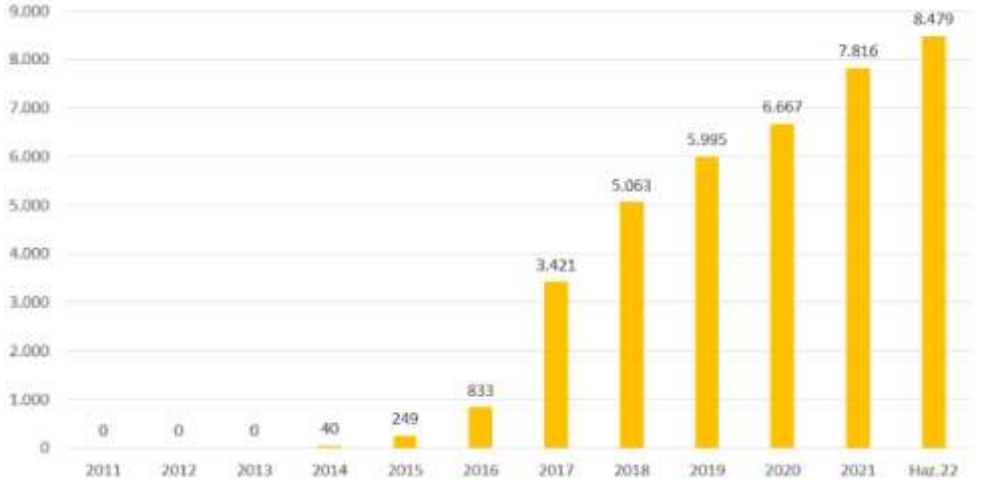


Figure 5. Development of solar installed power plant capacity by years [3]

Figure 6 shows the annual status of the shares of Turkey's installed solar power plants in the total. As of June 2022, this share has increased to 8.35%, and the striking point is that the increase in this share was much sharper in the transition from 2016 to 2017. Also note: the share of wind is around 10.8%. This shows us that the two together have a significant place (over 19%) in the total installed power.

Figure 7 shows data on electricity generation with solar energy for the years 2014-2022. In the light of these data, the amount of electricity produced in this way has increased considerably in the time period indicated in the Figure, which means that a significant contribution is obtained from the sun. It is very difficult to give precise and clear values regarding the electricity production in this field, since most of these power plants are unlicensed and continue their activities in this way.

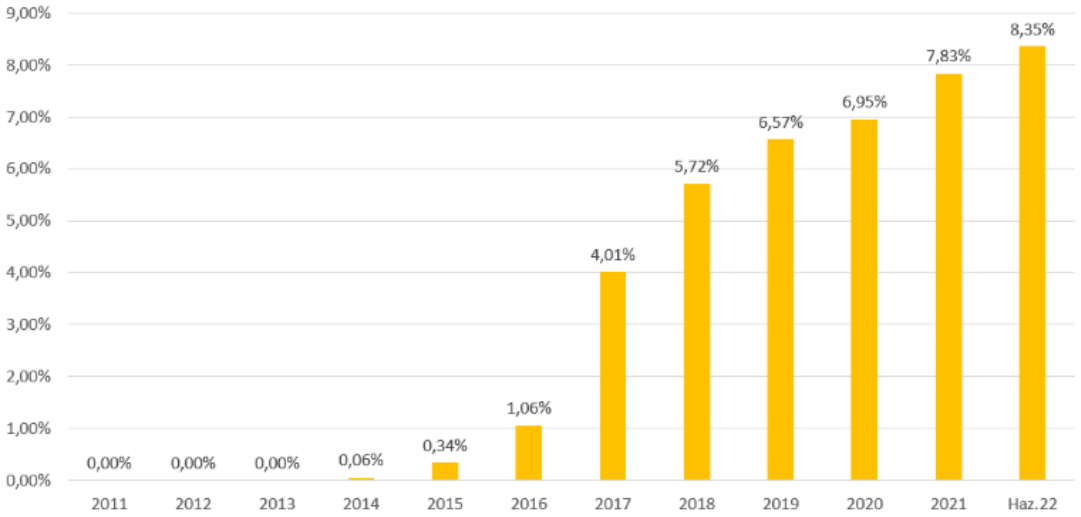


Figure 6. Share of solar power plants in Turkey's total power generating plants [3]

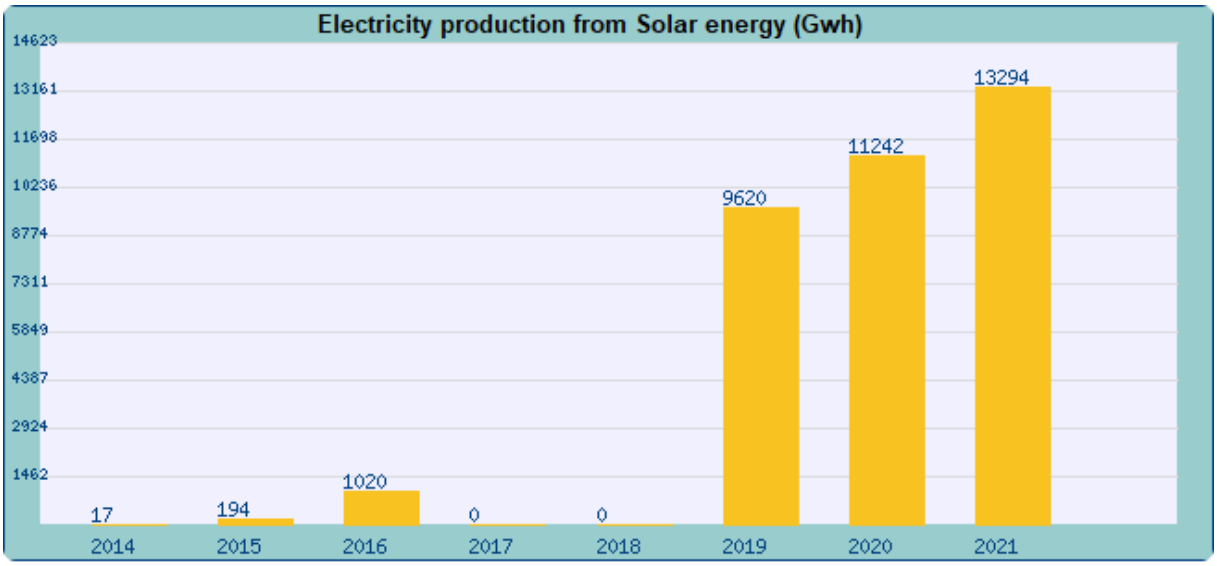


Figure 7. Annual electricity production from solar energy [7, 8]

As stated before, the share of solar energy in Turkey's total installed power is 8.35%. In addition, if the situation is analyzed in terms of electricity production values shown in Figure 8, the contribution of the electricity produced from the sun to the total amount of electricity produced is approximately 4%. This is less than half of the wind's contribution (9.45%), which also means that its share in installed power is not reflected in electricity generation. Together, they have a weight of approximately 14% in total electricity generation in Turkey, as a renewable contribution.

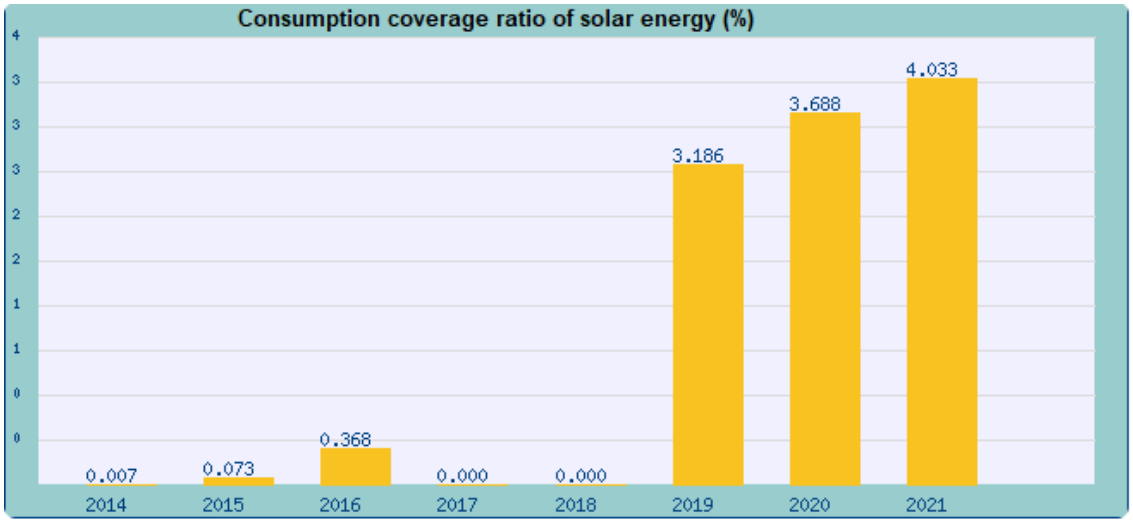


Figure 8. Share of electricity generation based on solar energy in the total electricity generation of Turkey by years [8]

It is obvious that there have been great developments in terms of the point reached since 2014, but this should not be enough because Turkey is a country with a huge solar energy potential that can produce much more. At this point, the example of Germany is a motivating example to broaden our horizons and improve our current situation. A country with a solar installed power of approximately 58,000MW (Turkey's current total installed power capacity is approximately 103.000MW [9]), while this value is around 8000MW in Turkey. As emphasized before, although Turkey has a much larger potential in solar energy, it has not shown as much interest in this field as Germany and has not invested enough.

Table 2. Top ten solar power plants in Turkey by capacities [10]

	Name of Plant	City	Company	Capacity
1)	**Karapınar YEKA-1 GES**	Konya	Kalyon Holding	756 MW (1000 MW)
2)	**Naturel & Esenboğa Enerji GES**	Ankara	Naturel Enerji	118 MW
3)	**Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali**	Kayseri	Kayseri OSB	50 MW
4)	**Van Arısu GES**	Van	Erciyes Anadolu Holding	45 MW
5)	**Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES**	Balıkesir	Özkoyuncu Madencilik	40 MW
6)	**Kıvanç 2 GES**	Mersin	Kıvanç Enerji	35 MW
7)	**Teksin Enerji GES**	Karaman	Teksin Enerji	33 MW
8)	**Cıngıllı GES**	Niğde	Cıngıllı Organik Tarım	26 MW
9)	**Akseki Büyükalan GES**	Antalya	Erciyes Anadolu Holding	23 MW
10)	**Fernas 4 GES**	Burdur	Fergün Enerji	20 MW

There are 674 solar power plants in total in Turkey. 37 of them are licensed and 637 of them are unlicensed. Table 2 shows the ten solar power plants with the highest installed capacity in Turkey. Among these, the Karapınar solar power plant operating in Konya with a total installed power capacity of 1000MW comes first.

4. CONCLUSION

In terms of the results obtained from this study, we can summarize as following:

- Turkey's solar energy potential is quite high, especially in the interior parts towards the south, except for the Black Sea and Marmara Regions, the solar energy potential is above the average.
- Even the regions with low solar energy in Turkey (which have sufficient qualifications to generate electricity) have more potential than many countries in the world.
- Since 2014, the use of solar energy (which is almost zero) has increased with a very high acceleration and as of June 2022, solar energy use has increased to 8479MW.
- Since 2014 more than 1000MW of power plants have been added to the solar installed power capacity every year.
- There are 674 solar power plants in total in Turkey. 37 of them are licensed and 637 of them are unlicensed. Among these, the Karapınar solar power plant operating in Konya is the greatest one with a total installed power capacity of 1000MW.
- Turkey already achieved this target introduced in the framework of Turkey's 2023 energy vision by the end of 2017 and even exceeded this target by 5479MW.
- The share of solar power plants in Turkey's total installed power capacity has reached 8.35% as of June 2022.
- The contribution of the electricity produced from the sun to the total amount of electricity produced is approximately 4% inspite of the fact that solar energy has a 8.35% share in terms of installed power plant capacity. May be this has related to that it is very difficult to give precise and clear values regarding the electricity production in this field, since most of these power plants are unlicensed and continue their activities in this way.
- The steps taken by our country in this area are good, but they should not be seen as sufficient because Turkey is a country with a huge solar energy potential that can produce much more. At this point, the example of Germany with a solar installed power of approximately 58,000MW is a motivating example to broaden our horizons and improve our current situation. Germany did it though it has less solar potential (nearly one third of Turkey's potential) compared to Turkey.

REFERENCES

[1] IRENA, "Renewable Power Generation Costs in 2021," International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2022.

[2] Wikipedia-Solar, "Solar power by country," 19 October 2022. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_power_by_country.

[3] Enerji Bakanlığı - Solar, "enerji.gov.tr," 10 November 2022. [Online]. Available: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes.

[4] C. Gökçöl, "Current situations of solar energy in Turkey: Updated data," in *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli, 2019.

[5] C. Gökçöl, "Solar Energy In Turkey: 2018 Update," in *5th Internatıonal Symposıum On Multıdıscıplınary Studıes* , 2018.

[6] Gepa - Solar , "Gepa - Solar Map," 28 November 2022. [Online]. Available: https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/.

[7] Enerji Atlası - Electric Production, "enerjiatlasi," 3 November 2022. [Online]. Available: https://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/.

[8] Energy Atlası - Solar electric production, "www.enerjiatlasi.com," 27 November 2022. [Online]. Available: https://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/gunes.

[9] GENSED, "2022 Ağustos Ayı Kurulu Güç Raporu Yayınlandı," 2022. [Online]. Available: https://www.gensed.org/basin/2022-agustos-ayi-kurulu-guc-raporu-yayinlandi#:~:text=Toplam%20g%C3%BCne%C5%9F%20enerji%20santral%20say%C4%B1s%C4%B1,ise%20%10%2C91%20oldu.. [Accessed 11 December 2022].

[10] Enerji Atlası-Solar Power Plants, "www.enerjiatlasi.com," 10 December 2022. [Online]. Available: https://www.enerjiatlasi.com/gunes/.

DIŞ YÜZEYİ TRİBOELEKTRİK NANO MALZEME İLE KAPLANMIŞ ROKETTE ENERJİ HASADI

Alican ÖKDEM [1], Prof. Dr. Adnan AKKURT [2]
[1] Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği - 0000-0002-6796-0343
[2] Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği - 0000-0002-0622-1352

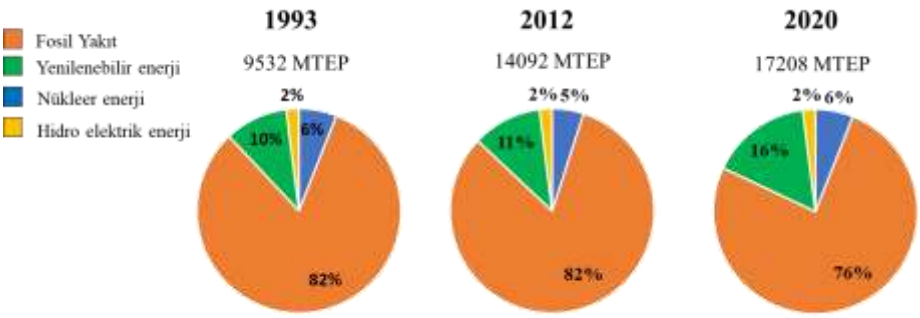
ÖZET

Atmosferik ortamda hareket eden cisimlerin hava ile temas eden yüzeylerinde sürtünme sebebiyle oluşan ısı enerjisinin bir miktar kayıp ile hava aracının dış yüzeyine kaplanmış triboelektrik nanojeneratör marifeti ile geri kazanımının mümkün olabileceği ön görülmektedir. Hasat edilmiş olan enerji uygun sistemlerle dönüştürülerek hava aracı daha verimli hale getirebilir tezinden yola çıkılarak bu yönde çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla faydalı bir yükün hedeflenen noktaya en kısa zamanda ulaştırılmasında kullanılmasının yanı sıra dünyanın yer çekimi etkisinden kurtulup uzaya ulaşabilmesinin günümüzdeki en etkili aracı olan roketler üzerinde nanojeneratör uygulanması çalışılmıştır. Bu konudaki sınırlı çalışmalardan elde edilen bilgi birikimi ve kavramsal tasarım yöntemi bir arada kullanılarak, öncelikle belirlenmiş olan farklı tasarım opsiyonları arasından nihai tasarım için kullanılacak en iyi çözüm seçeneği belirlenmiş ve ön tasarım gerçekleştirilmiştir. Ön tasarım üzerinde roketin hava ile temas eden yüzeyleri triboelektrik nano malzeme ile kaplanarak uçuş boyunca sürtünme sebepli kaybolması muhtemel enerjinin bir miktarının geri kazanılması hedefiyle çalışmalar sürdürülmekledir.

Anahtar Kelimeler : Model roket tasarımı, triboelektrik nanojeneratörler, enerji hasadı

1. GİRİŞ

Teknolojideki gelişmeler ile birlikte, enerji tüketiminde de aynı oranda artış olmuştur. Dünya enerji konseyine göre 1993 yılında Dünya'nın toplam enerji ihtiyacı 9532 milyon ton eşdeğer petrole (TEP) eşitken sadece 27 yılda bu ihtiyaç neredeyse iki katına çıkmıştır. 2022 yılında 17208 milyon TEP'e eşit olmuştur. 1993 yılında toplam enerji ihtiyacının %82'si fosil yakıtlar sayesinde karşılanmaktaydı, yalnızca %10'luk bir enerji ihtiyacı yenilenebilir enerjiyle sağlanıyordu. O yıllardan günümüze kadar fosil yakıt kullanımı miktarca artsa da bugün toplam tüketimin %76'sı fosil yakıtlardan, %16'sı ise yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır [1].



Görsel 1. Yıllara göre Dünya Enerji Kaynakları [1]

Fosil yakıtlar sürekli enerji kaynağı olamaz, mutlaka bir gün tükeneceklerdir. Fosil yakıtlar yanma sonunda sera gazı etkisi ile atmosfere zarar veren sonuçlara sebep olmaktadır. Bilim insanları ve araştırmacılar bu konuyu yıllar içinde çok kez dile getirmiş ve bunun sonucunda gerek devletlerin teşviği ile gerekse özel sektör girişimleriyle gün geçtikçe yenilenebilir enerji kaynakları için daha fazla yatırım yapılmıştır.

Görsel 1.'de de açıkça ifade edildiği gibi zamana bağlı olarak Dünya'nın enerji ihtiyacı artsa da yenilenebilir enerjinin kullanım yüzdesi de artmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımının daha da artacağı, tüm gelişmiş – gelişmekte olan ülke ve büyük şirketlerinin de güncel girişimlerinden rahatça öngörülebilmektedir. Bu kaynaklar kısaca sıralanacak olursa; güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi ve biyoenerjidir. Sürdürülebilir enerji kaynakları hakkında çok uzun yıllardır geliştirme ve saha kullanımını yaygınlaştırma çalışmaları artarak devam etmektedir. 2006 yılında ise Wang ve ekibinin geliştirdiği [2] ve daha sonraki yıllarda da hakkında fazlaca çalışma gerçekleştirilen, ufak fiziksel hareketleri dahi etkili biçimde elektrik enerjisine çevirebilecek küçük boyutlu cihazlar olan nanojeneratörler sürdürülebilir enerji kaynakları alanına bir yenisini daha eklemiştir.

Bu çalışmada nanojeneratör teknolojisinin kavramsal tasarım yöntemiyle model rokete entegrasyonu teorik olarak incelenmiştir.

2. NANOJENERATÖR TEKNOLOJİSİ

Nanojeneratör teknolojisine değinmeden hemen önce enerji hasadı terimi açıklanmalıdır. Enerji dönüşümünü içeren tüm proseslerde önemli bir miktarda verimsizlik vardır. Ampuller yanarak çevreye ışık saçarken aynı zamanda ısınarak enerji kaybederler, çalışma sonucu ısınan diğer cihazlara motorlar, güç transistörleri de örnek olarak verilebilir. Her durumda enerji ısı olarak boşa harcanır. Radyo istasyonları megavatlarca radyo frekansı yayarken çevrede yayılarak zayıflar ve antenlere ancak mikrovat olarak ulaşır. İşte enerji hasadı cihazları bu boşa harcanan mekanik enerjinin bir kısmını yakalar ve elektrik enerjisine dönüştürür. Sistematik bir mühendislik çalışmasıyla enerji hasadı cihazları bazı uygulamalarda bataryaların yerlerini bile alabilmektedir. Günümüzde en iyi bilinen enerji hasadı cihazları güneş panelleri ve rüzgâr türbinleri, kaybolması muhtemel enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek faydalı amaç için kullanılabilir hale getirmektedirler. Ancak ana sistemlerin içine gömülü küçük sistemler; ışık, titreşim, termal, biyolojik ve benzeri kaynaklardan milivat değerindeki enerjileri süpürerek faydalı hale getirebilirler [3]. İşe bu aşamada çevredeki küçük ölçekli enerjinin hasat edilmesini sağlayan yapılar olan nanojeneratörler oldukça faydalı olabilmektedirler.

İlk nanojeneratör Wang ve ekibi tarafından 2006 yılında bulunan, piezoelektrik etki prensibiyle çalışan ZnO (Çinko oksit) tellerin kullanılmasıyla %17-%30 arası güç dönüştürebilme yeteneğine sahip cihazdır [4]. 2006 yılından bugüne kadar bu teknoloji bir araştırmacının ilgisini çekmiş ve bu konuda birçok çalışma yapılmıştır. Daha sonra geliştirilecek olan

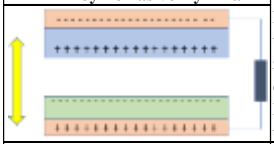
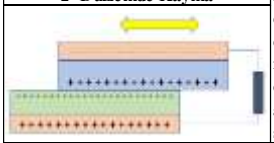
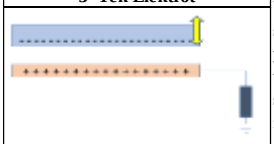
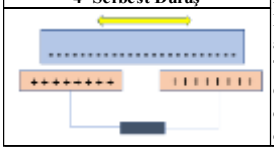
piezoelektrik, triboelektrik, termoelektrik ve piroelektrik etki prensibiyle çalışan nanojeneratörler gibi teknolojik enerji hasadı gerçekleştiren mini sistemler ortaya çıkmıştır [5].

Bu çalışmada ise model roket yüzeyinin kaplanması planlanan, sürtünme enerjisini elektrik enerjisine çevirebilme yeteneği olan triboelektrik nanojeneratörler hakkında daha detaylı bilgi verilecektir.

Triboelektrik Nanojeneratör Tekniğindeki Gelişmeler

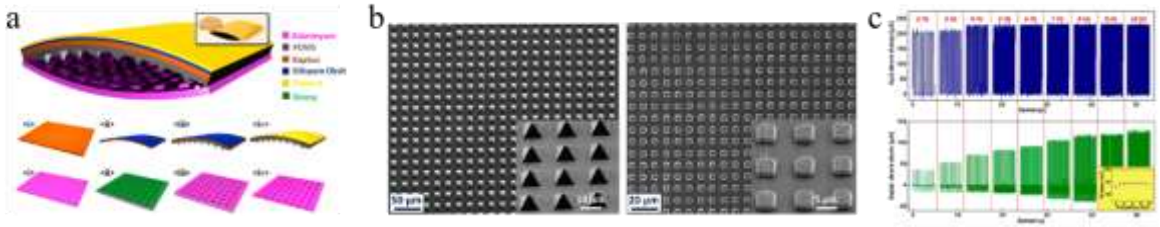
Triboelektrik nanojeneratörler kimi kaynaklarda kısaltmaya uğramıştır. Bu kısaltmayı dilimize uyarladığımızda bu jeneratörlerden TENJ (tribo-elektrik-nano-jeneratör) olarak kısa haliyle bahsedebiliriz. Triboelektrifikasyon, iki farklı yapıdaki malzeme temas ettirildiğinde yüzeyde oluşan elektrik yükü oluşumunu ifade etmektedir. Elektrostatik indüksiyon, aralarında potansiyel fark olan iki elektrotta bu potansiyel farkı eşitlemek için bir elektrottan diğerine harici bir kanal kullanarak akması olgusudur. TENJ'de birbirine benzemeyen iki dielektrik yani elektrik alanları uyarıldığında yüksek kutuplanabilme özelliğine sahip malzeme, farklı yüzey özelliklerine sahip olduklarından dolayı elektron alışverişi eğilimleri vardır ve temasla beraber yüzeyde zamanla değişen triboelektrik yükler oluşur. Ardından bu yüzeyler birbirinden ayrıldığında yüzeyler arasında bir elektrik potansiyel farkı meydana gelir [6].

Çizelge 1. Triboelektrik jeneratörlerin çalışma modları, mekanizmaları ve uygulama alanları [6]

Çalışma Modu	Mekanizma	Uygulama Alanı
1- Dikey Temas ve Ayrılma 	TENJ'ler arasında ilk icat edilen yöntemdir. Dış bir kuvvet triboelektrik malzemelere dikey olarak uygulanır. Yüzeylerde elektrik yükleri oluşur ve malzemeler birbirinden ayrıldığında sistemdeki elektrotlar arasında yük potansiyeli farkı oluşturur. Karşılıklı hareket sonucunda alternatif akım üretilmektedir.	İnsan hareketlerinden, bir makinenin titreşminden, rüzgar, akan sudan sağlanan enerji hasadı.
2- Düzlemde Kayma 	İki triboelektrik yüzey birbirine yatay yönde temas eder. İndüklenen potansiyeli dengelemek için elektronları üst elektrottan alt elektroda iten malzemeler arasında yanal bir polarizasyon ortaya çıkar. Periyodik kayma ve yaklaşma ile alternatif akım ortaya çıkar. Kayma işi, yatay yönde ya da silindirik yönde olabilir.	Dönel hareketten, dalgalardan, dokunmadan ve basmadan enerji hasadı.
3- Tek Elektrot 	Üstteki iki yöntemin aksine serbest hareketten sağlanan enerji hasadı yöntemidir. Bir triboelektrik yüzey ve bir elektrottan oluşan sistem doğrudan topraklanır.İki yüzey arasındaki mesafe değişikliği sonucunda oluşan elektrik yükü topraklamaya doğru iletilerek depolanır.	Hareketli objelerden enerji hasadı. Kitap sayfasının çevrilmesi, dönen lastik, adım atılması ve yağmur damlaları.
4- Serbest Duruş 	Hareket eden objelerden enerji hasadı için kullanılır. Birbirinin aynısı iki elektrot, triboelektrik bir yüzeyin altına arada mesafe kalacak şekilde yerleştirilir. Triboelektrik yüzey elektrotlarla temas ettikçe elektrotlarda asimetrik yük dağılımı oluşur. Bu dağılımı eşitlemek için bataryaya doğru bir akım oluşur.	İnsan yürüyüşünden, otomobillerden, hava akışından, bilgisayar faresi hareketlerinden enerji hasadı.

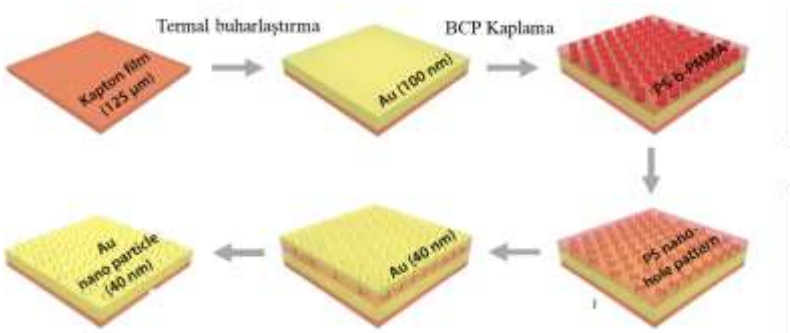
Araştırmacılar mikro ve nano yapıların pürüzlülüğünü arttırarak TENJ'lerin gelişmesini sağlamışlardır. Örneğin, Wang ve arkadaşları kavis şekilli polimer ve metalin dikey olarak teması ve ayrılma esasına bağlı yapıda çalışan dizayn yapısını öne sürmüşlerdir [7]. Yapılan çalışmada Görsel 2a'da gösterilen, kavis şekilli triboelektrik nanojeneratörün yapısal tasarımı, sırasıyla alt ve üst plakadaki desenli polidimetilsiloksan (PDMS) ve desenli alüminyum folyo

arasındaki elektrik alışverişine dayanmaktadır. PDMS filminin ve alüminyum folyonun desenli yüzeyleri elektron mikroskobu ile taranarak karakterize edilmiş ve tribolelektrik şarjı geliştirmek için üretilmiştir. Her iki katman da Görsel 2b'deki gibi oldukça düzenli ve üniform yapıda üretilmiştir. Bu TENJ'in çalışma mekanizması sonlu elemanlar yöntemiyle simüle edilmiştir. Görsel 2c'de belirtildiği gibi 2 Hz'lik ve 10 Hz'lik frekans aralığında TENJ çıkış voltaj ve akımına göre 2 Hz'lik ve 10 Hz'lik frekans aralığında, 6 Hz'lik bir tetikleme frekansında ve düzenli dalga boyları not edilmiş olup, triboelektrik şarjın birikiminin yükseldiği ve belirli bir döngüden sonra dengeye ulaştığı gözlemlenmiştir. Çıktılar ise şu şekildedir; Enerji verimliliği %10-%39 arasındayken 230 V'luk gerilim, 15.5 μAcm^{-2} ve 128 $mWcm^{-3}$ değerlerine ulaşılmıştır.



Görsel 2. (a) Kavisli dikey temas prensipli TENJ gösterimi (b) PDMS ve Alüminyum yüzeylerin elektron mikroskobu görünümleri (c) TENJ'in her bir frekanstaki gerilimi ve akımı [7].

Yukarıdaki çalışmaya ek olarak Kim ve arkadaşlarının önerdiği geniş alanlı nano patern tekniğinde, blok kopolimer litografi tekniği ile esnek altın alt tabakasına uygulanır. Görsel 3.'de gösterildiği gibi altın (Au) (100 nm) temizlenmiş bir kapton yüzey üzerinde buharlaştırılarak kaplanır. Blok kopolimer şablonu kaldırıldıktan sonra, altın (Au) nano noktalar altın plaka yüzeyinde oluşur. Blok kopolimer nano patern tekniğinden sonra TENJ çıktı akımları 16 kat iyileşmiştir. Bu teknik uygulandıktan sonra Au temas alanı düz altın yüzeye çok daha etkili hale gelmiş ve TENJ'in güç yoğunluğu 93,2 Wm^{-2} değerine ulaşmıştır [8].



Görsel 3. Blok kopolimer yardımıyla geliştirilen altın (Au) yapılı nanojeneratör üretim sürecinin şematik gösterimi [8]

Bu çalışmada, geliştirilmiş bir nanojeneratör özellikli bir malzemenin kavramsal tasarım metoduyla ön tasarımı gerçekleştirilip teorik tasarımı tamamlanmış bir model roket üzerine kaplanması sonucunda elde edilen enerjinin faydalı bir amaç için kullanılması hedeflenmiştir. Bu sebeple model bir roketin teorik tasarım aşamaları da gerçekleştirilecektir.

3. KAVRAMSAL TASARIM YÖNTEMİYLE MODEL ROKET TASARIMI

Model Rokette Kavramsal Ön Tasarım Süreci

Kavramsal tasarım yönteminde bulunması gereken basamaklar göz önünde bulundurularak öncelikle tasarımı gerçekleştirilecek model roketin çözüm yolu seçenekleri belirlenmiştir [9].

Çizelge 2. Roket özelliklerine göre çözüm yolu seçenekleri

No	Çözüm Yolu / Özellik	1	2	3
1	**Motor Tipi**	Cesaroni L1050	Cesaroni L990	Cesaroni M1545
2	**Gövde Dış Çapı**	80 mm	120 mm	130 mm
3	**Gövde Uzunluğu**	<2300 mm >2100 mm	<1850 mm >1650 mm	<1600 mm >1450 mm
4	**Gövde Malzemesi**	Karton	Alüminyum	Fiberglas
5	**Dış Yüzey Kalitesi**	Kaba 60 µm	Orta 20 µm	Hassas 2 µm
6	**Kurtarma Senaryosu**	Alt-Üst Gövde Birlikte	Alt-Üst Gövde Ayrı	-
7	**Kanat Konumu**	Sadece Üst Gövdede	Sadece Alt Gövdede	Hem Alt Hem Üst Gövdede
8	**Kanat Sayısı**	2	3	4
9	**Kanat Geometrisi**	Eliptik	Trapez (Yamuk)	Serbest Tasarım

Her bir çözüm kendi içerisinde değerlendirildikten sonra çözüm yollarının kombinasyonlarını oluşturan seçenekler grupları oluşturulmuştur.

Seçenek-0: 1.1 – 2.2 – 3.2 – 4.1 – 5.1 – 6.1 – 7.3 – 8.3 – 9.1
Seçenek-1: 1.1 – 2.2 – 3.3 – 4.2 – 5.2 – 6.1 – 7.2 – 8.2 – 9.3
Seçenek-2: 1.2 – 2.1 – 3.2 – 4.3 – 5.3 – 6.2 – 7.1 – 8.1 – 9.2
Seçenek-3: 1.3 – 2.2 – 3.1 – 4.2 – 5.2 – 6.2 – 7.2 – 8.3 – 9.3
Seçenek-4: 1.1 – 2.2 – 3.3 – 4.2 – 5.2 – 6.1 – 7.3 – 8.3 – 9.1
Seçenek-5: 1.2 – 2.1 – 3.2 – 4.2 – 5.2 – 6.2 – 7.2 – 8.2 – 9.2
Seçenek-6: 1.3 – 2.3 – 3.2 – 4.3 – 5.2 – 6.2 – 7.2 – 8.3 – 9.1

Çizelge 3.'de belirtilen ön tasarım seçim kartından faydalanılarak öne sürülen seçeneklerin talepleri karşılama yetenekleri konusunda değerlendirme yapılır. İlgili ön tasarım seçeneğinin nihai tasarımlardan olabilmesi için bu karttaki herhangi bir talepten bir tane bile olumsuz sonuç almamalıdır. Bir tane bile olumsuz sonuç alan tasarım seçeneği olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. Model roket ön tasarım seçim kartı

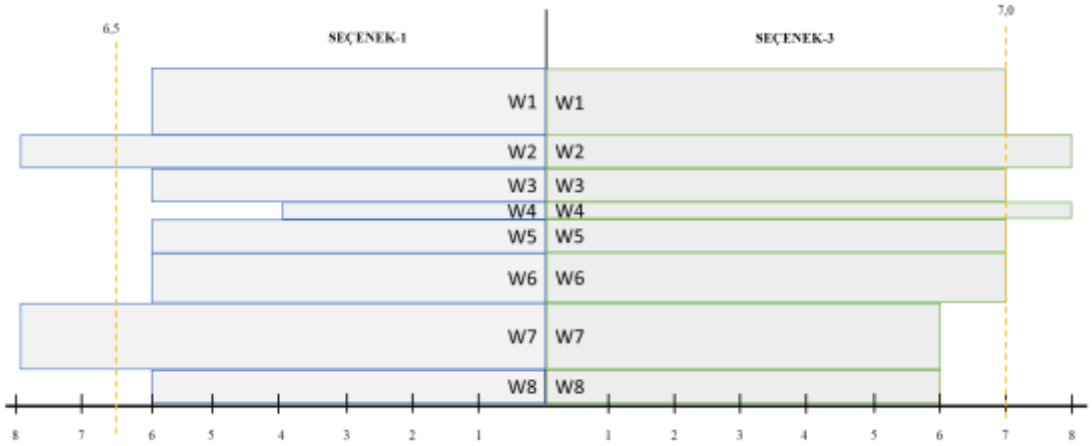
ÖN TASARIM SEÇİM KARTI										
ÇÖZÜM SEÇENEKLERİNİN TALEPLER KARŞILIĞI	Çözüm seçeneklerininin değerlendirilmesi: (+) Evet (-)Hayır (?)Eksik bilgi								ÇÖZÜM SEÇENEKLERİNİ İŞARETLE: Çözümü sürdür. (+) Kararı olumsuz yap. (-) Bilgi topla, çalışmalarına devam et. (?)	
	Uçabilme									
		Ana ihtiyaçları karşılma								
			Dayanıklılık							
				Montaj Kolaylığı						
					Maliyet					
						Kurtarma Kolaylığı				
							Tasarımcı Tercihi			
								Transport Kolaylığı		
									NOTLAR	
ÇÖZÜMLER	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**		**KARAR**
SEÇENEK-1	+	?	+	+	?	?	?	+	Hassas yüzey işleme maliyetli.	Olumlu
SEÇENEK-2	+	-	?	?	+	+	-	?	1800 m irtifaya ulaşamaz.	Olumsuz
SEÇENEK-3	+	+	?	?	+	+	+	?	Transport zorluklarını incele.	Olumlu
SEÇENEK-4	+	?	+	+	-	-	?	+	Kurtma başarılı olmayabilir.	Olumsuz
SEÇENEK-5	+	-	?	+	+	+	-	?	1800 m irtifaya ulaşamaz.	Olumsuz
SEÇENEK-6	+	+	+	?	+	+	?	+	Sistemler sığacak mı incele.	Olumlu

Çizelge 3.'ün kullanılmasıyla Seçenek 2, 4 ve 5 elenerek değerlendirilmesi gereken 3 farklı seçenek kalmıştır. Çizelge 4.'te ise her bir özellik için özelliğe ait ağırlık verilmiştir. Ağırlık, tasarlanacak rokette belirtilen özelliğin tasarım için ne kadar önem arz ettiğine bağlı olarak değişmektedir ve tasarımcı tarafından belirlenir. Oran ise ilgili seçeneğin istenilen özelliği hangi miktarda karşıladığıdır. Ağırlıklı değer ise ağırlık ve değerin çarpımından elde edilen, seçilmiş tasarımın özelliği hangi oranda karşıladığını belirten bir sayıdır. Buradaki eleyici unsur bir tasarımda hem değerler toplamının hem de ağırlık değerleri toplamının diğer seçeneklere göre daha yüksek olmasıdır.

Çizelge 4. Özellik değerlendirme tablosu

Özellik Değerlendirme Tablosu		Ağırlık	SEÇENEK-1			SEÇENEK-3			SEÇENEK-6		
		W	ORAN	DEĞER	AĞIRLIKLI DEĞER	ORAN	DEĞER	AĞIRLIKLI DEĞER	ORAN	DEĞER	AĞIRLIKLI DEĞER
1	Atışa Hızlı Hazırlık	**0,2**	ORTA	6	1,2	ORTA	7	1,4	ORTA	6	1,2
2	Takip Edilebilirlik	**0,1**	FAZLA	8	0,8	FAZLA	8	0,8	ORTA	7	0,7
3	Paraşüt Yerleşimi	**0,1**	ORTA	6	0,6	ORTA	7	0,7	ORTA	5	0,5
4	En Az Karmaşıklık	**0,05**	AZ	4	0,2	FAZLA	8	0,4	ORTA	6	0,3
5	Standart Parça Kullanımı	**0,1**	ORTA	6	0,6	ORTA	7	0,7	ORTA	7	0,7
6	Parça İşleme Kolaylığı	**0,15**	ORTA	6	0,9	FAZLA	8	1,2	ORTA	7	1,05
7	Kullanıcı Hatası Engelleme	**0,2**	FAZLA	8	1,6	ORTA	6	1,2	ORTA	7	1,4
8	Mekanik Emniyet	**0,1**	ORTA	6	0,6	ORTA	6	0,6	ORTA	6	0,6
$\sum W_t=1$			$\sum W_{d1}=50$ $\sum W_{Ad1}=6,5$			$\sum W_{d3}=57$ $\sum W_{Ad3}=7,0$			$\sum W_{d6}=51$ $\sum W_{Ad6}=6,45$		

Çizelge 4.'e göre Seçenek-1 ve Seçenek-3'ün ağırlıklı değer toplam puanları kıyaslandığında birbirine oldukça yakın oldukları görülmektedir. Bu durumda doğru tasarım seçeneğine ulaşabilmek için Görsel 4.'teki gibi değer profil diyagramı oluşturulmuştur.



Görsel 4. Değer profil diyagramı

Değer profil diyagramına göre Seçenek-3 toplamda 57 değer puanıyla ağırlık değeri 7,0 ortalamasını W7 ve W8 hariç sağlayabilmişken, Seçenek-1 ise 6,5 ortalama ağırlık değeri dahi birçok ağırlıkta sağlayamamıştır. Bu sebeple nihai tercih Seçenek-3 olmuştur [9].

Çizelge 5. Nihai model roket tercihi özellikleri

SEÇENEK-3	
Özellik	**Çözüm Yolu**
Motor Tipi	Cesaroni M1545
Gövde Dış Çapı	120 mm
Gövde Uzunluğu	2200mm <Gövde Uzunluğu <2500 mm
Gövde Malzemesi	Alüminyum
Dış Yüzey Kalitesi	20 µm
Kurtarma Senaryosu	Alt – Üst Gövde Birlikte

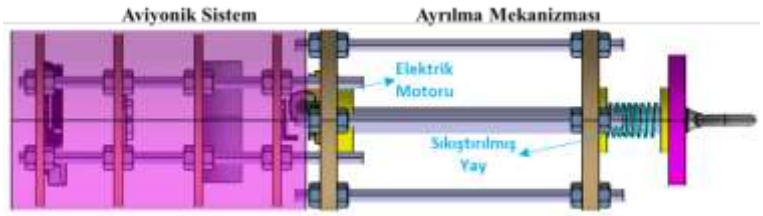
Kanat Konumu	Sadece Alt Gövdede
Kanat Sayısı	4
Kanat Geometrisi	Serbest Tasarım

4. MODEL ROKET FİNAL TASARIMI

Kavramsal ön tasarım süreci göz önünde bulundurularak 4000 gr faydalı yükü 3789 metre yüksekliğe ulaştırabilen ve maksimum yükseklikten hemen sonra sensörleri ve ayrılma mekanizması sayesinde ikiye ayrılarak paraşütleri sayesinde hem faydalı yükü hem de roket gövdesini aynı anda yeryüzüne güvenli biçimde indiren model roket Görsel 5.'te belirtilmiştir [10].

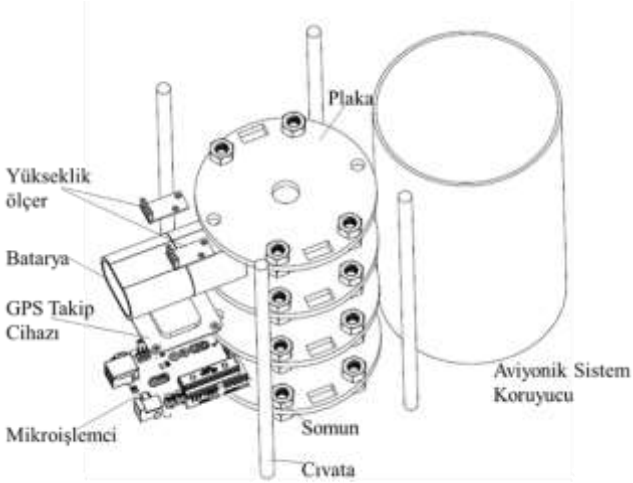
Görsel 5. Model roket final tasarımı [10]

Tasarlanmış roket birçok kritik parçaya sahiptir. Bunlardan en önemlileri olan aviyonik sistem ve ayrılma sistemidir. Bu tasarımda Görsel 6.'de belirtildiği gibi aviyonik sistem ve ayrılma sistemi saplamalar ve somunlar vesilesiyle yekpare hale getirilmiştir.



Görsel 6. Aviyonik sistem ve ayrılma mekanizmasının gösterimi

Ayrılma mekanizmasının çalışma prensibi sıkıştırılmış yaydaki potansiyel enerjinin yayın salınmasıyla beraber kinetik enerjiye dönüşmesi prensibine dayanmaktadır. Sıkıştırılmış yayın içerisinden geçen mil elektrik motoruna bağlı bir kanca tarafından tutulmaktadır. Maksimum yüksekliğe ulaşan rokette mikroişlemciden gelen komutla beraber mili tutan kanca saat yönünün tersine hareket eder ve mil serbest kalır. Böylelikle yaydaki potansiyel enerji ortaya çıkar ve faydalı yük dışarı doğru itilir.

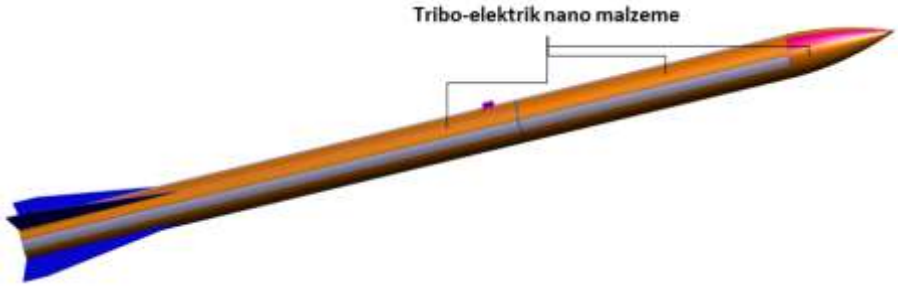


Görsel 7. Aviyonik Sistem Montaj Resmi

Aviyonik sistemde ise Görsel 7.'de belirtildiği gibi enerji gerektiren birçok sistem bulunmaktadır. Bunlar, yükseklik ölçer, mikroişlemci ve GPS takip cihazıdır. Bu cihazların enerjilerini entegre bir bataryadan sağlamaktadırlar. Ancak bu cihazların ihtiyacı olan enerjiyi uçuş sırasında sürtünme sonucu oluşan hava basıncı ile sürekli aktif hale gelen yüzey nanojeneratörü ile sağlamak mümkündür.

5. MODEL ROKET YAPISALINA YÜZEY NANOJENERATÖRÜ ENTEGRASYONUYLA ENERJİ KAZANIMI

Çalışmanın 2.1 Triboelektrik nanojeneratör teknolojisindeki gelişmeler bölümündeki yüzey TENJ'lerindeki gelişmelerden bahseden kısmında belirtildiği gibi blok kopolimer nano patern tekniği ile altın malzeme kullanılarak imal edilmiş nano malzeme yüzeye kaplandığında güç yoğunluğu 93.2 Wm^{-2} değerinde bir üreteç elde edilmiş olur. Yani konsept tasarımı tamamlanmış model roket, uçuş süresi boyunca sahip olduğu yüzey alanı kadar enerji üretim kabiliyeti olan bir nanojeneratör elde edilmiş olur. Ancak bu çalışmada roketin hızı değişken olduğu için ve her zaman aynı performans elde edilemeyeceği için %30'lık bir performansla enerji kazancı beklenecektir.



Görsel 8. Burun konisi ve gövdesi triboelektrik nanojeneratör ile kaplanmış roket

Bu uçan nanojeneratörün sahip olduğu güç kapasitesini sayısal olarak hesaplayabilmek için ise uçuş boyunca hava ile temas edecek yüzeylerin toplam alanları ve uçuş süresini bilmek gereklidir.

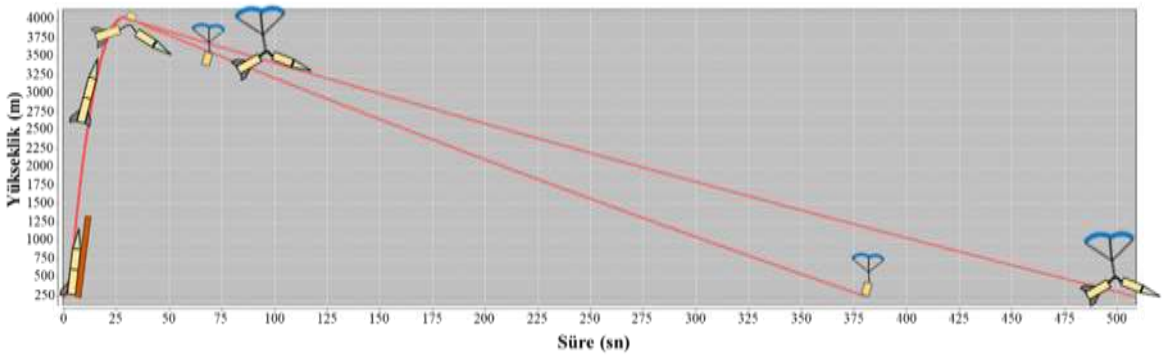
Görsel 9. Roketin nanojeneratör kaplı yüzeylerinin ölçüleri

Koni yanal yüzey alanı: $\pi \cdot r \cdot s$ [1]
Silindir yanal yüzey alanı: $2.\pi \cdot r \cdot h$ [2]

Eşitlikleriyle hesaplanmaktadır. r değeri her iki eşitlikte de yarı kapı ifade etmektedir. Koni yanal alanında ise koni kenarından koni ucuna kadar olan mesafe s değeridir. Silindir yanal yüzey alanı hesabında ise h değeri yüksekliği ifade etmektedir. Bu eşitlikler Görsel 9.'daki elemanlar için kullanıldığında bulunan yaklaşık değerler aşağıdaki gibidir;

Burun konisi yüzey alanı: 0,12 m^2
Üst gövde yüzey alanı: 0,60 m^2
Alt gövde yüzey alanı: 1,1 m^2
Nanojeneratör kaplı toplam yüzey alanı: 1,82 m^2

Toplam yüzey alanı belirlendikten sonra roketin havada geçirdiği toplam zaman ve roketin uçuşu boyunca sahip olduğu hız parametresi bilinmelidir. Bu değerlere ulaşmak için OpenRocket yazılımı kullanılmıştır. Görsel 10'da roketin ulaştığı maksimum yükseklik ve uçuş süresi belirtilmiştir. Aynı şekilde yapılan analiz sonucunda, ulaşılan maksimum hız 291 m/s iken, maksimum irtifaya ulaşılıp paraşüt açıldıktan sonraki sabit hız ise yaklaşık 12 m/s civarındadır.



Görsel 10. Uçuş boyunca roketin yüksekliğinin zamana değişimi

Yapılan uçuş analizi sonucunda roketin toplam havada geçirdiği yani roket uçuş yüzeylerinin hava sürtünme etkisine maruz kaldığı süre 508 saniyedir. Uçuş süresi, nanojeneratör kaplı alan ve nanajeneratörün güç yoğunluğu bilinmektedir. Şu durumda uçuş boyunca kazanılacak enerji eşitliği aşağıda belirtilmiştir.

$$\boldsymbol{Kazanılan\ Enerji\ (Wsn)} = NanoJen.Enerji\ Yoğ.(Wm^{-2})\ x\ Roket\ Yüz.Al.(m^2) x\ Uçuş\ Sür.(sn)\ x\ Perf.Kat\ Sayısı$$

(3)

$$\boldsymbol{Kazanılan\ Enerji\ (Wsn)} = 93{,}2\ (Wm^{-2})\ x\ 1{,}82\ (m^2) x\ 508\ (sn) x\ 0{,}3 \qquad (4)$$

Eşitlik 4. çözüldüğünde roketin uçuşu boyunca sürtünme etkisiyle aktif hale gelen nanojeneratör sayesinde kazanılacak toplam enerji 25850 *Wsn* olacaktır. Bu değer de Joule birimine çevrildiğinde 1 Wsn = 1 J eşitliği göz önünde bulundurularak uçuş boyunca 25850 J enerji kazanımı olmuştur. Elde edilen bu kazancı ifade etmek için evlerde kullanılan standart 9W'lik LED ampuller örnek verilebilir.

E (J) = P(W) t(sn) (5)

t(sn) = 25850 J / 9(W) ≅ 2872 sn (6)

Eşitlik 6. göz önünde bulundurularak elde edilen enerji ile 9W'lık ev ampulünü 47,8 dakika boyunca yakılabilmektedir.

Roket yüzeyine kaplanan nanojeneratör sayesinde kazanılan enerji ile model roketin elektronik sistemleri çalıştırılması planlandığında ise öncelikle bu sistemlerin enerji tüketimi bilinmelidir.

Çizelge 6. Roket elektronik cihazlarının kullanım durumları ve harcanan güç [11]

Cihaz	Kullanım Durumu	Kullanım Süresi (sn)	Harcanan Güç (Wsn)
Yükseklik sensörü	Uçuş boyunca	508	0,002
Mikroişlemci	Uçuş boyunca ve roket bulunana kadar	Kazanılan Enerji Bitene kadar	0,095
Elektrik motoru	Roketin ayrılması sırasında	2	1,85
GPS	Uçuş boyunca ve roket bulunana kadar	Kazanılan Enerji Bitene kadar	0,1

Nanojeneratör tarafından kazanılan toplam enerji 25850 J idi. Buna göre; Yükseklik sensörünün 508 saniyelik ve elektrik motorunun 2 saniyelik çalışmalarının tükettiği 25845 J enerji mikroişlemci ve GPS tarafından tüketilecektir. Uçuşun başladığı andan enerjinin bitmesine kadar geçen süre 132540 saniye yani 36 saat 40 dakika olarak hesaplanmıştır. Böylece roket hem uçuşu boyunca sensörlerden gelen bilgilerin mikroişlemciyle hesaplanması ve uçuş sonunda roketin bulunması için gerekli enerjiyi dış gövdesinde kaplı olan nanojeneratör sayesinde elde etmiş olur.

6. SONUÇ

Fosil yakıtlar günümüzde enerji elde etmek için en çok kullanılan kaynak türü olsalar da gerek tükenmekte olduklarından dolayı gerekse de çevreye olan zararlarından dolayı yerlerine sürdürülebilir muadillerin koyulabilmesi için çok fazla çalışma yürütülmektedir. Rüzgar, jeotermal, hidroelektrik gibi kaynakların kullanımıyla enerji hasadı tekniği de sürdürülebilir enerji elde etmenin en etkili yollarındandır. 2006 yılında bilim dünyasına kazandırılarak çok kısa sürede kapsamlı bir araştırma alanına sahip olan, kaybolması muhtemel mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülerek faydalı amaç için kullanılmasını sağlayan nanojeneratör teknolojisi de çok yeni, geliştirmeye açık ve farklı kullanım alanları potansiyeline sahip enerji hasadı yöntemidir.

Nanojeneratörler ince yapılı ve çok az alan kaplayan malzemeler oldukları için birçok farklı cihaza, sensöre ya da araca adapte edilebilirler. Bu çalışmada nanojeneratör entegrasyonu sağlanacak araç ise kavramsal tasarım yöntemiyle ön tasarımı gerçekleştirilen, teorik dizaynı gerçekleştirilmiş model roket olarak belirlenmiştir. Roket ön tasarımında faydalanılan kavramsal tasarım metodu tasarımcıya yol göstererek, belirlenen birçok farklı özellikten en iyilerinin, subjektif kararları minimize ederek sistematik olarak belirlenmesini sağlamıştır.
Detaylı konsept tasarımı tamamlanan model rokete blok kopolimer yardımıyla geliştirilen altın (Au) yapılı nanojeneratör entegre edilmiştir. Nanojeneratörün uçuş boyunca hasat edeceği enerji; nano malzemenin m^2 başına sağlayacağı maksimum enerji yoğunluğu, uçuşun gerçekleştiği süre, roket yüzey alanı parametreleri göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Hasat edilmiş enerji ise roketin iç elektrik sistemlerini çalıştırmak için elverişlidir. Önümüzdeki süreçte geliştirilmeye çok açık olan nanojeneratör teknolojisi ve bu sistemlerin entegre edilebileceği birçok araç ya da cihaz araştırmacılar için önemli bir çalışma alanı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

[1] World Energy Resources, 2013 Survey: Summary, World Energy Council
[2] Wang Z.L., Song J. (2006). Piezoelectric Nanogenerators Based on Zinc Oxide Nanowire Arrays. Biochemistry Tools for New Frontiers. AAAS (American Association for the Advancement of Science). Vol 312. 242-246
[3] Adina P.A., Latinovic T., Petrica P.P., Barz C. (2015). Research about harvesting energy devices and storage method. ResearchGate
[4] Wang, Z.L. Piezoelectric Nanogenerators Based on Zinc Oxide Nanowire Arrays. Science 2006, 312, 242–246.
[5] Nanogenerators as a Sustainable Power Source: State of Art, Applications, and Challenges
[6] Yılmaz N.D. (2021). Triboelektrik Nanojeneratörler ile Enerji Hasadı: Teorik Köken, Çalışma Prensibi ve Çalışma Modları. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, c.9, s.1, 232-249
[7] Wang S., Lin L., Wang Z. L., (2012). Nanoscale Triboelectric-Effect-Enabled Energy Conversion for Sustainably Powering Portable Electronics. ACS Publications. Nano Letters
[8] Ibrahim M., Jiang J., Wen Z., Sun X. (2021). Surface Engineering for Enhanced Triboelectric Nanogenerator. Nanoenergy Adv. **2021**, 1, 58–80. [9] Mayda M. (2013). Yeni Bir İnovatif Kavramsal Tasarım İşlem Modeli. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Makina Eğitimi. 22-44

[10] Gazi Roket Takımı. (2021). Teknofest Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali. Kritik Tasarım Raporu Sunuşu
[11] https://www.robotistan.com/ (Erişim Tarihi: 25.12.2022)

DETERMINATION OF SOIL PROPERTIES OF KROM VALLEY SARIOĞLU CHURCH BY GEOPHYSICAL METHODS

Assist Prof, Mahmut SARI [1], Erdem GÖKTÜRK [2]

[1] Gümüşhane University, Graduate Education Institute, msari@gumushane.edu.tr - 0000-0002-1006-6332

[2] Gümüşhane University, Graduate Education Institute, erdemgokturk61@gmail.com - 0000-0003-1365-0291

ABSTRACT

Ground surveys are carried out to determine the locations of the underground layers, their condition, what kind of geological structures they are formed, at what depth the layers are and to determine the engineering parameters. In order to ensure the transfer of such structures to future generations, it is crucial to identify the ground characteristics of historical buildings with historical and cultural worth. In this study, the ground features of the Sarıoğlu church located in the Krom valley in the Yağlıdere district of Gümüşhane province were determined. Lateral and vertical variation of P and S wave velocities, underground geometry and bedding conditions were revealed by seismic refractive tomography (SRT) and Multi-Channel Surface Wave (MASW) methods. The microtremor approach was used to identify the ground's dominant vibration period and amplification parameters. The relative ground amplification value of the ground where the Sarıoğlu church is located was determined as A_0, 1.23 and the ground dominant vibration period T_0, 0.15. It has been determined that shear wave velocity V_s varies between 707 m/s between 0-8m and 840 m/s between 8-30m. In addition, the average Vs30 velocity was revealed as 802 m/s. With these studies, it is important in terms of being the most survey study before the restoration of historical buildings.

Keywords : Gümüşhane, Sarıoglu Church, Geophysical methods

1. INTRODUCTION

Soil investigations, building quality and condition determinations are very important in the restoration of historical buildings. Geophysical, geological and geotechnical studies are used to determine the soil properties of historical buildings. Historical buildings are masonry constructions created of materials like stone, brick, adobe, and wood within the conditions of the time. They are one of our historical cultural assets. Historically significant structures typically have bedrock or embankment foundations. In the restoration of historical buildings, it is necessary to reveal the soil properties. Near-vertical fissures or splits resulting from ground

settlements and earthquake-related deformations may be the cause of significant structural damage seen in old structures. There are many similar studies in the literature [1]-[8]. With this study, the soil properties of the Sarıoğlu church in the Gümüşhane province Krom valley were revealed by geophysical methods (Figure 1). By determining the relationship of the obtained engineering parameters with each other, conclusions were reached about the ground on which the historical building was built.

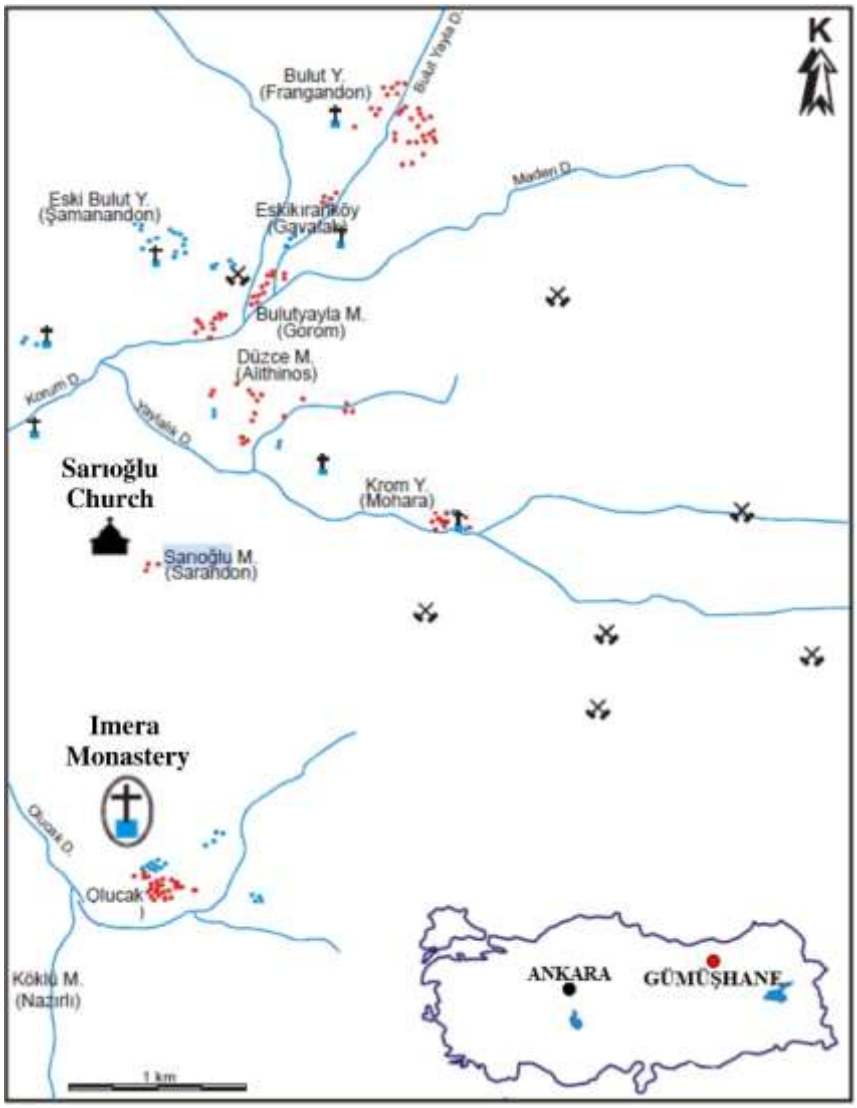


Figure 1. Study area location map (modified from [9])

2. MATERIAL AND METHOD

It is well known that a quick and efficient way for figuring out dynamic soil properties is microtremor measurement and evaluation, which has been commonly used in engineering seismology investigations in recent years. Microtremors can be used to calculate the soil's dominant period, soil amplification, and the thickness of soft soils. The Nakamura [10] H/V (Horizontal/Vertical Spectral Ratio) technique was applied in this work, and it was put into practice using the Geopsy package program. The flow chart for the steps performed to analyze microtremor data using the Nakamura Method is shown in Figure 2b.

An artificial source's longitudinal (P-waves) and transverse (S-waves) surface waves are reflected, bent, and returned to the surface where they are measured as a function of time in receivers. The underground geometry, bedding condition, interface topographies, fractured structures, and lithological changes can be calculated by calculating the longitudinal and transverse wave velocities of the ground and many engineering parameters based on these velocities by analyzing these recorded arrivals in accordance with the purpose. The firmness-rigidity profile of the ground is created from the S-wave velocity-depth changes [11]. A 24-channel Geometrics brand seismograph instrument, 4.5 Hz vertical component receivers, an 8 kg sledgehammer, and a 25 cm radius iron table were utilized to collect data during the seismic measurements. Four vertical stacks were constructed in order to improve the seismic signal's signal-to-noise ratio at each firing point. Sampling interval (0.250 ms, 0.5 ms), recording time (0.5s, 1s) and offset interval were taken as 2m for Seismic Refractive Tomography (SRT) and Multi-Channel Surface Wave (MASW) data, respectively (Figure 2a).

Figure 2. a) Study area seismic measurement scheme, b) microtremor measurement scheme

3. RESULTS

The period value will be less the stronger the geological units are, and greater the weaker they are. To classify the strength of the soil and determine its strength, as in all applications of earth science, the strength of the soil cannot be determined by a single application. In this study, the period and amplification values acquired from microtremors and the wave velocity parameters Vp and Vs obtained from seismic observations were compared to determine the soil attributes. All parameters determined by geophysical measurements taken from Sarıoğlu church are given in Table 1.

Table 1. Parameters obtained to determine the soil properties of the Sarıoğlu church

<table>
<tr><td colspan="2">Microtremor measurements</td><td colspan="2">Seismic measurements</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Soil dominant vibration period</td><td rowspan="3">0.15</td><td colspan="2">P- Wave velocity</td></tr>
<tr><td>1.Layer (0-8m)</td><td>1315 m/s</td></tr>
<tr><td>2.Layer (8-30m)</td><td>1825 m/s</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Soil amplification</td><td rowspan="3">1.23</td><td colspan="2">S- Wave velocity</td></tr>
<tr><td>1.Layer (0-8m)</td><td>707 m/s</td></tr>
<tr><td>2.Layer (8-30m)</td><td>840 m/s</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Vs_{30} = 802.6 m/s</td></tr>
</table>

4. CONCLUSION

In this study, the soil properties of the Sarıoğlu church in the Gümüşhane province Krom valley were evaluated by geophysical methods and the results are given below.

- When the P and S wave velocity values and ground amplification values taken in the study area were compared, it was determined that the Sarıoğlu church was built on a rocky ground.
- Considering the average Vs_{30} value for 30m depth, it is seen that it represents the ZB (less weathered, moderately strong rocks) class according to 2018 Turkey building and earthquake regulations.
- It is seen that all obtained soil parameters characterize the study area.

Additionally, non-destructive techniques, like those used in this work to help identify the soil qualities, should be chosen before the restoration of comparable historical structures.

REFERENCES

[1] Öztürk S., Beker Usta Y., Sari M., and Pehlivan L., Estimation of ground types in different districts of Gümüşhane province based on the ambient vibrations H V measurements, Journal of Engineering and Natural Sciences, pp. 0–0, Jan., 2021.

[2] Xia, J., Miller, R.D., Park, C.B., Hunter, J.A., Harris, J.B., Comparing shear-wave velocity profiles from MASW with borehole measurements in unconsolidated sediments, Fraser River Delta, B.C., Canada: Journal of Environmental and Engineering Geophysics, v. 5, n. 3, p. 1-13, 2000.

[3] Şentürk N. and Sari M., "Gümüşhane Rum Erkek Okulu nun Sanat Tarihi ve Tasarımı Açısından Değerlendirilmesi," Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, vol. 32, pp. 770–775, Dec. 2021.

[4] Hasançebi, N., Ulusay, R., Empirical correlations between shear wave velocity and penetration resistance for ground shaking assessments. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 66(2), 203–213, 2007.

[5] Tezcan, S., Özdemir, Z., A Refined Formula for the Allowable Soil Pressure Using Shear Wave Velocities, Journal of Civil Engineering and Architecture 6(4):470-478, 2012.

[6] Kanai, K., Tanaka, T. ve Osada, K., Measurement of the Microtremor 1. Bulletin of the Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 32; 200-208, 1954.

[7] Türker, E., Computation of Ground Bearing Capacity from Shear Wave Velocity. Continuum Models and Discrete Systems, 173-180. Kluwer Academic Publisher. Netherland, 2004.

[8] Tezcan, S., Keçeli, A., Özdemir, Z., Zemin ve Kayaçlarda Emniyet Gerilmesinin Sismik Yöntem ile Belirlenmesi. Şantiye (İnşaat, Makine ve Mimarlık Dergisi), Sayı:244: 122-125, 2008.

[9] Eruz, G., Gümüşhane Kurum Vadisi Maden Köyü Yerleşmeleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mart, 2009.

[10] Nakamura, Y., A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, Quarterly Report of Railway Technology Research Institute, 30, 25-33, 1989.

[11] Sari M., Şeren A., and Alemdağ S., "Determination of geological structures by geophysical and geotechnical techniques in Kırklartepe Dam Site Turkey ," Journal Of Applied Geophysics, vol. 182, pp. 104174–0, Sep. 2020.

AĞRI İLİ KÜÇÜKBAŞ HAYVANCILIĞININ MEVCUT DURUMU

Dr.Öğr.Üyesi Hüseyin DENK
Ağrı İbrahim Çeçen University, Celal Oruç Animal Production School, Department of Animal Production and Technologies, Animal Health Department, Ağrı-Türkiye
ORCID: 0000-0003-2591-0361

ÖZET

Bu çalışma, Ağrı ilinin Küçükbaş hayvancılığının mevcut durumunu incelemek olup , Ağrı ili açısından önemini belirlemektir. Doğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin 7 (yedi) coğrafi bölgesinden biridir. Bölgenin yüzölçümü 164.000 kilometrekaredir. Ülke topraklarının %21'ni oluşturmaktadır. Bölge 14 (on dört) ilden oluşmaktadır ve bölgenin geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır . Türkiye'de, hayvancılık geniş ölçüde tabii çayır-meraya dayanmaktadır. Çayır-mera ve yem bitkileri, hayvansal üretimin arttırılmasında tarımın temelini teşkil etmektedir. Meralarımız büyük oranda, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği bakımından daha uygundur. Koyunculuk faaliyetleri, çayır ve otlaklar bakımından geniş, kurak iklim şartlarına haiz bölgelerde daha büyük oranda yapılmaktadır. Diğer bir ifadeyle düşük kaliteli geniş meraya sahip yerlerde yapılabilecek en kârlı hayvancılık kolu koyunculuktur. Çünkü koyunlar böyle toprakları daha kârlı hala getirebilecek yapı ve yetenektedirler . Türkiye'de koyun yetiştiriciliği çoğunlukla ekstansif şartlarda yapılmakla beraber, günümüzde yetiştirme yönüne göre yarı-entansif koşullarda da yetiştiricilik yapılmaktadır. Tarım sektörünün bir alt dalı olan hayvancılık sektörü hem insanların yeterli ve dengeli beslenmesinde hem de sağladığı katma değerler ile önemli ekonomik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir . Hayvancılık sektörünün üretim kabiliyetinin nüfus artış hızıyla birlikte hareket etmesi, Dünya'daki gıda gereksinimlerinin karşılanabilmesi adına önem arz etmektedir. Bu artışın sağlanabilmesi için kırsal nüfus oranı büyük önem taşımakta ve bu nüfusun zaman içerisinde azalması, hayvancılık faaliyetleri açısından risk oluşturmaktadır. Türkiye'nin et üretiminin %18,09'u, süt üretiminin ise %5,85'i, koyunlardan elde edilmektedir. Buna ek olarak, 4 milyon 319 bin adet olan koyun ve kuzu derisi ile 40.270 ton yapağı koyunculuktan elde edilmektedir . Türkiye'de Doğu Anadolu Bölgesi sahip olduğu doğal ve ekonomik şartları nedeniyle hayvancılık yapmaya elverişli bir yapıya sahiptir. Ekonomik yapısı itibariyle tarım ve hayvancılığın diğer üretim faaliyetlerinden daha önemli olduğu bu bölgede gayri safi üretim kapasitesinin %54'ü tarım ve hayvancılıktan elde edilmektedir . Bu bölge yaklaşık 1400 m rakımlı, yıllık ortalama 9,2 °C sıcaklığa sahip ve ortalama yıllık 594,1 mm yağış almaktadır. Bu nedenle, bölgede ekime elverişli alanlar sınırlı olmakla birlikte, çayır ve mera alanları ise önemli bir yer almaktadır. Türkiye koyun varlığının %22.5'i Doğu Anadolu Bölgesinde olup, bölgenin koyun varlığının %64.8'ini morkaraman ırkı oluşturmaktadır. 2021 yılında Dünyada 1milyar üzeri koyun vardır. Avrupa Ülkeleri'nde 71.5 milyon , Türkiye'de ise 57 milyon beşyüz bin baştır. Koyun sayımız bu dönemde %7.2 artarak 45 milyon 178 bin , keçi sayısı ise % 3 artarak 12 milyon 342 baş olmuştur. Buna göre Dünyadaki toplam küçükbaş hayvan sayısının % 2'si kadarı ülkemizde bulunmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığının Türkvet'te kayıtlı ülkesel küçükbaş işletme sayısı 435.506 adettir. Ağrı ilinde ise küçükbaş işletme sayısı 10.633 adettir. 2021 yılı Ağrı ili küçükbaş sayısı 1.427. 144 baştır. 2020 yılına göre 40.746 baş artış olmuştur. Bu küçükbaş varlığı ile ülkemizde 9. , Bölgede ise 2. sıradadır.Ülkemizdeki küçükbaş varlığının %2.48 kadarı Ağrı ilinde

bulunmaktadır. Ağrı ili , Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Murat Havzasında yer alır. Kuzeyinde Kars, güneyinde Bitlis ve Van, Batısında Erzurum, Güneybatısında Muş ve Doğusunda İran'la komşudur. 39-40 kuzey enlemleri , 42-45 doğu boylamları üzerinde yer almaktadır. İlin yüzölçümü 11.099 km olup, rakımı ise 1.640 m.dir. Ağrı ilinin 8 ilçesi ve 563 köyü vardır. Nüfusu ise 524.44 dür. Ağrının tarım alanı dekar olarak 3.535.442 , Çayır- mera alanı 5427.310., yaylak 1.695.500, tarıma elverişsiz alan 440.748 dir. Çayır mera alanı bakımından Türkiye'de 4., Bölgesinde ise 2.sırada yer almaktadır. Böylece, küçükbaş hayvancılığı yetiştiriciliği için en elverişli illerden biri olmaktadır. Sonuç olarak, Ağrı hayvancılık potansiyeli bakımından ülke tarımında önemli bir konuma sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Ağrı, Küçükbaş, Yetiştirme, Doğu Anadolu

THE CURRENT SİTUATİON OF SHEEP AND GOAT BREEDİNG İN AĞRI

ABSTRACT

This study is to examine the current situation of Ovine breeding in Ağrı province and to determine its importance for Ağrı province. Eastern Anatolia Region is one of the 7 (seven) geographical regions of Turkey. The area of the region is 164,000 square kilometers. It constitutes 21% of the country's land. The region consists of 14 (fourteen) provinces and the livelihood of the region is agriculture and animal husbandry. In Turkey, livestock is largely based on natural meadows and pastures. Meadow-pasture and forage crops constitute the basis of agriculture in increasing animal production. Our pastures are mostly suitable for small cattle breeding. Sheep breeding activities are carried out to a greater extent in areas that are large in terms of meadows and pastures and have arid climatic conditions. In other words, the most profitable livestock branch that can be done in areas with low quality large pasture is sheep breeding. Because sheep have the structure and ability to make such lands more profitable. Although sheep breeding is mostly carried out in extensive conditions in Turkey, nowadays it is also reared in semi-intensive conditions according to the breeding direction. The livestock sector, which is a sub-branch of the agricultural sector, has important economic and social functions both in the adequate and balanced nutrition of people and with the added values it provides. It is important for the production capability of the livestock sector to act together with

the population growth rate in order to meet the food needs in the world. In order to achieve this increase, the rural population ratio is of great importance and the decrease in this population over time poses a risk in terms of livestock activities. 18.09% of Turkey's meat production and 5.85% of milk production are obtained from sheep. In addition, 4 million 319 thousand sheep and lamb skins and 40,270 tons of fleece are obtained from sheep production. Due to its natural and economic conditions, the Eastern Anatolia Region in Turkey has a structure suitable for animal husbandry. In this region, where agriculture and animal husbandry are more important than other production activities due to its economic structure, 54% of the gross production capacity is obtained from agriculture and animal husbandry. This region has an altitude of approximately 1400 m, has an annual average temperature of 9.2 °C and receives an average annual precipitation of 594.1 mm. Therefore, although the areas suitable for cultivation are limited in the region, meadow and pasture areas have an important place. 22.5% of Turkey's sheep presence is in the Eastern Anatolia Region, and 64.8% of the region's sheep presence is made up of the Morkaraman breed. In 2021, there are over 1 billion sheep in the world. It is 71.5 million heads in European countries and 57 million five hundred thousand heads in Turkey. In this period, the number of sheep increased by 7.2% to 45 million 178 thousand, while the number of goats increased by 3% to 12 million 342 heads. Accordingly, 2% of the total number of sheep and goats in the world are in our country. The number of national small cattle farms registered in Turkvet of the Ministry of Agriculture and Forestry is 435,506. The number of small cattle farms in Ağrı is 10,633. The number of sheep and goats in the province of Ağrı in 2021 is 1,427. 144 heads. Compared to 2020, there was an increase of 40,746 heads. It ranks 9th in our country and 2nd in the region with this small cattle presence. 2.48% of the sheep and goat population in our country is located in Ağrı. Ağrı province is located in the Upper Murat Basin of the Eastern Anatolia Region. It is neighbors with Kars in the north, Bitlis and Van in the south, Erzurum in the west, Muş in the southwest and Iran in the east. It is located on 39-40

north latitudes and 42-45 east longitudes. The area of the province is 11,099 km and its altitude is 1,640 m. Ağrı has 8 districts and 563 villages. Its population is 524.44. The agricultural area of Ağrı is 3,535,442 decares, the meadow-pasture area is 5427,310, the highland is 1.695,500, and the arable land is 440,748. In terms of meadow pasture area, it is in the 4th place in Turkey and in the 2nd place in the region. Thus, it becomes one of the most favorable provinces for small cattle breeding. As a result, Ağrı has an important position in the country's agriculture in terms of livestock potential.

Keywords: Ağrı, Sheep and Goat, Breeding, East Anatolia

GİRİŞ

Tarih boyunca insan hayatındaki sosyal ve ekonomik gelişmedeki en büyük pay hayvan yetiştiriciliğinindir. Eski çağlarda veya göçebe hayatın olduğu zamanlarda insanoğlunun en önemli varlığı veya en kıymetli serveti sahip oldukları hayvanlar olmuştur (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999) Ülkemizin nüfus artış hızı %1.1'lik oranla Dünya nüfus artış hızının üzerindedir. 7.5 milyar olan Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9.8 milyar olması beklenmektedir (FAO, 2020). Hızlı nüfus artışı beraberinde gıda ihtiyacına olan talebi her geçen gün arttırmaktadır. Tarım sektörünün bir alt dalı olan hayvancılık sektörü hem insanların yeterli ve dengeli beslenmesinde hem de sağladığı katma değerler ile önemli ekonomik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir (Ergün ve Bayram, 2021; Er ve Özçelik, 2016). Hayvancılık sektörünün üretim kabiliyetinin nüfus artış hızıyla birlikte hareket etmesi Dünya'daki gıda gereksinimlerinin karşılanabilmesi adına önem arz etmektedir. Bu artışın sağlanabilmesi için kırsal nüfus oranı büyük önem taşımakta ve bu nüfusun zaman içerisinde azalması hayvancılık faaliyetleri açısından risk oluşturmaktadır.

Hayvansal üretim ülkelerin gelişmişlik durumlarına göre ekonomik ivmenin en önemli belirteçlerinden birisidir. Hayvancılık sektörü başta temel gıda tedarikini sağlar. Ayrıca bu sektör dışsatım ve sanayi için gerekli hammaddenin sağlanmasında görev alır ve son yılların temel sorunlarından biri olan şehirlere göçü engelleyebilecek en önemli geçim kaynaklarından birini oluşturur. Kırsalda gizli işsizliğin önlenmesinde de önemli iktisadi fonksiyonlara sahiptir (Sakarya ve Aydın, 2011; Demir ve ark. 2012). Koyunculuk faaliyetleri, çayır ve otlaklar bakımından geniş, kurak iklim şartlarına haiz bölgelerde daha büyük oranda yapılmaktadır. Diğer bir ifadeyle düşük kaliteli geniş meraya sahip yerlerde yapılabilecek en kârlı hayvancılık kolu koyunculuktur. Çünkü koyunlar böyle toprakları daha kârlı hala getirebilecek yapı ve yetenektedirler (Akçapınar 1994).

Bugün dünyada 200'den fazla koyun ırkı yetiştirilmektedir. Bu denli fazla sayıda koyun ırkının meydana gelmesinde bölgesel koşulların etkisi yanı sıra farklı nedenlere bağlı olarak yetiştirme ve ıslah metodu uygulamaları da etkili olmuştur, Türkiye'nin et üretiminin %18,09'u, süt üretiminin ise %5,85'i, koyunlardan elde edilmektedir. Buna ek olarak, 4 milyon 319 bin adet olan koyun ve kuzu derisi ile 40.270 ton yapağı koyunculuktan elde edilmektedir . Türkiye'de Doğu Anadolu Bölgesi sahip olduğu doğal ve ekonomik şartları nedeniyle hayvancılık yapmaya elverişli bir yapıya sahiptir. (Öztürk ve Odabaşıoğlu 2011).

Ülkemiz koyun potansiyeli 2002-2019 yılları arasında %48 oranında bir artış kaydederek 25,2 milyon baştan 37,3 milyon başa; keçi potansiyeli ise %65 artış göstererek 6,8 milyondan 11,2 milyona yükselmiştir. 2002 yılında küçükbaş hayvan sayısı 31,9 milyondan, 2019 yılında 48,5 milyona yükselmiştir(TÜİK 2002-2019). Koyun varlığı bakımından ülkemiz dünyada 10., keçi varlığı bakımından 22., Avrupa'da ise küçükbaş hayvan sayısı bakımından birinci sırada bulunmaktadır (Anonim 2). 2021 yılında Dünyada 1milyar üzeri koyun vardır. Avrupa Ülkeleri'nde 71.5 milyon , Türkiye'de ise 57 milyon beşyüz bin baştır. Koyun sayımız bu dönemde %7.2 artarak 45 milyon 178 bin , keçi sayısı ise % 3 artarak 12 milyon 342 baş olmuştur. Buna göre Dünyadaki toplam küçükbaş hayvan sayısının % 2'si kadarı ülkemizde bulunmaktadır (TİGEM,TÜİK 2021). 2022 yılı haziran ayı sonu itibariyle küçükbaş sayımız artarak 58 milyon 448 bin baş olmuştur (TÜİK 2022). Ülkemizde son yıllarda küçükbaş hayvan sayısına baktığımızda düzenli bir artış olduğu görülmektedir. Dünya'da yetiştirilen koyun sayısı bir milyarın üzerindedir ve bu sayı ile hayvancılık içinde büyük bir paya sahiptir. Bu nedenle koyun, hayvansal üretimde dolayısıyla tarımsal üretimde ve ülkelerin ekonomilerinde önemli yeri olan bir çiftlik hayvanıdır. Türkiye'nin gerek coğrafi gerekse iklim koşulları koyunculuk sektörü için önemli bir potansiyele sahip olup, özellikle Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde koyun yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmakta ve hayvancılık faaliyetleri içerisinde önemli bir katma değer yaratmaktadır. Türkiye'de koyun yetiştiriciliği çoğunlukla ekstansif şartlarda yapılmakla beraber, günümüzde yetiştirme yönüne göre yarı-entansif koşullarda da yetiştiricilik yapılmaktadır. Başarılı ve karlı bir koyunculuk yapmak için temelde, bölgenin coğrafi ve çevre koşullarına göre yetiştirme tipinin doğru belirlenmesi ve bu yetiştirme şekline uygun koyun ırkının doğru belirlenmesi gerekmektedir (Akçapınar 2000). Türkiye'de, hayvancılık geniş ölçüde tabii çayır-meraya dayanmaktadır. Çayır-mera ve yem bitkileri, hayvansal üretimin arttırılmasında tarımın temelini teşkil etmektedir (Demir ve ark. 2013;
Şahin ve Özügür 1976). Meralarımız büyük oranda, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği bakımından daha uygundur (Anonim 1). Hayvancılık faaliyetleri içerisinde, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, genel olarak verimi düşük çayır-mera ile tarımsal üretime elverişli olmayan alanları değerlendirerek et, süt, yapağı gibi havanlardan elde edilen verimlere dönüştürebilen bir üretim koludur. Doğu Anadolu Bölgesi 24 milyon dekar (da) ekilebilen arazi varlığına sahip olup, Türkiye toplam arazi (230 milyon da) miktarının %10,58'ine karşılık gelmektedir. Türkiye'de 14.6 milyon hektar (ha) çayır mera alanı bulunmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise 5.5 milyon ha Çayır-mera alanı bulunmaktadır. (TÜIK, 2019).
Türkiye'de Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin çayır ve mera alanlarının koyun ve keçilerin beslenmesine uygun olması, kırsal kesimde yaşayan insanların tüketim alışkanlıkları gibi faktörler, özellikle koyun yetiştiriciliğini daha ön plana çıkarmıştır (Anonim 1).
Ülkemizde küçükbaş hayvan yetiştiriciliği tarım ürünleri yetiştirmek için kullanılmayan, mera ve otlakları süt, et, yapağı ve deri gibi verimlere dönüştürebilen, bu şekilde ülke ekonomisine ve insan beslenmesine katkı sağlayan bir endüstri kolu olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim, sığır yetiştiriciliğine göre üreme yeteneğinin yüksek buna karşın yem giderleri, sermaye ve sabit yatırım masraflarının düşük olması koyunculuk sektörünün dönemini daha da artırmaktadır (Ayvazoğlu Demir ve ark. 2015). Türkiye'de Doğu Anadolu Bölgesi sahip olduğu doğal ve ekonomik şartları nedeniyle hayvancılık yapmaya

elverişli bir yapıya sahiptir. Ekonomik yapısı itibariyle tarım ve hayvancılığın diğer üretim faaliyetlerinden daha önemli olduğu bu bölgede gayri safi üretim kapasitesinin %54'ü tarım ve hayvancılıktan elde edilmektedir (Stern ve ark 1997). Doğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin 7 (yedi) coğrafi bölgesinden biridir. Bölgenin yüzölçümü 164.000 kilometrekaredir. Ülke topraklarının %21'ni oluşturmaktadır.

Bölge 14 (on dört) ilden oluşmaktadır ve bölgenin geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Ağrı ili, Kars, Ardahan, Bingöl, Bitlis, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Hakkâri, Iğdır, Malatya, Muş, Tunceli ve Van illeri birlikte coğrafi bölge sınıflandırmasına göre Doğu Anadolu Bölgesinde; İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması düzey-1'e göre ise Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi (KDAB-TRA)'nde bulunmaktadır.

İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırmasına göre Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi (TRA), düzey-2 gruplandırmasında iki alt bölgeye ayrılmıştır. TRA1'de; Erzurum, Erzincan, Bayburt illeri yer alırken; TRA2'de Kars (TRA22) ili Ağrı, Iğdır ve Ardahan illeri ile birlikte yer almaktadır (TC RESMİ GAZETE, 2011). Bu bölge yaklaşık 1400 m rakımlı, yıllık ortalama 9,2 °C sıcaklığa sahip ve ortalama yıllık 594,1 mm yağış almaktadır. Bu nedenle, bölgede ekime elverişli alanlar sınırlı olmakla birlikte, çayır ve mera alanları ise önemli bir yer almaktadır (Elçi 1985). Türkiye koyun varlığının %22.5'i Doğu Anadolu Bölgesinde olup, bölgenin koyun varlığının %64.8'ini morkaraman ırkı oluşturmaktadır (Aydemir, 2019). Koyun varlığımızın büyük kısmını oluşturan Morkaraman ırkı, Kars, Erzurum, Muş ve Ağrı illerinde, Akkaraman ırkının varyetesi olan Karakaş, Bitlis ve Van'da lokal olarak yetiştiriciliği yapılan Tuj ırkı Kars'ta, Norduz ırkı, Van'da yetiştirilmektedir (Anonim 2-3, Aydemir 2019). Yine, bölgenin güney kesimlerinde Hamdani yetiştiriciliği yapılmaktadır (Aydemir 2019). Tarım ve Orman Bakanlığının Türkvet'te kayıtlı ülkesel küçükbaş işletme sayısı 435.506 adettir (TÜRKVET). Ağrı ilinde ise küçükbaş işletme sayısı 10.633 adettir (Anonim4). 2021 yılı Ağrı ili küçükbaş sayısı 1.427. 144 baştır. 2020 yılına göre 40.746 baş artış olmuştur (TÜİK 2022). Bu küçükbaş varlığı ile ülkemizde 9. , Bölgede ise 2. sıradadır. Ülkemizdeki küçükbaş varlığının%2.48 kadarı Ağrı ilinde bulunmaktadır (Anonim 4). Ağrı ili , Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Murat Havzasında yer alır. Kuzeyinde Kars, güneyinde Bitlis ve Van, Batısında Erzurum, Güneybatısında Muş ve Doğusunda İran'la komşudur. 39-40 kuzey enlemleri , 42-45 doğu boylamları üzerinde yer almaktadır. İlin yüzölçümü 11.099 km olup, rakımı ise 1.640 m.dir. Ağrı ilinin 8 ilçesi ve 563 köyü vardır. Nüfusu ise 524.44 dür. Ağrının tarım alanı dekar olarak 3.535.442 , Çayır- mera alanı 5427.310., yaylak 1.695.500, tarıma elverişsiz alan 440.748 dir. Ağrı ili, Çayır mera alanı bakımından Türkiye'de 4., Bölgesinde ise 2.sırada

yer almaktadır (Anonim 4). Böylece, küçükbaş hayvancılığı yetiştiriciliği için en elverişli illerden biri olmaktadır. Yukarıda açıklanan bilgiler tablolar halinde aşağıda verilmiştir.

TABLO:1 Türkiye'de Küçükbaş Hayvan Sayısı(Baş)

KÜÇÜKBAŞ	2020	2021
KOYUN	42.126.781	45.177.690
KEÇİ	11.985.845	12.341.514
TOPLAM	54.112.626	57.519.204

TÜİK . 2021

TABLO:2 Doğu Anadolu Bölgesi Küçükbaş Hayvan Sayıları(Baş)

İLLER	2021	Bölge içindeki %
Ağrı	1.385.289	11.74
Ardahan	125.311	1.06
Erzurum	1.010.466	8.56
Kars	554.239	4.70
Iğdır	1.227.944	10.44
Bingöl	519.882	4.40
Bitlis	431.358	3.65
Elazığ	672.526	5.70
Erzincan	601.609	5.10
Hakkari	505.844	4.29
Malatya	361.510	3.06
Muş	1.056.823	8.97
Van	3.036.270	25.72
Tunceli	309.166	2.62
GENEL TOPLAM	11.803.377	100

TÜİK. 2021.

TABLO:3 AĞRI GENEL

İLÇE SAYISI	8	TARIM ALANI(da)	3.535.442
BELEDİYE SAYISI	12	ÇAYIR MERA ALANI(da	5.427.310
KÖY SAYISI	563	YAYLAK(da)	1.695.500
YÜZÖLÇÜMÜ (DA)	11.099.000	TARIMA ELVERİŞSİZ ALAN(da)	440.748
TOPLAM NÜFUS	524.644	TOPLAM ALAN(da)	11.099.000

Anonim 4, 2021

TABLO:4 Ağrı ili Küçükbaş Hayvan Varlığı (baş)

KÜÇÜKBAŞ	2012	2020	2021
KOYUN	1.235.430	1.318.022	1.360.509
KEÇİ	89.140	68.376	66.635
GENEL TOPLAM	1.324.570	1.386.398	1.427.144

Anonim 4, 2021

2.SONUÇ

Yukarıda anlatılan bilgiler dahilinde Ağrı ilinde küçükbaş hayvan potansiyeli yeterli sayıda bulunmaktadır. Özellikle yıllar bazında hayvancılığının gelişmekte olduğu görülmektedir. Tarım ve hayvancılık il ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Geniş yayları, mera ve çayır alanlarının olması, ayrıca kaba yem sıkıntısının olmaması ilde hayvancılığın gelişmesine katkıda bulunduğu gibi hayvancılık sektörüne de yatırımı cazip hale getirmektedir. Sonuç olarak, Ağrı ili hayvancılık potansiyeli bakımından ülke tarımında önemli bir konuma sahiptir.

KAYNAKLAR

Akçapınar, H. (1994). Koyun Yetiştiriciliği. Ankara.

Akçapınar, H., Özbeyaz, C. (1999). *Hayvan Yetiştiriciliği Temel Bilgileri*. Kariyer Matbaacılık, Ankara

Akçapınar, H. (2000). Koyun Yetiştiriciliği. Yenilenmiş 2. Baskı, İsmat Matbaacılık, ISBN: 975-96978-1-5, Ankara.

Anonim1.(2022). Tarım ve Orman Dergisi. Erişim: www.turktarım.gov.tr. Erişim tarihi:06.12.2022

Anonim 2.(2022). Erişim: www.hayvancılıkbilgi.com.tr. Erişim:06.12.2022

Anonim 3.(2022). Türkiye Yerli koyun ırkları. Erişim: www.tarımdanhaber.com.tr. Erişim tarihi:06.12.2022

Anonim 4.(2022). Ağrı İli. www.tarımorman.gov.tr. Erişim tarihi:06.12.2022

Aydemir H. (2019). Ağrı Et ve Süt Kurumu Et Kombinasında kesilen Morkaraman ve Morkaraman melezi koyunların kesim ve karkas özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Kars.

Ayvazoğlu Demir P, Adıgüzel Işık S, Aydın E, Yazıcı K, Ayvazoğlu C.(2015). Ardahan ilindeki koyun yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik önemi. YYÜ. Veteriner Fakültesi Dergisi,26(3),141-146

Demir P., Derbentli Ö., Sakarya E. (2012). Kars ilinde bulunan mandıraların etkinliğinin

veri zarflama analizi ile ölçülmesi. Kafkas Üniversitesi Dergisi.18(2), 169-176

Demir P, Aksu Elmalı D, Işık S, Tazegül R, Ayvazoğlu C.(2013). Kars ili süt sığırcılık işletmelerinde yem kullanımı ve hayvan besleme alışkanlıklarının ekonomik önemi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimler Dergisi.8(3).229-236

Elçi, Ş. (1985). Elazığ'da ve Doğu İllerinde Yem Bitkileri Tarımının Gelişme İmkanları. DoğuAnadolu Hayvancılık Sempozyumu. 19-20 Aralık. Elazığ

Ergün O.F., Bayram B.(2021). Türkiye'de Hayvancılık Sektöründe Yaşanan Değişimler. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi 10 (2): 158-175.

Er S, Özçelik A.(2016). Ankara'da sığır besi işletmelerinin ekonomik yapısının faktör analizi ile incelenmesi. YYÜ. Tarım Bilimleri Dergisi.26(1).17-25

FAO.(2020). Food and Agricultute Organization of The United Nations.Erişim: www.fao.org. Erişim tarihi: 06.12.2022.

Öztürk Y, Odabaşıoğlu F. (2011). Van ve yöresinde Hamdani koyunlarının verimleri morfolojiközelliklerinin araştırılması I.koyunların çeşitli verim özellikleri. YYÜ. Veteriner FakültesiDergisi.22(2). 75-80

Sakarya E., Aydın E.(2011). Dünya Sığır eti üretim, tüketim ve ticareti ile Türkiye'nin

canlı hayvan ve sığır eti ithalatı. Ankara Ticaret Borsası, Ankara , Türkiye.

Stern, D. Marshall, Bach. A. Calsamiglia, S. (1997). Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants, *J. Anim. Sci.* 75, 2256-2276.

Şahin M . Özügür E. (1976). Türkiye'de çayır-mera, yem bitkilerinin durumu ve 1952-1975 yılları arasında yapılan çalışmalar. Ankara.

TC Resmi Gazete (2011). 22 Eylül 2002 tarihinde yayımlanan 28 Ağustos 2002 tarihinde

kararlaştırılan 2002/4720 sayılı karar.

T.C.Tarım ve Orman Bakanlığı (TÜRKVET). Erişim:www.tarimorman.gov.tr .Erişim tarihi:08.12.2022

TİGEM (2021). Erişim: https://www.tigem.gov.tr/ Erişim tarihi: 08.12.2022

TÜİK (2002).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim:

www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 08.12.2022.

TÜİK (2019).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim: www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 08.12.2022.

TÜİK (2021).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim: www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 08.12.2022

TÜİK (2022).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim: www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 08.12.2022

HAMDANİ KOYUNU

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DENK

Ağrı İbrahim Çeçen University, Celal Oruç Animal Production School, Department of Animal Production and Technologies, Animal Health Department, Ağrı-Türkiye

ORCID:0000000325910361, hdenk@edu.agri.edu.tr , 05368215531

ÖZET

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı, TÜİK ve Bilimsel kaynaklar dikkate alınarak yerli koyun ırklarımızdan , Hamdani koyununun yayılım alanı, mevcut durumu ve önemini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Koyunculuk faaliyetleri, çayır ve otlaklar bakımından geniş, kurak iklim şartlarına haiz bölgelerde daha büyük oranda yapılmaktadır. Diğer bir ifadeyle düşük kaliteli geniş meraya sahip yerlerde yapılabilecek en kârlı hayvancılık kolu koyunculuktur. Çünkü koyunlar böyle toprakları daha kârlı hala getirebilecek yapı ve yetenektedirler . Türkiye'de koyun yetiştiriciliği çoğunlukla ekstansif şartlarda yapılmakla beraber, günümüzde yetiştirme yönüne göre yarı-entansif koşullarda da yetiştiricilik yapılmaktadır. Başarılı ve karlı bir koyunculuk yapmak için temelde, bölgenin coğrafi ve çevre koşullarına göre yetiştirme tipinin doğru belirlenmesi ve bu yetiştirme şekline uygun koyun ırkının doğru seçilmesi gerekmektedir . Türkiye'de, hayvancılık geniş ölçüde tabii çayır-meraya dayanmaktadır. Çayır-mera ve yem bitkileri, hayvansal üretimin arttırılmasında tarımın temelini teşkil etmektedir. Meralarımız büyük oranda, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği bakımından daha uygundur. 2021 yılında Dünyada 1milyar üzeri koyun vardır. Avrupa Ülkeleri'nde 71.5 milyon , Türkiye'de ise 57 milyon beşyüz bin baştır. Koyun sayımız bu dönemde %7.2 artarak 45 milyon 178 bin , keçi sayısı ise % 3 artarak 12 milyon 342 baş olmuştur. Buna göre Dünyadaki toplam küçükbaş hayvan sayısının % 2'si kadarı ülkemizde bulunmaktadır. Koyun varlığı bakımından ülkemiz dünyada 10., keçi varlığı bakımından 22., Avrupa'da ise küçükbaş hayvan sayısı bakımından birinci sırada bulunmaktadır. Ülkemizdeki koyunların %95,27'si yerli, %4,73'lük bölümü ise kültür ve melez ırklardan oluşmaktadır. Hamdani koyunu , İran ,Irak'ın bazı kuzey bölgeleri ile Türkiye'de Doğu Anadolu Bölgesi'nin güney bölümlerini kapsayan bir bölgede yetiştirilir. Bu ırkın en belirgin özelliği, kulaklarının oldukça uzun bir yapıda olmasıdır. Bölgede yetiştiriciliği yapılan farklı koyun ırklarından kulaklarının uzun olması ile ayırt edilebilmektedirler. Hamdani koyunu, yüksek süt verimine, lezzetli bir ete ve kilim yapımına uygun, kaliteli yapağı özelliğine sahiptir. Kafa rengi ve yağlı kuyruğuyla İvesi'yi andırır, lakin kulakların daha uzun olması, cüssesinin daha iri olması gibi ayırıcı özellikleri vardır. Yağlı kuyruklu, geniş uzun kulakları vardır, iri yapılıdır. Taşlı araziye, yürümeye, kötü bakım şartlarına dayanıklıdır. Genellikle Koyunlarda bulunan beden rengi beyazdır. Yüksek bacak yapısına sahip olup, koyunlarda boyun bölgesi tamamıyla yapağı ile örtülüdür. Koçlar ve koyunlar boynuzsuzdur. Kuzu verimi 1.04'tür.Kuzu doğum ağırlığı 4.6 kg ,günlük canlı ağırlık artışı 206 g , 90. gün (sütten

kesim) canlı ağırlığı 21.59 kg dır. Laktasyon süresi 230 gün ,Laktasyon süt verimi 142 kg ,günlük süt verimi 615 g ve süt yağ oranı ise % 7.45'tir. Sonuç olarak ; Hamdani koyunu bölgede tercih edilen ve gen kaynağımız olması bakımından ülke hayvancılığında önemli bir yere sahiptir.

Şekil 1. Hamdani Koyunu (Anonim 5)

Anahtar Kelimeler :Türkiye, Doğu Anadolu, Hamdani , Koyun

HAMDANİ SHEEP

ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the distribution area, current situation and importance of Hamdani sheep, which is one of our domestic sheep breeds, taking into account the Ministry of Agriculture and Forestry, TUIK and scientific resources. Sheep breeding activities are carried out to a greater extent in areas that are large in terms of meadows and pastures and have arid climatic conditions. In other words, the most profitable livestock branch that can be done in areas with low quality large pasture is sheep breeding. Because sheep have the structure and ability to make such lands more profitable. Although sheep breeding is mostly carried out in extensive conditions in Turkey, nowadays it is also reared in semi-intensive conditions according to the breeding direction. In order to make a successful and profitable sheep breeding, it is necessary to determine the breeding type according to the geographical

and environmental conditions of the region and to choose the appropriate sheep breed for this type of breeding. In Turkey, livestock is largely based on natural meadows and pastures. Meadow-pasture and forage crops constitute the basis of agriculture in increasing animal production. Our pastures are mostly suitable for small cattle breeding. There are 1 billion sheep in the world in 2021. It is 71.5 million heads in European countries and 57 million five hundred thousand heads in Turkey. In this period, the number of sheep increased by 7.2% to 45 million 178 thousand, while the number of goats increased by 3% to 12 million 342 heads. Accordingly, 2% of the total number of sheep and goats in the world are in our country. Our country ranks 10th in the world in terms of sheep, 22nd in goats, and first in Europe in terms of sheep and goats. 95.27% of the sheep in our country are domestic, 4.73% of them are cultural and hybrid breeds. In terms of its breeding area, Hamdani sheep are raised in a region covering the northern parts of Iran, Iraq and the southern parts of the Eastern Anatolia Region in Turkey. The most distinctive feature of this breed is that its ears are quite long. They can be distinguished from different breeds of sheep bred in the region by their long ears. Hamdani sheep have high milk yield, delicious meat and quality fleece suitable for making rugs. It resembles Awassi with its head color and fat tail, but it has distinctive features such as longer ears and larger body. It has a fat tail, wide long ears, and is large in size. It is resistant to stony terrain, walking and poor maintenance conditions. The body color usually found in Sheep is white. It has a high leg structure and the neck area of sheep is completely covered with fleece. Rams and sheep are hornless. Lamb yield is 1.04. Lamb birth weight is 4.6 kg, daily live weight gain is 206 g, 90th day (weaning) live weight is 21.59 kg. Lactation period is 230 days, lactation milk yield is 142 kg, daily milk yield is 615 g and milk fat rate is 7.45%. As a result ; Hamdani sheep has an important place in the country's animal husbandry as it is the preferred gene source in the region.

Figure 1. Hamdani sheep(Anonim5)

Keywords: Turkey, Eastern Anatolia, Hamdani, Sheep

GİRİŞ

Türkiye'nin gerek coğrafi gerekse iklim koşulları koyunculuk sektörü için önemli bir potansiyele sahip olup, özellikle Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde koyun yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmakta ve hayvancılık faaliyetleri içerisinde önemli bir katma değere sahiptir. Türkiye'de koyun yetiştiriciliği çoğunlukla ekstansif şartlarda yapılmakla beraber, günümüzde yetiştirme yönüne göre yarı-entansif koşullarda da yetiştiricilik yapılmaktadır.

Başarılı ve karlı bir koyunculuk yapmak için temelde, bölgenin coğrafi ve çevre koşullarına göre yetiştirme tipinin doğru belirlenmesi ve bu yetiştirme şekline uygun koyun ırkının doğru belirlenmesi gerekmektedir (Akçapınar 2000). Türkiye'de, hayvancılık geniş ölçüde tabii çayır-meraya dayanmaktadır. Çayır-mera ve yem bitkileri, hayvansal üretimin arttırılmasında tarımın temelini teşkil etmektedir (Demir ve ark. 2013; Şahin ve Özügür 1976).

Meralarımız büyük oranda, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği bakımından daha uygundur (Anonim 1). Hayvancılık faaliyetleri içerisinde, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, genel olarak verimi düşük çayır-mera ile tarımsal üretime elverişli olmayan alanları değerlendirerek et, süt, yapağı gibi havanlardan elde edilen verimlere dönüştürebilen bir üretim koludur. Türkiye'de Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin çayır ve mera alanlarının koyun ve keçilerin beslenmesine uygun olması, kırsal kesimde yaşayan insanların tüketim alışkanlıkları gibi faktörler, özellikle koyun yetiştiriciliğini daha ön plana çıkarmıştır (Anonim 1).

Ülkemizde küçükbaş hayvan yetiştiriciliği tarım ürünleri yetiştirmek için kullanılmayan, mera ve otlakları süt, et, yapağı ve deri gibi verimlere dönüştürebilen, bu şekilde ülke ekonomisine ve insan beslenmesine katkı sağlayan bir endüstri kolu olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim, sığır yetiştiriciliğine göre üreme yeteneğinin yüksek buna karşın yem giderleri, sermaye ve sabit yatırım masraflarının düşük olması koyunculuk sektörünün dönemini daha da artırmaktadır (Ayvazoğlu Demir ve ark. 2015). Koyunculuk faaliyetleri, çayır ve otlaklar bakımından geniş, kurak iklim şartlarına haiz bölgelerde daha büyük oranda yapılmaktadır. Diğer bir ifadeyle düşük kaliteli geniş meraya sahip yerlerde yapılabilecek en kârlı hayvancılık kolu koyunculuktur. Çünkü koyunlar böyle toprakları daha kârlı hala getirebilecek yapı ve yetenektedirler (Akçapınar 1994). Bugün dünyada 200'den fazla koyun ırkı yetiştirilmektedir. Bu denli fazla sayıda koyun ırkının meydana gelmesinde bölgesel koşulların etkisi yanı sıra farklı nedenlere bağlı olarak yetiştirme ve ıslah metodu uygulamaları da etkili olmuştur (Öztürk ve Odabaşıoğlu 2011). Dünya'da yetiştirilen koyun sayısı bir milyarın üzerindedir ve bu sayı ile hayvancılık içinde büyük bir paya sahiptir. Bu nedenle koyun, hayvansal üretimde dolayısıyla tarımsal üretimde ve ülkelerin ekonomilerinde önemli yeri olan bir çiftlik hayvanıdır(TÜRKBESİ).

Ülkemiz koyun potansiyeli 2002-2019 yılları arasında %48 oranında bir artış kaydederek 25,2 milyon baştan 37,3 milyon başa; keçi potansiyeli ise %65 artış göstererek 6,8 milyondan 11,2 milyona yükselmiştir. 2002 yılında küçükbaş hayvan sayısı 31,9 milyondan, 2019 yılında 48,5 milyona yükselmiştir(TÜİK 2002-2019). Koyun varlığı

bakımından ülkemiz dünyada 10., keçi varlığı bakımından 22., Avrupa'da ise küçükbaş hayvan sayısı bakımından birinci sırada bulunmaktadır (Anonim 2). 2021 yılında Dünyada 1milyar üzeri koyun vardır. Avrupa Ülkeleri'nde 71.5 milyon , Türkiye'de ise 57 milyon beşyüz bin baştır. Koyun sayımız bu dönemde %7.2 artarak 45 milyon 178 bin , keçi sayısı ise % 3 artarak 12 milyon 342 baş olmuştur. Buna göre Dünyadaki toplam küçükbaş hayvan sayısının % 2'si kadarı ülkemizde bulunmaktadır (TİGEM,TÜİK 2021). Ülkemizde son yıllarda küçükbaş hayvan sayısına baktığımızda düzenli bir artış olduğu görülmektedir. Dünyadaki toplam küçükbaş hayvan sayısının % 2'si kadarı ülkemizde bulunmaktadır. Ülkemizdeki koyunların %95,27'si yerli, %4,73'lük bölümü ise kültür ve melez ırklardan oluşmaktadır. Koyun varlığımızın büyük kısmını oluşturan Morkaraman ırkı, Kars, Erzurum, Muş ve Ağrı illerinde, Akkaraman ırkının varyetesi olan Karakaş, Bitlis ve Van'da, lokal olarak yetiştiriciliği yapılan Tuj ırkı Kars'ta, Norduz ırkı, Van'da yetiştirilmektedir (Anonim 3-6, Aydemir 2019). Yine, bölgenin güney kesimlerinde Hamdani yetiştiriciliği yapılmaktadır (Aydemir 2019).

Hamdani koyunu İran ,Irak'ın bazı kuzey bölgeleri ile Türkiye'de Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgesinde özellikle Hakkari, Van, Siirt, Batman, Bitlis gibi illerde yetiştirilir ve bölge koyun yetiştiricileri tarafından sevilen ve aranan bir koyundur. Bu nedenle pazarda diğer koyun ırklarına göre % 10-20 daha fazla fiyatla bile tercih edilmektedir (Örkiz ve ark. 1984).Hamdani koyunlarının Irak çıkaklı, İvesi ve Ne'oimi koyunlarından başka "Karadi" koyunlarının yerli tiplerinden olduğunu bazı araştırmacılar bildirmiştir. Bu ırkın en belirgin özelliği, kulaklarının oldukça uzun bir yapıda olmasıdır. Bölgede yetiştiriciliği yapılan farklı koyun ırklarından kulaklarının uzun olması ile ayırt edilebilmektedirler. Hamdani koyunu, yüksek süt verimine, lezzetli bir ete ve kilim yapımına uygun, kaliteli yapağı özelliğine sahiptir. Kafa rengi ve yağlı kuyruğuyla İvesi'yi andırır, lakin kulakların daha uzun olması, cüssesinin daha iri olması gibi ayırıcı özellikleri vardır. Yağlı kuyruklu, geniş uzun kulakları vardır, iri yapılıdır. Taşlı araziye, yürümeye, kötü bakım şartlarına dayanıklıdır. Genellikle Koyunlarda ortalama canlı ağırlık 65-80 kğ dır. Beden rengi beyazdır. Yüksek bacak yapısına sahip olup, koyunlarda boyun bölgesi tamamıyla yapağı ile örtülüdür. Koçlar ve koyunlar boynuzsuzdur. Kuzu verimi 1.04'tür.Kuzu doğum ağırlığı 4.6 kg ,günlük canlı ağırlık artışı 206 g , 90. gün (sütten kesim) canlı ağırlığı 21.59 kg dır. Laktasyon süresi 230 gün ,Laktasyon süt verimi 142 kg ,günlük süt verimi 615 g ve süt yağ oranı ise % 7.45'tir (Anonim 4).

Nispeten hızlı büyüyebilen ve yerel koşullara adaptasyon kabiliyeti iyi olan Hamdani koyunları, yüksek süt verimi, kalite ve lezzeti yüksek et verimi ile kilim yapımına uygun, kalitesi yüksek yapağı vermektedirler. Koyunlarda bulunan beden rengi genellikle beyazdır. Koyunlarda baş rengi ile boyun rengi ve bacaklar kahverengi, grimsi veya siyah renkli olup, yağlı kuyrukludurlar. Kuyrukta bulunan yağ miktarı Akkaraman koyunlarına nazaran daha azdır. Yüksek bacak yapısına sahip olup, koyunlarda boyun bölgesi tamamıyla yapağı ile örtülüdür. Koçlar ve koyunlar genellikle boynuzsuzdur. Bu ırkın en belirgin özelliği, kulakların oldukça uzun bir yapıda olmasıdır. Bölgede yetiştiriciliği yapılan farklı koyun ırklarından kulaklarının uzun olması ile ayırt edilebilmektedirler. Yapılan bir çalışmada, Hamdani kuzularda doğum ağırlığı ortalamasının 3.53-4.7 kg

civarında, sütten kesim (90. gün) dönemi ortalama ağırlığının ise 21.41-25.47 kg ve 6 aylık yaşta canlı ağırlıklarının ortalama 28.00 kg kadar olduğunu tespit etmişlerdir (Bingöl ve Bingöl 2015).

Hamdani kuzularda bazı özelliklerin araştırılması için yapılan bir çalışmada, kuzularda ortalama doğum ağırlığını, 4.66 kg, 90. Gündeki sütten kesim ağırlığını 21.59 kg, ilk 90 günlük ortalama günlük canlı ağırlık artışını 192 g, sütten kesim yaşama gücünü ise, % 95.05 olarak bildirmişlerdir (Öztürk ve Odabaşıoğlu 2011).

SONUÇ

Sonuç olarak, Hamdani koyunu yetiştirildiği bölgede tercih edilen, kombine verimli(et, süt ve yapağı) , bölgenin coğrafi ve iklim şartlarına adaptasyonu yüksek ve hastalıklara karşı dirençli olduğundan ve gen kaynağımız olması bakımından ülke hayvancılığında önemli bir yere sahiptir.

Figure 1. Hamdani sheep (Anonim 5)

KAYNAKLAR

Akçapınar, H. (1994). Koyun Yetiştiriciliği. Ankara.

Akçapınar, H. (2000). Koyun Yetiştiriciliği. Yenilenmiş 2. Baskı, İsmat Matbaacılık, ISBN: 975-96978-1-5, Ankara.

Anonim1.(2022). Tarım ve Orman Dergisi. Erişim: www.turktarım.gov.tr. Erişim tarihi:06.12.2022

Anonim 2.(2022). Erişim: www.hayvancılıkbilgi.com.tr. Erişim:06.12.2022

Anonim 3.(2022). Türkiye Yerli koyun ırkları. Erişim: www.tarımdanhaber.com.tr. Erişim tarihi:06.12.2022

Anonim 4.(2022). Hamdani Koyunu. Erişim: www hayvancılıkpolitikaları.com.tr. Erişim tarihi:06.12.2022

Anonim 5.(2022). Hamdani Koyunu Sevenleri. Erişim: www.google .com.tr. Erişim tarihi:06.12.2022

Anonim 6.(2022). Van İli. www.tarımorman.gov.tr. Erişim tarihi:06.12.2022

Aydemir H. (2019). Ağrı Et ve Süt Kurumu Et Kombinasında kesilen Morkaraman ve Morkaraman melezi koyunların kesim ve karkas özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Kars.

Ayvazoğlu Demir P, Adıgüzel Işık S, Aydın E, Yazıcı K, Ayvazoğlu C.(2015). Ardahan ilindeki koyun yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik önemi. YYÜ. Veteriner Fakültesi Dergisi,26(3),141-146

Bingöl E.,Bingöl M.(2015). Hamdani kuzularda büyüme ve analarının dış yapı özellikleri. YYÜ.Tarım Bil.Dergisi.25(2) 200-206

Demir P, Aksu Elmalı D, Işık S, Tazegül R, Ayvazoğlu C.(2013). Kars ili süt sığırcılık işletmelerinde yem kullanımı ve hayvan besleme alışkanlıklarının ekonomik önemi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimler Dergisi.8(3).229-236

Örkiz M, Kaya F, Çalta H.(1984). Kangal Tipi Akkaraman Koyunlarının Bazı Önemli Verim Özellikleri. Lalahan Zootekni Araştırma Enstitüsü Dergisi. 24. 1-4

Öztürk Y, Odabaşıoğlu F. (2011). Van ve yöresinde Hamdani koyunlarının verimleri morfolojiközelliklerinin araştırılması I.koyunların çeşitli verim özellikleri. YYÜ. Veteriner FakültesiDergisi.22(2). 75-80

Şahin, M. Özügür, E. (1976). Türkiye'de çayır-mera, yem bitkilerinin durumu ve 1952-1975 yılları arasında yapılan çalışmalar. Ankara.

TİGEM (2021). Erişim: https://www.tigem.gov.tr/ Erişim tarihi: 06.12.2022

TÜİK (2002).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim:

www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 06.12.2022.

TÜİK (2019).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim:

www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 06.12.2022.

TÜİK (2021).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim:

www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 06.12.2022

TÜRKBESİ (2022).Erişim: www.turkbesi.com .Erişim tarihi:06.12.2022

KEDİLERDE ARTERİYEL TROMBOEMBOLİ SESSİZ AMA KATİL Mİ?

Araş.Gör.Dr.,OSMAN SAFA TERZİ[1] Veteriner Hekim, CANSU TOKSÖZ[2]

[1] ANKARA ÜNİVERSİTESİ, Veteriner Fakültesi, osmansafaterzi@gmail.com - 0000-0002-7877-8897

[2] PET CLINIC, Ankara- Bahçelievler, toksozcansu@gmail.com - 0000-0002-9255-5016

ÖZET

Arteriyel tromboemboli kedilerde en fazla görülen kalp hastalığı türü olan hipertrofik kardiyomiyopati ile ilişkilendirilen bir sendrom olarak tanımlanır. Dolaşımın herhangi bir alanında oluşan pıhtının perifer arterlere embolize olmasıyla ortaya çıkar ve erkek kedilerde daha çok görülür. Altı yıl sekiz ay yaşlı erkek bir kedinin verilerinin değerlendirildiği bu vaka sunumunda; bir ayağındaki ampütasyonun ardından yaklaşık 5 yıl gibi bir süre hayatta kalan ve bu süre sonunda opere edilmeyen ayakta tekrar nüks hali ile değişen klinik ve ekokardiyografik bulgular değerlendirildi. Hastaların birçoğu gibi bu kedi de bir özel kliniğe herhangi bir travma hikayesi olmadan arka ayaklarını kullanamadığı gerekçesiyle götürülür. İlk tanı aldığı tarihte 5.4 mm olan sol ventrikül diyastol sonu kalınlığı (LVPWd), aradan geçen yaklaşık 5 yıllık süre sonunda, % 44 oranında artarak 7.8 mm, sol atriumun aortik köke oranı (La/Ao) 2.76 mm'den 2.42 mm' ye geriledi. Medikal tedavide 1.25 mg/kg q6h düşük molekül ağırlıklı heparinlerden enoksaparin, 82 mg/kedi q72h aspirin ve 19 mg/kedi q24h klopidogrel kullanıldı. İlk olaydan yaklaşık 45 gün sonra şiddetli gangrenöz değişimler gösteren arka ayak ampüte edildi. Oluşan klinik bulguların nüks halinde daha kısa süreli ve şiddetsiz olduğu gözlendi. Ekokardiyografik verilerin hipertrofik kardiyomyopati yönünde değiştiği fakat buna paralel olarak ard yükün artış göstermesiyle sol atriyal dilatasyon şiddetinin artması beklenirken, La/Ao oranının geriledi tespit edildi. Arteriyel tromboemboli atlatan kedilerde genelde hayatta kalma oranının çok fazla olmadığı bilinmektedir. Literatür ve kitap bilgisine göre ilk 2-3 günün konjestif kalp yetmezliği bulguları ya da reperfüzyon sendromuna bağlı hiperkalemi neticesinde mortalite oranları açısından önemli olduğu kabul edilmektedir. Etkilenen kedilere uygulanan medikal tedavi ve proflaksi yöntemleri farklılık göstermektedir. Bu olgudan elde edilen sonuçlar ile hayatta kalma sürelerinin uzatılmasına ya da nükslerin daha kolay atlatılmasına yönelik çıkarımlar yapılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: kedi, medikal tedavi, hipertrofik kardiyomyopati

1. GİRİŞ

Arteriyel tromboembolizm (ATE) dolaşımın herhangi bir yerinde meydana gelen trombüsün bir periferal artere embolize olmasıyla oluşur. Kedilerde genellikle trombüsün

kaynağı sol atriyumdur **[1]**. ATE görülen kedilerin çoğunda altta yatan bir kardiyak hastalık bulgusu vardır **[2-3]**. Erkek kedilerin muhtemelen miyokardiyal hastalıklara olan yatkınlığı sebebiyle ATE'ye de daha yatkın olduğu bilinmektedir **[4]**. Hipertrofik kardiyomiyopati (HKM) en sık karşılaşılan kardiyolojik sebeptir. Ayrıca hipertroidizmde olduğu gibi sekonder miyokardiyal hastalıklarda sebepler arasında sayılabilir. Subravalvüler mitral stenoz gibi bazı konjenital kalp defektleride çok karşılaşılmayan sebeplerdendir. Kardiyak olmayan sebepler arasında en sık görülen pulmoner neoplazidir **[2]**.

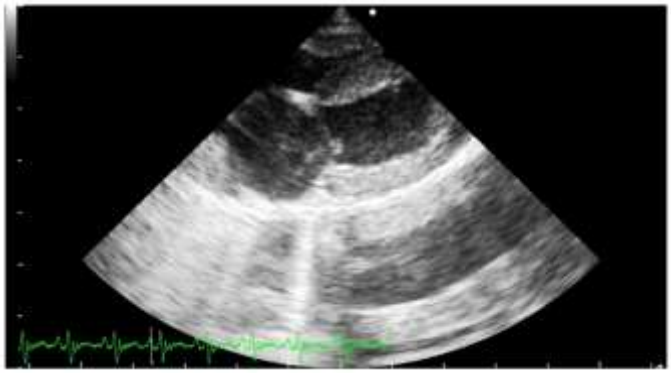
ATE önceden herhangi bir bulgu vermemesi özelliğiyle hem hasta sahibine hem de veteriner hekime stresli ve zorlu süreçler yaşatmaktadır. Hasta sahipleri genellikle herhangi bir travma öyküsü olmamasına rağmen arka ayaklarını kullanamama şikayetiyle kliniğe başvurur. Her ne kadar Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan bir çalışmada **[2]** hastalığın prevalansı %0.6 olsa da görülme sıklığıyla ilgili net bir bilgi henüz yoktur.

Bu olgu sunumunda yaklaşık 6.5 yaşında, Sarman ırkı erkek bir kedinin geçtiğimiz son 5 yıl içinde geçirdiği ATE atakları ve beklenenin haricinde uzun hayatta kalma süresi ile alakalı detaylar değerlendirildi.

2. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Mars isimli nisan 2016 doğumlu, erkek, Sarman ırkı kedi 26 şubat 2018 tarihinde arka ayaklarını kullanamama, sürükleyerek yürüme ve şiddetli vokalizasyon şikayetiyle bir özel kliniğe getirildi. Anamnezde herhangi bir travma hikayesi olmadığı, bir anda ayaklarını sürüklemeye başladığı ve kedinin kendini yırtarcasına bağırdığı bilgileri aktarıldı. Yapılan fiziksel muayenede; kedinin şiddetli ajite olduğu, arka ayak taban yastıklarının bilateral siyanotik bir hal aldığı, dispne ve bilateral femoral akinetik nabız tespit edildi. Ampirik yöntemle arka ayaklardaki birkaç tırnak dipten ve canlı bölgeden kesildi, herhangi bir kanama olmadığı dikkati çekti.

Solunum güçlüğü bulguları ve altta yatan bir kardiyomiyopatik hastalık şüphesiyle ekokardiyografi muayenesi (EKO) yapıldı. Muayenenin sonucunda sol ventrikül serbest duvarının diyastoldeki kalınlığının (LVPWd) 5.8 mm , sol atriyum / aortik kök (LA/AO) oranının 2.76 olduğu görüldü. HKM açısından değerlendirildiğinde EKO verilerinin sıkıntılı olduğu ve bariz bir sol atriyal dilatasyonu olduğu görüldü (Görsel 1-2).



Görsel 1. Sağ parasternal uzun eksen görüntü

Görsel 2. Sağ parasternal kısa eksen beş odacıklı görüntü

Aynı gün hızla antikoagulant etkisi dolayısıyla düşük molekül ağırlıklı heparinlerden 1mg/kg q8h subkutan (SC) yolla enoksaparin, aneljezi etkisi dolayısıyla 0.3 mg/kg q24h SC yolla meloksikam, her ne kadar konjesif kalp yetmezliği bu bulguları şiddetli değilse de solunumu rahatlatmak ve sol atriyal dilatasyonda dikkate alınarak 2mg/kg q8h SC yolla furosemid tedavisine başlandı. 24 saat sonunda vokalizasyon bulgularının gerilediği, arka ayak taban yastıklarında ve femoral nabızda herhangi bir değişiklik olmadığı dikkati çekti. 72. saatte kedinin sol arka ayağını hafif hafifi kullanmaya başladığı, taban yastıklarının pembeleşmeye başladığı ve hipokinetikte olsada femoral arter nabzını alınmaya başladığı fark edildi. Sağ arka ayakta ise herhangi bir değişiklik olmadı. Yaklaşık bir ay boyunca tanının konduğu ilk gün ki tedavi devam ettirildi. Bu süre sonunda sol arka ayakta meydana gelen hasarın normale döndüğü fakat sağ arka ayakta ilk gün ki bulguların devam ettiği ve iskemik nekroza bağlı şiddetli gangrenöz dermatolojik değişiklilerin oluştuğu görüldü. bu süre zarfında kedinin oral alınımının normal olduğu, günlük rutin hayatına geri dönüldüğü hasta sahiplerince aktarıldı. Sağ arka ayakta oluşan gangrenöz hasarın şiddetli olması ve bölgede iskemik hasara bağlı kokuşma bulgularının ortaya çıkması sebebiyle 3 nisan 2018 tarihinde sağ arka ayak ampute edildi.

Ampütasyon sonrasında enoksoparine ek olarak 75 mg/kedi q72h dozunda aspirin eklenerek profalktik tedaviye devam edildi. Takip eden dönemde ilk 1 yıl bu tedavi hasta sahibince sürdürüldü. Ara sıra solunum bulguları olduğunda hasta sahibi tarafından antikoagülan ve antitrombotik tedavi tekrar edildi.

Aralık 2022'ye kadar gastrointestinal bulgular haricinde herhangi bir sağlık problemi yaşanamadı. Bu tarihta; yaklaşık 5 yıl önce yaşanan olaylar ampüte olmayan ayakta tekrar etti. Hasta kliniğe şiddetli ağrı, arka ayağı kullanamama, ayağın plantar yüzüne basma gibi şikayetlerle getirildi. EKO muayenesi sonucunda kardiyak boşluk alanlarında herhangi bir trombüs görüntüsüne rastlanmadı. LVPWd kalınlığının 7,8 mm olduğu, LA/AO oranının 2,42 olduğu dikkati çekti.

Enoksaparin, klopidogrel ve aspirin tedavisine başlandı. Klopidogrelin oral kullanım zorlukları ve kedide anamnez bilgisine göre aşırı uyku yaptığı gibi durumlar sebebiyle kullanımı kesildi. 10. günün sonunda nüks şekillenen ayakta ısınma, taban yastıklarında pembeleşme bulguları oluşmaya başladı. Henüz ayağını tam olarak kullanamasa da genel durumunun hızla iyiye gittiği öğrenildi.

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu olgu sunumunda değerlendirilen kedinin hayatta kalma süresi, ampütasyon sonrası yaşanan nüks ve bulguların tekrar normale yaklaşması gibi gelişmeler, fazlaca dikkat çekicidir. Birçok kedide diyagnoz aşamasından hemen sonra ötenazi kararı alınan bir hastadan bahsediyoruz. Tek bir bacağı etkilenen kedilerin %70-80'i taburcu olana kadar hayatta kalırken, bazı motor fonksiyonlara sahip kedilerde %90'a varan hayatta kalma oranları vardır. **[5].** Smith ve ark. 'nın yaptığı çalışmaya **[2]** göre taburcu edilen kediler için medyan hayatta kalma süresi 117 gündür. Sunulan vakada hayatta kalma süresi ortalamaların çok üzerindedir.

İlk 2-3 gün içindeki ölüm nedeni, konjestif kalp yetmezliği veya reperfüzyon sendromundan kaynaklanan hiperkalemidir. Ağrı ilk 24 saatte şiddetlidir, ancak ilk 48 saatten sonra önemli ölçüde azalır. Kranial tibial ve gastrocnemius kasları şiddetli iskemik kas hasarı ile sertleşebilir ve iskemik sinir hasarı distal duyu kaybına neden olmaktadır. Femoral nabız sıklıkla 3-5 gün içinde geri döner. Doku iskemisinin şiddetli olduğu durumlarda, genellikle ilk 2 hafta içinde ortaya çıkan deri ve kas nekrozu riski vardır. Şiddetli vakalarda bu, ayak parmaklarının veya distal uzuvların kaybına yol açabilir. Bazen deri, ekstremiteleri koruyarak daha proksimalde nekroze olabilir. İskemik sinir hasarı tersine çevrilebilir, ancak bu 8 hafta veya daha uzun sürebilir **[1]**. Olgudaki kedide benzer bulgular izlenirken, femoral nabzın geri dönüşü ayaklarda iskemik hasarın başlamaması gibi durumlarda prognozun daha iyiye gittiği görüldü. fakat ampüte olan ayakta şiddetli iskemik nekroz bulguları görülmüştü.

Hastalıkta koruma ve önlemeye yönelik hamleler, tedavi etmeye çalışmaktan daha evladır. Kedilerde kontrollü, prospektif çalışmaların olmaması, ampirik bir temelden başka herhangi bir tedaviyi seçmeyi zorlaştırmaktadır. Aspirin ve klopidogrel ile ikili antiplatelet tedavi, insanlarda standart bir antiplatelet kombinasyonu haline gelmiştir. Warfarin ve düşük molekül ağırlıklı heparinler, şu anda kedilerde tavsiye edilemeyecek kadar çok farmakokinetik problem oluşturmaktadır. Pimobendan bazen ilerlemiş kardiyomiyopatili kedilerde endikasyon dışı olarak kullanılır ve trombosit agregasyonunu azaltmada bazı etkileri olduğu bilinmektedir **[6]**. Olgudaki kedide klopidogrelin kullanım şeklinin oral yolla olması sebebiyle apirinle beraber uygulanamadı. Hasta sahibi ilacın kullanımının ardından kedinin aşırı uykulu olduğu ve halüsinasyon gördüğü ve kustuğu yönündeki anamnez bilgilerinin ardından ilacın kullanımı kesildi. Konjestif kalp yetmezliği bulguları çok baskın olmaması ve prospektüs bilgileri dikkate alınarak pimobendan hiç kullanılmadı.

Sonuç olarak; bu olgu sunumunda ATE tanısının konması aşamasında genel fiziksel muayenenin önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Hayatta kalma oranı ve süresinin etkilenen

ayaktaki motor faaliyet ve normotermi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Konjestif kalp yetmezliği bulguları baskın olmayan hayvanlarda prognozun çok daha iyi olduğu anlaşılmıştır. Koruyucu medikal tedavinin çok önemli olduğu ve hayatta kalma sürelerini direk olarak etkilediği anlaşılmıştır.

KAYNAKÇA

[1] Luis Fuentes, V. Arterial thromboembolism: risks, realities and a rational first-line approach. J Feline Med Surg. 2012.

[2] Smith, S.A., et al. Arterial thromboembolism in cats: acute crisis in 127 cases (1992-2001) and long-term management with low-dose aspirin in 24 cases. J Vet Intern Med. 2003.

[3] Laste, N.J. and N.K. Harpster. A retrospective study of 100 cases of feline distal aortic thromboembolism: 1977-1993. J Am Anim Hosp Assoc. 1995.

[4] E. Moore, K., et al. Retrospective Study of Streptokinase Administration in 46 Cats with Arterial Thromboembolism. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. 2000.

[5] Schoeman, J.P. Feline distal aortic thromboembolism: a review of 44 cases (1990-1998). J Feline Med Surg. 1999.

[6] Eldor, A., et al. Different effects of aspirin, dipyridamole and UD-CG 115 on platelet activation in a model of vascular injury: studies with extracellular matrix covered with endothelial cells. Thromb Haemost. 1986.

MEDİKAL TEDAVİYE BAĞLI DEĞİŞKEN KLİNİK SEYİRLİ FELİNE HİPERTROFİK KARDİYOMAYOPATİ OLGUSU

Araş.Gör.Dr.,OSMAN SAFA TERZİ[1] Veteriner Hekim, CANSU TOKSÖZ[2]
[1] ANKARA ÜNİVERSİTESİ, Veteriner Fakültesi, osmansafaterzi@gmail.com - 0000-0002-7877-8897
[2] PET CLINIC, Ankara- Bahçelievler, toksozcansu@gmail.com - 0000-0002-9255-5016

ÖZET
Hipertrofik Kardiyomiyopati kedilerde sıklıkla sol ventrikül duvarının kalınlaşmasıyla karakterize bir hastalıktır. Nedeni tam olarak belirlenememekle birlikte, bazı ırklarda (Maine Coon, Ragdoll, Sfenks, Chartreux ve İran Kedileri) daha yaygın olduğu, diğer kalp hastalıkları gibi erkek kedilerde daha sık görüldüğü ve genetik aktarımın da olduğu bilinmektedir. Çoğunlukla hasta sahipleri tarafından fark edilmeyen bu hastalıkta, dispne, taşipne, özellikle perikardiyal ya plevral efüzyon olan olgularda ağız açık nefes alma ve letarji gibi bulgular görülür. Diyastolik fonksiyon bozukluğu gelişen bu hastalarda kimi zaman kardiovasküler dolaşımın bozulması ve bunun neticesinde oluşan arteriyel tromboemboli gibi komplikasyonlar da görülebilmektedir. Bu olgu sunumunda; yaklaşık 1 yıldır takip edilen 9.5 yaşlı, erkek, İran ırkı bir kedide hipertrofik kardiyomyopati tanısı ve kontrol dönemlerinde meydana gelen klinik bulgulardaki değişiklikler değerlendirildi. Ocak 2022'de tanı alan kedinin ilk muayenesinden sonra hasta sahibinin oral ilaç kullanımında yaşadığı problemler ve buna bağlı ilaçların kullanılmaması sonucunda klinik tablonun hızla kötüleştiği görüldü. Paranteral medikal tedaviye geçilmesi ve devamındaki kontrollerde kedinin hızla iyileşme gösterdiği, ilaç dozlarının kademeli olarak düşürülmesi ve kesilmesiyle daha şiddetli klinik bulgular ve perikardiyal efüzyonun da eşlik ettiği yeni bir evreye girildiği tespit edildi. Hipertrofik kardiyomyopati hastası kedilerin takip süreçlerinde ekokardiyografik muayene bulguları, komplikasyonlar, serum biyokimyasal değerler, ilaç dozlamaları ve ilaç kullanımının sürekliliği tartışılarak ilaç seçimi, muayene sıklığı, tahmini prognoz senaryoları değerlendirildi.

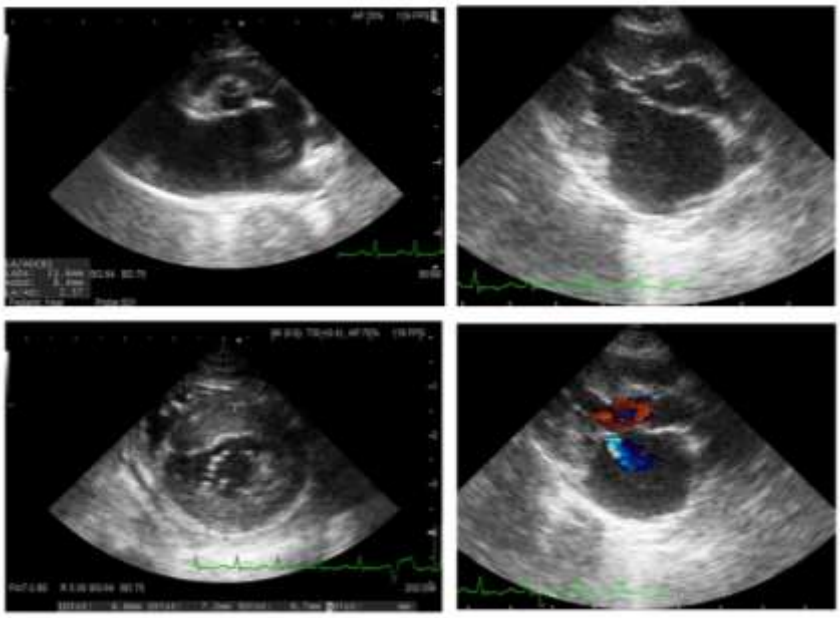
Anahtar Kelimeler: kedi, medikal tedavi, hipertrofik kardiyomyopati

1. GİRİŞ
Hipertrofik Kardiyomiyopati (HKMP) kedilerde sıklıkla sol ventrikül duvarının kalınlaşmasıyla karakterize bir hastalıktır . Nedeni tam olarak belirlenememekle birlikte, bazı ırklarda (Maine Coon, Ragdoll, Sfenks, Chartreux ve İran Kedileri) daha yaygın olduğu, diğer kalp hastalıkları gibi erkek kedilerde daha sık görüldüğü ve genetik aktarımın da olduğu bilinmektedir **[1]**. Çoğunlukla hasta sahipleri tarafından fark edilmeyen bu hastalıkta, dispne, taşipne, özellikle perikardiyal ya plevral efüzyon olan olgularda ağız açık nefes alma ve letarji gibi bulgular görülür. Diyastolik fonksiyon bozukluğu gelişen bu hastalarda kimi zaman kardiovasküler dolaşımın bozulması ve bunun neticesinde oluşan arteriyel tromboemboli (ATE) gibi komplikasyonlar da görülebilmektedir **[2]**.

Bu olgu sunumunda; HKMP gelişen bir kedide değişken klinik seyir sırasında dikkatimizi çeken hususlar detaylı olarak değerlendirildi.

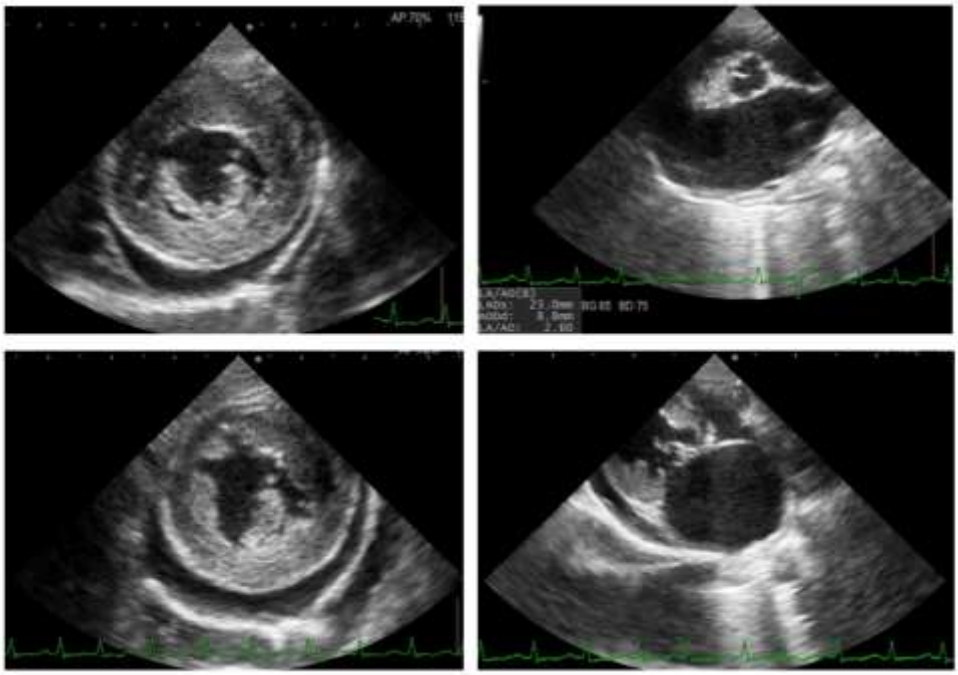
2. OLGU
İran ırkı, 9.5 yaşlı, erkek kedi, egzersiz intöleransı şikayetiyle Ankara'da bir özel kliniğe başvurdu. Anamnezde; doğumundan itibaren emzirme dönemi sonrasında kaliteli kuru mama ile beslendiği, aralıklı olarak yaş mama ve kedi maltı tükettiği, çok hareket ettiğinde nefes nefese kaldığı belirtildi. Yapılan fiziksel muayene neticesinde ırk ve cinsiyet bilgilerinin de

desteklemesiyle ekokardiyografik muayene (EKO) önerildi. EKO sonucunda sol ventikül kısa eksen görüntülemesinde ventrikül serbest duvarının diyastoldeki kalınlığının (SVSDd) 6.9 mm'ye ulaştığı, sol atrial dilatasyon (LA/AO=2.57) ve mitral regürgitant bir akım dinamiği varlığı dikkati çekti (Görsel 1). Biyokimyasal parametrelerden kreatinin 0.93 mg/dl (08-1,8) ve kreatinin kinaz 332,8 IU/L (0-130) olarak çıktığı görüldü. Kediye HKMP tanısı kondu. Oral yolla 2 mg/kg q8h dozda furosemid ve 12,5 mg / kedi q24h dozunda atenolol ve arteriyel tromboemboli şekillenme ihtimaline karşı profilaktik amaçlı 18,75 mg kedi clopidogrel, 3 günde 1 asetilsalisilik asit 10mg/kg reçete edilerek bir ay sonra kontrole çağırıldı. Tablet yutmada güçlük ve genel durumda durgunluk sonrası çağırılan kontrolde ölçülen tansiyonun stres anında bile düşük olduğu gözlenerek (12-6) atenalol bırakılıp enjesyon formunda furosemid ve enoksoparine geçildi. Telefonla genel durum hakkında alınan bilgilerde genel durumun iyi olduğu oyun oynama davranışlarının normale döndüğü bilgisi alındı. Kontrol gününde hasta randevuya getirilmedi 2 hafta sonrasında kusma ve iştahsızlık bulgularıyla geldi. İkinci ziyarete kadar geçen sürede furosemid kullanımı sebebiyle elektrolit değerleri kontrol edildi ve referans aralıkta olduğu görüldü. Biyokimya sonuçlarına bakıldığında üre ve kreatinin değerlerinin yükseldiği görüldü (Çizelge 1). Yapılan EKO muayenesi sonucuna göre SVSDd'nın 4.9 mm' ye LA/AO' nun 1,78' e gerilediği görüldü. böbrek değerlerinin de yüksek olduğu dikkate alınarak, furosemid tedavisine bir süre ara verildi. Bu değerlerin devamındaki 10 günde iki katına yükseldiği, takip eden 10 günde ise gerilemeye başlayarak ikinci ziyaretten 1 ay sonra yapılan kan tetkikinde normal sınırlar içerisine gerilediği iştah ve genel durumun normale döndüğü görüldü. Kedinin 2 ve 3. ziyaret arasında, böbrek değerleri normale dönene kadar muhtemelen diüretik tedaviye ara verilmesine bağlı olarak EKO bulgularının aşırı şekilde ilerlediği, perikardiyal efüzyon başladığı görüldü (Görsel 2)



Görsel 1. İlk ziyarette alınan EKO görüntüleri.
Çizelge 1. İkinci ziyaretteki kan tablosu

Üre	**209,47**	mg/dl	42,80 - 64,20
Kreatinin	**3,95**	mg/dl	0,80 - 1,80
Total Protein	7,11	g/dL	5,40 - 7,80
Albumin	2,9	g/dL	2,40 - 3,80
Total Bilirubin	**0**	mg/dl	0,10 - 0,20
ALT	**58,3**	IU/L	0,00 - 50,00
AST	37,9	IU/L	0,00 - 40,00
ALP	16	IU/L	0,00 - 70,00
Glikoz	93,71	mg/dl	70,00 - 110,00
Kolesterol	114,2	mg/dl	95,00 - 130,00



Görsel 2. Üçüncü ziyartteki EKO bulguları

Bu ziyaret sonrasında böbrek değerlerinin de normale dönmesiyle tekrar aynı dozda enoksoparine ilave deri altı yolla 2mg/kg q24h furosemid tedavisine başlandı. Son kontrolde genel durumun iyi, solunum güçlüğü olmadığı, etrafa ilginin ve iştahın normal olduğu bilgisi alındı ancak ekokardiyografi muayenesi sırasında sol atriyum içerisinde smoke görüntüsü gözlendiği sırada solunum şiddetle kötüye gitti ağız açık solunumla muayeneye ara verilerek hasta yogun oksijen terapisi ile yoğun bakıma alındı. Akciğer seslerinde muayene başında bulunmayan şiddetli hırıltı duyuldu. Bunun akciğer embolisi olabileceği düşünüldü hastanın genel durumu her hangi bir manipulasyona elvermediği için röntgen genel durum düzelene kadar önerilmedi. 3 gün yatışta kaldıktan sonra solunum normale döndü enoksaparin 150 IU/kg q24h dozdan 200 IU/kg q24h doza yükseltildi.

Solunum problemleri ve muhtemel akciğer embolisi yaşanan muayeneden 2 hafta sonra tekrar muayenesinde, son düzenlenen medikal tedaviyle birlikte kardiyovasküler ve renal

bulguların stabil olduğu tespit edildi. Güncel kontrolleri devam eden hastanın son 2 ayda herhangi bir acil durum yaşamadığı kaydedildi.

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu olgu sunumunda; HKMP hastası bir kedinin konjestif kalp yetmezliği tedavisi ile gerileme gösteren kardiyak bulguları, diüretik tedaviyle bozulan böbrek fonksiyon testleri, medikal tedavinin duraklatılmasıyla şiddeti artan konjestif kalp yetmezliği durumu detaylı olarak incelendi.

White'ın 2015 **[3]** yılında paylaştığı olgu sunumu incelendiğinde; konjestif kalp yetmezliği için benzer bir tedavi protokolü izlediği belirlenmiştir. Farklı olarak sistolik fonksiyonu ve kardiyak çıkımı arttırmak için 0,4 mg/kg dozda pimobendan kullandığı görüldü. Furosemid yanıtının 14 yaşlı bu kedide orta şiddetli bir azotemi (Kan üre nitrojeni: 15.8 mmol/L, (6.4 -11.8 mmol/L; kreatinin 166 mmol/L, 67 - 157 mmol/L) olarak karşımıza çıkmaktadır. Buradaki doz oral yolla 2,7 mg/kg q12h olmasına rağmen oluşan yanıt bu olgudakinden daha az şiddetlidir. Olgumuzda daha az miktarda kullanılan furosemidin kullanım sıklığı daha fazla olduğu için böyle bir etki yarattığı düşünülebilir. Zira böbrek fonksiyon testlerinin takibi sırasında bir ara kreatinin değerlerinin üst sınırın 3 katını geçtiği görülmüştür. Benzer olan bir başka nokta ise; elektrolit panelin iki olguda da belirsiz olması ve furosemid dozlaması noktasında fikir vermiyor olmasıdır.

Konjestif kalp yetmezliği ya da kronik kardiyomyopati vakalarında ATE gelişme ihtimali vardır. Oluşan diyastolik disfonsksiyon ve dolaşım bozukluğu buna sebep olabilir **[4]**. Bu olguda ATE düşündürebilecek herhangi bir bulguya rastlanmadı. fakat smoke tespitinin yapıldığı muayene sırasında oluşan klinik tablonun muhtemel bir akciğer embolisi sonucu olduğu düşünülmektedir. Ne yazık ki elimizde bunu ispat edecek herhangi bir veri bulunmamakta. Hastanın o sırada fiziksel, ekokardiyografik ya da kardiyolojik muayeneye elverişli olmaması nedeniyle bu durumu açıklığa kavuşturamadık.

Hastalığın tanısı tipik olarak hipertrofik ventrikülün ekokardiyografik olarak tanımlanması ve aortik stenoz, sistemik arteriyel hipertansiyon ve hipertiroidizm gibi konsantrik hipertrofinin altında yatan diğer nedenlerin elenmesiyle konur **[5]**. N-terminal pro-beyin natriüretik peptidi (NT-proBNP), HKMP tanısında faydalanılan bir biyobelirteçtir. Fakat yalnızca HKMP vakalarında değil diğer kalp hastalıklarında da artış gösterdiği bilinmektedir **[6-7]**. Dolayısıyla, tanıda kalp hastalığını elemek ya da hesaba katmak için bu tarz biyobelirteç sonuçları kullanılabilir. Aynı zamanda agresif veya zaptu raptı mümkün olmayan ve ekokardiyografik muayeneye müsaade etmeyen hastalarda da bu veriler kalp hastalığı konusunda fikir verebilir. Bu olguda tanı ekokardiyografik muayene ile konulabildiği için bu biyobelirteçlerin kontrolü yapılmadı.

Klasik HKMP tedavisinde diyastolik dolum süresini uzatmak ve koroner repürfüzyonu sağlamak amacıyla beta blokörlere yer verilir. Ayrıca sol atrial dilatasyonu ya da EKO'da smoke görüntüsü sergileyen hastalarda trombüs oluşumu ve ATE komplikasyonu düşünüldüğünden düşük molekül ağırlıklı heparinler, aspirin ya da klopidogrel gibi antitrombotik ilaçlar tercih edilmektedir. Bu vakada başlangıçta LA/AO oranının yüksek olması ve sol atriyal dilatasyon nedeniyle enoksaparin ve klopidogrel tedavisine başlandı. Klopidogrelin oral yolla kullanımı hasta sahibi tarafından yapılamadığı için ilerleyen süreçte kesilmişti. Emboli atağından sonra klopidogrele tekrar başlanmak istense de solunum ve stres bulguları sebebiyle başlanamadı. Enoksaparinin dozu arttırılarak ATE proflaksisine devam edildi. Konjestif kalp yetmezliği bulgularını geriletmek için ise diüretikler, ACE inhibitörleri ve oksijen terapisi tavsiye edilir. Bölümün başında da belirtildiği üzere furosemide tedavisi neticesinde böbrek fonksiyon testlerinin bozulduğu, başka bir diüretik tercihi yapılsaydı daha

farklı bir süreç ile karşılaşılabilir miydi bilmiyoruz. Kullanım sıklığının düzenlenmesi ile diüretik – böbrek ilişkisinin daha sağlıklı ilerlediği görülmektedir.

Kedilerde bu hastalıkta prognoz klinik bulgulara ve hastanın genel durumuna göre değişkenlik göstermektedir. Ortalama yaşam süreleri çok değişkendir **[8].** Sol atriyal diatasyon şiddeti prognozda önemli bir paya sahiptir. İlk tanıda sol atriyumu dilate kedilerde sürecin çok daha hızlı ilerlediği belirtilir. Bu vakada da ilk tanıda LA/AO oranı 2,57 olarak tespi edilmiş, hayatta kalama süresi 1 yıla yaklaşmıştır.

Sonuç olarak; bu olguda kedilerde HKMP'nin, klinik bulgulara, medikal tedaviye ve oluşan komplikasyonlara göre değişik bir prognozda seyredebileceğini anlatmaya çalıştık. Konjestif kalp yetmezliği bulgularını düzeltmeye çalışırken aynı zamanda ortaya çıkan böbrek yetmezliği bulgularını, diüretik tedavi kesilince kalp hastalığının şiddetinin nasıl arttığını ve uygun dozlamalarla medikal tedavinin klinik süreci ve prognozu çok ciddi manada etkilediğini görmüş olduk. Tüm bu süreçte ATE komplikasyonunu da akıldan çıkarmamak gerektiğini vurgulamaya çalıştık.

KAYNAKÇA

[1] Côté, E., et al., *Hypertrophic Cardiomyopathy*, in *Feline Cardiology*. 2011. p. 101-175.

[2] Kittleson, M.D., K.M. Meurs, and S.P. Harris, The genetic basis of hypertrophic cardiomyopathy in cats and humans, J Vet Cardiol, 17 Suppl 1, 2015.

[3] White, A.J., End-stage hypertrophic cardiomyopathy in a cat, Can Vet J, 56, 2015.

[4] Luis Fuentes, V., et al., ACVIM consensus statement guidelines for the classification, diagnosis, and management of cardiomyopathies in cats, J Vet Intern Med, 34, 2020.

[5] Cote, E. Clinical Veterinary Advisor - E-Book: Dogs and Cats. Elsevier Health Sciences, 2014.

[6] Fox, P.R., et al., Multicenter evaluation of plasma N-terminal probrain natriuretic peptide (NT-pro BNP) as a biochemical screening test for asymptomatic (occult) cardiomyopathy in cats, J Vet Intern Med, 25, 2011.

[7] Wess, G., et al., Utility of measuring plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide in detecting hypertrophic cardiomyopathy and differentiating grades of severity in cats, Vet Clin Pathol, 40, 2011.

[8] Rush, J.E., et al., Population and survival characteristics of cats with hypertrophic cardiomyopathy: 260 cases (1990-1999), J Am Vet Med Assoc, 220, 2002.

İLKOKUL ÇOCUKLARININ GERÇEK VE ALGILANAN MOTOR YETERLİLİK İLİŞKİSİ

Hande AKINLI [1] ve Doç. Dr. Özgür MÜLAZIMOĞLI BALLI [2]

[1] Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sporda Psikososyal Alanlar Anabilimdalı, handecalis2020@gmail.com- 0000-0002-3972-2014

[2] Pamukkale Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Rekreasyon Bölümü,

omballi@pau.eu.tr – 0000-0001-6081-2711

ÖZET

Bu araştırmanın öncelikli amacı ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerçek ve algılanan motor yeterlik düzeyleri arasındaki ilişkiyi tespit etmektir. Daha sonra cinsiyetlere göre bu ilişkiyi araştırmak ve yine cinsiyete göre gerçek ve algılanan motor yeterlik farkını belirlemektir. Çalışmaya 20 kız ($M_{Yaş}$=119.25±7.45ay), 28 erkek ($M_{Yaş}$=120.00±5.91ay), toplam 48 ($M_{Yaş}$=119.69±6.53ay) çocuk katılmıştır. Bruninks-Oseretsky Motor yeterlilik testi (BOT-2) ve Çocuklarda Algılanan Motor Yeterlilik Envanteri (ALMY-Ç) kullanılmıştır. ALMY-Ç nesne kontrol ile BOT-2 toplam puanı (r=0.49,p<0.001) ve el-kol koordinasyonu (r=0.36,p<0.05) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunurken, ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.77,p<0.001) ile yüksek, denge (r=0.35,p<0.05), koşu hızı-çeviklik (r=0.30,p<0.05), el-kol koordinasyonu (r=0.40,p<0.001) ve güç (r=0.57,p<0.001) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Kız çocuklarının ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.68,p<0.001) orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunurken, oğlan çocuklarında ALMY-Ç nesne kontrol becerilerinin BOT-2 toplam puanı (r=0.64,p<0.001) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı bir ilişki, bunlarla birlikte ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.80,p<0.001) ile yüksek bir ilişki tespit edilmiştir. Çocukların cinsiyete göre farklarına bakıldığında ALMY-Ç nesne kontrolü gerektiren becerilerde oğlanların kız çocuklarından daha yüksek puana sahip olduğu [$T_{(46)}$=2.78,p<.05] ve BOT-2 çift yönlü koordinasyon becerilerinde kızların oğlan çocuklarından yüksek puana sahip olduğu bulunmuştur [$T_{(46)}$=2.05,p<.05]. Kız ve erkek çocukların gerçek motor yeterlik puanlarında bir alt testte kızlar lehine farklılık bulunmasına karşın, kızların motor yeterlik algıları daha düşüktür. Oğlanlarda birçok alt boyutta gerçek ve algılanan motor yeterlik arasında ilişki bulunurken, kızlarda sadece toplam puanda ilişki bulunmuştur. Bu durumun sosyo-kültürel gerekçelerden kaynaklandığı, küçük yaştan itibaren oğlan ve kız çocuk arasında yapılan yanlış yönlendirmelerden, toplumsal baskılardan kaynaklandığı düşünülebilir.

Anahtar Kelimeler: Motor yeterlik, algılanan motor yeterlik, ilkokul çocukları

GİRİŞ

Hareket gelişimi yaşamın ilk döneminde refleksler ile başlar ve daha sonra refleks hareketler yerini istemli hareketlere bırakır (Gallahue, Ozmun & Goodway, 2014). Her gelişim dönemi bir sonraki dönem için temel oluşturmaktadır. Motor gelişim hayat boyunca motor davranışlarda meydana gelen değişimlerdir ve birçok faktörden etkilenir (Clark&Whitall, 1989). Kalıtımsal faktörlerin yanı sıra çevresel faktörler hareket gelişim süreçlerini etkilemektedir. Çocukların düzenli egzersizlere katılmasından, onlara hareket için sunulan fırsatlara, benlik algısından, motor yeteneklerine kadar birçok faktör çocukların hareket etmelerine ve bu hareketliliği yaşam boyu devam ettirme olasılıklarına etki etmektedir. Motor yeterlilik temel motor becerileri yeterli bir şekilde, ustalıkla gerçekleştirebilmek olarak tanımlanabilir (Gabbard, 2008; Haga, 2008; Gallahue, Ozmun, ve Goodway, 2014). Aynı zamanda motor yeterlilik, bir kişinin hem ince (örneğin el becerisi) hem de kaba (örneğin statik ve dinamik denge) motor becerilerin koordinasyonu olmak üzere farklı motor eylemleri gerçekleştirme yeteneği olarak kavramsallaştırabilir (Henderson, Sugden ve Barnett, 2007). Ustalıkla gerçekleştirilen motor beceriler, aktif bir yaşamı hayatın ilerleyen dönemlerinde fiziksel aktivite olarak katılma olasılıklarını artacaktır. Temel motor becerileri okul öncesi dönemde geliştirilerek yeterli motor becerilere sahip olması; ilerleyen zamanlarda daha karmaşık becerilerin yapılabilmesi ve daha aktif bir yaşam sürülmesi için önem taşımaktadır (Robinson ve Goodway, 2009; Stodden vd, 2008).

Çocukların motor yeterliklerini destekleyecek imkanlar sunarken, onların kendi motor yeterliklerini nasıl algıladıklarının da egzersiz programlarına katılımlarının arttırılmasında önemli olduğunu unutmamak gerekir. Algılanan motor yeterlilik, bir çocuğun motor becerileri gerçekleştirme yeteneği hakkındaki düşünceleri veya algılarını ifade eder (Stodden vd, 2008). Algılanan motor yeterliliğin küresel bir bakış açısından anlamak önemlidir, çünkü ortaya çıkan kanıtlar, algılanan motor yetkinliği gerçek motor yeterlilik ve fiziksel aktivite arasında aracı bir yapı olarak destekler (Barnett, Morgan, van Beurden ve Sakal,2008; Barnet, Morgan, van Beurden, Top ve Lubns, 2011; Robinson ve diğerleri 2015). Algılanan motor yeterliliği daha yüksek olan çocuklar genellikle spor ve oyunlarda dahil olmak üzere fiziksel aktivitelere katılmaya daha isteklidirler (Stodden ve diğerleri, 2008). Ayrıca algılanan motor yeterliliği daha yüksek olan çocukların, zorlayıcı olarak algılanabilecek görevlerde ısrar etme olasılığı daha yüksektir (Harter, 1978).

Motor yeterlik ve algısal motor yeterlik arasında pozitif bir ilişki olduğunu gösteren uluslararası yapılan çalışmalar mevcuttur (Duncan, Jones, O'Brien, & Eyre, 2018; Lopes, Saraiva, Gonçalves & Rodrigues, 2018). Duncan ve ark. (2018) İngiltere'nin coğrafi bölgesindeki çocukları incelediği çalışmada motor becerileri orta veya düşük olan çocuklara göre, motor becerilerini düşük olarak algılayan çocuklarda gerçek motor becerilerinin önemli ölçüde zayıf olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Barnetta ve ark. (2013) küçük çocukların gerçek ve algılanan nesne kontrol ilişkisini ölçtükleri çalışmada kızların algılanan ve gerçek nesne kontrolünün erkeklerden daha az olduğu, gerçek ve algılanan nesne kontrolünün pozitif ilişkili olduğu bulunurken, cinsiyete göre farklılığa rastlanmamıştır. Lopes ve ark. (2018) Portekizli 5-9 yaş grubu çocukların algılanan ve gerçek motor yeterlilikleri incelenmiş, ilişkilerin

bazıları negatif, bazıları pozitif bulunurken, bu ilişkilerin yaş veya cinsiyet ile ilişkili olmadığı görülmüştür.

Uluslararası alan yazın incelendiğinde çocukların algılanan ve gerçek motor yeterliliği ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlara rastlanırken, ulusal alan yazında pek fazla çalışmanın olmadığı dikkati çekmektedir. Uluslararası alan yazında bu alandaki çalışmalara ilginin arttığı görülmektedir. Türkiye'de de bu alanda çalışmaların yapılması gerekliliğinden yola çıkarak bu çalışmanın öncelikli amacı ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerçek ve algılanan motor yeterlik düzeyleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek olarak belirlenmiştir. Daha sonra cinsiyetlere göre bu ilişkiyi araştırmak ve yine cinsiyete göre gerçek ve algılanan motor yeterlik farkını belirlemektir.

YÖNTEM

Araştırma Grubu

Araştırmanın örneklem grubunu Denizli İlinde yer alan özel okula devam eden 4. Sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Öğrencilere gönüllü onay formu ve veli onay formu dağıtılmıştır. Çalışmaya katılmasına velisi tarafından onay verilen 20 kız ($M_{Yaş}$=119.25±7.45ay), 28 oğlan ($M_{Yaş}$=120.00±5.91ay) toplam 48 ($M_{Yaş}$=119.69±6.53ay) öğrenci çalışmaya dahil edilmiştir.

Veri Toplama Yöntemi

Çalışmanın yapılabilmesi için araştırmacılar tarafından hazırlanan veli onay formu okul yöneticileri ve öğretmenler aracılığı ile öğrencilere dağıtılmıştır. Çalışmaya gönüllü katılan öğrenciler ile 2019-2020 eğitim öğretim yılında çalışma yürütülmüştür. Anket formlarının doldurulması, motor yeterlilik testinin uygulanması beden eğitimi derslerinde araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Anket formları birebir görüşmelerle uygulanmış daha sonrasında motor yeterlilik testleri uygulanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Testi uzun formu (BOT-2): Bruininks-Osetetsky Motor Yeterlilik Testi ikinci versiyonu (BOT-2) 4-21 yaş gryby çocukların motor fonksiyonlarını ölçmek için geliştirilmiştir. BOT-2 eğitimcilerin, terapistlerin ve araştırmacıların çocukların motor becerilerini değerlendirmeleri, motor gelişim programı hazırlamaları-değerlendirmeleri, çeşitli motor fonksiyon bozukluklarını ve gelişim geriliklerini saptamaları ve değerlendirmeleri için kullanılan bir araçtır. Test metaryalleri çocukların ilgisini çekecek, tek tip uygulama imkânı sağlayacak, uygulamayı ve değerlendirmeyi kolaylaştıracak şekilde tasarlanmıştır (Brunininks ve Bruninks 2005). Testin standart hale getirilmesi Bruninks ve Bruninks (2005)'in yaşları 4 ile 21 arası değişen 1520 öğrenci üzerinde yapmış olduğu çalışma ile sağlanmış güvenirlik katsayısı 0.70 olarak belirtilmiştir. BOT-2 testi 8 alt testten ve 53 maddeden oluşmaktadır ve testin 8 alt test ve 12 madden oluşan kısa formu bulunmaktadır. Bu çalışmada testin kısa formu olan BOT-2 kısa form kullanılmıştır. Kısa formundan alınabilecek en yüksek puan 72dir. Sekiz alt test sırasıyla şu şekildedir; ince motor beceriler, ince motor beceri entegrasyonu, el becerileri, çift yönlü koordinasyon, denge, koşma hızı ve çeviklik, el-kol koordinasyonu ve güçtür (Bruininks ve Bruninks, 2010)

Çocuklarda Algılanan Motor Yeterlilik Envanteri(ALMY-Ç):

Algılanan Motor Yeterlik Ölçeği – Çocuk Formu temel motor beceriler dikkate alınarak Dreiskaemper, Utesch, ve Tietjens (2018) tarafından geliştirilmiştir. Ölçekte yer değiştirme ve nesne kontrolü gerektiren 4'er tane beceri yer almaktır. Her beceri için 3'er tane olmak üzre toplam 24 madde bulunmaktadır. Yer değiştirme becerileri koşu, hoplama, durarak uzun atlama (zıplama) ve sıçrama, nesne kontrol gerektiren beceriler ise topa ayakla vurma, top sektirme, top atma ve top yakalama becerileridir. Kesinlikle katılmıyorumdan – kesinlikle katılıyoruma 4'lü likert tipi bir ölçektir. İç tutarlığı nesne kontrol alt ölçeği için .79–.91 ve yer değiştirme için .79–.89 Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması Mülazımoğlu-Ballı ve Hürmeriç Altunsöz tarafından (2019) yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Ölçümler sonucu elde edilen verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler ile pearson korelasyon analizi ve bağımsız gruplarda t-test kullanılmıştır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 ortalama ve standart sapma puanları Çizelge 1'de ve ALMY-Ç ve BOT-2 puanları pearson korelasyon analiz sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Ortalama ve Standart Sapma Puanları

Algılanan Motor Yeterlik	N	X_{Ort}	SS
Nesne Kontrolü	48	39.75	6.98
Yer Değiştirme	48	39.90	5.89
BOT -2			
İnce Motor Beceri Hassaslığı	48	38.23	6.17
İnce Motor Beceri Bütünleşme	48	34.77	3.32
El Hüneri	48	30.29	3.79
Çift Yönlü Koordinasyon	48	20.92	2.61
Denge	48	32.96	3.51
Koşu Hızı Çeviklik	48	37.06	5.64
El – Kol Koordinasyonu	48	30.79	4.41
Güç	48	27.44	4.37
Toplam	48	332.10	25.80

Çizelge 2. Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları

	Çocuklar İçin Algılanan Motor Yeterlik	
BOT-2	Nesne Kontrolü	Nesne Kontrolü
İnce Motor Beceri Hassaslığı	0.05	0.16
İnce Motor Beceri Bütünleşme	-0.12	0.03
El Hüneri	-0.15	0.21
Çift Yönlü Koordinasyon	-0.10	0.25
Denge	-0.20	0.35*
Koşu Hızı Çeviklik	0.13	0.30*

El – Kol Koordinasyonu	0.36*	0.40**
Güç	0.19	0.57**
Toplam	0.49**	0.77**

*p<0.05, **p<0.001

Çizelge 2 incelendiğinde çocukların ALMY-Ç nesne kontrol ile BOT-2 toplam puanı (r=0.49, p<0.001) ve el-kol koordinasyonu (r=0.36, p<0.05) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunurken, ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.77, p<0.001) ile yüksek ve denge (r=0.35, p<0.05), koşu hızı-çeviklik (r=0.30, p<0.05), el-kol koordinasyonu (r=0.40, p<0.001) ve güç (r=0.57, p<0.001) arasında ise orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan kız çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 ortalama ve standart sapma puanları Çizelge 3'de ve ALMY-Ç ve BOT-2 puanları pearson korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Kız Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Ortalama ve Standart Sapma Puanları

Algılanan Motor Yeterlik	N	X_{Ort}	SS
Nesne Kontrolü	20	36.65	7.26
Yer Değiştirme	20	39.60	4.76
BOT -2			
İnce Motor Beceri Hassaslığı	20	38.70	2.20
İnce Motor Beceri Bütünleşme	20	35.70	3.51
El Hüneri	20	31.45	3.50
Çift Yönlü Koordinasyon	20	21.80	2.29
Denge	20	33.50	2.59
Koşu Hızı Çeviklik	20	37.15	4.40
El – Kol Koordinasyonu	20	29.65	4.10
Güç	20	27.70	3.57
Toplam	20	331.90	16.02

Çizelge 4. Kız Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları

	Çocuklar İçin Algılanan Motor Yeterlik	
BOT-2	**Nesne Kontrolü**	**Nesne Kontrolü**
İnce Motor Beceri Hassaslığı	0.14	0.24
İnce Motor Beceri Bütünleşme	-0.28	0.37
El Hüneri	-0.35	0.03
Çift Yönlü Koordinasyon	-0.29	0.02
Denge	-0.43	0.10
Koşu Hızı Çeviklik	-0.12	0.18
El – Kol Koordinasyonu	0.34	0.20
Güç	-0.05	0.41
Toplam	0.41	0.68**

*p<0.05, **p<0.001

Çizelge 4 incelendiğinde kız çocuklarının korelasyon analiz sonuçlarına bakıldığında sadece ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.68, p<0.001) ile orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan oğlan çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 ortalama ve standart sapma puanları Çizelge 5'de ve ALMY-Ç ve BOT-2 puanları pearson korelasyon analiz sonuçları Çizelge 6'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Oğlan Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Ortalama ve Standart Sapma Puanları

Algılanan Motor Yeterlik	N	X_{Ort}	SS
Nesne Kontrolü	48	28	41.96
Yer Değiştirme	48	28	40.11
BOT -2			
İnce Motor Beceri Hassaslığı	48	28	37.89
İnce Motor Beceri Bütünleşme	48	28	34.11
El Hüneri	48	28	29.46
Çift Yönlü Koordinasyon	48	28	20.29
Denge	48	28	32.57
Koşu Hızı Çeviklik	48	28	37.00
El – Kol Koordinasyonu	48	28	31.61
Güç	48	28	27.25
Toplam	48	28	332.25

Çizelge 6. Oğlan Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları

	Çocuklar İçin Algılanan Motor Yeterlik	
BOT-2	**Nesne Kontrolü**	**Nesne Kontrolü**
İnce Motor Beceri Hassaslığı	0.08	0.16
İnce Motor Beceri Bütünleşme	0.21	0.28
El Hüneri	0.17	0.34
Çift Yönlü Koordinasyon	0.23	0.38*
Denge	0.29	0.45*
Koşu Hızı Çeviklik	0.31	0.34
El – Kol Koordinasyonu	0.28	0.49**
Güç	0.40*	0.63**
Toplam	0.64**	0.80**

*p<0.05, **p<0.001

Çizelge 6 incelendiğinde oğlan çocuklarında algılanan motor yeterlik nesne kontrol becerilerinin BOT-2 toplam puanı (r=0.64, p<0.001) ve güç (r=0.40, p<0.05) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı bir ilişki, bunlarla birlikte ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.80, p<0.001) ile yüksek ve çift yönlü koordinasyon (r=0.38, p<0.05), denge (r=0.45, p<0.05), el-kol koordinasyonu (r=0.49, p<0.001) ve güç (r=0.63, p<0.001) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan çocukların cinsiyete göre ALMY-Ç puanları t-test Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. İlkokul çocuklarının cinsiyete göre ALMY-Ç puanları t-test sonuçları

ALMY-Ç	Cinsiyet	N	X_{Ort}	SS	Sd	t	p
Nesne Kontrolü	Kız	20	36.65	7.26	46	-2.780	0.008
	Oğlan	28	41.96	5.97			
Yer Değiştirme	Kız	20	39.60	4.76	46	-0.291	0.772
	Oğlan	28	40.11	6.66			

Çizelge 7 incelendiğinde çocukların ALMY-Ç nesne kontrolü gerektiren becerilerde oğlanların kız çocuklarından daha yüksek puana sahip olduğu [T(46)=2.78, p<.05] görülmektedir.

Araştırmaya katılan çocukların cinsiyete göre BOT-2 puanları t-test Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 8. İlkokul çocuklarının gerçek ve algılanan motor yeterliliklerinin cinsiyete göre BOT-2 T-test sonuçları

BOT-2	Cinsiyet	N	X_{Ort}	SS	Sd	t	p
İnce Motor Beceri Hassaslığı	Kız	20	38.70	2.20	46	0.443	0.660
	Erkek	28	37.90	7.90			
İnce Motor Beceri Bütünleşme	Kız	20	35.70	3.51	46	1.672	0.101
	Erkek	28	34.11	3.06			
El Hüneri	Kız	20	31.45	3.50	46	1.833	0.073
	Erkek	28	29.46	3.83			
Çift Yönlü Koordinasyon	Kız	20	21.80	2.29	46	2.050	0.046
	Erkek	28	20.29	2.68			
Denge	Kız	20	33.50	2.59	46	0.903	0.371
	Erkek	28	32.57	4.04			
Koşu Hızı Çeviklik	Kız	20	37.15	4.40	46	0.090	0.929
	Erkek	28	37.00	6.46			
El – Kol Koordinasyonu	Kız	20	29.65	4.10	46	-1.540	0.131
	Erkek	28	31.61	4.51			
Güç	Kız	20	27.70	3.57	46	0.349	0.729
	Erkek	28	27.25	4.91			
Toplam	Kız	20	331.90	16.02	46	-0.046	0.964
	Erkek	28	332.25	31.27			

Çizelge 8 incelendiğinde çocukların BOT-2 çift yönlü koordinasyon becerilerinde kızların oğlan çocuklarından yüksek puana sahip olduğu bulunmuştur [$T_{(46)}$=2.05, p<.05].

TARTIŞMA

Bu çalışma ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerçek ve algılanan motor yeterlilik düzeyleri arasındaki ilişkiyi ve cinsiyete göre gerçek ve algılanan motor yeterlik arasındaki farkları incelemeyi amaçlamıştır. Çocuklarda, motor yeterliliklerine ilişkin gerçek veya

orantısız bir şekilde yüksek/düşük algı gelişiminin artılarını ve eksilerini ortaya koymak ve yansıtmak için kanıt sağlanmaya çalışılmıştır. Analiz sonuçlarına göre katılımcıların gerçek ve algılanan motor yeterlilik arasında çeşitli alt boyutlarda orta ve düşük düzeyde anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bunlarla birlikte algılanan motor yeterlik puanlarında erkekler lehine nesne kontrol becerilerinde fark bulunurken gerçek motor yeterlik puanlarında bakıldığın yedi alt test ve toplam puanda cinsiyet farkına rastlanmazken sadece çift yönlü koordinasyon alt testinde kızlar lehine fark tespit edilmiştir.

Algılanan motor yeterlilik ve gerçek motor yeterlilik ile ilgili olarak önceki bulgular karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın bulgularıyla benzer şekilde büyük çocukların (4-8) algılanan ve gerçek motor yeterlilik arasında pozitif bir ilişki bulmuştur (Barnett vd., 2015). Aynı şekilde çeşitli diğer çalışmalarda da küçük yaş grubu çocuklarda düşük ve orta düzeyde anlamlı ilişkiler bulmuştur (Robinson, 2011; LeGear ve ark., 2012).

Algılanan ve gerçek motor yeterlik puanlarında cinsiyete göre farklara bakıldığında bu çalışma bulgularına benzer sonuçların olduğu Pesce ve ark. (2018)'nın kızların genç çocukluktan itibaren erkeklerden daha düşük algılanan motor yeterliğe sahip olduğu bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda sadece çift yönlü korelasyon alt testinde kızlar lehine fark bulunurken diğer alt testler ve toplam puanda fark bulunamamıştır, fakat birçok araştırmada gerçek top becerisi yeterliliğinde oğlanların kızlardan daha iyi beceri seviyesine sahip olduğu saptanmıştır (Batnett, Rigders ve Somon, 2015; Barnet ve diğerleri 2009; Hardy ve diğerleri 2010; LeGear ve diğerleri, 2012; Liong ve diğerleri, 2015).

Bu çalışmanın bulgularıyla paralel olarak gerçek motor yeterlilik düzeylerinden bağımsız olarak kızların nesne kontrol becerileri erkeklerden daha sık küçümsendiği görülmüştür (Pesce ve diğerleri, 2018). Kız çocuklarının nesne kontrol algıları oğlan çocuklardan daha düşük olduğu görülmüştür. Plumert, (1995)'a göre çocuklukta kendi fiziksel yeteneklerini fazla tahmin etmesi erkelerin kızlardan daha risk altında olduğu ve günlük yaralanmalarda daha fazla risk altında olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Çalışma sonucunda kız ve oğlan çocukların BOT-2 motor yeterlik puanlarında sadece bir alt testte kızlar lehine farklılık bulunmasına karşın, kızların motor yeterliklerini erkeklere göre daha düşük seviyede algıladıkları saptanmıştır. Erkeklerin birçok alt boyunda gerçek ve algılanan motor yeterlik arasında ilişki bulunmamasına karşın kız çocuklarda toplam puanda ilişki bulunmuştur. Bu durum sosyo-kültürel gerekçelerden kaynaklandığı, küçük yaştan itibaren erkek ve kız çocuk arasında yapılan yanlış yönlendirmelerden, toplumsal baskılardan kaynaklandığı düşünülebilir. Kızların algılanan motor yeterliliğinin becerilere uygun bir şekilde gelişmesini sağlamak için motivasyon stratejilerinden yararlanılabilir. Bununla birlikte oğlan çocuklarının da motor yeterliklerini var olandan daha yüksek seviyede algılamaları çeşitli sakatlık ve kazalara açık hale getirebilmektedir. Çocukların fiziksel aktivite egzersize katılımlarının desteklenmesi ve arttırılmasının sallanması sadece motor yeterlik seviyelerinin

gelişmesine için değil aynı zamanda algılarının da gerçek motor yeterlik seviyelerini daha doğru şekilde algılamalarında yardım edecektir (Schmidt, Valkanover ve Conselmann, 2013; Schmidt, Valkanover, Robers ve diğerleri, 2013). Aynı zamanda ailelerin çocukların becerilerine ilişkili olarak daha fazla değer katabileceği düşünülmektedir. Brown ve Chien, (2010)'a göre ailerinin de çocukların motor yeterliliğini desteklemeleri, çocuklarında kendi motor yeterliliğine dair bütüncül bir bakış açısı kazanmalarını sağlayacaktır.

KAYNAK

[1] Brown, T. & Chien, C. (2010). Top-down or bottom-up occupational therapy assessment: Which way do we go? British Journal of Occupational Therapy, 73, 95.

[2] Barnett, L.M., Morgan, P.J., van Beurden, E., & Beard, J.R. (2008). Perceived sports competence mediates the relationship between childhood motor skill proficiency and adolescent physical activity and fitness: A longitudinal assessment. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 5, 40.

[3] Barnett, L.M., Ridgers, N.D., & Salmon, J. (2015). Associations between young children's perceived and actual ball skill competence and physical activity. Journal of Science and Medicine in Sport, 18(2), 167–171.

[4] Barnett, L.M., Ridgers, N.D., Zask, A.,&Salmon, J. (2015). Face validity and reliability of a pictorial instrument for assessing fundamental movement skill perceived competence in young children. Journal of Science and Medicine in Sport, 18, 98–102.

[5] Clark, J.E., ve Whitall, J. (1989). What is motor development? The lessons of history. Quest, 41(3), 183-202.

[6] De Meester, A., Stodden, D., Brian, A., True, L., Cardon, G., Tallir, I.,&Haerens, L. (2016). Associations among elementary school children's actual motor competence, perceived motor competence, physical activity and BMI: A cross-sectional study. PLoS ONE, 11(10):e0164600

[7] Duncan M, Jones V. And. Eyre E(2018). Self-Perceived and Actual Motor Competence in Young British Children 125-2

[8] Gallahue, D.L., Ozmun, J.C., ve Goodway, J.D. (2014). Motor gelişimi anlamak. 7. Basımdan çeviri. Ankara: Nobel Yayınevi

[9] Haga, M. (2008). The relationship between physical fitness and motor skill competency in children. Child: Care, Health and Development, 34(3), 329–334.

[10] Harter, S. (1978). Effectance motivation reconsidered. Toward a developmental model. Human Development, 21(1), 34–64.

[11] Henderson, S.E., Sugden, D.A., & Barnett, A. (2007). Movement Assessment Battery for Children–2 examiner's manual. London, England: Harcourt Assessment. Hardy, L.L., King, L., Farrell, L., Macniven, R., & Howlett, S. (2010). Fundamental movement skills among Australian preschool children. Journal of Science and Medicinein Sport, 13(5), 503–508

[12] LeGear, M., Greyling, L., Sloan, E., Bell, R., Williams, B.-L., Naylor, P.-J., & Temple, V. (2012). A window of opportunity? Motor skills and perceptions of competence of children in kindergarten. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 9(1), 29

[13] Lopes, Savira, Gonçalves and Rodrigues(2018). Association Between Perceived and Actual Motor Competence in Portuguese Children, 6(2), s366-s377

[14] Liong, G.H.E., Ridgers, N.D., & Barnett, L.M. (2015). Associations between skill perceptions and young children's actual fundamental movement skills. Perceptual and Motor Skills, 120(2), 591–603

[15] Plumert, J.M. (1995). Relations between children's overestimation of their physical abilities and accident proneness. Developmental Psychology, 31, 866–876

[16] Robinson, L.E. (2011). The relationship between perceived physical competence and fundamental motor skills in preschool children. Child: Care, Health and Development, 37, 589–596

[17] Robinson, L.E., Stodden, D.F., Barnett, L.M., Lopes, V.P., Logan, S.W., Rodrigues, L.P., D'Hondt, E. (2015). Motor skill competency and its effect on positive developmental trajectories of health. Sports Medicine, 45(9), 1273–1284.

[18] Robinson, L.E., ve Goodway, J.D. (2009). Instructional climates in preschool children who are at-risk. Part I: object control skill development. Research Quarterly forExercise and Sport, 80(3), 533-542.

[19] Schmidt, M., Valkanover, S., & Conzelmann, A. (2013). Veridicality of self-concept of strength in male adolescents. Perceptual and Motor Skills, 116, 1029–1042.

[20] Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. Quest, 60, 290–306.

[21] Stodden, D.F., Goodway, J.D., Langendorfer, S.J., Roberton, M.A., Rudisill, M.E., Garcia, C., ve Garcia, L.E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. Quest, 60, 290-306.

SPOR EKİPMANLARINDA AKILLI ENDÜSTRİ: NANOTEKNOLOJİ

Dr. Öğr. Üyesi, Cemile Nihal YURTSEVEN [1]

[1] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Yönetim Bilimleri ABD.,

cny@iuc.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-8201-0752

ÖZET

"Nano" kelimesi anlamı, herhangi bir fiziksel büyüklüğün bir milyardan biri anlamına gelir. Nanoteknoloji kelimesini, ilk defa Tokyo Bilim Üniversitesi'nden "Norio Taniguchi" kullanmıştır. 1974′de yayınlanan makalede Taniguchi'nin nano-teknoloji tanımı şöyledir: Nano-teknoloji genel olarak; malzemelerin, atom ya da molekül olarak işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulmasıdır. Nanoteknoloji, 21. yüzyılın en öncü teknolojilerinden biri olarak kabul görmekte; nanoteknoloji kullanımında, yakın gelecekte ülkelerin gelişmişlik düzeyinin göstergesi olacağıda şimdiden öngörülmektedir. Nanoteknoloji ile sürdürülebilirlik hedefine yaklaşmak daha az maliyetle mümkün olacağı için, çoğu ülkede sektörel bazda kullanımında artış gözlemlenmiştir. Nanoteknoloji kullanımıyla birlikte işlevsel ve akıllı tekstillerin üretilmesi için yeni fırsatlar meydana gelmiş, geleneksel işleme tekniklerinin dezavantajlarının üstesinden gelinmesine yardımcı olmuş ve tekstil endüstrisindeki nanoteknolojik gelişmeler ile birçok işletmenin isteklerininde yerine getirilmesi sağlamıştır. Spor endüstrisinde giyim sektörüne baktığımızda nanoteknoloji kullanımı sadece spor aktivitelerinin benzersiz ihtiyaçlarına hizmet etmekle kalmaz, aynı zamanda sporcuların en yüksek düzeyde konfor ile yüksek performans elde etmelerine ve güvenli bir şekilde antrenman yapmalarına da yardımcı olur. Bu derleme çalışmasında nanoteknolojinin spor giyim endüstrisinde kullanımına ilişkin son gelişmeler, güncel eğilimler, eksiklikleri ve gelecekteki perspektifi, mevcut eğilimleri nano-teknolojinin, spor alanında hangi malzemelerde kullanıldığı ve bu malzemelerin yarattığı farklılıkların araştırılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Spor Endüstrisi, Akıllı Endüstri, Nanoteknoloji, Spor Ekipmanları, Sporcu Güvenliği.

SMART INDUSTRY IN SPORTS EQUIPMENT: NANOTECHNOLOGY

ABSTRACT

The word “nano” means one billionth of any physical size. The word nanotechnology was used for the first time by “Norio Taniguchi” from Tokyo University of Science. In the article published in 1974, Taniguchi's definition of nano-technology is as follows: Nano-technology in general; It is the processing, separation, combination and degradation of materials as atoms or molecules. Nanotechnology is recognized as one of the most pioneering technologies of the 21st century; It is already foreseen that the use of nanotechnology will be an indicator of the level of development of countries in the near future. As it will be possible to approach the sustainability target with nanotechnology at a lower cost, an increase in its use has been observed in many countries on a sectoral basis.

With the use of nanotechnology, new opportunities have emerged for the production of functional and smart textiles, helping to overcome the disadvantages of traditional processing techniques and fulfilling the wishes of many enterprises with nanotechnological developments in the textile industry. When we look at the apparel industry in the sports industry, the use of nanotechnology not only serves the unique needs of sports activities, but also helps athletes achieve high performance with the highest level of comfort and train safely.

In this review study, it is aimed to investigate the latest developments, current trends, deficiencies and future perspectives on the use of nanotechnology in the sportswear industry, current trends, in which materials nano-technology is used in the field of sports and the differences created by these materials.

Keywords: Sports Industry, Smart Industry, Nanotechnology, Sports Equipment, Sportsman Safety.

1. GİRİŞ

“Nano” kelime manası, herhangi bir fiziksel büyüklüğün bir milyardan biri anlamına gelmektedir. Nano yapılara baktığımızda, uzunluk olarak yapıldığında yaklaşık “10- 100 atomluk sistemlere (10^{-9} metre)” tekabül gelmektedir. İşte bu boyutlarda sistemlerin fiziksel davranışlarında normal sistemlere kıyasla farklı özellikler gözlemlenir. Nanobilim ve Nanoteknoloji olarak nitelendirilen bu farklılıklar yaklaşık 10 yıldan beri sivil-askeri bilim ve teknoloji stratejilerini belirler duruma gelmiştir [1,2,3]. Nanoteknoloji terimi, ilk defa Tokyo Bilim Üniversitesi’nden “Norio Taniguchi” literatüre eklemiştir. 1974′de yayınlanan bir makalede Taniguchi’nin nano-teknoloji tanımı ise şöyledir: “Nano-teknoloji genel olarak; malzemelerin, atom ya da molekül olarak işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulmasıdır” [1,2.3]. Nanometre kavramı ise, milimetrenin milyonda biridir. Nanometre, bir insan saçının çapının yüz binde biri büyüklüğüne tekabül etmektedir. Nano değeri, maddenin atomdan önceki mertebesini göstermektedir.

1.2.Nanoteknoloji Kavramı

Nanoteknoloji çeşitli ürün yelpazesinin işlenmesinde kullanım alanı bulan multidisipliner bir alandır ve fiziksel, kimyasal, biyolojik, mühendislik ve elektronik bilimlerini kullanarak malzemeleri eşsiz özelliklere ve iyileştirilmiş performansa sahip yeni malzemeler yaratmak için geniş bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel nedeniyle, nanoteknoloji kilit bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Nanoteknoloji aslında normal hayatımızın birçok yerinde karşımıza çıkmaktadır. Özellikle sağlık, kozmetik, tekstil, iletişim, ulaşım, iletişim ve son dönemlerde özellikle spor endüstrisinde nanoteknolojiye sık rastlamaktayız. Endüstrisindeki nanoteknolojik gelişmeler; geleneksel işleme tekniklerinin dezavantajlarının üstesinden gelinmesine yardımcı olmuştur.

1.3.Nanoteknoloji ve Spor İlişkisi

Başarıyı elde etmek için nanoteknolojiye çok fazla yatırımlar yapılmaktadır. Çünkü kazanma ve rekabetin çok önemli olduğu ortamlarda, sporculara ya da takımlara avantaj sağlayacak bazı etkenler bulunmaktadır. Nanoteknoloji destekli malzemelerde, takımlara veya sporcuya sporculara avantaj sağlayan etkenler arasında önemli bir yere sahiptir. Nanoteknolojinin tanıtılması, yalnızca spor aktivitelerinin benzersiz ihtiyaçlarına hizmet etmekle kalmayan, aynı zamanda sporcuların en üst düzeyde konfor ve güvenlik ile yüksek performans elde etmelerine yardımcı olan fonksiyonel ve akıllı tekstiller üretme konusunda yeni fırsatlar yarattı. Bu nedenle nanoteknoloji tabanlı ürünlerin kullanımı sporun içinde çoğu alanda görülmeye başladı. Nanoteknoloji insan yaşamına sağladığı rahatlık ve kolaylık getirdiği birçok avantajlar ile yakın gelecekte dünyada insan yaşamını önemli bir ölçüde yön vermesi de beklenmektedir [4]. Bu sebeple nanoteknoloji alanında, dünyanın birçok araştırma merkezlerinde ve teknoloji enstitülerinde, milyonlarca dolarlık bütçeler ile çok fazla araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar arasında, spor endüstrisi de önemli bir yere sahip olmuştur. Karbon nanotüpler (CNT), gümüş nanoteller, grafen ve diğer 2D malzemeler gibi nanomalzemeler, performans izleme (yerinde) uygulaması için giyilebilir elektroniklerin gelecekteki gelişimi spor malzemelerinde kullanılması, spor endüstrisinde dikkatleri nanoteknolojinin üzerine çekmiştir [5].

2. SPOR TEKSTİLİ VE NANOTEKNOLOJİ

Tekstil endüstrisi, dünyanın en eski endüstrilerinden biridir. Doğal, sentetik ve kimyasal kaynaklardan elde edilen iplik, kumaş ve giyim eşyalarını kullanır. Nanoteknolojinin ortaya çıkışından bu yana tekstil endüstrisi; tüketici kullanımı için yenilikçi tekstil ürünleri geliştirmede nanoteknolojiyi başarıyla uygulayan öncü endüstrilerden biri haline gelmiştir [6]. Nanoteknolojinin uygulanmasında artan bir ilgi alanı, nanoparçacıkların çeşitli pratik uygulamalara ve işlevlere sahip tekstillerin düzenlenmesi ve kumaşların geliştirilmesinde kullanılmasıdır. Nano kumaşlar, geleneksel kumaşlardan daha iyi performansa sahiptir, çünkü su geçirmez, leke tutmaz veya kokuya dayanıklı özellikler sağlarlar. Buda pamuk, yün veya diğer malzemelere gömülmüş nanopartiküller olduğundan “Teflon ve Gore-Tex” gibi eski ürünlere göre bir avantaja sahiptir. Aslında, nanoteknolojinin uygulanmasıyla, konfor özelliklerini değiştirmeden tekstil özellikleri değiştirilebilir, iyileştirilebilir veya yeni geliştirilmiş işlevsellik ile oluşturulabilinir [6]. Bu şekilde tekstiller, hidrofobiklik, antibakteriyel aktivite, iletkenlik, kırışmazlık, antistatik vb. gibi spesifik özelliklere sahip olacak şekilde

nanomühendislik haline dönüştürülebilinir. Böylece, tekstillerin uygun nanopartiküller ile işlenmesi, nanomühendislik fonksiyonel tekstiller için yeni bir sınır sağlar [7,8]. Giderek artan sayıda insanın açık hava eğlence sporlarına dahil olmasıyla, nanoteknoloji küresel spor giyim endüstrisinde büyük ilgi görmeye başladı. Tüketiciler artık taze ve temiz kalan, hoş kokan, rahat hissettiren, kolay bakım gerektiren ve harika görünen giysiler talep ediyor. Bu nedenle spor giyim endüstrisinin spor giysilerin fonksiyonel özelliklerini geliştiren yeni teknolojileri kullanması önemlidir ve nanoteknoloji bu çabaların temel dayanağı haline gelecektir. Nanoteknoloji fonksiyonel tekstiller üretmek için yeni yollar açarken, araştırmacılar nanoteknolojinin spor kıyafetleri ve ekipmanlarında geniş bir uygulama alanı bulmuşlardır [9].

2.1. Spor giyim endüstrisinde nanoteknoloji tabanlı uygulamalar

Balonculuk, paraşütle atlama, snowboard, aerobik, atletizm, koşu, bisiklet, yürüyüş, dağcılık, yüzme, yelken, rüzgar sörfü ve kayak gibi çeşitli aktif sporlar için nanoteknoloji tabanlı malzeme ile işlenen kumaşlar ve ürünler geliştirilmektedir. Bu sporların içinde bulunduğu zorlu koşullar nedeniyle, spor giyim ve gereçlerinin çok işlevli özelliklere sahip olması önemlidir [10]. Örneğin, biyo-entegre giyilebilir elektroniklere uygulanabilir çözümler sağlayan gelişmiş malzemeler, esnek ve gerilebilir elektroniklerdeki son gelişmeleri mümkün kılmıştır. Bundan bir ipucu alan tekstil üreticileri, sensör dövmeleri ve giyilebilir hareket şarj cihazları gibi sensör tabanlı akıllı tekstil ürünlerini, esas olarak biyolojik verileri (kalp atış hızı, vücut sıcaklığı vb.)elde etmek içinde kullanmaya başlamışlardır. Sporla ilgili tüm giysilerin en azından rahatlık, koruma, esneme, hafiflik ve boyutsal kararlılık gibi temel işlevleri yerine getirmesi beklenir. Akıllı sporlar, bir ağa bağlanan, veri toplayıp paylaşan ve çevreleriyle etkileşime giren İnternet özellikli nesneler olan Nesnelerin İnterneti (IoT) olgusunun bir parçasıdır[11]. Ö. IoT'lerin yardımıyla, toplanan veriler böylece atletik performansı ölçmek için gerekli hale gelir ve bu nedenle akıllı spor teknolojisi, kullanıcıların performans verilerini yakalamasına ve izlemesine olanak tanır. Ekipman ve cihazlar, bilgileri toplar ve akıllı telefon uygulamalarına veya bulut sistemlerine iletir; bunlar daha sonra bunları analiz edebilir ve teşhis sağlayabilir. Bu tür veriler, kişiselleştirilmiş "sanal koçluk programları" oluşturmak için de kullanılabilir.

"AKILLI" spor giyimin, düşük aerodinamik ve hidrodinamik sürtünme kuvveti, sıkıştırma, su geçirmezlik, rüzgar geçirmezlik, sağlık izleme özellikleri ve nefes alabilirlik gibi bazı özel işlevlere hizmet edebilmesi önemlidir [12]. Bu gereklilikleri karşılamak için geleneksel olarak ftalatlar, dimetilformamid (DMF), nonilfenol etoksilatlar ve nonilfenoller vb. gibi çeşitli kimyasallar çeşitli özellikler ve cilalar vermek için kullanılmıştır. Nanopartiküller, geniş bir yüzey alanı-hacim oranına ve yüksek yüzey enerjisine sahiptir, bu nedenle kumaşlar için daha iyi bir afinite sunar ve aprelerin ve fonksiyonların daha fazla dayanıklılığına yol açar. Aynı zamanda nanoparçacıkların kumaş yüzeyine uygulanması kumaşın tuşesini (hissini) etkilemez. Bu nedenle, son birkaç yılda araştırmacılar, kumaşların geliştirilmiş özelliklerini daha uzun süre korumasını ve herhangi bir tehlike olmaksızın geleneksel işlemlere göre avantajlara sahip olmasını sağlayan nanoteknoloji kullanarak tekstillerin işlenmesi/üretilmesi için yeni

malzemeler ve teknikler geliştirmeye odaklanmıştır [13], nanoteknolojinin su geçirmezlik, anti-bakteriyel, UV-koruma, kendi kendini temizleme, yalıtım, konfor, geliştirilmiş kan dolaşımı ve kasların geri kazanımı ve elektronik tekstil özellikleri gibi özellikleri birleştirmede uygulandığını bildirmiştir. Bu özelliklerin tekstile kazandırılmasında çeşitli nanomalzemeler kullanılmıştır. Yaygın olarak kullanılan nanomalzemeler, TiO2, ZnO, Cu2O, Fe3O4/Fe2O3, Al2O3 gibi metal oksit nano parçacıkları; Ag, Au, Pd, Pt, Cu ve Ni gibi metal nanopartiküller; karbon siyahı nanopartiküller; karbon nanotüpler; ve kil nanoparçacıklarıdır [13].

3.SPOR GİYİM SEKTÖRÜNDE SON GELİŞMELER

Son on yılda spor giyim alanında nanoteknoloji araştırmaları iki ana alana odaklanmıştır. Birincisi, tekstil malzemelerinin mevcut fonksiyonlarını ve performansını yükseltmek ve ikincisi, yeni özellikler ve işlevlerle akıllı tekstillerin gelişimini ele almaktır. Buna yönelik olarak, spor giyimde kullanılan tekstiller genel olarak fonksiyonel tekstiller ve akıllı/akıllı tekstiller olarak sınıflandırılabilir [12]. **3.1.Fonksiyonel Tekstiller**

İşlevsel tekstiller, kullanıcıya normal işlevi üzerinde önceden tanımlanmış bir performans veya işlevsellik sağlamak için özel olarak tasarlanmıştır [14]. Bu kumaşlar ağırlıklı olarak balon, paraşütle atlama, snowboard, aerobik, yürüyüş, dağcılık, yüzme, yelken, rüzgar sörfü ve kayak gibi aktif sporlar için tekstil üretiminde kullanılmaktadır. Harekete karşı minimum direnç gösterecek ve son kullanıcının performansını arttırarak maksimum konfor sağlayacak şekilde üretilirler.

Fonksiyonel tekstiller, daha fazla değer katmak için ısıya dayanıklı, antibakteriyel, yağ-su itici, su geçirmez, rüzgar geçirmez, iyi nefes alabilirlik ve nem taşıma gibi birden fazla işlevi tek bir tekstil sisteminde birleştirebilir. Böylece fonksiyonel tekstillerdeki mevcut gelişmeler, son kullanıcıların fizyolojik konforunu ve performansını iyileştirmiştir. Nanoparçacıklar/nanoteknoloji kullanılarak spor giyime dahil edilen önemli özelliklerden bazıları aşağıda belirtilmiştir:

UV Koruması:

TiO2 ve ZnO gibi nano ölçekli yarı iletken oksitlerle işlenen spor giysileri, UV radyasyonlarını etkili bir şekilde emer ve dağıtır ve cildi korurken UV radyasyonlarından korumada etkilidir. Kumaşın esneklik, ağırlık ve konfor özellikleri mevcuttur.

Su geçirmezlik/itici özellik:

Su itici spor tekstil ürünleri, tipik bir pamuk lifinden üç kat daha küçük olan ve kumaşa şeftali tüyü etkisi, lotus etkisi gibi veren nano tüyler oluşturularak üretilir. Bu nanomalzeme ile yapılan kumaş, suyun yüzeyde kalmasına izin veren yüksek yüzey gerilimi içerir. Bu, kumaşı temiz ve su geçirmez tuttuğu için spor giyimde önemlidir.

Antibakteriyel özellik:

Spor aktiviteleri sırasında terleme nedeniyle bakteri ve mantarların büyümesini önlemek için, spor tekstillerine antibakteriyel, koku kontrolü ve fungisidal özellikler kazandırmak için Ag, TiO2 ve ZnO bazlı nanomalzemeler kullanılmaktadır. Throne-Holst [24], Charu Dwivedi [15,16].

Elektriksel iletkenlik:

ZnO, TiO2 ve ATO gibi elektriği ileten nanoparçacıklarla işlenmiş tekstiller, elektrik yükünün kumaştan, özellikle de polyester ve naylon gibi statik yük toplama eğiliminde ola sentetiklerden dağılmasına yardımcı olabilir. Bu kumaşlar, sensörler ve aktüatörler il tekstillerin oluşturulmasında kullanışlıdır ve genellikle spor kıyafetlerinin imalatında kullanılır [13].

Konfor:

Bazı nanomalzemeler, çeşitli spor kıyafetlerin konfor seviyesini artırabilir. Bir örnek, atmosferik basınçlı termal olmayan plazma teknolojisi ve ardından aşılama polimerizasyonu kullanılarak nanomalzeme geliştirmedir. Bu tür nanomateryal, Manshahia ve Das spor aktiviteleri sırasında nem ve kokuyu kontrol ederek yüksek performans sağlamada etkili bir yöntem olduğunu kanıtlamıştır.

Akıllı Tekstiller

Akıllı tekstiller genellikle, kullanıcının yerel ortamındaki değişiklikleri algılayıp yorumlayabilen ve uygun şekilde yanıt verebilen tekstil malzemeleri veya ürünleri olarak tanımlanır. Örneğin, -50 °C ila +50 °C (Clima Con teknolojisi) arasında değişen dış hava sıcaklıklarında kullanıcının vücudunu rahat ettirebilen hafif, nanomalzeme tabanlı giyilebilir bir sistem. Akıllı/akıllı tekstillerin üretiminde en sık kullanılan malzemeler, faz değiştiren malzemeler (PCM), şekil hafızalı malzemeler (SMM), kromik malzemeler (renk ÇEVIRI 5 değiştiren), iletken malzemeler ve elektronik içeren tekstillerdir. Akıllı malzeme ve teknolojilerin kumaşlara dâhil edilmesi cihazlar arasında iletişim, elektriği veya enerjiyi iletme, algılama, tepki verme ve tehlikeli ortamlardan koruma gibi çok sayıda potansiyel uygulama elde edilir [13].

Akıllı tekstillerin işlevsel aktivitelerine göre bunlar üç kategoride sınıflandırılabilir:

a) Sadece çevresel koşulları veya uyaranları algılayabilen Pasif Akıllı Tekstiller.

b) Hem aktüatörlere hem de sensörlere sahip Aktif Akıllı Tekstiller.

Aktif akıllı tekstillere örnek olarak şekil hafızalı, bukalemun benzeri, suya dayanıklı ve buhar geçirgen (hidrofilik/gözeneksiz), ısı depolamalı, termo regüleli, buhar emici, ısı açığa çıkaran kumaş ve elektrikle ısıtılan giysiler verilebilir.

c) Çevresel koşulları veya uyaranları algılayabilen, tepki verebilen ve bunlara uyum sağlayabilen Ultra Akıllı Tekstiller. Çok akıllı veya zeki bir tekstil, esasen beyin gibi çalışan, biliş, muhakeme ve harekete geçirme kapasitelerine sahip bir birimden oluşur.

Yalıtım Etkileri İnsan vücut ısısı, çevre koşulları ve fiziksel aktivite arasındaki ilişki dikkate alındığında özellikle kayak, snowboard, dalış, dağcılık ve bisiklet sporlarında sıcağa ve soğuğa karşı yalıtım özelliğine sahip spor giysilere ihtiyaç duyulmaktadır.

PCM'lerin tekstillere dahil edilmesiyle ısı ayarlı akıllı tekstiller, bu açıdan oldukça önemlidir. Ek olarak, şekil hafızalı malzemeler (SMM'ler) spor giysilere özel yalıtım özellikleri kazandırmada da yararlıdır. Faz Değişim Malzemeleri (PCM'ler) PCM mikrokapsül kaplaması ile yapılan termal olarak aktif malzemeler, aktif termal yalıtım ile giysinin aşınma konforunu artırabilir. PCM, giysilerde termal depolama birimi görevi görür. Spor yaparken vücut tarafından üretilen ısı ile çevreye salınan ısı arasında bir termal denge sağlar. [13,17].

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Nanoteknoloji, geleneksel endüstüride ve üretim bazında gerçekten büyük bir devrim yarattı. Dünya çapında spor giyiminde Nanoteknoloji ile üretim, kumaşın doğal özelliklerini etkilemeden kumaşlara daha dayanıklı apreler ve işlevler sağladığından, spor tekstili üretimindeki geleneksel yöntemleride devralmış oldu. Ayrıca, gelişmiş işlevsellik ve yüksek performansa yönelik müşteri talebi, spor endüstrisinde nanoteknoloji tabanlı tekstillerin gelişimini dahada motive etti. Sadece bireyin performansını etkilemekle kalmamış, aynı zamanda Olimpiyatlar gibi dünya çapındaki oyunlara katılan sporcunun performansını da etkilemiştir. Spor giyimde nefes alabilirlik, yalıtım ve elektronik özelliklerde sunan akıllı tekstillerin geliştirilmesiyle, profesyonel sporcular ve tüketicilerin performansını artırırken yüksek düzeyde aktiviteye uzun süre dayanması işlevi her açıdan nanoteknolojinin olumlu özellikleri arasındadır. Nanomalzeme bazlı tekstillerin faydalarının karşılaştırılması sıradan/geleneksel spor kıyafetleri, nanoteknolojinin getirdiği spor aktivitelerine fayda sağlar. Önümüzdeki yıllarda nanomateryal tekstil endüstrisinin dönüşmesinde ve spor giyimin genel olarak dayanak noktası olacaktır.

Bu kadar olumlu özelliklere sahip olan nanoteknoloji gelişmekte olan herhangi bir teknolojide olduğu gibi, nanoteknoloji tabanlı gelişmeler hakkında risk oranının hesaplanmasıda gerekmektedir. Nanopartiküllerin kullanıcının cildi ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri dikkat edilmesi gereken noktalardan birisidir. Tekstil ürünleri sıklıkla insan derisi ile doğrudan temas ettiğinden, nanopartiküller vücutta kolayca emilebilir ve sağlık açısından tehlike oluşturabilir. Ek olarak, ortamlarda nanopartiküllerin kontrolsüz salınımının etkisinin anlaşılmasına ihtiyaç vardır. Yakın zamana kadar, nanoparçacıkların insan vücudu üzerindeki etkileri üzerine çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Sağlık, güvenlik riskleri ve çevreye yönelik tehditler olabilir [10,18]. Bunun yanı sıra, piyasada giderek artan sayıda nano bazlı ürün bulunmaktadır. Bu nedenle, nanomalzeme üretimini, uygulamalarını ve imhasını yöneten politikalar ve davranış kuralları, politika yapıcılar ve üreticiler düzeyinde denetimlerin sağlanması gerekmektedir. [19-20]. Yönetmeliklerin, yeni ürünün ticari uygulamalarının hızına ayak uyduracak kadar hızlı olmasıda gerekir. Bu nedenle, gelecekteki çalışmaların güvenlik yönetmeliklerine uyarken, sağlık, güvenlik ve çevresel tehlike risklerini en aza indirirken nano bazlı spor malzemelerinin üretimine odaklanması önerilir.

KAYNAKÇA

[1] Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri (2004), Vizyon 2023 Projesi Nanoteknoloji Strateji Grubu, Ankara. http://www.eteat.gazi.edu.tr/makale/nano.pdf (Erişim Tarihi:20.12.2022)

[2]http://www.bilimbilmek.com/tr/nanobilim-ve-nanoteknolojinin-stratejik-onemi.html (Erişim Tarihi:20.12.2022) http://www.magichand.com.tr/nanomakale.html (Erişim Tarihi: 20.12.2022)

[3] http://www.magichand.com.tr/nanomakale.html (Erişim Tarihi:20.12.2022)

[4] Türkmen, M., & Mutlutürk, N. Spor Malzemelerinde Nano-Teknoloji Kullanımı Ve Performansa Katkısı. International Journal Of Social Science Research, 3(1)

[5] Kocaoğlu, E. ve Sarıca, Z. Nanoteknoloji. http://www.slideshare.net/HabipTaylan/nanoteknoloji-ve-spor-tenis-topu-raketi-golftopu-raketi-10673910 (Erişim Tarihi:27.10.2011)

[6] Kaounides L, Yu H, Harper T (2007) Nanotechnology innovation and applications in textiles industry: current markets and future growth trends. Materials Technology 22(4): 209-237.

[7] Dutta RK, Pandey AC (2014) Cutting - Edge Advanced Theragnostic. TheEpoch of Nano-Therapy Pages 214-243, Nanoscience & Technology forMankind by The National Academy of Sciences.

[8] Musante C, White JC (2012) Toxicity of silver and copper to Cucurbitapepo: Differential effects of nano and bulksize particles. Environmentaltoxicology 27(9): 510-517

[9] Hu L, Cui Y (2012) Energy and environmental nanotechnology inconductive paper and textiles. Energy & Environmental Science 5(4):6423-6435.

[10] Kanjana S, Ambika B, Nalankilli G (2018) Breathable Garments withThermo-Physiological Wear Comfort - A Review. Curr Trends FashionTechnol Textile Eng 3(1): 555605.

[11] Khan FR, Misra SK, García-Alonso J, Smith BD, Strekopytov S, et al.(2012) Bioaccumulation dynamics and modeling in an estuarineinvertebrate following aqueous exposure to nanosized and dissolvedsilver. Environmental Science & Technology 46(14): 7621-7628.

[12] Yetisen AK, Qu H, Manbachi A, Butt H, Dokmeci MR, et al. (2016)Nanotechnology in textiles. ACS Nano, 10(3): 3042-3068.

[13] Harifi T, Montazer M (2017) Application of nanotechnology in sportsclothing and flooring for enhanced sport activities, performance,efficiency and comfort: a review. Journal of Industrial Textiles 46(5):1147-1169.

[14] Gupta D (2011) Functional clothing-Definition and classification. Indian Journal of Fiber and Textile Research 36: 321-326.

[15] Dwivedi C, Pandey H, Pandey AC, Ramteke PW (2015) Fabrication of gentamicin loaded novel bioactive nanofibrous scaffolds immobilized with epidermal growth factor for quick wound healing Nanotechnology:Novel Prospective and Prospects, McGraw Hill Education (India PrivateLtd).26. Dwivedi C, Pandey I, Pandey H, Ramteke PW, Pandey AC, et al. (2017)

[16] Electro spun Nanofibrous Scaffold as a Potential Carrier of Antimicrobial Therapeutics for Diabetic Wound Healing and Tissue Regeneration.Nano- And Microscale Drug Delivery Systems, Edited by AlexandruMihai Grumezescu Chapter chapter-9 pp. 147-164.

[17] Kanjana S, Ambika B, Nalankilli G (2018) Breathable Garments withThermo-Physiological Wear Comfort - A Review. Curr Trends FashionTechnol Textile Eng 3(1): 555605

[18] Black S (2009) The role of nanotechnology in sustainable textiles:Sustainable Textiles-Life Cycle and Environmental Impact, WoodheadPublishing Series in Textiles pp. 302-328.

[19] Williams JT (Ed) (2017) Waterproof and Water Repellent Textiles andClothing. Woodhead Publishing p. 15.

[20] Song ZQ, Cai YT (2013) Application of Nano-materials in sportsengineering. In Advanced Materials Research, Trans Tech Publications602: 281-284.

SPOR TURZİMİNDE YEŞİL ETKİNLİK YEŞİL ÇEVRE DOSTU KAVRAMI

Dr. Öğr. Üyesi, Cemile Nihal YURTSEVEN [1]

[1] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Yönetim Bilimleri ABD.,
cny@iuc.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-8201-0752

ÖZET

Spor etkinliği, spor türünün, yerinin, süresinin ve performans tarihinin belirli bir şekilde belirlenmesi ile karakterize edilir. Turizm bağlamında, spor turizmi sürekli büyüyen bir sektördür. Genel olarak, spor etkinlikleri sporcuların, bölge sakinlerinin ve turistlerin ilgisini çekmektedir. Spor etkinlikleri yerel düzeyde turizm gelişimi için büyük bir olanak, iş düzeyinde gelişme için çok sayıda fırsat ve bir bütün olarakta toplum için ekonomik faydalar sağlar. Küresel olarak birçok spor turizmi etkinliği düzenlenmesine rağmen, yeşil etkinlik uygulamalarına ilişkin anlayış oldukça düşüktür. Bu nedenle, spor olayının çevreye ve topluluklara etkisi son derece yüksektir. Yeşil etkinlik, sürdürülebilirliği bünyesinde barındıran özel etkinlikler olarak tanımlanabilir. Yeşil çevre dostu uygulama ve politikayı yönetime ve operasyonları barındırır. Yeşil etkinlik, çeşitli ekonomik, sosyal durumları en aza indirgemek için en büyük potansiyele sahiptir. Destinasyon üzerindeki çevresel olumsuz etkiler. Goldblatt (2011) teorisine göre, yeşil etkinlikler üç önemli noktaya temas eder. Eko turizmin bir sonucu olarak yenilik, koruma ve eğitim, sürdürülebilir kalkınma (adil ticaret, yenilenebilir enerji, kurumsal sosyal sorumluluk ve çevreyi yeşillendirme). İnovasyon, artan enerji verimliliği ve çevrecilik için ortaya çıkan stratejileri ve yeşil teknolojiyi yaratıcı bir şekilde kullanmak anlamına gelir; koruma, dünyanın doğal kaynaklarının sorumlu kullanımı ve atıkların en aza indirilmesidir. Bu çalışmanın amacı; yeşil büyüme ile ilgili olarak spor turizmi etkinliklerinin yönetimi ve organizasyonuna ilişkin literatürü gözden geçirmektir. Bu çalışma, yeşil uygulamaların teori ve ilkelerini, sorunları ve zorlukları paydaşların rollerini kapsayan yeşil spor etkinliklerinin kavramsallaştırılması ve uygulanmasını incelemektir. Sonuç olarak, literatürden elde edilen bilgiler doğrulusunda spor turizmi etkinlik organizatörleri tarafından dikkate alınması gereken bazı "yeşil" öneriler bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Spor ve Çevre, Spor Turizmi, Yeşil Turizm.

GREEN EVENT GREEN ECO-FRIENDLY CONCEPT IN SPORTS TOURISM

Asst. Prof. Cemile Nihal YURTSEVEN[1]

[1]Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Sports Sciences, Department of Sports Management Sciences, cny@iuc.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-8201-0752

ABSTRACT

A sporting event is characterized by a specific determination of the sport type, location, duration and date of performance. In the context of tourism, sports tourism is a constantly growing sector. In general, sporting events attract the attention of athletes, residents and tourists. Sporting events provide a great opportunity for tourism development at the local level, numerous opportunities for development at the business level and economic benefits for society as a whole. Although many sports tourism events are organized globally, the understanding of green event practices is quite low. Therefore, the impact of the sporting event on the environment and communities is extremely high. Green event can be defined as special events that incorporate sustainability. Green encompasses environmentally friendly practice and policy to management and operations. Green activity has the greatest potential to minimize various economic, social situations. Environmental adverse effects on the destination. According to Goldblatt (2011) theory, green events touch on three important points. Innovation, conservation and education, sustainable development (fair trade, renewable energy, corporate social responsibility and greening the environment) as a result of ecotourism. Innovation means using emerging strategies and green technology creatively for increased energy efficiency and environmentalism; conservation, responsible use of the world's natural resources and minimizing waste. The aim of this study; To review the literature on the management and organization of sports tourism events in relation to green growth. This study examines the conceptualization and practice of green sport events, covering the theory and principles of green practices, the problems and challenges of stakeholders and their roles. As a result, there are some "green" suggestions that should be taken into account by sports tourism event organizers in line with the information obtained from the literature.

Keywords: Sports and Environment, Sports Tourism, Green Tourism.

2. GİRİŞ

Küreselleşme adını verdiğimiz kavrama bağlı olarak, bilişim ve ulaşım alanlarındaki gelişmeler ile bireylerin harcanabilir gelirlerindeki artışı, turizmi dünyanın en büyük sektörlerinden biri haline dönüştürmüştür. Turizm sektörü bugün özellikle gelişmekte olan ülkelerde, yoksullukla mücadele, ihracata, istihdam gibi birçok hedeflere katkı yapan bir sektördür. Turizmin dünya genelinde hızlı bir şekilde gelişimi, son yıllarda çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir. Örnek vermek gerekirse; dünya ölçeğinde turizmin sera gazı salınımlarının yaklaşık %5'ini oluşturduğunu, ancak olağan seyirde 2035'e kadar bu oranın %130 artacağı hesaplanmaktadır (UNWTO, Tourism and Millenium: Development Goals, 2010). Bu oranlar turizmin zararlı etkilerinin gelecekte daha da yoğun bir miktarda olacağını ortaya koymuştur. Tüm bu gelişmeler ışığında artık tüm dünyada sürdürülebilir turizm (yeşil turizm) yaklaşımı benimsenmektedir.

2.YEŞİL EKONOMİ KAVRAMI

Günümüzde, Dünyadaki var olan kaynakların yanlış kullanılması sonucunda ortaya çıkan küresel felaketler, doğal kaynaklarında sınırsız olmadıklarını insanlara göstermiştir. İnsanoğlunun bunun farkına varmasıyla birlikte ülkelerin ilk hedefleri artık kalkınmak ve gelişmek olmayıp; bu temel amaçlarına ulaşabilmek ve sonuçları sürdürülebilir kılmak için doğal kaynak dengesini korumak olmuştur. Kısaca ifade etmek gerekilirse; çevreyle dost kalkınma gelişme politikaları oluşturulmalı ve uygulanmalı görüşü yaygınlaşmıştır. Dünyadaki tüm gelişmeler yaşamın devamlılığına bağlıdır bu bağlılıkta doğal kaynakların varlığıyla ve korunmasıyla olur. Günümüzde sürdürülebilirlik kavramının yeşil kavramıyla birlikte anlamlıdır. Literatürde sürdürülebilir kalkınma denilse bile, bunun arkasında mutlaka sürdürülebilir çevrenin, yani yeşil sürdürülebilirliğin olduğu gerçeğidir. Sürdürülebilir kalkınma yapısında kalkınma ve çevre olguları birbirini tamamlayan ve birbirine gereksinim duyan kavramlardır. Çevre her ne kadar yaşamımızı idame ettiğimiz bir alan olarak ifade edilse de, aslında çok büyük bir ekosistemi anlatmaktadır. Bu ekosistem bize fiziksel ve biyolojik pek çok ihtiyacımızı karşılayacak fırsatları sunmaktadır. Kaynakların kıt olduğunu varsayarsak, çevresel kaynaklarında kıt olduğunu ve mümkün olduğunca etkin kullanılması gereklidir. Sürdürülebilir bir kalkınma için bunun gerekli koşulun sağlanmış olması gereklidir. (Kuşat,2013) Yeşil ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma kavramları birbirlerinin tamamlayıcılarıdır. 2012 tarihlerinde Rio de Janeiro'da, "Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma (Rio+20) Konferansı" düzenlenmiştir. Konferansta sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun ortadan kaldırılması için yeşil ekonomi, en önemli araçlardan biri olarak görülmüştür. Sürdürülebilir turizm, turistlerin ve ev sahibi bölgelerin ihtiyaçlarını karşılaması bunun yanı sıra geleceğe yönelik fırsatları koruyan ve geliştiren turizm yaklaşımıdır (Mercan ve Özkök, 2013).

Sürdürülebilir turizm kavramının on iki temel hedefi vardır; bunlar yerel refah, sosyal eşitlik, ziyaretçi memnuniyeti, yerel kontrol, ekonomik süreklilik, istihdam kalitesi, toplumsal refah, çevresel saflık, kültürel zenginlik, fiziki bütünlük, biyolojik çeşitlilik, kaynak verimliliğidir. (TÜSİAD, 2012). Yeşil ekonominin hedeflerini sıraladığımızda biyolojik çeşitliliği, enerji ve kaynak verimliliğinin artması, sera gazı emisyonlarının kontrolü, su

tüketimi ve atık yönetimin, istihdamın ve gelirin artması, ve ekosistem hizmetlerinin korunması, kontrolü, iklim değişikliğinin kontrolü olarak sıralayabiliriz. Sürdürülebilir turizm ve yeşil ekonomi sadece doğal kaynaklarla ilgili politikalar ve uygulamalar değil, ayrıca turist beklentileri üzerinde de durmaktadır.

3.YEŞİL ETKİNLİK VE SPOR TURZİMİ

Küresel olarak birçok spor turizmi etkinliği düzenlenmesine rağmen, yeşil etkinlik uygulamalarına ilişkin anlayış oldukça düşüktür. Bu nedenle, spor olayının çevreye ve topluluklara etkisi son derece yüksektir.

Yeşil etkinlik, sürdürülebilir ve çevre dostu uygulama ve politikayı yönetim ve operasyonlara dâhil eden özel olaylar olarak tanımlanabilir. Destinasyon üzerindeki çeşitli ekonomik, sosyal ve çevresel olumsuz etkileri en aza indirme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, çevreye zarar vermeden müşterilerin ihtiyaç ve isteklerini karşılayan ürün ve hizmetlerin ortaya çıkması ve sürdürülmesi ile ilişkilendirilir. Yeşil olmayan etkinliklerin ücretlerinin yeşil etkinliklerden daha ucuz olmasına rağmen, katılımcıların çoğunluğunun daha yeşil etkinlikleri tercih ettiğini bulmuşlardır.

Ekonomik olarak etkinlikler yerel ekonomiye büyük ölçüde katkıda bulunur. Binlerce insanı getirebilir (Ranjan, 2016), ancak sosyal ve çevresel olarak etkinlikler binlerce ton atık yaratır (Case, 2013), aşırı miktarda elektrik kullanır, topraklara zarar verir. (Ranjan, 2016). Bu nedenle, tüm paydaşların karmaşık etkileşimini yönetirken gelecek için destinasyonun kaynaklarını korumak ve geliştirmek için bir dengenin bulunması gerekir. (Dünya Turizm Örgütü, 2007). Bu bağlamda, çevreyi özellikle koruma ve iyileştirme, iklim değişikliğini geciktirme, yeşil bir gündem izlemeye odaklanarak çevre dostu kalkınmaya daha fazla önem verecek ve karbon ayak izlerinin azaltılması sağlanacaktır.

Goldblatt teorisine göre, daha yeşil etkinlikler, eko turizm, sürdürülebilir kalkınma, adil ticaret, yenilenebilir enerji, kurumsal sosyal sorumluluk (KSS) ve yeşilin bir sonucu olarak yenilik, koruma ve eğitim olmak üzere üç temel değeri teşvik eder. İnovasyon, artan enerji verimliliği ve çevrecilik için ortaya çıkan stratejileri ve yeşil teknolojiyi yaratıcı bir şekilde kullanmak anlamına gelir; koruma, dünyanın doğal kaynaklarının sorumlu kullanımı ve atıkların en aza indirilmesidir ve eğitim, unutulmaz olay deneyimleri yaratarak çevreye karşı etik davranışı teşvik etmekle ilgilidir (Goldblatt, 2011). Bu nedenle, daha yeşil bir etkinlik sahnelemek için etkinlik organizatörleri yeşil teknolojileri, çevre dostu eylem planını, minimum atık üretimini, dünyanın ham kaynaklarının minimum kullanımını ve aynı zamanda tabiata karşı etik davranışı teşvik etmelidir.

Spor turizmi etkinliği organizatörleri, ev sahibi ülkenin yerel kamu otoritesi tarafından üretilen diğer herhangi bir yeşil yaklaşımı seçmekte de özgürdür (Clewer,2014), çevre dostu olmayı, güvenilirlik kazanmış, gelişmekte olan bir hareket olarak sınıflandırmıştır. Bu nedenle, yerel kamu otoritesinin kendi yeşil etkinlik yönergeleri olmalıdır, çünkü yeşile dönüşmek insanların yaşam tarzları ve trendleri için bir evrim haline gelmiştir.

Spor turizmi etkinliklerinin büyümesi, yerel kimlik inşasında önemli bir rol oynamakta, toplum katılımını artırmanın yanı sıra sosyal sermayeyi de artırmaktadır (Peric, Durkin & Wise, 2016). Spor etkinliklerinin çoğu turistik destinasyonda, özellikle Olimpiyat oyunları gibi mega ölçekli etkinlikler için dünya çapında medyanın maruz kalmasını sağlayabilecekleri görüntüleme araçları olarak kullanıldığına inanmaktadır. Spor etkinliklerinin faydalarına rağmen, spor etkinliklerinin büyümesi şüphesiz ekonomik, sosyokültürel, psikolojik, politik ve en önemlisi çevre üzerinde çeşitli ve karmaşık etkiler yaratmaktadır (Preuss, 2013;Mc Cullough (2014); Preuss (2013) olayın çok fazla atık, yüksek enerji ve su tüketimi ürettiğine inanmaktadır. Bu nedenle, spor etkinliği organizatörleri, düzenlenen etkinliğin çevreye zarar vermemesi için daha sorumlu davranarak etkinlikleri yönetme şeklini değiştirmelidir (Osterwalder, 2015).

4.SPOR ETKİNLİKLERİNDE YEŞİL UYGULAMALARIN YARARLARI, STRATEJİLERİ VE UYGULANMASI

Çevre dostu spor etkinliklerini planlarken ve uygularken, tüketicilerin ve işletmelerin ihtiyaçlarını karşılamanın yanı sıra, sürdürmeyi veya artırmayı kabul ederek geleceğin ihtiyaçlarını karşılamak için sorumlu eylemlerin, sosyal ve çevresel korumanın zorunlu olduğunu öne sürmektedir. (Moise& Makovei, 2014) Bunun dışında yeşil yaklaşım sonuç olarak, yeşil etkinliğin uygulanması çevre ve yakın çevre üzerinde çeşitli etkiler yaratır. Turizmle ilgili sektördeki yeşil uygulamalar, destinasyonun "yeni turizm" olarak tanınmasıyla destinasyon için iyi bir marka imajı sağlar (Praveena, 2013).

Yeşil uygulamaların birçok mega etkinlik için ihale sürecinde önemli olduğuna inanmaktadır. Önümüzdeki yıl için bir mega etkinlik ihalesini güvence altına almak, ihale sürecinden çok daha zor olacaktır. Bu nedenle yeşil uygulamanın ihalelerin sürdürülmesine ve ev sahibinin daha fazla sponsor kazanmasına yardımcı olacağına inanmaktadır (FISA, 2013). Ayrıca, işletmeyi uzun vadede korumak için yeşil uygulamada önemlidir (Rittichainuwat & Mair, 2012).

Yeşil bir spor etkinliği, daha yeşil kaynakların kullanılmasına vurgu yapan bir spor etkinliğidir. Etkinlik düzenleyicisinin, enerji ve ulaşım kullanımını azaltmayı kapsayan yeşil yönergeleri takip etmek gibi, etkinliğin yönetiminde yeşil konsepti benimsemesini sağlamak için yapabileceği birçok yol vardır. Benzer şekilde, satın alma, atık ve sanitasyonun etkisi de en aza indirilmelidir. Böylece, yeşil konsepti uygulayarak, çevre üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda katılımcıları ve organizatörleri maliyet ve kaynak tasarrufu açısından eğitmeye de yardımcı olur.

Spor etkinliklerinde yeşil kavramları kullanmanın ve manevra yapmanın çok sayıda yolu vardır çünkü spor ve çevre birbirine bağlıdır ve çevreyi korumak için yeşil kavramları enjekte etmek hayati önem taşır. Birleşmiş Milletler Çevre Programları (UNEP), çevrenin korunmasını sağlamak için atanmış ve birçok mega ve büyük spor etkinliğine dahil olmuş büyük ajanslardan biridir. Bunlar arasında Olimpiyat Oyunları, FIFA Dünya Kupası ve İngiliz Milletler Topluluğu Oyunları bulunmaktadır. UNEP, 1994 yılında spor ve çevre alanında çalışmaya başlamıştır ve temel amacı, çevresel hususların spora entegrasyonunu

teşvik etmektir. UNEP 2004'ten beri farkındalık yaratmak adına çevrenin önemi konusunda halk arasında farkındalığı teşvik eder ve ayrıca Olimpiyat Oyunları için yeşil bir kılavuz sağlar. Bununla birlikte, spor etkinliklerinin çevre üzerindeki etkisinin bir sonucu olarak, yeşil spor hareketi yalnızca UNEP'in dikkatini çekmemiş, aynı zamanda Doğal Kaynakları Savunma Konseyi (NRDC) de çevreyi koruma davasına katılma konusunda desteklerini de göstermiştir.Gerçekten de, UNEP spor etkinliklerinin doğal çevreyi etkileyebileceği çeşitli yolları listeler ve bunlar;

- Kırılgan ekosistemlerin veya kıt arazilerin gelişimi;
- Gürültü ve ışık kirliliği;
- Yenilenemez kaynakların tüketimi;
- Doğal kaynakların tüketimi;
- Sera gazı emisyonları;
- Ozon tabakasının incelmesi;
- Pestisit kullanımından kaynaklanan toprak ve su kirliliği;
- İnşaat sırasında ve izleyicilerden kaynaklanan toprak erozyonu ve tesis inşaatından ve seyircilerden kaynaklanan atık üretimi.

5.OLİMPİYAT OYUNLARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Uluslararası Olimpiyat Komitesi Başkanı Jacques Rogge'a göre, (IOC) sporda ve spor aracılığıyla sürdürülebilir kalkınmayı ve çevreye saygıyı teşvik etmeye kararlı olduklarını ve düşünce olarakta: bozulmuş bir çevrenin spor üzerindeki etkisi ve sporun özellikle Olimpiyat Oyunlarının çevre üzerindeki etkilerini vurgulamaktadırlar. Sidney 2000, Pekin 2008, Londra 2012, Rio 2016, Tokyo 2020 Olimpiyat Oyunlarıda sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin Olimpik Hareketin vizyonunu göstermektedir.

Ancak, başlangıçta Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC), Olimpiyat Oyunlarının planlanmasında ve sunumunda çevresel hususları kabul etmekte yavaş kaldı. Fransa'daki 1992 Kış Olimpiyatları sırasında, çevreyle ilgili kaygılar ilk kez halk tarafından dile getirildi ve sonunda 1994'te Norveç'in Lillehammer kentinde ilk "Yeşil Oyunlar" a öncülük etmiştir. Ayrıca önceki Olimpiyat oyunlarında olmayan çevre standartlarını da belirlediler. Ayrıca, spor ve kültürün yanı sıra, Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC), sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etme çabası olarak çevreyi Olimpik Hareketin üçüncü ayağı haline getirdi. Gerçekten de Olimpik Hareket'in Gündem 21 raporu, kuruluşun çevresel sürdürülebilirliğe olan bağlılığını vurgulamaktadır. Daha sonra 1995 yılında, çabaları desteklemek için IOC Spor ve Çevre Komisyonu oluşturuldu (http://www.olympic.org/sport-environment-commission). Bu operasyona 2000 yılında Sidney'deki Yaz Olimpiyatları'nda devam edilmiştir. Yaz Olimpiyatları için Çevre Yönergeleri, tesislerin daha çevre dostu bir şekilde inşa edilmesini sağlamak için geliştirilmiştir. Bu nedenle, Olimpiyat ev sahibinin 2000 Sidney Olimpiyat Oyunları sırasında görülebileceği gibi yönergeleri kullanması gerekiyordu. Sidney Olimpiyatları 2000'e dayalı olarak (bu yönergeler, başlıca Olimpik tesislerin planlanması ve inşası, enerji ve su tasarrufu, atıktan kaçınma ve en aza indirme, hava, su ve toprak kalitesi,

doğayı ve doğal ortamları koruma, ticaret, biletleme, yemek, atık yönetimi, ulaşım ve gürültü kontrolü gibi). Sonuç olarak, bu yönergelerin uygulanmasından Sidney Olimpiyatları "şimdiye kadarki en yeşil veya en sürdürülebilir Oyunlar" olarak kabul edildi (Campbell 2011; Allen vd., 2011). Sekiz yıl sonra, 2008 Pekin Olimpiyatları, oyuna ev sahipliği yapmak için çevre dostu yöntemler kullanarak dünyanın en iyi çevre uygulamasına ulaştı. Yaz Olimpiyatları için "yeşil olimpiya sloganıyla birtakım çevresel hedefler belirlemiş; bu hedefler, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen ekolojik ölçütler olmuştur. Pekin, hazırladığı öneri planıyla, Uluslararası Olimpiyat Komitesi (International Olympic Committee--IOC) tarafından ev sahibi seçilmiştir. Bundan sonraki süreçte, çevresel ilkelere bağlı kalınmaya çalışılarak bir takım sürdürülebilir düzenlemeler yapılmıştır. Önceleri gelişen dünyanın mevcut teknolojileri ve sistemi hem çevreyi kirletiyor hem de çevreye zarar veriyordu. 2008 Pekin Olimpiyatlarının amaçlarından biri "Yeni Pekin, Yeni Olimpiyatlar" teması doğrultusunda bir "Yeşil Olimpiyatlar" düzenlemekti. (Yichen Han, Haojie Sun, Yu Dong & Yong Li, 2011).

Bu bağlamda Pekin, daha sürdürülebilir yaklaşımları tercih etmek için ortak çabaların mümkün olduğunu kanıtlayabilmiştir. Örneğin, Olimpiyat sahalarındaki ana iyileştirmelerden biri, en yeni enerji tasarrufu teknolojisinin getirilmesidir. Bu, güneş enerjili sıcak su, jeotermal ve güneş fotovoltaik (PV) sistemleri gibi çeşitli teknolojilerin Olimpiyat Köyü'nde sergilendiği yerlerde kanıtlanmıştır. Dolayısıyla fosil yakıtları kirletmek yerine yeşil teknolojiye bel bağlayarak yeni bir paradigmayı temsil etmektedir (Beyer, 2006). Ayrıca, Oyunlara uygun hava kalitesini iyileştirmek için Pekin, yeni araç emisyon standartlarını EURO IV'e yükselterek bir adım daha ileri gitmiş ve böylece dünyadaki en katı emisyon standartları haline gelmiştir.

Buna ek olarak, Pekin, trafik sıkışıklığını ve araçlardan kaynaklanan emisyonu azaltmak ve toplu taşıma kullanımını teşvik etmek için şehre dört yeni demiryolu hattı ve Olimpiyat Yeşili içinde bir direkt hat eklemiştir. (http://chinesejil.oxfordjournals.org/). Olimpiyat komitesi, Londra 2012 olimpiyat vizyonunu, "Olimpiyat Oyunları'nın gücünü, sürdürülebilirlik konusunda dünyadaki değişimin esin kaynağı hâline getirmek" olarak belirlemişti. Bu yönde yapılacak çalışmalar için sporcular, izleyiciler, sponsorlar ve akla gelen tüm paydaşların dahil olacağı bir stratejik planda oluşturuldu.

Londra 2012'de sürdürülebilirlik açısından temel alınan basit ama çok etkili üç uygulamayı ortaya koymuş bunlar; uygun olduğu sürece yeniden tesisleşme yoluna gidilmeyecek, Londra'da hâlihazırda var olan spor tesisleri kullanılacak ve sadece kalıcı yapılar inşa edilecek ve bu tesisler Olimpiyat Oyunları'ndan sonra da kullanılacak, son olarak ta geçici yapılar ancak ilk iki maddenin uygun olmadığı hâllerde ve zorunluluk durumunda kullanılacak. Londra 2012 Organizasyon Komitesi'nin (LOCOG) başkanı, 1970 ve 80'lerin efsane orta mesafe koşucusu Sebastian Coe, Pekin'deki İngiltere Büyükelçiliği'nin önünde bisiklete binerek, Oyunlar'ın çevre dostu ve sürdürülebilirlik hazırlıklarına dikkat çekmiştir. Londra 2012 Organizasyon Komitesi'nin (LOCOG) başkanı, 1970 ve 80'lerin efsane orta mesafe koşucusu Sebastian Coe, Pekin'deki İngiltere Büyükelçiliği'nin önünde bisiklete binerek, Oyunlar'ın çevre dostu ve sürdürülebilirlik hazırlıklarına dikkat çekmiştir. Rio 2016 Olimpiyatlarında ise "Sporcular Ormanı" oluşturulması için Brezilya'ya özgü bir ağaç tohumu

sporculara özel bir kutu ile sunulmuştur. Amaç, yeniden ağaçlandırma çabaları için farkındalık yaratmak idi. Olimpiyat alevini sağlayan kazanların tarihinin en küçükleri olması bir tesadüf değildi. Bu kazanların küçüklüğü fosil yakıtların korunmasını simgeliyordu.

Tesislerin inşaatı Rio 2016'nın karbon ayak izinin yaklaşık% 20'sini oluşturdu ve bu da oyunların üretmesi beklenen 3,6 milyon ton CO2'den 730 binine takamül ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, geri dönüştürülmüş ve daha çevreci materyallerin (bambu gibi) kullanılması geçici yapıların karbon ayak izini azaltmaya çalıştılar. Tokyo 2020 Oyunları hazırlık komitesi, sürdürülebilirlik geniş bir yelpazede, çevre, sosyal ve ekonomik yönleri ile birlikte değerlendirilmişti (The Tokyo Organising Committee of the Olympic and Paralympic Games) Tokyo 2020 Olimpiyat ve Paralimpik Oyunları için planlanan 37 spor tesisinde 15'i hâlihazırda kullanılan tesislerden oluşturuldu. Amacın, inşaat ve arazi kullanımına ilişkin çevresel zararlanmayı ve maliyetleri en aza indirgeyebilme olduğunu da açıklamıştı.

6. YEŞİL SPOR TURİZMİNİ UYGULAMADAKİ SORUNLAR VE ZORLUKLAR OLAYLAR

Yeşil spor turizmi etkinliklerinin uygulanması çevreye olumlu etki sağlar. Ancak, yeşil kavramların uygulanması sırasında spor etkinliği organizatörlerinin karşılaşabileceği bazı sorunlar ve zorluklar vardır. Bunlar;

6.1.Kilit paydaşların katılımı

Etkinlik düzenleyicileri, yeşil bir spor etkinliği düzenlemeye karar vermeden önce, kilit paydaşların katılımını dikkate almaları gerekir çünkü tüm paydaşların yeşil kavramları desteklemesi gerekmeyebilir (Figueredo & Tsarenko, 2013). Etkinliklerin çoğu genellikle farklı ve bazen çatışan çıkarlara sahip paydaşlar tarafından organize edildiğinden ve taraflar arasında geliştirilecek katılımın yanı sıra işbirlikçi ittifaklar veya ortaklıklar gerektirdiğinden (Figueredo & Tsarenko, 2013), Etkinlik, çeşitli paydaşların bir etkinliğin amacı ve yararları üzerinde anlaşmaya varması gerekir. Etkinlik organizatörleri her zaman katılımcıları yeşil uygulamalara katılmaya ve desteklemeye çekmeye çalışmanın zorluğuyla karşı karşıyadır. Katılımcıların bir kısmı yeşil etkinliğin önemini ve bir etkinliğe katılırken neden yeşil uygulamaları uygulaması gerektiğini bilmemektedir. Ek olarak, sponsorluk kararları, etkinliğin yeşil unsurlarına odaklanmaya dayalı olacaktır, bu nedenle sponsorlar, etkinlik planlayıcılarının ve yöneticilerinin yeşil kimlik bilgilerini desteklemek için ilgili bilgilerin yanı sıra materyal talep edebilir.

6.2.Operasyonel sorunlar

Etkinlik organizatörlerinin, bir etkinlikte yeşil uygulamaları geliştirmek için operasyonel sorunları dikkate almaları gerekir. Bunun yanı sıra, trafik sıkışıklığına ve gürültü kirliliğine yol açabilecek, özellikle etkinlik alanlarına ulaşmak için arabaların kullanılması üzerinde başka olumsuz etkiler de vardır (Ranjan, 2016; Liu & Wilson, 2014). Ayrıca atık yönetimi, özellikle kırılgan ortamlarda çok sayıda kişiye hitap eden etkinliklerde dikkate alınması gereken operasyonel konuların yönlerinden biridir. Bunun nedeni, bazı etkinlik organizatörlerinin yeşil ilkeleri pratik olarak uygulama yolları konusunda farkındalık eksikliğidir.

6.3.Yeşil bir etkinlikle ilgili bir mesajı teşvik etmek

Ayrıca, çevre dostu ve kültürel açıdan dost işletme ve mekân, yeşil bir etkinliğin geliştirilmesinde yalnızca ana unsurlar değildir, çünkü etkinliğin kendisi de temalı gösteriler, sunumlar ve yiyecek ve içecek gibi çeşitli yollarla yeşil mesajı tanıtmak için bir platform olabilir. Etkinlik organizatörleri mesajı katılımcılara başarılı bir şekilde iletemediğinde yeşil mesajı tanıtmanın zorluğu ortaya çıkabilir. Muhtemelen olayla ilgili medya kapsamı belirsiz ve uygunsuzdur. Katılımcılar, etkinlikte uygulanan yeşil uygulamalardan haberdar olmayabilir. Bu nedenle, yeşil etkinliğin amacına başarıyla ulaşılamaz(Turco, Riley & Swart, 2002).

6.4.İdari Stratejiler

Başarılı olaylar, finansal ve insan kaynakları da dahil olmak üzere tüm kaynakların etkin ve verimli kullanımı ile karakterize edilir (Greenwell, Danzey-Busell ve Shonk, 2014). Başarısız olaylar genellikle yetersiz personel ve verimsiz finansal yönetimin bir sonucudur. Dolayısıyla bu bağlamda etkinlik organizatörlerinin karşılaştığı zorluk, işi başarılı bir şekilde yerine getirmek için gerekli nitelik ve becerilere sahip uygun bir kadroyu işe almaktır. Ayrıca, uygun eğitimin tasarlanması ve personel işgücünün sürdürülmesi esastır. Gerçekten de çoğu etkinlik, başarılı bir etkinlik oluşturmak için personel kadar gönüllülere de ihtiyaç duyar. Sonuç olarak, mali ve bütçeleme, etkinliğin hiçbir zarara uğramamasını veya daha da önemlisi kâr etmesini sağlamak için temel uygulama stratejileridir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Tüm etkinliklerin tamamen yeşil olması pek olası değildir, ancak tüm etkinlikler daha yeşil halede gelebilir. Bu nedenle, etkinlik organizatörleri, olumsuz etkileri azaltmak ve fırsatları optimize etmek için daha yeşil bir spor etkinliği planlamaya, organize etmeye, yönetmeye ve sahnelemeye çalışmalıdır. Bu nedenle, yeşil mesajın katılımcılara ve topluluklara başarılı bir şekilde iletilmesini sağlamak için her paydaş yeşil konsepte katılmalı ve desteklemelidir. Ev sahibi topluluğa birçok fayda sağlayan yeşil uygulamanın önemini kabul etmelidirler. Etkinlik organizatörleri, daha yeşil etkinliği uygulamadan önce bir plan yapmalı ve etkili ve verimli bir strateji düşünmelidir. Yeşil spor turizmi etkinliklerini planlarken atık yönetimi, ulaşım, enerji verimliliği, su tasarrufu ve mekan seçimi gibi yeşil odak alanlarını belirlemeleri gerekir. Gerçekten de, çevresel sürdürülebilirliği göz önünde bulundurarak etkinlikleri yönetmek, gelecekte her etkinlik yöneticisi için bir öncelik olmalıdır. Esasen, olayların sürdürülebilirliği, tüketicilerin ve işletmelerin mevcut ihtiyaçlarını karşılamak için sorumlu eylemleri, sosyal ve çevresel korumayı ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılaması için kaynakları korumayı veya artırmayı kabul etmeyi gerektirir.

Bu nedenle, bir etkinliği tasarlarken, tanıtırken ve yürütürken kuruluşlar ve şirketler, bunun paydaşlar üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkisini ve ayrıca çevre üzerindeki etkisini dikkate almak zorundadır. Etkinlik endüstrisindeki son zorluklar, büyük miktarda atık ve aşırı kaynak gibi kirliliğe neden olabilecek etkinlik programları ve faaliyetler nedeniyle çevresel kaliteyi iyileştirmektir. Bu nedenle, etkinlik organizatörlerinin veya planlayıcılarının rolü, çevre dostu

veya çevre dostu etkinliklerin yapılmasını sağlamak için hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda, özellikle spor etkinliklerinin düzenlenmesi bağlamında yeşil etkinliklerle ilgili ilgili çalışmaların eksikliği devam etmektedir. Sonuç olarak, literatürden elde edilen bilgiler doğrulusunda spor turizmi etkinlik organizatörleri tarafından dikkate alınması gereken bazı "yeşil" öneriler bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Allen, J., O'Toole, W., McDonnell, I. & Harris, R. (2011). Festival andSpecial Event Management. (6th. Ed.). Milton: John Wiley & SonsAustralia, Ltd.

[2] Bharatish, A., Murthy, H. N., Anand, B., Madhusoodana, C. D., Praveena, G. S., & Krishna, M. (2013). Characterization of hole circularity and heat affected zone in pulsed pCO2 laser drilling of alumina ceramics. *Optics & Laser Technology*, *53*, 22-32.

[3] Case, R. (2013). Events and the Environment. New York: NY. Routledge.

[4] Clewer, J. (2014). A Model for Meeting and Event Venues to Implement Green Practices Theses, Dissertations, Professional Papers and Capstones)

[5] Clewer, J**.** (2014). A Model for Meeting and Event Venues to Implement Green Practices (UNLV Theses, Dissertations, Professional Papers and Capstones). Retrieved from https://digitalscholarship.unlv.edu/ thesesdissertations/260

[6] Greenwell, C. T., Danzey-Bussell, A. L., & Shonk, J. D. (2014). Managing Sport Events. Champaign, IL: Human Kinetics.

[7] Figueredo, F. & Tsarenko, Y. (2013). Is 'Being Green' A Determinant ofParticipation in University Sustainability Initiatives? International Journal of Sustainability in Higher Education,14, 242-253. Retrievedfrom https://eric.ed.gov/?id=EJ1014217

[8] FISA (2013). BMW Partner with World Rowing for Clean Water. Available at: http://www.worldrowing.com/news/bmw-partners- with-world- rowing-for-clean-water (Accessed: 20/12/2022)

[9]Figueredo, F. & Tsarenko, Y. (2013). Is 'Being Green' A Determinant ofParticipation in University Sustainability Initiatives? International Journal of Sustainability in Higher Education,14, 242-253. Retrievedfrom https://eric.ed.gov/?id=EJ1014217

[10] Goldblatt, S. D. (2011). The complete guide to greener meetings and events (Vol. 61). John Wiley & Sons.

[11] Kuşat, N. (2013). Yeşil Sürdürülebilirlik İçin Yeşil Ekonomi: Avantaj Ve Dezavantajları Türkiye İncelemesi. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 8(29), 4896-4916.

[12] TÜSİAD (2012), Sürdürülebilir Turizm, http://www.tusiad.org.tr/__rsc/shared/file/SurdurulebilirTurizm-rapor.pdf, [İndirme Tarihi: 20.12.2022]

[13] UNEP (2012), Tourism in the Green Economy Background Report, http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/ger_final_dec_2011/Tourism%20in%20the%20green_economy%20unwto_unep.pdf, [İndirme Tarihi: 20.14.2022]

[13] UNWTO (2012), Tourism and Millenium Development Goals

http://www.unwto.org/tourism&mdgsezine ,[İndirme Tarihi: 10.12.2022].

[14] Praveena, L. (2013). Green Tourism as a Demand Driver for Destination Branding of India. International Journal of Applied Services Marketing Perspectives, 2(1), 268–272.

[15] Preuss, H. (2013). The contribution of the FIFA Worlld Cup and the Olympic games to green economy. Sustainability. 5, 3581-3600. Retrieved form www.mdpi.com/journal/sustainability.

[16] Ranjan, W. (2016). A Study of Analysis and Evaluate Issues and Challenges in Sport Events. IOSR Journal of Sports and Physical Education, 3(4), 25–29. Retrieved from *http://doi.org/10.9790/6737-03042529.*

[17] Rittichainuwat, B., & Mair, J. (2012). An exploratory Study of Attendee Perceptions of Green Meetings. Journal of Convention & Event Tourism, 147-158. Retrieved from https://doi.org/10.1080/15470148.2012.706 786.

[18] UNEP magazine for youth, 30(1), p 8. Retrieved from www. unep.org.United Nations Environment Programme. (2010). About UNEP, Sports andthe Environment. Retrieved from http://knowledge.wharton.upenn.edu/article/reducing-sports-impact-environment.

[19] World Tourism Organisation. (2007). A Practical Guide to TourismDestination Management. Spain: World Tourism Organisation.

[20] Yichen Han, Haojie Sun, Yu Dong., & Yong Li. (2011). The Sports TourismImpacts – zxThe Case of Olympics events. The proceeding in 2011International Conference on Future Computer Science and Education,71-74. DOI: 10.1109/ICFCSE.2011.26

[21]Moise, D., & Macovei, O.I. (2014). Green Events - The new Responsibilityof the Organisations. Romanian Journal of Marketing. Retrieved fromhttp://connection.ebscohost.com/c/articles/99420661/green-events-new-responsibility-organizations.

ÇOCUKLARIN ANAEROBİK PERFORMANS ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE GENEL BİR ARAŞTIRMA

İbrahim CAN [1], Bilgin ATAŞ [2]

[1] Iğdır Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, e-mail: ibrahimcan_61_@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-2050-1473

[2] Iğdır Gödekli Ortaokulu, e-mail: bilginatas76@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3823-0250

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, çocukların anaerobik performans özellikleri üzerine genel bir araştırma yapılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, çalışmada tarama modeli kullanıldı. Çocuklar spontane olarak çeşitli egzersizler seçerler ve birkaç saniye boyunca kendilerini kolayca zorlarlar, ancak monoton veya ağır işleri gerçek anlamda sevmezler. Bu bakımdan çocukların yaşam tarzı daima anaerobik karakterdedir ve genellikle kısa süreli ve yüksek yoğunluklarda gerçekleştirilen veya patlayıcı tarzdaki anaerobik aktivitelerde bulunurlar. Çocukların yaptığı fiziksel aktivitelerin büyük çoğunluğunu farklı oyun türleri oluşturur. Bu nedenle, çocukların günlük yaşamlarındaki oyunların veya çocuk sporlarının genellikle kısa süreli ve yüksek egzersiz yüklerini gerektirdiği ifade edilebilir. Bir diğer ifadeyle, çocukların bu tarzdaki anaerobik aktivitelere katılma ihtimali aerobik dayanıklılık gerektiren daha uzun süreli ve düşük yoğunluktaki aktivitelere katılabilme ihtimalinden daha fazladır. Yetişkinlere göre çocukların anaerobik güç ve kapasitesi daha düşük olduğundan anaerobik görevlerin ya da sprint, yüzme, atma ve atlama gibi anaerobik tarzdaki aktiviteleri yapabilme yetenekleri, ergen ve yetişkinlere göre belirgin şekilde daha düşüktür. Bu durum, kısmen çocuğun kısa süreli yüksek yoğunluktaki egzersizler esnasında kimyasal enerji kaynaklarından mekanik enerjiyi üretebilme becerisinin daha az olduğunu gösterir. Çocuklarda anaerobik performans genellikle kas kütlesi ve yağsız vücut kütlesine bağlıdır. Sonuç olarak, çocukların anaerobik performansları günlük aktivitelerini gerçekleştirebilmeleri için önemli bir fizyolojik faktördür ve yeterli bir seviyede olması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, Performans, Oyun, Anaerobik

A GENERAL RESEARCH ON THE ANAEROBIC PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF CHILDREN

ABSTRACT

The aim of this study was to conduct a general research on the anaerobic performance characteristics of children. For this purpose, scanning model was used in the study. Children spontaneously choose various exercises and easily push themselves for a few seconds, but they really do not like monotonous or heavy work. In this regard, children's lifestyles are always anaerobic, and they usually engage in anaerobic activities of short duration and high intensity or explosive style. Different types of play constitute the majority of physical activities that children. For this reason, it can be stated that the games or children's sports in the daily lives of children usually require short-term and high exercise loads. In other words, children are more likely to participate in such anaerobic activities than they are to participate in longer duration and low-intensity activities that require aerobic endurance. Since children have lower anaerobic power and capacity than adults, their ability to perform anaerobic tasks or anaerobic-style activities such as sprinting, swimming, throwing and jumping is significantly lower than adolescents and adults. This indicates, in part, that the child has less ability to generate mechanical energy from chemical energy sources during short periods of high-intensity exercise. Anaerobic performance in children is generally dependent on muscle mass and lean body mass. As a result, the anaerobic performance of children is an important physiological factor for them to be able to perform their daily activities and should be at a sufficient level.

Keywords: Child, Performance, Play, Anaerobic

GİRİŞ

Bir kişinin maksimal anaerobik aktiviteyi uygulayabilme özelliği olarak tanımlanan anaerobik performans için literatürde mekanik güç, anlık güç, anaerobik güç, ortalama güç, kısa süreli güç laktasit güç, alaktasit güç, maksimal güç, anaerobik kapasite, anaerobik çalışma kapasitesi ve lokal kas dayanıklılığı gibi terimler yaygın şekilde kullanılmaktadır. Genel olarak, birkaç saniye içinde en yüksek mekaniksel gücü üretebilme (zirve güç) ve kısa zamanda yüksek güç verimini sürdürebilme yeteneği (ortalama güç) anaerobik performansın göstergeleri olarak düşünülebilir (Chia ve Armstrong 2007; Inbar ve Chia, 2008). Anaerobik güç ve anaerobik kapasite terimleri genellikle adenozin trifosfat - kreatin fosfat (ATP-CP) ve anaerobik glikoliz olarak bilinen iki farklı anaerobik enerji sisteminin tüketimine göre kullanılır. Diğer bir ifadeyle anaerobik gücün

ATP-CP sisteminin, anaerobik kapasitenin ise anaerobik glikolizin ölçümü olduğu düşünülür (Kearney ve ark., 2000). Anaerobik güç gerçekleştirilebilen maksimal çalışma oranı, anaerobik kapasite gerçekleştirilebilen yüksek yoğunluklu maksimal çalışma miktarı olarak ifade edilir. Bir (1) saniye üstünde üretilen zirve güç anaerobik gücü gösterirken, otuz (30) saniye üstündeki çalışma (iş) miktarı anaerobik kapasiteyi gösterir (Martin, 2014). Anaerobik tarzdaki etkinlikler kısa süreli ve yüksek yoğunlukta gerçekleştirilen etkinliklerdir. Kaslarda depolanan glikoz olan glikojen, anaerobik tarzdaki aktivitelerde (kısa süreli spor oyunları, ağırlık çalışmaları, sprintler vb.,) enerji sağlar (Lueder ve Valerie, 2008).

Çocukların günlük yaşantılarında gerçekleştirdiği hareketlerin büyük bir çoğunluğu, kısa süreli toparlanma dönemlerine sahip olan patlayıcı tarzda veya yüksek yoğunluklardaki etkinliklerden meydana gelir. Çocukların patlayıcı tarzda gerçekleştirilen anaerobik aktivitelere katılabilme ihtimali, uzun süreli düşük yoğunluklarda yapılan aerobik aktivitelere katılabilme ihtimalinden daha fazladır. Bu tarzdaki aktiviteleri gerçekleştirebilmek için yeterli seviyedeki bir anaerobik performansın olması gerekir (Bailey ve ark., 1995; Verschuren ve ark., 2013). Yetişkinler ve çocuklar arasındaki yaş farkının metabolizma üzerinde önemli bir etkisi olduğu ve bu nedenle çocukların yetişkinlerden düşük bir anaerobik kas aktivite kapasitesine sahip olduğu belirtilir. Yani, çocukların metabolik olarak daha yüksek bir oksidatif etkinliğe yatkın olmasından dolayı anaerobik kapasiteleri düşüktür (Kraemer ve ark., 2011; Porcari ve ark., 2015. Bu nedenle, anaerobik tarzda yapılan aktiviteleri gerçekleştirebilme kabiliyeti ergen ve yetişkin bireylerle kıyaslandığında çocuklarda daha düşüktür. Bu, kısmen çocuğun kısa süreli yüksek yoğunlukta egzersizlerde kimyasal enerji kaynaklarından mekanik enerjiyi üretebilme becerisinin daha az olduğunu gösterir (Van-Praagh, 2007; McArdle ve ark., 2010). Ayrıca, çocuklarda anaerobik performans genellikle kas kütlesi ve yağsız vücut kütlesine bağlıdır (Van-Praagh, 2000). Sonuç olarak çocukların anaerobik performansları günlük aktivitelerini gerçekleştirebilmeleri için çok önemli bir fizyolojik faktördür ve yeterli bir seviyede olması gerekir. Bu bakımdan, çocukların anaerobik özellikleri hakkında kapsamlı bir bilgi sahibi olmak, hem aileler hem antrenörler hem de çocuklar için oldukça önemlidir. Bu nedenle, şimdiki çalışmada çocukların günlük işlerinde oldukça önemli olan anaerobik performansları üzerine genel bir literatür çalışmasının yapılması amaçlanmıştır.

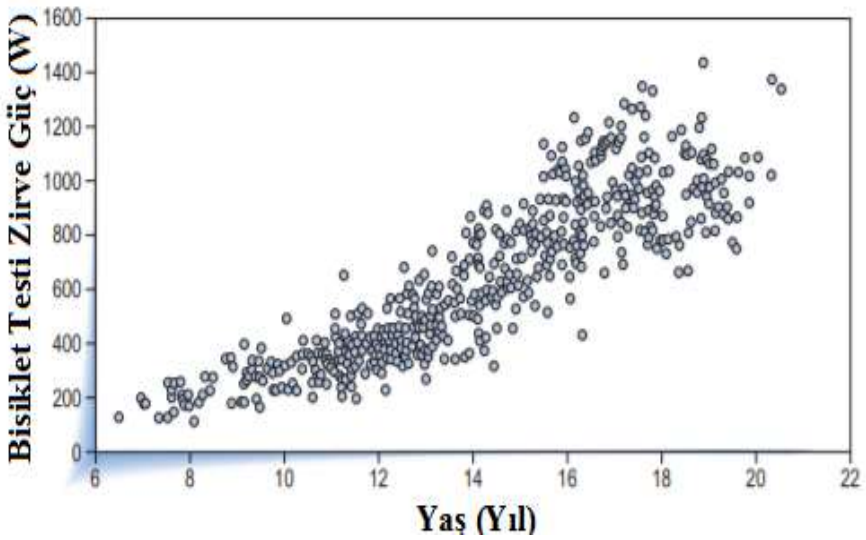
YÖNTEM

Yapılan bu araştırmada, tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, geçmişte ya da halen var olan bir durumu, var olduğu şekliyle tanımlamayı amaçlayan bir yöntemdir.

BULGULAR

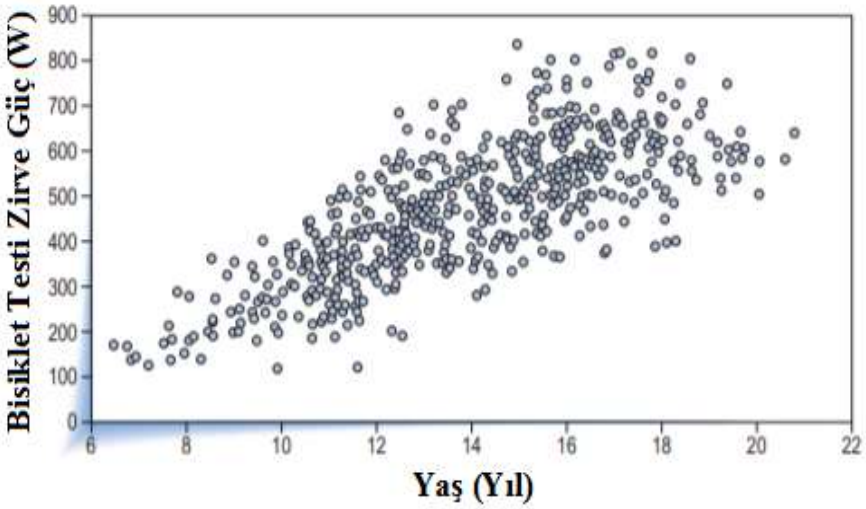
Ergenlik öncesi çocuklarda ortalama aktivite süresinin düşük ve orta yoğunluklu aktiviteler için 6 saniye, yüksek şiddetli aktivitelerde ise 3 saniye civarında olduğu belirtilmiştir (Bailey ve ark, 1995). Prepubertal çocuklarda düşük anaerobik performansın muhtemel sebepleri olarak düşük glikolitik kapasite, yetersiz sinir kas koordinasyonu, kasın düşük fosfofruktokinaz aktivitesi, egzersizi takiben kanda oluşan düşük asidoz, kanda düşük testosteron konsantrasyonunun olası etkisi açıklanabilir (Jürimae ve Jürimae, 2000). Submaksimal egzersizler sırasında ve maksimal egzersizlerden sonra elde edilen ortalama kan laktat değerleri yetişkinlere göre çocuklarda daha düşüktür (Boisseau ve Delamarche, 2000; Rowland, 2005: Van- Praagh, 2007). Maksimal bir egzersizden sonra zirve laktat değerleri ise yetişkinliğe kadar yaşla birlikte nispeten pozitif bir doğrusal bir artış gösterir. Bu artış, 6-14 yaşları arasındaki erkek çocuklarda yaklaşık olarak % 50, kızlarda ise biraz daha azdır (Rowland, 2005).

Anaerobik performansın ölçülmesi için yapılan ilk çalışma, Margaria ve ark, (1966) tarafından 10 ila 15 yaşları arasında antrenmansız kız ve erkek çocuklarda basamak koşusunda kısa süreli güç değerinin belirlenmesi için yapılan çalışmadır. Bahsi geçen çalışmada, 11 ve 15 yaşlarında kız ve erkekler arasında mutlak maksimal anaerobik performansta önemli cinsiyet farklılıkları elde edilirken, relatif maksimal anaerobik performans için cinsiyetler arasında önemli farklılık olmadığı elde edilmiştir.



Şekil 1. Erkek Katılımcılarda Yaş ve Bisiklet Testindeki Zirve Güç Değeri Arasındaki İlişki (Van-Praagh, 2000)

Çocukluk ve ergenlik dönemlerinde yapılan bisiklet testleri esnasında ulaşılan maksimal güç değerlerinin, genç yetişkinlerin değerinden daha düşük olduğu elde edilmiştir. Ayrıca, yetişkin ve erkek çocukların anaerobik özellikleri arasındaki fark, kız ve kadınların arasındaki farktan fazladır. 7 ila 21 arasında yaşları farklılaşan binden çok katılımcının on saniyeden kısa zamanda biten yük kuvvet-hız sonucuna göre zirve güç değeri ve yaş arasında anmalı bir ilişkinin olduğu, kadınların değerlerine kıyasla yaşla beraber erkeklerin zirve güç değerlerinde çok az değişiklik olmasına rağmen, yine de hem erkek (şekil 1) hem de kadınların (şekil 2) bisiklet testinde elde edilen zirve güç değerlerinde artış olduğu elde edilmiştir (Armstrong ve Welsman, 2007).



Şekil 2. Kadın Katılımcılarda Yaş ve Bisiklet Testindeki Zirve Güç Değeri Arasındaki İlişki (Van-Praagh, 2000)

Armstrong ve ark., (2001) tarafından farklı yaş gruplarındaki (12, 13 ve 17 yaşlarında) çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada, katılımcıların zirve ve ortalama güç değerleri belirlenerek yaş, cinsiyet ve olgunluk durumunun anaerobik performans üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bahsi geçen çalışmadan elde edilen sonuçlara göre zirve ve ortalama güç değerlerinin 12 ile 17 yaşları arasında erkek çocuklarda söylenen sıraya göre % 121 ve % 113'lük bir artış gösterdiği, buna karşılık kadınlarda bu oranın % 66 ve % 60 oranında gerçekleştiği belirtilmiştir. Wingate testi kullanılan bir araştırmada, 9-10 yaşlarındaki çocukların, gençler (14-15 yaş) ve yetişkinlerden (21 yaş) düşük zirve güç verimi gösterdiği elde edilmiştir (Kenney ve ark., 2012). Armstrong

ve Welsman (2019) ise 11 ila 17 yaşlar arasındaki erkek ve kız çocuklarının wingate testindeki ortalama ve zirve güç değerlerinin yaş ile artış gösterdiğini bulmuşlardır.

SONUÇLAR

Literatürdeki çalışma sonuçları incelendiğinde, erkek ve kız çocuklarının maksimal anaerobik performans özelliklerinde mutlak değerler bakımından cinsiyetler arasında farklılıkların olduğu ama bu farklılığın relatif değerlerde olmadığı, hem erkek hem de kız çocuklarının daha büyük yaş gruplarındaki yetişkin bireylerden daha düşük bir anaerobik performans özelliklerine sahip olduğu ama yaş grupları arasındaki bu farklılığın erkeklerde daha fazla olduğu, hem erkek hem de kız çocuklarının anaerobik performans özelliklerinin yaşla birlikte artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Armstrong N, Welsman JR, Chia M. (2001). Short-term power output in relation to growth and maturation. British Journal of Sports Medicine, 35(2): 118-125.

Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ, Cooper DM. (1995). The level and tempo of children's physical activities: an observational study. Medicine and Science in Sports and Exercise, 27(7): 1033-1041.

Boisseau N, Delamarche P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. Sports Medicine, 30(6): 405-422.

Chia M, Armstrong N. (2007). Maximal intensity exercise. In Armstrong N. (Editor). Pediatric exercise physiology, China: Churchill Livingstone Elsevier.

Inbar O, Chia M. (2008). Development of maximal anaerobic performance an old issue revisited In Hebestreit H, Bar-Or O. (Editors), The young athlete (pp.27-38), Singapore, Blackwell Publishing.

Jürimae T, Jürimae J. (2000). Growth, physical activity, and motor development in prepubertal children. United State: CRC Press.

Kearney JT, Rundell KW, Wilber RL. (2000). Measurement of work and power in sport. In Garrett WE, Kirkendall TD. (Editors). Exercise and sport science (pp. 31-52), Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins.

Kenney LW, Wilmore HJ, Costill LD. (2012). Physiology of sport and exercise. United States: Champaign IL, Human Kinetics.

Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. (2011). Exercise physiology: integrating theory and application. Chine: Lippincott Williams &Wilkins.

Lueder R, Valerie J. (2008). Ergonomics for Children Designing products and places for toddlers to teens. London: Taylor & Francis Group.

Margaria R, Aghemo P, Rovelli E. (1966). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. Journal of Applied Physiology, 21(5): 1662-1664.

Martin D. (2014). Generating anaerobic power. In Joyce D, Lewindon D. (Editors). High-performance training for sports (pp. 199-210). United State: Champaign IL, Human Kinetics.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (2010). Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance. United State: Lippincott Williams / Wilkins.

Porcari JP, Bryant CX, Comana F. (2015). Exercise physiology. United State: FA Davis Company.

Rowland TW. (2005). Children's exercise physiology. United States: Champaign IL, Human Kinetics.

Van-Praagh E. (2000). Development of anaerobic function during childhood and adolescence. Pediatric Exercise Science, 12(2) :150-173.

Van-Praagh E. (2007). Anaerobic fitness tests: What are we measuring? In Tomkinson GR, Olds TS. (Editors). Pediatric fitness: Secular trends and geographic variability (pp. 26-45). Medicine and Sport Science. Basel.

Verschuren O, Maltais DB, Douma-Van RD, Kruitwagen C, Ketelaar M. (2013). Anaerobic performance in children with cerebral palsy compared to children with typical development. Pediatric Physical Therapy, 25(4), 409-413.

İLKOKUL ÇOCUKLARININ GERÇEK VE ALGILANAN MOTOR YETERLİLİK İLİŞKİSİ

Hande AKINLI [1] ve Doç. Dr. Özgür MÜLAZIMOĞLI BALLI [2]

[1] Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sporda Psikososyal Alanlar Anabilimdalı, handecalis2020@gmail.com- 0000-0002-3972-2014

[2] Pamukkale Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Rekreasyon Bölümü,

omballi@pau.eu.tr – 0000-0001-6081-2711

ÖZET

Bu araştırmanın öncelikli amacı ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerçek ve algılanan motor yeterlik düzeyleri arasındaki ilişkiyi tespit etmektir. Daha sonra cinsiyetlere göre bu ilişkiyi araştırmak ve yine cinsiyete göre gerçek ve algılanan motor yeterlik farkını belirlemektir. Çalışmaya 20 kız ($M_{Yaş}$=119.25±7.45ay), 28 erkek ($M_{Yaş}$=120.00±5.91ay), toplam 48 ($M_{Yaş}$=119.69±6.53ay) çocuk katılmıştır. Bruninks-Oseretsky Motor yeterlilik testi (BOT-2) ve Çocuklarda Algılanan Motor Yeterlilik Envanteri (ALMY-Ç) kullanılmıştır. ALMY-Ç nesne kontrol ile BOT-2 toplam puanı (r=0.49,p<0.001) ve el-kol koordinasyonu (r=0.36,p<0.05) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunurken, ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.77,p<0.001) ile yüksek, denge (r=0.35,p<0.05), koşu hızı-çeviklik (r=0.30,p<0.05), el-kol koordinasyonu (r=0.40,p<0.001) ve güç (r=0.57,p<0.001) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Kız çocuklarının ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.68,p<0.001) orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunurken, oğlan çocuklarında ALMY-Ç nesne kontrol becerilerinin BOT-2 toplam puanı (r=0.64,p<0.001) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı bir ilişki, bunlarla birlikte ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.80,p<0.001) ile yüksek bir ilişki tespit edilmiştir. Çocukların cinsiyete göre farklarına bakıldığında ALMY-Ç nesne kontrolü gerektiren becerilerde oğlanların kız çocuklarından daha yüksek puana sahip olduğu [$T_{(46)}$=2.78,p<.05] ve BOT-2 çift yönlü koordinasyon becerilerinde kızların oğlan çocuklarından yüksek puana sahip olduğu bulunmuştur [$T_{(46)}$=2.05,p<.05]. Kız ve erkek çocukların gerçek motor yeterlik puanlarında bir alt testte kızlar lehine farklılık bulunmasına karşın, kızların motor yeterlik algıları daha düşüktür. Oğlanlarda birçok alt boyutta gerçek ve algılanan motor yeterlik arasında ilişki bulunurken, kızlarda sadece toplam puanda ilişki bulunmuştur. Bu durumun sosyo-kültürel gerekçelerden kaynaklandığı, küçük yaştan itibaren oğlan ve kız çocuk arasında yapılan yanlış yönlendirmelerden, toplumsal baskılardan kaynaklandığı düşünülebilir.

Anahtar Kelimeler: Motor yeterlik, algılanan motor yeterlik, ilkokul çocukları

GİRİŞ

Hareket gelişimi yaşamın ilk döneminde refleksler ile başlar ve daha sonra refleks hareketler yerini istemli hareketlere bırakır (Gallahue, Ozmun & Goodway, 2014). Her gelişim dönemi bir sonraki dönem için temel oluşturmaktadır. Motor gelişim hayat boyunca motor davranışlarda meydana gelen değişimlerdir ve birçok faktörden etkilenir (Clark&Whitall, 1989). Kalıtımsal faktörlerin yanı sıra çevresel faktörler hareket gelişim süreçlerini etkilemektedir. Çocukların düzenli egzersizlere katılmasından, onlara hareket için sunulan fırsatlara, benlik algısından, motor yeteneklerine kadar birçok faktör çocukların hareket etmelerine ve bu hareketliliği yaşam boyu devam ettirme olasılıklarına etki etmektedir. Motor yeterlilik temel motor becerileri yeterli bir şekilde, ustalıkla gerçekleştirebilmek olarak tanımlanabilir (Gabbard, 2008; Haga, 2008; Gallahue, Ozmun, ve Goodway, 2014). Aynı zamanda motor yeterlilik, bir kişinin hem ince (örneğin el becerisi) hem de kaba (örneğin statik ve dinamik denge) motor becerilerin koordinasyonu olmak üzere farklı motor eylemleri gerçekleştirme yeteneği olarak kavramsallaştırabilir (Henderson, Sugden ve Barnett, 2007). Ustalıkla gerçekleştirilen motor beceriler, aktif bir yaşamı hayatın ilerleyen dönemlerinde fiziksel aktivite olarak katılma olasılıklarını artacaktır. Temel motor becerileri okul öncesi dönemde geliştirilerek yeterli motor becerilere sahip olması; ilerleyen zamanlarda daha karmaşık becerilerin yapılabilmesi ve daha aktif bir yaşam sürülmesi için önem taşımaktadır (Robinson ve Goodway, 2009; Stodden vd, 2008).

Çocukların motor yeterliklerini destekleyecek imkanlar sunarken, onların kendi motor yeterliklerini nasıl algıladıklarının da egzersiz programlarına katılımlarının arttırılmasında önemli olduğunu unutmamak gerekir. Algılanan motor yeterlilik, bir çocuğun motor becerileri gerçekleştirme yeteneği hakkındaki düşünceleri veya algılarını ifade eder (Stodden vd, 2008). Algılanan motor yeterliliğin küresel bir bakış açısından anlamak önemlidir, çünkü ortaya çıkan kanıtlar, algılanan motor yetkinliği gerçek motor yeterlilik ve fiziksel aktivite arasında aracı bir yapı olarak destekler (Barnett, Morgan, van Beurden ve Sakal,2008; Barnet, Morgan, van Beurden, Top ve Lubns, 2011; Robinson ve diğerleri 2015). Algılanan motor yeterliliği daha yüksek olan çocuklar genellikle spor ve oyunlarda dahil olmak üzere fiziksel aktivitelere katılmaya daha isteklidirler (Stodden ve diğerleri, 2008). Ayrıca algılanan motor yeterliliği daha yüksek olan çocukların, zorlayıcı olarak algılanabilecek görevlerde ısrar etme olasılığı daha yüksektir (Harter, 1978).

Motor yeterlik ve algısal motor yeterlik arasında pozitif bir ilişki olduğunu gösteren uluslararası yapılan çalışmalar mevcuttur (Duncan, Jones, O'Brien, & Eyre, 2018; Lopes, Saraiva, Gonçalves & Rodrigues, 2018). Duncan ve ark. (2018) İngiltere'nin coğrafi bölgesindeki çocukları incelediği çalışmada motor becerileri orta veya düşük olan çocuklara göre, motor becerilerini düşük olarak algılayan çocuklarda gerçek motor becerilerinin önemli ölçüde zayıf olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Barnetta ve ark. (2013) küçük çocukların gerçek ve algılanan nesne kontrol ilişkisini ölçtükleri çalışmada kızların algılanan ve gerçek nesne kontrolünün erkeklerden daha az olduğu, gerçek ve algılanan nesne kontrolünün pozitif ilişkili olduğu bulunurken, cinsiyete göre farklılığa rastlanmamıştır. Lopes ve ark. (2018) Portekizli 5-9 yaş grubu çocukların algılanan ve gerçek motor yeterlilikleri incelenmiş, ilişkilerin

bazıları negatif, bazıları pozitif bulunurken, bu ilişkilerin yaş veya cinsiyet ile ilişkili olmadığı görülmüştür.

Uluslararası alan yazın incelendiğinde çocukların algılanan ve gerçek motor yeterliliği ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlara rastlanırken, ulusal alan yazında pek fazla çalışmanın olmadığı dikkati çekmektedir. Uluslararası alan yazında bu alandaki çalışmalara ilginin arttığı görülmektedir. Türkiye'de de bu alanda çalışmaların yapılması gerekliliğinden yola çıkarak bu çalışmanın öncelikli amacı ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerçek ve algılanan motor yeterlik düzeyleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek olarak belirlenmiştir. Daha sonra cinsiyetlere göre bu ilişkiyi araştırmak ve yine cinsiyete göre gerçek ve algılanan motor yeterlik farkını belirlemektir.

YÖNTEM

Araştırma Grubu

Araştırmanın örneklem grubunu Denizli İlinde yer alan özel okula devam eden 4. Sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Öğrencilere gönüllü onay formu ve veli onay formu dağıtılmıştır. Çalışmaya katılmasına velisi tarafından onay verilen 20 kız ($M_{Yaş}$=119.25±7.45ay), 28 oğlan ($M_{Yaş}$=120.00±5.91ay) toplam 48 ($M_{Yaş}$=119.69±6.53ay) öğrenci çalışmaya dahil edilmiştir.

Veri Toplama Yöntemi

Çalışmanın yapılabilmesi için araştırmacılar tarafından hazırlanan veli onay formu okul yöneticileri ve öğretmenler aracılığı ile öğrencilere dağıtılmıştır. Çalışmaya gönüllü katılan öğrenciler ile 2019-2020 eğitim öğretim yılında çalışma yürütülmüştür. Anket formlarının doldurulması, motor yeterlilik testinin uygulanması beden eğitimi derslerinde araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Anket formları birebir görüşmelerle uygulanmış daha sonrasında motor yeterlilik testleri uygulanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Testi uzun formu (BOT-2): Bruininks-Osetetsky Motor Yeterlilik Testi ikinci versiyonu (BOT-2) 4-21 yaş gryby çocukların motor fonksiyonlarını ölçmek için geliştirilmiştir. BOT-2 eğitimcilerin, terapistlerin ve araştırmacıların çocukların motor becerilerini değerlendirmeleri, motor gelişim programı hazırlamaları-değerlendirmeleri, çeşitli motor fonksiyon bozukluklarını ve gelişim geriliklerini saptamaları ve değerlendirmeleri için kullanılan bir araçtır. Test metaryalleri çocukların ilgisini çekecek, tek tip uygulama imkânı sağlayacak, uygulamayı ve değerlendirmeyi kolaylaştıracak şekilde tasarlanmıştır (Brunininks ve Bruninks 2005). Testin standart hale getirilmesi Bruninks ve Bruninks (2005)'in yaşları 4 ile 21 arası değişen 1520 öğrenci üzerinde yapmış olduğu çalışma ile sağlanmış güvenirlik katsayısı 0.70 olarak belirtilmiştir. BOT-2 testi 8 alt testten ve 53 maddeden oluşmaktadır ve testin 8 alt test ve 12 madden oluşan kısa formu bulunmaktadır. Bu çalışmada testin kısa formu olan BOT-2 kısa form kullanılmıştır. Kısa formundan alınabilecek en yüksek puan 72dir. Sekiz alt test sırasıyla şu şekildedir; ince motor beceriler, ince motor beceri entegrasyonu, el becerileri, çift yönlü koordinasyon, denge, koşma hızı ve çeviklik, el-kol koordinasyonu ve güçtür (Bruininks ve Bruninks, 2010)

Çocuklarda Algılanan Motor Yeterlilik Envanteri(ALMY-Ç):

Algılanan Motor Yeterlik Ölçeği – Çocuk Formu temel motor beceriler dikkate alınarak Dreiskaemper, Utesch, ve Tietjens (2018) tarafından geliştirilmiştir. Ölçekte yer değiştirme ve nesne kontrolü gerektiren 4'er tane beceri yer almaktır. Her beceri için 3'er tane olmak üzre toplam 24 madde bulunmaktadır. Yer değiştirme becerileri koşu, hoplama, durarak uzun atlama (zıplama) ve sıçrama, nesne kontrol gerektiren beceriler ise topa ayakla vurma, top sektirme, top atma ve top yakalama becerileridir. Kesinlikle katılmıyorumdan – kesinlikle katılıyoruma 4'lü likert tipi bir ölçektir. İç tutarlığı nesne kontrol alt ölçeği için .79–.91 ve yer değiştirme için .79–.89 Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması Mülazımoğlu-Ballı ve Hürmeriç Altunsöz tarafından (2019) yapılmıştır.

Verilerin Analizi

Ölçümler sonucu elde edilen verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler ile pearson korelasyon analizi ve bağımsız gruplarda t-test kullanılmıştır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 ortalama ve standart sapma puanları Çizelge 1'de ve ALMY-Ç ve BOT-2 puanları pearson korelasyon analiz sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Ortalama ve Standart Sapma Puanları

Algılanan Motor Yeterlik	N	X_{Ort}	SS
Nesne Kontrolü	48	39.75	6.98
Yer Değiştirme	48	39.90	5.89
BOT -2			
İnce Motor Beceri Hassaslığı	48	38.23	6.17
İnce Motor Beceri Bütünleşme	48	34.77	3.32
El Hüneri	48	30.29	3.79
Çift Yönlü Koordinasyon	48	20.92	2.61
Denge	48	32.96	3.51
Koşu Hızı Çeviklik	48	37.06	5.64
El – Kol Koordinasyonu	48	30.79	4.41
Güç	48	27.44	4.37
Toplam	48	332.10	25.80

Çizelge 2. Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları

	Çocuklar İçin Algılanan Motor Yeterlik	
BOT-2	Nesne Kontrolü	Nesne Kontrolü
İnce Motor Beceri Hassaslığı	0.05	0.16
İnce Motor Beceri Bütünleşme	-0.12	0.03
El Hüneri	-0.15	0.21
Çift Yönlü Koordinasyon	-0.10	0.25
Denge	-0.20	0.35*
Koşu Hızı Çeviklik	0.13	0.30*

El – Kol Koordinasyonu	0.36*	0.40**
Güç	0.19	0.57**
Toplam	0.49**	0.77**

*p<0.05, **p<0.001

Çizelge 2 incelendiğinde çocukların ALMY-Ç nesne kontrol ile BOT-2 toplam puanı (r=0.49, p<0.001) ve el-kol koordinasyonu (r=0.36, p<0.05) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunurken, ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.77, p<0.001) ile yüksek ve denge (r=0.35, p<0.05), koşu hızı-çeviklik (r=0.30, p<0.05), el-kol koordinasyonu (r=0.40, p<0.001) ve güç (r=0.57, p<0.001) arasında ise orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan kız çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 ortalama ve standart sapma puanları Çizelge 3'de ve ALMY-Ç ve BOT-2 puanları pearson korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Kız Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Ortalama ve Standart Sapma Puanları

Algılanan Motor Yeterlik	N	X_{Ort}	SS
Nesne Kontrolü	20	36.65	7.26
Yer Değiştirme	20	39.60	4.76
BOT -2			
İnce Motor Beceri Hassaslığı	20	38.70	2.20
İnce Motor Beceri Bütünleşme	20	35.70	3.51
El Hüneri	20	31.45	3.50
Çift Yönlü Koordinasyon	20	21.80	2.29
Denge	20	33.50	2.59
Koşu Hızı Çeviklik	20	37.15	4.40
El – Kol Koordinasyonu	20	29.65	4.10
Güç	20	27.70	3.57
Toplam	20	331.90	16.02

Çizelge 4. Kız Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları

	Çocuklar İçin Algılanan Motor Yeterlik	
BOT-2	**Nesne Kontrolü**	**Nesne Kontrolü**
İnce Motor Beceri Hassaslığı	0.14	0.24
İnce Motor Beceri Bütünleşme	-0.28	0.37
El Hüneri	-0.35	0.03
Çift Yönlü Koordinasyon	-0.29	0.02
Denge	-0.43	0.10
Koşu Hızı Çeviklik	-0.12	0.18
El – Kol Koordinasyonu	0.34	0.20
Güç	-0.05	0.41
Toplam	0.41	0.68**

*p<0.05, **p<0.001

Çizelge 4 incelendiğinde kız çocuklarının korelasyon analiz sonuçlarına bakıldığında sadece ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.68, p<0.001) ile orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan oğlan çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 ortalama ve standart sapma puanları Çizelge 5'de ve ALMY-Ç ve BOT-2 puanları pearson korelasyon analiz sonuçları Çizelge 6'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Oğlan Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Ortalama ve Standart Sapma Puanları

Algılanan Motor Yeterlik	N	X_{Ort}	SS
Nesne Kontrolü	48	28	41.96
Yer Değiştirme	48	28	40.11
BOT -2			
İnce Motor Beceri Hassaslığı	48	28	37.89
İnce Motor Beceri Bütünleşme	48	28	34.11
El Hüneri	48	28	29.46
Çift Yönlü Koordinasyon	48	28	20.29
Denge	48	28	32.57
Koşu Hızı Çeviklik	48	28	37.00
El – Kol Koordinasyonu	48	28	31.61
Güç	48	28	27.25
Toplam	48	28	332.25

Çizelge 6. Oğlan Çocukların ALMY-Ç ve BOT-2 Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları

	Çocuklar İçin Algılanan Motor Yeterlik	
BOT-2	**Nesne Kontrolü**	**Nesne Kontrolü**
İnce Motor Beceri Hassaslığı	0.08	0.16
İnce Motor Beceri Bütünleşme	0.21	0.28
El Hüneri	0.17	0.34
Çift Yönlü Koordinasyon	0.23	0.38*
Denge	0.29	0.45*
Koşu Hızı Çeviklik	0.31	0.34
El – Kol Koordinasyonu	0.28	0.49**
Güç	0.40*	0.63**
Toplam	0.64**	0.80**

*p<0.05, **p<0.001

Çizelge 6 incelendiğinde oğlan çocuklarında algılanan motor yeterlik nesne kontrol becerilerinin BOT-2 toplam puanı (r=0.64, p<0.001) ve güç (r=0.40, p<0.05) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı bir ilişki, bunlarla birlikte ALMY-Ç yer değiştirme ile BOT-2 toplam puanı (r=0.80, p<0.001) ile yüksek ve çift yönlü koordinasyon (r=0.38, p<0.05), denge (r=0.45, p<0.05), el-kol koordinasyonu (r=0.49, p<0.001) ve güç (r=0.63, p<0.001) arasında orta düzeyde, pozitif anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Araştırmaya katılan çocukların cinsiyete göre ALMY-Ç puanları t-test Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. İlkokul çocuklarının cinsiyete göre ALMY-Ç puanları t-test sonuçları

ALMY-Ç	Cinsiyet	N	X_{Ort}	SS	Sd	t	p
Nesne Kontrolü	Kız	20	36.65	7.26	46	-2.780	0.008
	Oğlan	28	41.96	5.97			
Yer Değiştirme	Kız	20	39.60	4.76	46	-0.291	0.772
	Oğlan	28	40.11	6.66			

Çizelge 7 incelendiğinde çocukların ALMY-Ç nesne kontrolü gerektiren becerilerde oğlanların kız çocuklarından daha yüksek puana sahip olduğu [T(46)=2.78, p<.05] görülmektedir.

Araştırmaya katılan çocukların cinsiyete göre BOT-2 puanları t-test Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 8. İlkokul çocuklarının gerçek ve algılanan motor yeterliliklerinin cinsiyete göre BOT-2 T-test sonuçları

BOT-2	Cinsiyet	N	X_{Ort}	SS	Sd	t	p
İnce Motor Beceri Hassaslığı	Kız	20	38.70	2.20	46	0.443	0.660
	Erkek	28	37.90	7.90			
İnce Motor Beceri Bütünleşme	Kız	20	35.70	3.51	46	1.672	0.101
	Erkek	28	34.11	3.06			
El Hüneri	Kız	20	31.45	3.50	46	1.833	0.073
	Erkek	28	29.46	3.83			
Çift Yönlü Koordinasyon	Kız	20	21.80	2.29	46	2.050	0.046
	Erkek	28	20.29	2.68			
Denge	Kız	20	33.50	2.59	46	0.903	0.371
	Erkek	28	32.57	4.04			
Koşu Hızı Çeviklik	Kız	20	37.15	4.40	46	0.090	0.929
	Erkek	28	37.00	6.46			
El – Kol Koordinasyonu	Kız	20	29.65	4.10	46	-1.540	0.131
	Erkek	28	31.61	4.51			
Güç	Kız	20	27.70	3.57	46	0.349	0.729
	Erkek	28	27.25	4.91			
Toplam	Kız	20	331.90	16.02	46	-0.046	0.964
	Erkek	28	332.25	31.27			

Çizelge 8 incelendiğinde çocukların BOT-2 çift yönlü koordinasyon becerilerinde kızların oğlan çocuklarından yüksek puana sahip olduğu bulunmuştur [$T_{(46)}$=2.05, p<.05].

TARTIŞMA

Bu çalışma ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerçek ve algılanan motor yeterlilik düzeyleri arasındaki ilişkiyi ve cinsiyete göre gerçek ve algılanan motor yeterlik arasındaki farkları incelemeyi amaçlamıştır. Çocuklarda, motor yeterliliklerine ilişkin gerçek veya

orantısız bir şekilde yüksek/düşük algı gelişiminin artılarını ve eksilerini ortaya koymak ve yansıtmak için kanıt sağlanmaya çalışılmıştır. Analiz sonuçlarına göre katılımcıların gerçek ve algılanan motor yeterlilik arasında çeşitli alt boyutlarda orta ve düşük düzeyde anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bunlarla birlikte algılanan motor yeterlik puanlarında erkekler lehine nesne kontrol becerilerinde fark bulunurken gerçek motor yeterlik puanlarında bakıldığın yedi alt test ve toplam puanda cinsiyet farkına rastlanmazken sadece çift yönlü koordinasyon alt testinde kızlar lehine fark tespit edilmiştir.

Algılanan motor yeterlilik ve gerçek motor yeterlilik ile ilgili olarak önceki bulgular karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın bulgularıyla benzer şekilde büyük çocukların (4-8) algılanan ve gerçek motor yeterlilik arasında pozitif bir ilişki bulmuştur (Barnett vd., 2015). Aynı şekilde çeşitli diğer çalışmalarda da küçük yaş grubu çocuklarda düşük ve orta düzeyde anlamlı ilişkiler bulmuştur (Robinson, 2011; LeGear ve ark., 2012).

Algılanan ve gerçek motor yeterlik puanlarında cinsiyete göre farklara bakıldığında bu çalışma bulgularına benzer sonuçların olduğu Pesce ve ark. (2018)'nın kızların genç çocukluktan itibaren erkeklerden daha düşük algılanan motor yeterliğe sahip olduğu bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda sadece çift yönlü korelasyon alt testinde kızlar lehine fark bulunurken diğer alt testler ve toplam puanda fark bulunamamıştır, fakat birçok araştırmada gerçek top becerisi yeterliliğinde oğlanların kızlardan daha iyi beceri seviyesine sahip olduğu saptanmıştır (Batnett, Rigders ve Somon, 2015; Barnet ve diğerleri 2009; Hardy ve diğerleri 2010; LeGear ve diğerleri, 2012; Liong ve diğerleri, 2015).

Bu çalışmanın bulgularıyla paralel olarak gerçek motor yeterlilik düzeylerinden bağımsız olarak kızların nesne kontrol becerileri erkeklerden daha sık küçümsendiği görülmüştür (Pesce ve diğerleri, 2018). Kız çocuklarının nesne kontrol algıları oğlan çocuklardan daha düşük olduğu görülmüştür. Plumert, (1995)'a göre çocuklukta kendi fiziksel yeteneklerini fazla tahmin etmesi erkelerin kızlardan daha risk altında olduğu ve günlük yaralanmalarda daha fazla risk altında olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Çalışma sonucunda kız ve oğlan çocukların BOT-2 motor yeterlik puanlarında sadece bir alt testte kızlar lehine farklılık bulunmasına karşın, kızların motor yeterliklerini erkeklere göre daha düşük seviyede algıladıkları saptanmıştır. Erkeklerin birçok alt boyunda gerçek ve algılanan motor yeterlik arasında ilişki bulunmamasına karşın kız çocuklarda toplam puanda ilişki bulunmuştur. Bu durum sosyo-kültürel gerekçelerden kaynaklandığı, küçük yaştan itibaren erkek ve kız çocuk arasında yapılan yanlış yönlendirmelerden, toplumsal baskılardan kaynaklandığı düşünülebilir. Kızların algılanan motor yeterliliğinin becerilere uygun bir şekilde gelişmesini sağlamak için motivasyon stratejilerinden yararlanılabilir. Bununla birlikte oğlan çocuklarının da motor yeterliklerini var olandan daha yüksek seviyede algılamaları çeşitli sakatlık ve kazalara açık hale getirebilmektedir. Çocukların fiziksel aktivite egzersize katılımlarının desteklenmesi ve arttırılmasının sallanması sadece motor yeterlik seviyelerinin

gelişmesine için değil aynı zamanda algılarının da gerçek motor yeterlik seviyelerini daha doğru şekilde algılamalarında yardım edecektir (Schmidt, Valkanover ve Conselmann, 2013; Schmidt, Valkanover, Robers ve diğerleri, 2013). Aynı zamanda ailelerin çocukların becerilerine ilişkili olarak daha fazla değer katabileceği düşünülmektedir. Brown ve Chien, (2010)'a göre ailerinin de çocukların motor yeterliliğini desteklemeleri, çocuklarında kendi motor yeterliliğine dair bütüncül bir bakış açısı kazanmalarını sağlayacaktır.

KAYNAK

[1] Brown, T. & Chien, C. (2010). Top-down or bottom-up occupational therapy assessment: Which way do we go? British Journal of Occupational Therapy, 73, 95.

[2] Barnett, L.M., Morgan, P.J., van Beurden, E., & Beard, J.R. (2008). Perceived sports competence mediates the relationship between childhood motor skill proficiency and adolescent physical activity and fitness: A longitudinal assessment. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 5, 40.

[3] Barnett, L.M., Ridgers, N.D., & Salmon, J. (2015). Associations between young children's perceived and actual ball skill competence and physical activity. Journal of Science and Medicine in Sport, 18(2), 167–171.

[4] Barnett, L.M., Ridgers, N.D., Zask, A.,&Salmon, J. (2015). Face validity and reliability of a pictorial instrument for assessing fundamental movement skill perceived competence in young children. Journal of Science and Medicine in Sport, 18, 98–102.

[5] Clark, J.E., ve Whitall, J. (1989). What is motor development? The lessons of history. Quest, 41(3), 183-202.

[6] De Meester, A., Stodden, D., Brian, A., True, L., Cardon, G., Tallir, I.,&Haerens, L. (2016). Associations among elementary school children's actual motor competence, perceived motor competence, physical activity and BMI: A cross-sectional study. PLoS ONE, 11(10):e0164600

[7] Duncan M, Jones V. And. Eyre E(2018). Self-Perceived and Actual Motor Competence in Young British Children 125-2

[8] Gallahue, D.L., Ozmun, J.C., ve Goodway, J.D. (2014). Motor gelişimi anlamak. 7. Basımdan çeviri. Ankara: Nobel Yayınevi

[9] Haga, M. (2008). The relationship between physical fitness and motor skill competency in children. Child: Care, Health and Development, 34(3), 329–334.

[10] Harter, S. (1978). Effectance motivation reconsidered. Toward a developmental model. Human Development, 21(1), 34–64.

[11] Henderson, S.E., Sugden, D.A., & Barnett, A. (2007). Movement Assessment Battery for Children–2 examiner's manual. London, England: Harcourt Assessment. Hardy, L.L., King, L., Farrell, L., Macniven, R., & Howlett, S. (2010). Fundamental movement skills among Australian preschool children. Journal of Science and Medicinein Sport, 13(5), 503–508

[12] LeGear, M., Greyling, L., Sloan, E., Bell, R., Williams, B.-L., Naylor, P.-J., & Temple, V. (2012). A window of opportunity? Motor skills and perceptions of competence of children in kindergarten. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 9(1), 29

[13] Lopes, Savira, Gonçalves and Rodrigues(2018). Association Between Perceived and Actual Motor Competence in Portuguese Children, 6(2), s366-s377

[14] Liong, G.H.E., Ridgers, N.D., & Barnett, L.M. (2015). Associations between skill perceptions and young children's actual fundamental movement skills. Perceptual and Motor Skills, 120(2), 591–603

[15] Plumert, J.M. (1995). Relations between children's overestimation of their physical abilities and accident proneness. Developmental Psychology, 31, 866–876

[16] Robinson, L.E. (2011). The relationship between perceived physical competence and fundamental motor skills in preschool children. Child: Care, Health and Development, 37, 589–596

[17] Robinson, L.E., Stodden, D.F., Barnett, L.M., Lopes, V.P., Logan, S.W., Rodrigues, L.P., D'Hondt, E. (2015). Motor skill competency and its effect on positive developmental trajectories of health. Sports Medicine, 45(9), 1273–1284.

[18] Robinson, L.E., ve Goodway, J.D. (2009). Instructional climates in preschool children who are at-risk. Part I: object control skill development. Research Quarterly forExercise and Sport, 80(3), 533-542.

[19] Schmidt, M., Valkanover, S., & Conzelmann, A. (2013). Veridicality of self-concept of strength in male adolescents. Perceptual and Motor Skills, 116, 1029–1042.

[20] Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. Quest, 60, 290–306.

[21] Stodden, D.F., Goodway, J.D., Langendorfer, S.J., Roberton, M.A., Rudisill, M.E., Garcia, C., ve Garcia, L.E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. Quest, 60, 290-306.

KALSİYUM NİTRAT VE SODYUM TİYOSİYANAT ESASLI ANTİFRİZ KATKILARIN KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN TAZE HALDEKİ BETONLARIN DON DİRENCİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üye. Ali ÖZ[1], Dr. Öğr. Üye. Fatma KARAGÖL[2], Doç. Dr. Rıza POLAT[2], Dr. Öğr. Üye. Cemal KARAASLAN[3]

[1]Atatürk Üniversitesi, Narman Meslek Yüksekokulu, alioz@atauni.edu.tr - [0000-0002-6590-3775]

[2]Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, fatma.karagol@atauni.edu.tr - [0000-0003-1760-1972]

[2]Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, rizapolat@atauni.edu.tr - [0000-0002-8990-035X]

[3]Iğdır Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, cemal.karaaslan@igdir.edu.tr - [0000-0002-8993-7566]

ÖZET

Kimya alanındaki gelişmeler, beton teknolojisini de geliştirerek, oldukça akışkan olduğu halde yüksek kohezyona sahip olabilen veya kısa sürede prizini alabilen betonların üretilmesine imkan tanıyan kimyasal katkı maddelerinin geliştirilmesinde öncülük etmiştir. Viskozite düzenleyici ve su azaltıcı kimyasal katkı maddelerinin beraber kullanılmasıyla kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) ve antifriz katkılar sayesinde ise soğuk havalarda dökülebilen betonlar üretilebilmektedir. Bu çalışmada, iki farklı antifriz katkı (kalsiyum nitrat ve sodyum tiyosiyanat), toz bağlayıcının %3'ü oranında kullanılarak KYB'ler üretilmiştir. Bu betonlar, 12 saat boyunca -5 °C veya -10 °C sıcaklıkta bekletildikten sonra deney gününe kadar TS EN 12390-2'de tanımlanan standart kür koşullarında tutulmuştur. Ayrıca kıyas yapmak amacıyla 1 (bir) grup numune ise üretildikten sonra soğuk havada bekletilmeden standart kür koşullarında bekletilmiştir. Çalışma, hem kalsiyum nitrat hem de sodyum tiyosiyanat katkılarının üretilen betonların 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarını artırdığını göstermiştir. Ayrıca -5 ° ve -10 °C sıcaklıklarına maruz kalındığında bu katkıların, betonların basınç dayanımı kayıplarını bir miktar azaltabileceği görülmüştür. Bu betonların kapilarite katsayılarının, 12 dakika - 24 saat aralığında zamanla azaldığı tespit edilirken, basınç dayanımı ile pull out sonuçları arasında da genel bir korelasyon kurulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kendiliğinden yerleşen beton; taze beton; don etkisi; antifriz katkılar; pull out

1. Giriş

Betonun dayanım kazanması, temelde, Portland çimentosunun anabileşenleri ile karma suyu arasında gelişen hidratasyon reaksiyonlarına bağlıdır. Betonun, özellikle ilk günlerinde, hidratasyon reaksiyonlarını yeterince yapabilmesi için betonun yeterince sıcak olması gerekir. Bu yüzden yerine yerleştirilen betonun sıcaklığının, betondaki hidratasyon reaksiyonlarını yavaşlatacak (+5 °C'nin altı) veya durduracak (-10 °C'nin altı) derecelere düşmemesi gerekmektedir [1]. Ayrıca taze haldeyken veya ~3.5 MPa altındaki bir dayanıma sahipken betonun bir kere bile donma göstermesi, beton dayanımının düşmesine ve boşluklu yapısı ile su geçirimliliğinin artmasına sebep olabilmektedir [1, 2]. Bu sebeplerden dolayı TS 1248 standardı, "beton dökümü sırasında günlük ortalama hava sıcaklığının art arda üç gün süre ile +5 °C'nin altında olması ve bu periyotta hiçbir yarım gün hava sıcaklığının +10 °C'nin üstünde olmaması durumunu beton için soğuk hava" olarak tanımlamaktadır [3]. TS EN 206-1 standardı ise döküm esnasında betonun sahip olması gereken sıcaklığın en az +5 °C olduğunu söylemektedir [4]. Bu durum, ek önlemler alınmadığı taktirde, Türkiye'nin bir çok bölgesi için uzun bir periyotta beton dökümünü imkansız kılmaktadır. Alınabilecek önlemler arasında betonu oluşturan malzemelerin ısıtılarak kullanılması, betona yüksek erken dayanım sağlayan türde çimentoların kullanılması, priz hızlandırıcı katkıların kullanımı ve betonu sıcak tutacak kür yöntemlerinin uygulanması sayılabilir [1, 5]. Alınabilecek önlemlerden biri de antifriz katkılarla betonun içerisinde bulunan suyun (sulu çözeltinin) donma sıcaklığını düşürmektir. Bu sayede betonların soğuk havalarda dökümü, mümkün olabilmektedir [6].

Kimya alanında yaşanan gelişmeler, farklı alanlara katkı sağlamaktadır. Bu gelişmeler, betonun birbirinden farklı özelliklerini geliştirebilen yapı kimyasallarının üretilmesine ön ayak olmuştur. Priz hızlandırıcı ve priz geciktirici katkı maddeleri, betonun priz süresini istenen yönde artırıp azaltabilmektedir. Su azaltıcı katkı maddeleri, betonun karma suyu ihtiyacını azaltarak betonun dayanım ve dayanıklılığını iyileştirebilmektedir. Hava sürükleyici katkı maddeleri ise betonun içerisine küçük ve homojen dağılımlı milyonlarca hava kabarcığı sürükleyerek donma-çözülme ve buz çözücü tuzlara karşı direnci arttırmaktadır [1]. Bu yapı kimyasallarının kullanılması ile yüksek dayanımlı betonlar, yüksek performanslı betonlar veya kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) gibi özel betonlar üretmek mümkün olmaktadır. KYB, sık donatılı betonarme yapılarda bile kendi ağırlığı ile kolaylıkla yerleşebilen ve ek sıkıştırma işlemi gerektirmeyen betonlardır. Daha kontrollü bir üretim süreci gerektiren KYB, normal betona oranla yüksek miktarda ince agrega içermenin yanında, su azaltıcı katkı maddesi

(süperakışkanlaştırıcı veya hiperakışkanlaştırıcı), viskozite düzenleyici ve mineral katkı maddesi ile üretilmektedir. Bu şekilde üretilen KYB, oldukça akışkan olduğu halde segregasyona uğramayacak derecede koheziftir. KYB'de segregasyon ve terlemeyi azaltmak için ya toplam toz bağlayıcı oranı yüksek tutulur (çimento + mineral katkı: en az 400 kg/m^3) ya da hidrolize nişasta, akrilik esaslı polimer ve doğal polisakkarit gibi viskozite düzenleyici katkılar kullanılır [7].

Kalsiyum klorür, kalsiyum nitrat, üre, sodyum tiyosiyanat ve bir kısım alkol esaslı bileşikler, betonda kullanılabilen antifriz katkılardır [8-11]. Betonun karma suyuna katılarak kullanılan bu katkılar, karma suyunun donma derecesini düşürmenin yanında betonun katılaşmasını ve çimentonun hidratasyonunu hızlandırarak soğuk havada taze haldeki betonun yıpranmasını engellemektedir [12]. Betonda antifriz katkıların kullanılmasıyla ilgili birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Karagöl ve ark. [8], çimentonun %6'sı oranında kalsiyum nitrat kullandığı betonlarda, -20 °C'ye kadar da antifriz katkının, antifriz kullanılmayan betona göre dayanımı arttırdığını tespit etmişlerdir. Demirboğa ve ark. [10], çimentonun %6'sı oranında üre kullanarak ürettikleri betonların başka bir önleme gerek kalmadan -5 °C'de betonu yeterince koruduğunu tespit etmişlerdir. Ancak üre kullanımının, -15 °C ve -20 °C'de pek etkili olmadığı belirlenmiştir. Khan ve Kumar [12], soğuk havada ikili antifriz kullanımını araştırmış ve çimento ağırlığının %8'i kadar kalsiyum nitrat ile % 1.5'i oranında sodyum tiyosiyanatın beraber kullanımını önermişlerdir. Liu ve ark. [5], kalsiyum sülfoalüminat çimentosu esaslı beton için -20 °C'de kalsiyum nitratın üreden daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Klasik betonlarda antifriz kullanımıyla ilgili birçok çalışma yapılmasına karşın kendiliğinden yerleşen betonlarda antifriz kullanımı, nispeten az araştırılan bir konudur. Bu çalışmada kalsiyum nitrat ve sodyum tiyosiyanat, ağırlıkça çimentonun %3'ü oranında kullanılarak kendiliğinden yerleşen betonlar üretilmiş ve bu betonların kılcal geçirimlilik katsayıları, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları ile aderans dayanımları (pull out yöntemiyle) belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada Aşkale Çimento Fabrikası'ndan temin edilen TS EN 197-1'e uygun Portland Çimentosu (CEM I 42.5R) kullanılmıştır. Bu çimentonun kimyasal kompozisyonu, Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çimentonun kimyasal içeriği (%)

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	Cl
Çimento	18.99	4.62	3.36	63.04	1.83	2.80	0.27	0.86	0,009

Taze haldeki betonun dona karşı direncini arttırmak için Chryso-Kat Katkı Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş.'den temin edilen TS EN 934-2:2011+A1 standardına uygun olan ve aynı zamanda priz hızlandırıcı özelliğe sahip antifriz katkılar kullanılmıştır [13]. Ayrıca KYB karışımında yeterli kıvamı sağlamak için aynı firmadan temin edilen 'yüksek oranda su azaltıcı katkı maddesi' (hiperakışkanlaştırıcı) kullanılmıştır. Bu kimyasal katkı maddelerinin bazı özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kimyasal katkı maddelerinin bazı özellikleri

	CHRYSO FLUID HP 1106 (Hiperakışkanlaştırıcı)	CHRYSO®XEL AH 665 (Sodyum tiyosiyanat)	CHRYSO®XEL AH-3 (Kalsiyum nitrat)
Görünüm	Sıvı	Homojen	Homojen
Renk	Açık kahverengi	Sarı	Kahverengi
Yoğunluk (gr/cm^3)(20 °C)	1.065	1.321	1.150
pH	6.00	7.14	6.28
Suda Çözünür Klorür (%)	<0.1	0.06	0.02
Katı İçeriği (%)	32.00	41.57	19.66
Alkali İçeriği (%)	<6	<5	<5

KYB üretiminde ince agreganın (0-5) iri agregaya (5-15) oranı, ~3.03 olarak seçilmiştir. Bu oran ile taze haldeki KYB karışımının kohezyonu yeterli seviyede tutulmuştur. Karma suyu olarak musluk suyu kullanılmıştır.

2.2. Karıştırma, Yerleştirme ve Kür

Biri antifriz katkıların kullanılmadığı referans karışımı, diğerleri kalsiyum nitrat veya sodyum tiyosiyanat katkılarının kullanıldığı karışımlar olmak üzere 3 ayrı KYB üretilmiştir. Her KYB karışımında sabit olarak 7.5 kg/m^3 hiperakışkanlaştırıcı kullanılmıştır. Bu karışımlarda su/çimento oranı, sabit 0.326 olarak alınmıştır. KYB'lerin karışım oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Taze haldeki KYB karışımının kıvamına ait bilgiler, Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 3. Karışım Oranları (kg/m^3)

Karışım	Çimento	Su	Hiper-akışkanlaştırıcı	Kalsiyum nitrat	Sodyum tiyosiyanat	Kum (0 -5 mm)	Çakıl (5 -15 mm)
Referans	500	163	7.5	-	-	1271	420
KN	500	163	7.5	15	-	1247	412
ST	500	163	7.5	-	15	1247	412

Çizelge 4. Taze haldeki KYB'lerin kıvam deneyleri

Yayılma Çapı		J-Halkalı (mm)	L-Kutusu Geçiş Oranı	V-Akış Hızı (s)
D (mm)	t_{500} (s)			
700	2.5	20	0.9	7

Taze haldeki karışımlar, çapı 10 cm ve boyu 20 cm olan silindir kalıplara yerleştirilmiştir. Kalıba yerleştirilen numunelerden bir kısmı bekletilmeden TS EN 12390-2'de tanımlanan standart kür koşullarına bırakılmıştır [14]. Kalan numunelerin yarısı ise kalıba yerleştirildikten hemen sonra -5 °C sıcaklıktaki ve diğer yarısı ise -10 °C sıcaklıktaki derin dondurucularda 12 saat bekletildikten sonra standart kür koşullarına aktarılmıştır.

2.3. Deneysel Yöntemler

Beton numunelerin kılcal geçirimlilik katsayısı, Taşdemir [15] tarafından tanımlanan yöntemle 28 günlük numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Betonların 7 ve 28 günlük basınç dayanımları, TS EN 12390-3 standardına uygun olarak belirlenmiştir [16]. Bu numunelerin aderans dayanımları ise ASTM C 234-9'a uygun olarak 'pull out' yöntemi ile ölçülmüştür [17]. Bu testte, 200 mm'lik kısmı numune içerisinde gömülü ve 100 mm'lik kısmı ise numune dışında kalacak şekilde, 12 mm çapındaki nervürlü donatı kullanılmıştır [18]. Aderans dayanımı, aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır [19].

$$\tau = \frac{P}{\pi \times \phi \times L}$$

Burada:

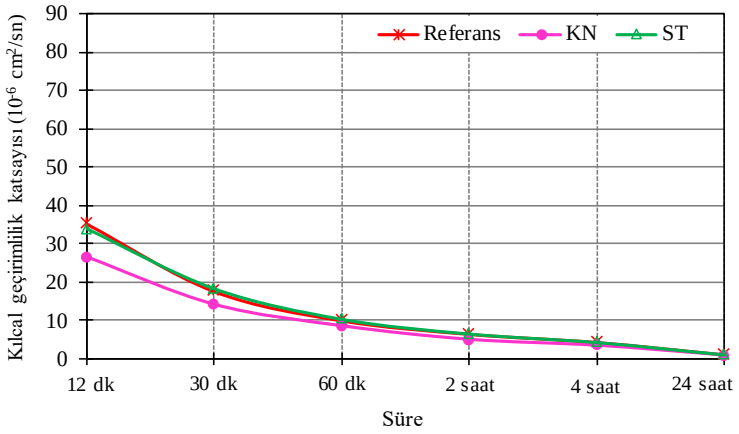
τ: Aderans dayanımı (MPa),
P: Donatının sıyrılmasına neden olan maksimum yük (N),
ϕ: Donatı çapı (mm) ve
L: Donatı ile beton arasındaki temas boyudur (mm),

3. Bulgular ve Tartışma

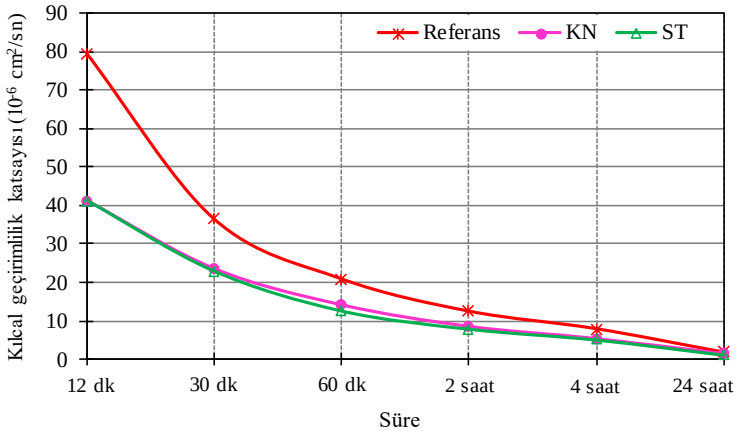
3.1. Kılcal Geçirimlilik

Kalıba yerleştirildikten sonra bekletilmeden standart kür koşullarına aktarılan ve 12 saat boyunca -5 °C veya -10 °C sıcaklıklardaki derin dondurucularda bekletildikten sonra standart kür koşullarına aktarılan numunelerin kılcal geçirimlilik katsayılarının zamanla değişimi, sırası

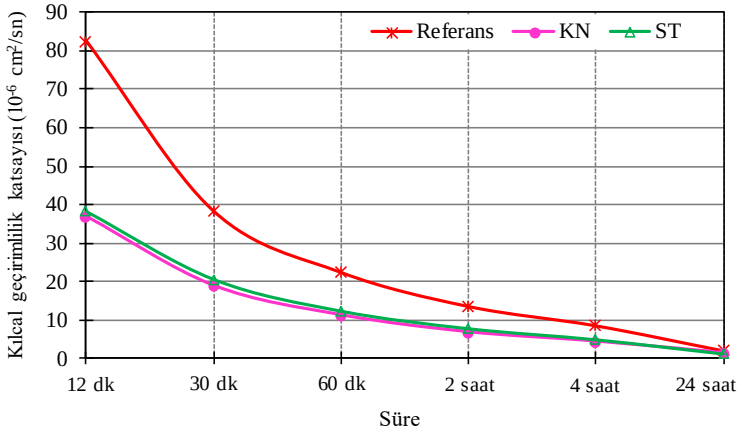
ile Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir. Görülebileceği gibi standart kür ortamında bekletilen tüm numunelerin kılcal geçirimliliği, -5 °C veya -10 °C'de bekletilenlerinkinden daha azdır [20]. Ancak antifriz katkısı içeren KN ve ST karışımlarına ait numuneler, referans numunelerine oranla çok daha az etkilenmişlerdir. Bunun temel nedeni, antifriz katkılarının betondaki sulu çözeltinin donma derecesini düşürmesidir. Derin dondurucuya yerleştirilen referans numuneler, henüz priz almadan donmaları durumunda betonun içerisindeki suyun buza dönüşmesi sonucunda betonun hacminde bir miktar artış olmaktadır. Derin dondurucudan sonra standart kür ortamına aktarılan bu numunelerin içerisindeki buz, suya dönüşmektedir. Ancak betondaki buzların geride bıraktığı büyük boşluklar, hidratasyon ürünleri tarafından tam olarak doldurulamamaktadır [1, 21]. Bağlantıları tam koparılamayan bu boşluklar, betonun geçirimliliğini artırmaktadır. Bundan dolayı içerisindeki suyun donma derecesi daha düşük olan antifriz katkılı betonlar, referans numunelerinden daha az etkilenmişlerdir.



Şekil 1. Standart kür koşullarında bekletilen numunelerin kılcal geçirimlilik katsayısının zamana bağlı değişimi



Şekil 2. 12 saat -5 °C'de bekletilen numunelerin kılcal geçirimlilik katsayısının zamana bağlı değişimi

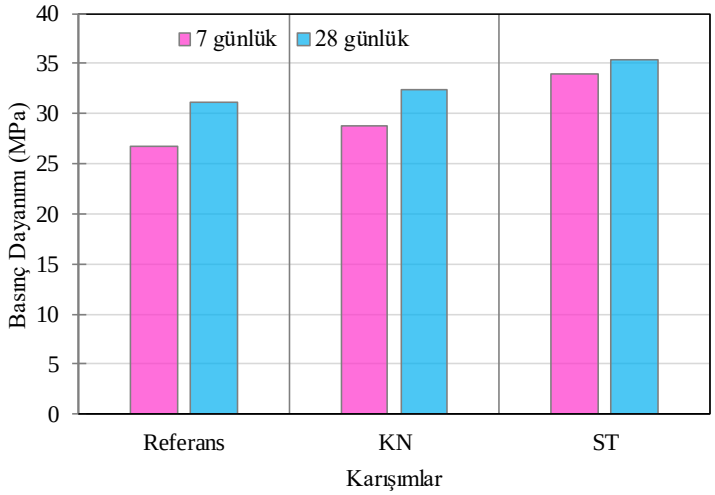


Şekil 3. 12 saat -10 °C'de bekletilen numunelerin kılcal geçirimlilik katsayısının zamana bağlı değişimi

Deneyin başlangıcında betonların emdiği su miktarı daha fazla iken zamanla bu miktar azalmaktadır. Dolayısıyla kılcal geçirimlilik katsayısı da bütün numuneler için ilk zamanlarda oldukça büyük değerlerde iken 24 saatin sonunda düşük bir değere sahip olmaktadır. Kılcal geçirimlilik katsayısı, referans numuneleri için bütün deney sürelerinde (12 dakika – 24 saat) kür sıcaklığının düşmesiyle artarken, antifriz katkılı numunelerde -5 °C'de (standart küre göre) artarken -10°C'de (-5 °C'ye göre) bir miktar düşüş göstermektedir.

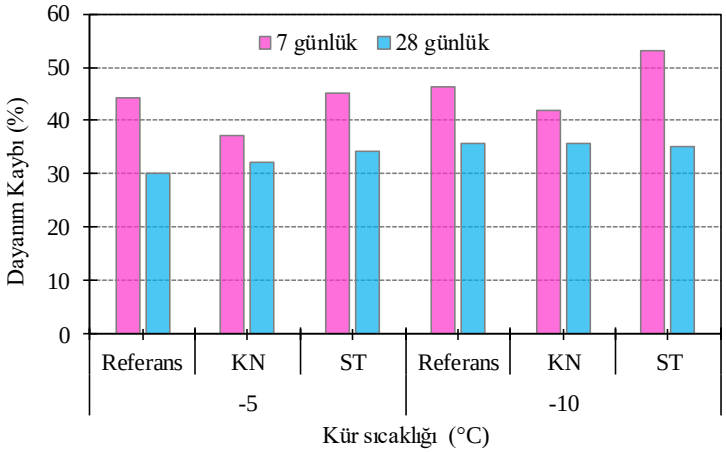
3.2. Basınç Dayanımı

Standart kür koşullarında kür edilen KYB numunelerin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları Şekil 4'te verilmiştir. Referans karışımın 7 ve 28 günlük basınç dayanımları, sırasıyla 26.7 MPa ve 31.1 MPa olarak ölçülmüştür. Kalsiyum nitrat ve sodyum tiyosiyanat katkıları, 7 günlük basınç dayanımını sırasıyla %7.7 ve %27.1 oranında artırırken, 28 günlük basınç dayanımını sırasıyla %4.3 ve %13.7 oranında artırmışlardır [12]. Antifriz katkıların ilk günlerdeki dayanımı daha fazla artırmalarının sebebi, bu kimyasalların aynı zamanda priz hızlandırıcı ve dolayısıyla hidratasyon reaksiyonlarını hızlandırıcı etkilerinin de olmasıdır [22].



Şekil 4. Standart kür koşullarında bekletilen numunelerin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları

Derin dondurucu sıcaklığının (-5 °C ve -10 °C), 7 ve 28 günlük numunelerin basınç dayanımında yaptığı kayıp, Şekil 5'te verilmiştir. Tüm karışımlar için hem -5 °C hem de -10 °C kür sıcaklığında 7 günlük numunelerdeki basınç dayanımı kaybı, 28 günlük numunelerinkinden daha fazla olmuştur. Soğuk hava etkisiyle oluşan dayanım kaybı esas alındığında sodyum tiyosiyanat içeren ST karışımının performansı referans karışımından daha kötüdür. Ancak soğuk hava koşullarında sahip oldukları dayanım miktarları göz önünde bulundurulduğunda ST karışımının performansı, referans karışımından daha iyi olmaktadır. Diğer taraftan hem dayanım kaybı (-5 °C'deki 28 günlük hariç) hem de sahip olunan basınç dayanımı açısından kalsiyum nitrat içeren KN karışımın performansı, referans karışımından daha iyidir. Bu noktadan hareketle taze haldeki KYB'leri don etkilerine karşı korumada kalsiyum nitratın daha etkili olduğu söylenebilir.

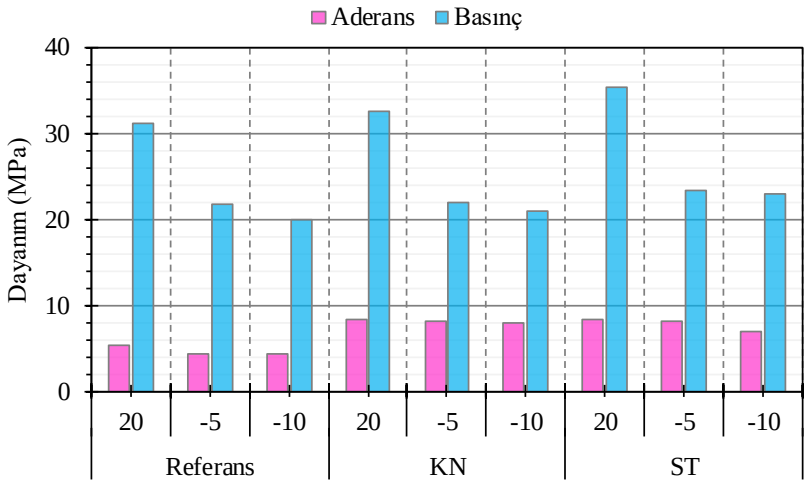


Şekil 5. Derin dondurucu sıcaklığının 7 ve 28 günlük numunelerde oluşturduğu dayanım kaybı

Ayrıca görülebileceği Şekil 5'ten görülebileceği gibi kür sıcaklığının -5 °C'den -10 °C'ye düşmesiyle 7 ve 28 günlük numunelerin basınç dayanımı kaybı artmıştır.

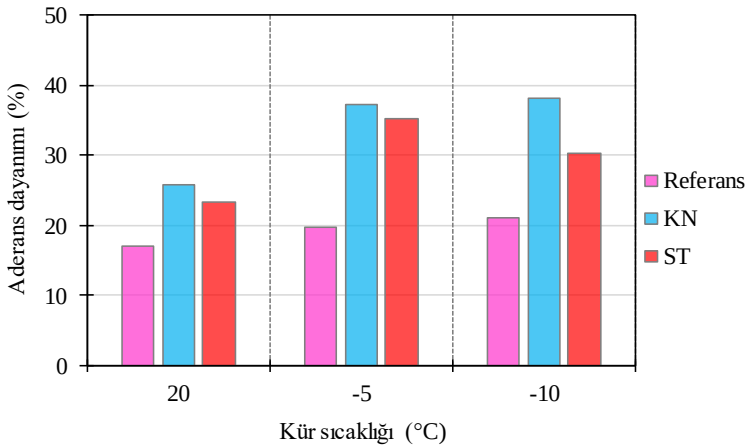
3.3. Aderans Dayanımı

28 günlük KYB numunelerinin aderans dayanımları ile basınç dayanımlarının kür koşullarına bağlı değişimi, Şekil 6'da verilmiştir. Basınç dayanımının bilinmesi, betonun diğer özellikleri ile ilgili kalitatif bilgi sağlamaktadır [1]. Genel olarak basınç dayanımı yüksek olan betonun çekme ve eğilme gibi dayanım değerleri de yüksek olmaktadır. Benzer şekilde bu çalışmadaki her karışım için kür sıcaklığının düşmesiyle basınç dayanımı ve aderans dayanımının azaldığı, Şekil 6'da görülmektedir. Basınç dayanımı düşük olan numunelerin aderans dayanımı da düşüktür.



Şekil 6. İlk 12 saat farklı sıcaklıklarda bekletilen numunelerin aderans dayanımları

Şekil 7'de KYB numunelerin aderans dayanımı, basınç dayanımının yüzdesi olarak verilmiştir. Görülebileceği gibi referans numunelerinin aderans dayanımı ile basınç dayanımı arasında yaklaşık da olsa bir korelasyon bulunmaktadır: Bu numunelerinin aderans dayanımı, basınç dayanımlarının yaklaşık %20'si kadardır. Diğer numunelerde böyle bir korelasyon pek kurulamamıştır: Aderans dayanımları, basınç dayanımlarının %23.4'ü ile %38.1'i arasında değişmektedir.



Şekil 7. Basınç dayanımının yüzdesi olarak aderans dayanımı

4. Sonuçlar

Kalsiyum nitrat ve sodyum tiyosiyanat, çimentonun %3'ü oranında kullanılarak kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) üretilmiş ve 12 saat boyunca -5 C° veya -10 °C sıcaklıkta bekletildikten sonra standart kür ortamında tutulmuştur. Taze haldeyken soğuk havaya maruz bırakılan bu betonlar, standart kür ortamında bekletilen numunelerle kıyaslanarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

I. Soğuk hava, KYB'lerin kılcal geçirimliliğini artırmaktadır. Ancak bu artış, antifriz içeren betonlarda, antifriz içermeyene oranla çok daha az olmaktadır.

II. Kalsiyum nitrat ve sodyum tiyosiyanat katkıları, gerek derin dondurucuda (ilk 12 saat) bekletilen ve gerekse standart kür ortamında tutulan betonların 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarını artırmışlardır. Ancak soğuk hava etkisiyle oluşan dayanım kaybı esas alındığında taze haldeki KYB'leri don etkilerine karşı korumada kalsiyum nitratın daha etkili olduğu anlaşılmaktadır.

III. KYB'lerin kür sıcaklığının düşmesiyle hem basınç dayanımı hem de aderans dayanımı azalmaktadır. Basınç dayanımı düşük olan numunelerin aderans dayanımı da benzer şekilde düşük olmaktadır.

IV. Referans numunelerinin aderans dayanımı, basınç dayanımlarının yaklaşık %20'si kadar olmaktadır. Antifriz katkılı numunelerde ise bu oran, %23.4 ile %38.1 arasında değişmektedir.

5. Kaynakça

1. Erdoğan, T.Y., *Beton (Concrete)*. 6. ed. 2016, Ankara-Turkey: METU Press Publishing Company.

2. Çullu, M. and M. Arslan, *The effects of antifreeze use on physical and mechanical properties of concrete produced in cold weather.* Composites Part B: Engineering, 2013. **50**: p. 202-209.
3. TS-1248, *Betonun hazırlanması, dökümü ve bakım kuralları - Anormal hava şartlarında (Mixing, placing and curing of concrete - Abnormal weather conditions)*. 2012, TSE: Ankara-Turkey.
4. TS-EN-206-1, *Beton- Bölüm 1: Özellik, performans, imalat ve uygunluk (Concrete-Part 1: Specification, performance, production and conformity)*. 2014, TSE: Ankara-Turkey.
5. Liu, Y., et al., *Effect of w/c ratio and antifreeze admixture on the frost damage of sulfoaluminate cement concrete at− 20° C.* Construction Building Materials, 2022. **347**: p. 128457.
6. Korhonen, C.J., *Antifreeze admixtures for concrete*. Vol. 97. 1997: Cold Regions Research and Engineering Laboratory.
7. Mehta, P.K. and P.J. Monteiro, *Concrete: microstructure, properties, and materials*. 2014: McGraw-Hill Education.
8. Karagöl, F., et al., *The influence of calcium nitrate as antifreeze admixture on the compressive strength of concrete exposed to low temperatures.* Cold Regions Science Technology, 2013. **89**: p. 30-35.
9. Ramachandran, V.S., *Concrete admixtures handbook: properties, science and technology*. 1996: William Andrew.
10. Demirboğa, R., et al., *The effects of urea on strength gaining of fresh concrete under the cold weather conditions.* Construction Building Materials, 2014. **64**: p. 114-120.
11. Karagol, F., R. Demirboga, and W.H. Khushefati, *Behavior of fresh and hardened concretes with antifreeze admixtures in deep-freeze low temperatures and exterior winter conditions.* Construction Building Materials, 2015. **76**: p. 388-395.
12. Khan, J. and G. Kumar, *Influence of binary antifreeze admixtures on strength performance of concrete under cold weather conditions.* Journal of Building Engineering, 2021. **34**: p. 102055.
13. TS-EN-934-2:2011+A1, *Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 2: Beton kimyasal katkıları - Tarifler, gerekler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme (Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling)*. 2011, TSE: Ankara-Turkey.
14. TS-EN-12390-2, *Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 2: Dayanım deneylerinde kullanılacak deney numunelerinin hazırlanması ve küre tabi tutulması (Testing hardened concrete - Part 2: Making and curing specimens for strength tests)*. 2019, TSE: Ankara-Turkey.
15. Tasdemir, C., *Combined effects of mineral admixtures and curing conditions on the sorptivity coefficient of concrete.* Cement Concrete Research, 2003. **33**(10): p. 1637-1642.
16. TS-EN-12390-3, *Beton-Sertleşmiş beton deneyleri-Bölüm 3: Deney numunelerinde basınç dayanımının tayini (Testıng hardened concrete-Part 3:Compressıve strength of test specımens)*. 2010, TSE: Ankara-Turkey.
17. ASTM-234-89, *Comparing Concrete on The Basis of The Bond Developed with Reinforcing Steel*, in *Annual Book of ASTM Standards*. 1989, American Society for Testing and Materials: Philadelphia, Pennsylvania.
18. ŞİMŞEK, B., R. POLAT, and G. Rüstem, *Atık Lastik Katkılı Betonlarda Uçucu kül Kullanımının Aderans ve Basınç Dayanımına Etkisi.* Journal of the Institute of Science Technology, 2022. **12**(4): p. 2290-2301.

19. TANYILDIZI, H. and S. YAZICIOĞLU, *Betonarme demiri ve beton arasındaki aderans dayanımına mineral katkıların etkisi.* Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2006. **18**(3): p. 351-357.
20. Polat, R., *The effect of antifreeze additives on fresh concrete subjected to freezing and thawing cycles.* Cold Regions Science Technology, 2016. **127**: p. 10-17.
21. Karaaslan, C., et al., *Improving the durability of pumice-fly ash based geopolymer concrete with calcium aluminate cement.* Journal of Building Engineering, 2022. **59**: p. 105110.
22. Wang, Y., et al., *Accelerators for normal concrete: A critical review on hydration, microstructure and properties of cement-based materials.* Cement Concrete Composites, 2022: p. 104762.

KİŞİSEL TERCİHLERE GÖRE ÇOK AMAÇLI YÜRÜME YOLLARI BELİRLEMEYE YÖNELİK KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRMESİ

Gizem ERŞEN [1], Prof. Dr. Muzaffer KAPANOĞLU[2]

[1] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
gizemm.ersen@gmail.com - 0000-0001-7946-7612
[2] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
muzaffer@ogu.edu.tr - 0000-0001-7946-7612

ÖZET

Dünya Sağlık Örgütü 18-64 yaş arası sağlıklı yetişkinler için haftada en az 150 dakikalık düzenli egzersiz önermektedir. Fakat aynı zamanda dört yetişkinden birinin ve ergen bireylerin %81'inin yeterince fiziksel aktivite yapmadığını bildirmektedir. Tüm yaştaki bireyler için fiziksel aktivitelerin içinde en yaygın ve kolay uygulanabilen aktivite türü yürümedir. İnsanlar yürüyüş yaparken keyif almak, güvenli bir yol kullanmak, varacakları konuma en kısa sürede varmak gibi farklı tercihlerde bulunabilirler. Güvenlik sorunu yaşayacakları bir yoldan gitmek yerine gerekirse gidilen mesafeyi artırarak daha güvenli olan yol tercihleri ile ulaşım sağlamak ya da amaçları doğrultusunda farklı rota keşfetmek isteyebilirler.

Bu çalışmada yayaların kendi tercihlerine göre karar verebilmelerine olanak sağlayacak, çok amaçlı kişiselleştirilmiş yol seçimlerine yardımcı olacak bir karar destek sistemi tasarlanmış ve Excel VBA ortamında geliştirilmiştir. Karar destek sistemi üç modülden oluşmaktadır: veri yönetim modülü, diyalog yönetim modülü, model yönetim modülü. Veri yönetim modülünde problem için gereken ziyaret noktaları arası uzaklık verileri, kamera sayısı, ağaç sayısı ve iki nokta arası yürüme süresi verileri Google Earth üzerinden elde edilmiştir. Diyalog yönetim modülü karar vericinin yürüme eylemini gerçekleştireceği başlangıç ve bitiş nokta bilgisini, bu eylem için ayıracağı maksimum süreyi, kişisel tercihleri doğrultusunda amaçlara verdiği ağırlıkları girmesine olanak sağlar. Model yönetim modülünde kısa yol, güvenli yol ve manzaralı yol amaçlarını bir arada değerlendiren bir doğrusal tamsayılı hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Modelin optimum ve pareto optimal çözümleri için Excel VBA içinde Open Solver eklentisi sisteme entegre edilmiştir. Geliştirilen karar destek sistemi kullanıcıya türetilen yol ve amaç erişim düzeylerini sunmaktadır. Sistem kullanıcı ihtiyaçlarıyla tam uyumlu olarak çalıştığından karşılıklı etkileşimli olarak değişen tercihler doğrultusunda yeni yollar türetilebilmektedir. Yapılan çalışma bir kentlinin çok amaçlı yürüme yolu problemine çözüm sunulmasının yanı sıra o kente gelen ziyaretçiler için de yürümeye yönelik gezi planı çıkarabilmesine yardımcı olabilmektedir. Uygulama kapsamında Eskişehir ilinden belirli noktalar seçilerek bir çizge oluşturulmuş, kullanıcı tercihleri değiştirilerek önerilen karar destek sistemiyle ihtiyaçlara uygun alternatif yollar türetilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karar Destek Sistemleri, Çok Amaçlı Kişiselleştirilmiş Yol Seçimi, Hedef Programlama

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütünün (DSÖ) tanımlamasına göre fiziksel aktivite iskelet ve kaslar tarafından üretilen ve enerji harcanmasını gerektiren herhangi bir bedensel harekettir. DSÖ, çocuk ve gençlere her gün en az 1 saat orta ila şiddetli yoğunlukta fiziksel aktivite yapmalarını tavsiye etmektedir. Yetişkinler içinse haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta veya 75 dakika yüksek yoğunlukta fiziksel aktivite yapmalarını önermektedir [1].

Yürüme, tüm yaştaki bireyler için en yaygın ve kolay uygulanabilen bir fiziksel aktivitedir. Kolay ulaşılabilirliği dışında insan sağlığı ve çevresel etkileri açısından olumlu etkileri vardır. Beyin aktiviteleri, kanser riskleri, diyabet, kolesterol, kalp krizi, anksiyete gibi birçok sağlık alanı açısından olumlu katkılar yarattığı bilimsel veriler ile desteklenmektedir [2]. Çevresel katkıları ise diğer ulaşım araçları gibi zararlı gazlar üretmemesi, gürültü kirliliği yaratmaması, yürüme yolu vb. yapılarak kamusal alanların daha verimli kullanılmasına yarar sağlaması, ulaşım modlarını birbirine bağlayarak toplu taşıma sistemlerinin bağlanabilirliğini sağlaması olarak örneklenebilir [3].

Yürüme eylemi giderek artan öneme kavuşmuştur ve kentlerdeki yürünebilirlik ölçümleri, kentlerdeki yaşanabilirlik ile ilişkilendirilmektedir. Yapılan çalışmalardaki yürünebilirlik indeksi, yürüme puanı gibi parametreleri dikkate alarak insanlar yaşam alanı, ev seçimi yapmaktadır ve kentlerin yürüme alışkanlıkları çıkarılmaktadır [4].

Yayalar yürüme eyleminde bulunacağında bir yolu diğerine tercih ederken yolun çekiciliği (yeşil alanlar, yaya dostu sokaklar, banklar, kamusal alanlar, turistik yerler), konforu (gölgelik alanlar, gürültü, bina yükseklikleri, ağaçlar ve sokak genişliği), güvenliği (çitler, trafik yoğunluğu, araç park etme ve trafik yönetimi) ve erişilebilirliği (eğim, engeller, kaldırım genişliği ve kavşak mesafeleri) faktörlerini dikkate almaktadırlar [5].

Çalışma kapsamında, yürüme eylemi yapacak bir yayanın çok amaçlı kişiselleştirilmiş yol bulma problemine yönelik bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Kişiselleştirilmiş yol bulma problemi düğümlerin kavşak ve ziyaret noktalarını, ayrıtların ise yolları ifade ettiği bir çizge (serim) ile modellenebilir. Bu problemde amaç, kullanıcı tercihlerine göre başlangıç ve hedef noktaları arasındaki en uygun yolu bulmaktır. Kişiselleştirilmiş yol bulma problemi, bir çizge olarak modellendiğinde her ayrıtının seçilen kriterlere göre uygun olarak ağırlıklandırıldığı çok amaçlı bir karar problemidir.

Tores vd.(2018) yaptıkları çalışmada yol eğimi enküçüklemek, mesafeyi enküçüklemek, yeşil alanları en büyüklemek amaçlarına ağırlıklar vererek yol bulma için A* arama algoritmasını uygulamışlardır. İspanya Granada şehri için bir mobil uygulama üzerinden yöntemlerini kullanıcılarına sunmaktadırlar [6].

Keser vd.(2016) çalışmalarında araçlar için çok kriterli rota planlama problemlerinde A* algoritmasına arama verimliliğini artırmak için sezgisel bir maliyet fonksiyonu önermişlerdir.

Seçilen kriterler seyahat mesafesi, seyahat süresi, güvenlik ve yakıt tüketimidir. AHP kullanılarak her bir kriterin ağırlığı belirlenebilmektedir. Çalışma kapsamında Eskişehir ilinden 5 nokta üzerinde uygulama yapılmış, tüm kriterler eşit ağırlıkta kabul edilmiştir. Önerilen algoritmanın daha az bellek ve zaman kullandığı belirtilmiştir [7].

Ikea ve Inoue(2016) çalışmalarında bir doğal afet meydana geldiğinde kapanan yollar olduğunda kullanmak üzere tahliye yolu planlamasını ele almışlardır. Çok amaçlı genetik algoritma kullanılarak önerilen sistem, tahliye mesafesi, tahliye süresi ve tahliye yolunun güvenliği olmak üzere üç amaç fonksiyonuna sahiptir. Üç amacı aynı anda çözen bir yöntem değil her bir amacı tek tek çözen ve kullanıcıya sunan bir çalışma yapmışladır [8].

Lambas vd.(2021) Madrid'te yürüttükleri çalışmalarında, yayaların yürüyüş rotası seçimlerini etkileyen mesafe dışındaki faktörleri analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda yayaların rotaları seçerken çekicilik ve erişilebilirlik faktörlerinin çok önemli olduğunu belirlemişlerdir. Başlangıç noktasından varış noktasına en kısa rotaların her zaman tercih edilen seçenek olmadığını göstermektedir [9].

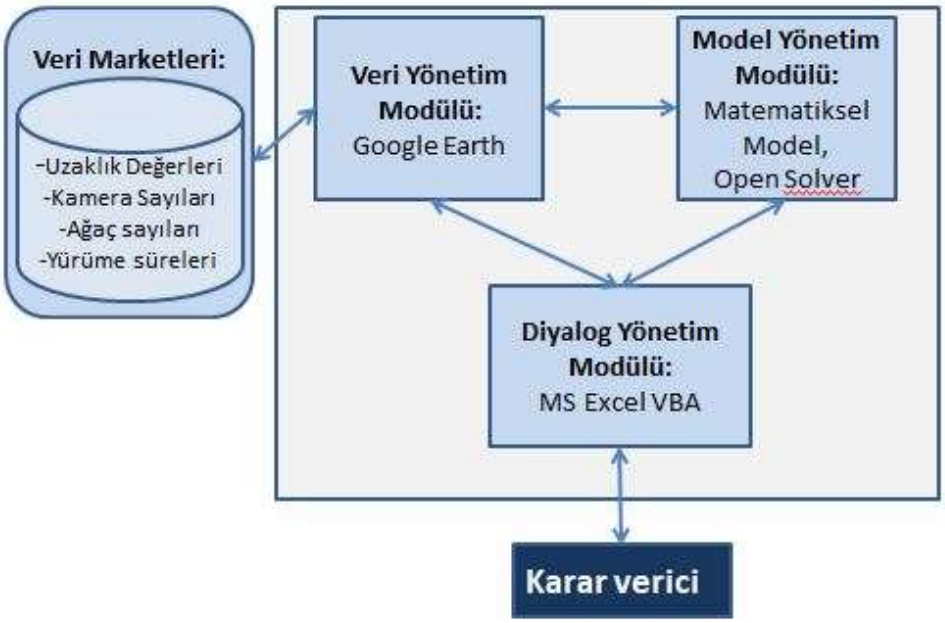
Yapılan literatür çalışmalarında güvenlik parametresi olarak kent güvenlik sistemlerine ait kameraların kullanıldığı çok amaçlı yol bulma problem çözümü ile karşılaşılmamıştır. Fakat yapılan çalışmalar bir yolda kamera bulunmasının işlenen suçlarda %13 lük azaltma sağladığı yönündedir [10]. Dolayısı ile bir yolda kamera olması yayanın kendini daha güvende hissetmesine destek olur.

Bu çalışmada literatür çalışmalarından farklı olarak yayaların en kısa yol, en güvenli yol ve en yeşil manzaralı yol ihtiyaçlarını bir arada değerlendirmek için doğrusal tamsayılı bir hedef programlama modeli önerilmiş ve kullanıcılara yönelik karar destek sistemi geliştirilmiştir.

2. GELİŞTİRİLEN KARAR DESTEK SİSTEMİ

Bu çalışmada yayaların kendi tercihlerini gözeterek bir başlangıç noktasından hedef noktasına varabilmek için çok amaçlı kişiselleştirilmiş yol seçimlerine yardımcı olan, kendi kararlarına göre seçim yapmalarına olanak sağlayan bir karar destek sistemi(KDS) tasarlanmış ve Excel VBA ortamında geliştirilmiştir.

Karar destek sistemi üç ana modülden oluşmaktadır: veri yönetim modülü, diyalog yönetim modülü, model yönetim modülü. Geliştirilen karar destek sisteminin bileşenleri Kapanoğlu vd.(2019)'nin açıklamalarına göre Görsel 2.1' de verilmiştir [11].



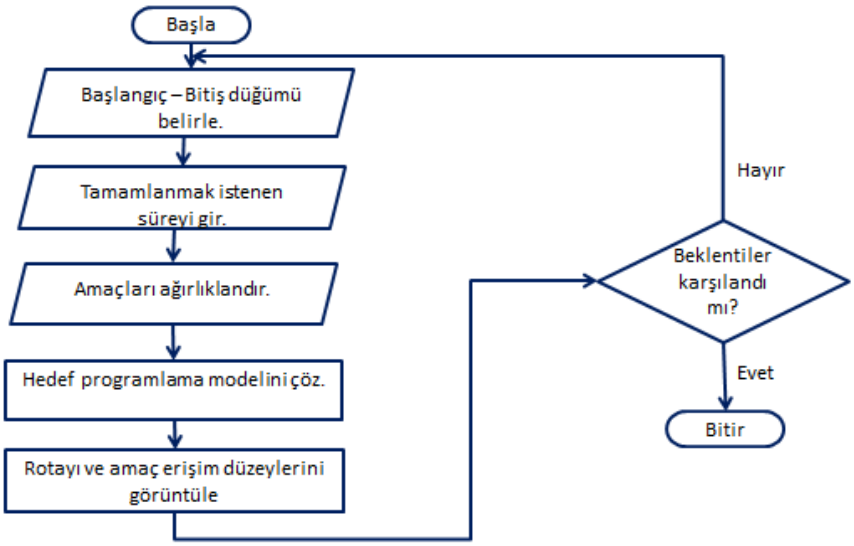
Görsel 2.1. Geliştirilen karar destek sisteminin bileşenleri

Veri yönetim modülünde problem için gereken ziyaret noktaları arası uzaklık verileri, kamera sayısı, ağaç sayısı ve iki nokta arası yürüme süresi verileri Google Earth üzerinden elde edilmektedir.

Diyalog yönetim modülü karar vericinin yürüme eylemini gerçekleştireceği başlangıç ve bitiş nokta bilgisini, bu eylem için ayıracağı maksimum süreyi, kişisel tercihleri doğrultusunda amaçlara verdiği ağırlıkları girmesine olanak sağlar.

Model yönetim modülünde kısa yol, güvenli yol ve manzaralı yol amaçlarını bir arada değerlendiren bir doğrusal tamsayılı hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Optimum ve pareto optimal çözümleri için Excel VBA içinde Open Solver eklentisi sisteme entegre edilmiştir. Geliştirilen karar destek sistemi kullanıcıya türetilen yol ve amaç erişim düzeyleri sunmaktadır. Sistem kullanıcı ile etkileşimde olarak, kullanıcının tercihlerinde değişiklik olması halinde yeni yollar türetebilir.

Geliştirilen karar destek sisteminde kullanılan yöntem akış şeması Görsel 2.2’ de verilmiştir.



Görsel 2.2. Önerilen yöntem akış şeması

2.1. Ağırlıklandırılmış Hedef Programlama Modeli

KDS içinde optimizasyon yöntemleri ile desteklenerek karar vericinin beklentilerine en uygun optimum çözümlerin türetilmesi üzerinde durulmuş, amaçların birden çok olmasıyla da karar vericinin beklentilerine göre şekilleneceği için hedef programı yaklaşımı ile problem ele alınmıştır.

Oluşturulan yönsüz çizge G=(V, E) olarak ifade edilir. G çizgesi, düğümler (V) ve ayrıtların (E) oluşturduğu bir kümeyi ifade etmektedir. Düğüm, ziyaret edilmeye değer noktalar veya kritik kavşak noktalarıdır. Ayrıt, iki düğümü birbirine bağlayan yoldur.

Amaçlar:
P_1: Yol uzunluğu = Enküçükle{Toplam uzunluk}
P_2: Kamera sayısı = Enbüyükle{Enküçükle{(i,j) ayrıtındaki kamera sayısı}}
P_3: Ağaç sayısı = Enbüyükle{Toplam başlangıç düğümden bitiş düğüme tüm ayrıtlardaki ağaç sayısı}

Kümeler:
V : Ziyaret edilecek düğüm sayısı veya kritik kavşak sayısı V = {1,2,..,n}
P : Amaç sayısı P = {1,..,p}

İndisler:
i, j, k, l ∈ V bir yoldaki düğümleri ifade eden indislerdir.

Parametreler:
b_{ij}: i. düğümden j. düğüme olan ayrıttaki ağaç sayısı $i \neq j$

c_{ij}: $i.$ düğümden $j.$ düğüme olan ayrıtın uzunluğu $i \neq j$
d_{ij}: $i.$ düğümden $j.$ düğüme olan ayrıttaki kamera sayısı $i \neq j$
f_{ij}: $i.$ düğümden $j.$ düğüme yürüyüş süresi $i \neq j$
w_p': $p.$ amacın artık sapma değerleri için ağırlığı
w_p'': $p.$ amacın eksik sapma değerleri için ağırlığı
S: Kullanıcının ayırmak istediği enbüyük süre
D: Ziyaret edilen düğüm sayısı
M: Yeterince büyük bir sayı

Karar değişkeleri:

$X_{ij} = \begin{cases} 1, & i.\text{düğümden } j.\text{düğüme olan ayrıt kullanılmışsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$

u_i: i. düğüm için alt tur engelleme değişkeni
u_j: j. düğüm için alt tur engelleme değişkeni
T: Bir güzergahın üzerindeki yollardan en az kamera donanımına sahip olan yoldaki kamera sayısı
S_p^-: p. amacın negatif sapması
S_p^+: p. amacın için pozitif sapması

$$Enkz = w_1' * s_1^+ + w_1'' * s_1^- + w_2' * s_2^+ + w_2'' * s_2^- + w_3' * s_3^+ + w_3'' * s_3^- \quad (2.1)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} + s_1^- - s_1^+ = Z1 \quad (2.2)$$

$$T + s_2^- - s_2^+ = Z2 \quad (2.3)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}x_{ij} + s_3^- - s_3^+ = Z3 \quad (2.4)$$

$$\sum_{k=1}^{n} x_{ik} - \sum_{l=1}^{n} X_{li} = \begin{cases} 1 & i = 1 \\ 0 & i = 2,3,..,n-1 \\ -1 & i = n \end{cases} \qquad k \neq i \;\; ve \;\; l \neq i \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \leq 1 \quad \forall i \qquad i = 1,2,..,n \quad , \quad i \neq j \quad (2.6)$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} \leq 1 \quad \forall j \qquad j = 1,2,..,n \quad , \quad i \neq j \quad (2.7)$$

$$M * (1 - X_{ij}) + d_{ij} \geq T \quad \forall i, \forall j \quad , \quad i \neq j \quad (2.8)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} f_{ij}X_{ij} \leq S \quad \forall j \quad j = 1,2,..,n \; , \quad i \neq j \quad (2.9)$$

$$D = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \qquad i,j = 1,2,..,n \quad , \quad i \neq j \quad (2.10)$$

$$(D-2) + M * \sum_{j=1}^{n}(1 - X_{ij}) = u_i - u_j + (D-1), \quad \forall i \quad i \neq j \quad (2.11)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \;\; \forall i,j \;\; . \; i \neq j \quad (2.12)$$

$$u_i, u_{j,}\ \mathrm{T}, S_p^-, S_p^+ \geq 0 \text{ ve tamsayı} \qquad (2.13)$$

Denklem (2.1) karar verici tarafından ağırlıklandırılmış amaçların sapma değerleri toplamının enküçüklendiği hedef programlama amaç fonksiyonudur. (2.2) denklemi gidilecek yol uzunluğu hedef değeri Z1 için, (2.3) denklemi bir güzergah üzerindeki yollardaki kamera sayısı hedef değeri Z2 için, (2.4) denklemi ise bir yoldaki ağaç sayısı hedef değeri Z3 için hedef programlama esnek kısıtlarıdır. (2.5)-(2.13) arası denklemler ise hedef programlama kırılgan kısıtlarıdır. Denklem (2.5) yolun bir başlangıç düğümünde başlayıp belirli bir bitiş düğümünde sonlanmasını, ayrıtlar arasındaki dengenin oluşmasını sağlar. Denklem (2.6) bir düğüme varış sayısını en fazla 1 ile sınırlandırır. Denklem (2.7) bir düğümden çıkış sayısını en fazla 1 ile sınırlandırır. Denklem (2.8) bir güzergah üzerindeki en düşük kamera sayısına sahip yoldaki kamera sayısını takip eden T değişkeninin bir yolun tercih edilmesine göre minimum kamera sayısını almasını sağlayan kısıttır. Denklem (2.9) başlangıç düğümünden bitiş düğümüne verilen maksimum sürede varmayı sağlayan kısıttır. Denklem (2.10) toplam ziyaret edilen düğüm sayısını gösterir. Denklem (2.11) Alt tur önleme kısıtıdır. Denklem (2.12) ve (2.13) karar değişkenlerine ait işaret kısıtlarıdır.

2.2. Normalleştirme

Amaçlar farklı birimlerden değerler ifade ettiklerinden matematiksel modelde verilerin normalleştirilmiş değerleri çalışılmıştır. Amaçların birimleri Çizelge 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Amaçların ölçü birimleri

Amaçlar	**Ölçü birimi**
Toplam uzunluk	Metre
Kamera sayısı	Adet
Ağaç sayısı	Adet

Normalleştirme yöntemi Denklem (2.14)' te verilmiştir.

$$X' = \frac{x - \text{enküçük}(x)}{enb\ddot{u}y\ddot{u}k(x) - \text{enküçük}(x)} \qquad (2.14)$$

3. UYGULAMA

Çok amaçlı kişiselleştirilmiş yürüme yolu belirleme problemi çözümünde önerilen karar destek sistemi uygulaması için Eskişehir ili verileri kullanılmıştır. Eskişehir ilinden türetilen Görsel 3.1' deki çizge üzerindeki n = 30 düğüm verileri kullanılarak karar vericinin değişen amaç ağırlıklarına göre yol türetilmektedir.

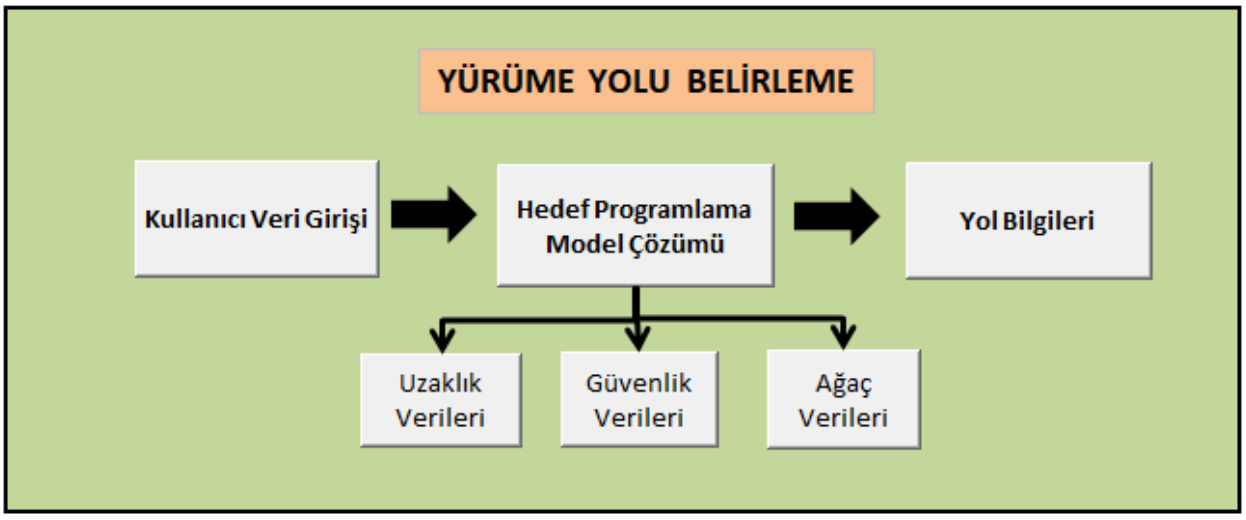
Görsel 3.1. Eskişehir çizge örneği

Oluşturulan çizgedeki 30 nokta Çizelge 3.1' de verilmiştir. D1 ve D2 düğümleri önemli kavşakları belirtmektedir. D1: Ali Fuat Güven Blv. – Öğretmenler Blv. Kavşağı ,
D2: Ahmet Kanatlı cd. – M. Kemal Atatürk Cd. Kavşağı

Çizelge 3.1. Eskişehir çizge düğümleri

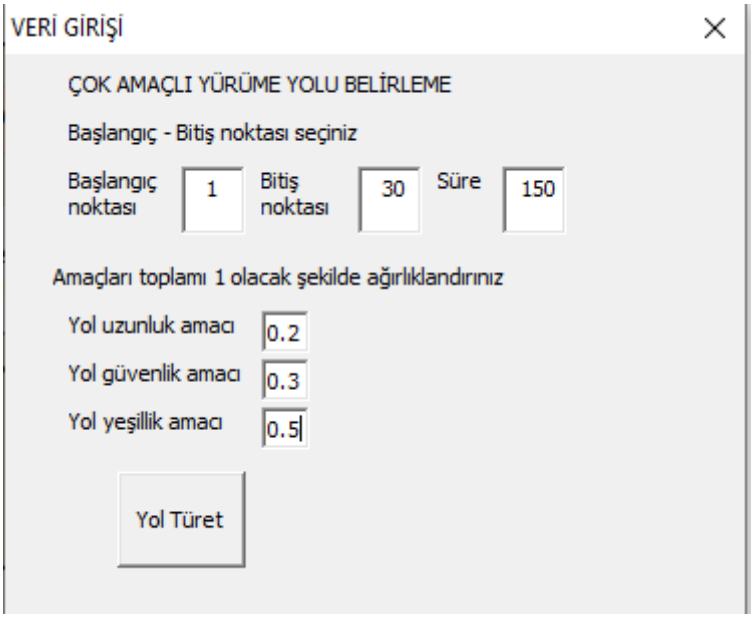
Düğüm	Düğüm Yeri	Düğüm	Düğüm Yeri
1	Atatürk Lisesi	**16**	ETİ Arkeoloji Müzesi
2	Cumhuriyet Müzesi	**17**	Adalet Sarayı
3	Alaaddin Park	**18**	Şehr-i Aşk Parkı
4	Bal Mumu Müzesi	**19**	Kentpark
5	Millet bahçesi	**20**	TCDD Gar
6	Reşadiye Cami	**21**	Ulus Anıtı
7	D1	**22**	Esnaf Sarayı
8	Devrim Arabası Müzesi	**23**	Adalar
9	D2	**24**	Haller Gençlik Merkezi
10	Kanlıkavak Parkı	**25**	Espark
11	Dede Korkut Parkı	**26**	Lunapark
12	Uğur Mumcu Parkı	**27**	Havacılık Müzesi
13	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	**28**	Bağlar
14	Kent ormanı	**29**	Opera Binası
15	Sazova	**30**	Anadolu Üniversitesi

Önerilen KDS ana sayfası Görsel 3.2' de verilmiştir.



Görsel 3.2. KDS ana sayfası

KDS diyalog yönetim modülünde 'Kullanıcı Veri Girişi' ile kullanıcı kolay ve anlaşılır bir biçimde başlangıç-bitiş noktası, yürüme eylemi için ayırdığı maksimum süre ve amaçlara verdiği önem ağırlıklarını Görsel 3.3' teki gibi girmektedir.

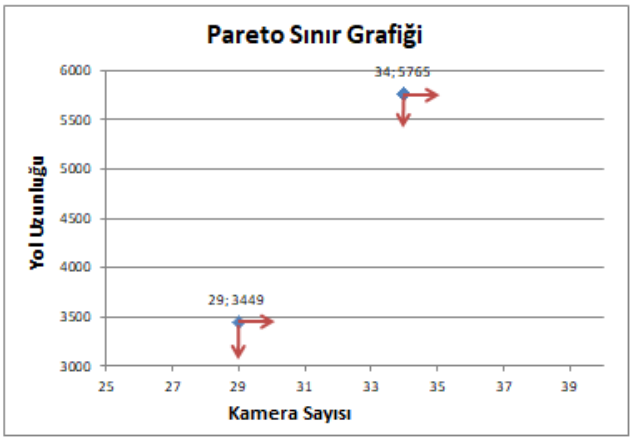


Görsel 3.3. KDS veri giriş ekranı

Veri yönetim modülünde problem için gerekli, noktalar arası uzaklık verileri, kamera sayısı ve ağaç sayısı verileri, noktalar arası yürüme süresi verileri Google Earth yazılımından alınmış matris olarak hazırlanmıştır. KDS ana sayfasında 'Uzaklık verileri', 'Güvenlik Verileri', 'Ağaç Verileri' bağlantıları ilgili sayfalara götürmektedir.

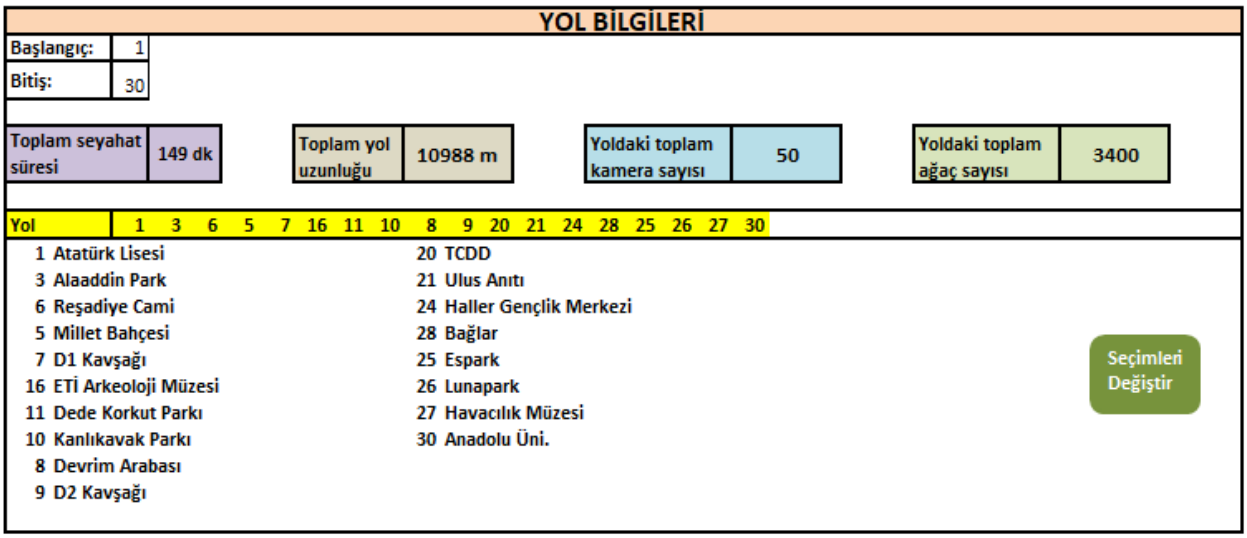
Model yönetim modülünde önerilen çok amaçlı doğrusal tamsayılı hedef programlama modeline optimum ve pareto optimal çözümleri için Excel VBA ortamında Open Solver

eklentisi entegre edilmiştir. Modelin pareto optimal çözümleri elde edilerek pareto sınır grafikleri Görsel 3.5'teki gibi çıkarılmıştır. Kamera sayısı enbüyüklenmek, yol uzunluğu amacı enküçüklenmek hedeflendiğinde çelişen amaçlarda kullanıcının vereceği amaç önem ağırlığına göre elde edilebilecek pareto sınır grafiği Görsel 3.5'teki gibidir.



Görsel 3.5. Pareto sınır grafiği

KDS kullanıcı tercihlerine göre çalıştırıldığında kullanıcıya Görsel3.4' teki gibi yol bilgilerini, amaç erişim değerlerini sunmaktadır. Kullanıcı böylece yürüme eyleminin alacağı öngörülen toplam süre bilgisini, gidilecek yolun toplam kaç metre olacağını, yol üzerinde toplam kaç kamera yer aldığını ve dolayısıyla kendini ne kadar güvende hissedeceğini, yoldaki toplam ağaç sayısı verilerini elde etmiş olacaktır.



Görsel 3.4. KDS yol bilgileri

Kullanıcı dilerse 'Seçimleri Değiştir' butonu ile Görsel 3.3'te verilen 'Veri Girişi' menüsüne erişip en başta yaptığı seçimleri değiştirebilir. Dilerse süreyi arttırarak daha fazla ziyaret noktasından gidebileceği bir yol tercihinde bulunabilir veya dilerse amaçlara verilen önem ağırlıklarını değiştirebilir. Böylece KDS kullanıcıyla karşılıklı iletişimde olarak türetilen yolu değiştirir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu bölümde iki farklı beklentiye göre çözülen problem sonuçları ve geliştirilen sistemin kullanıcı tercihlerine uyum sağlayarak esnek sonuçlar türetilebildiği açıklanmıştır.

Geliştirilen sistemde kullanıcı tercihlerinde herhangi bir değişiklik yapıldığında yol türetme de aynı şekilde değişmektedir. Çizelge 4.1'de başlangıç noktası 1, bitiş noktası 30; tercih edilen maksimum süre 150 dk ortak parametreleri ile iki farklı kullanıcının tercih ettiği amaç ağırlıkları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kullanıcıların tercih ettiği ağırlıklar

Veri Girişi Amaç Ağırlıkları	Yol Uzunluğu	Yol Güvenliği	Yol Yeşilliği
1. Kullanıcı	0,2	0,3	0,5
2. Kullanıcı	0,5	0,3	0,2

KDS verilen ağırlıklara göre problemi çözerek ayrı ayrı sonuçlar sunmuş ve bu sonuçlar Çizelge 4.2' de verilmiştir. 1. kullanıcı örneğinde kısa yol ağırlığı diğer amaçlara göre daha az olduğundan, kısa yol amacı diğerlerine oranla daha fazla olan 2. kullanıcı örneğine göre daha uzun bir yol türetilmiştir. 1. Kullanıcı örneğinde en fazla ağırlık yeşillik amacında olduğundan bu doğrultuda daha fazla ağaç içeren bir yol karar vericiye sunulmaktadır.

Çizelge 4.2. Kullanıcılara sunulan çözümler

Sonuçlar	Toplam Seyahat Süresi	Toplam Yol Uzunluğu	Toplam Kamera Sayısı	Toplam Ağaç Sayısı	Türetilen Yollar
1.Kullanıcı	149 dk	10.998 metre	50 adet	3.400 adet	1-3-6-5-7-16-11-10-8-9-20-21-24-28-25-26-27-30
2.Kullanıcı	51 dk	3.449 metre	29 adet	977 adet	1-3-6-22-23-24-28-30

Çalışma kapsamında birden çok amaç olmasıyla karar vericinin beklentilerine göre yollar türetileceğinden hedef programlama yaklaşımı ile problem ele alınmıştır. Önerilen doğrusal tamsayılı hedef programlama modeli, geliştirilen karar destek sisteminin model yönetim modülünde kullanılmıştır. Veri yönetim modülünde gerekli parametreler Google Earth ile elde edilmiştir. Diyalog yönetim modülü ile kullanıcının tercihlerini alarak Excel VBA ortamında Open Solver ile çok amaçlı kişiselleştirilmiş yol bulma problemi çözümlenmiş ve kullanıcıya türetilen yol ve amaç erişim düzeyleri sunulmuştur. Kullanıcı bu sonuçlara göre beklentilerinde değişikliğe gitmek istese bile KDS' nin karşılıklı etkileşimi sayesinde veri girişine tekrar dönerek yeni yollar türetilmektedir. Bu bağlamda geliştirilen sistem kullanıcı ihtiyaçlarıyla uyumlu olarak çalışmaktadır.

Önerilen yaklaşım bir mobil uygulama ile desteklenirse hem kente dışardan gelen ziyaretçiler için hem de kent içinde yürüme eylemindeki kentliler için önemli bir karar aracı olma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKÇA

[1] Oja, P., Titze, S., Physical activity recommendations for public health: development and policy context, EPMA Journal, 2, 253–259, 2011.

[2] https://www.walkboston.org/sites/default/files/WalkYourWayToHealth_6-8-12.pdf (Erişim tarihi: 20.12.2022)

[3] https://gmwalking.co.uk/wp-content/uploads/2020/06/GMWalking_Why_choose_walking_to_be_more_active.pdf (Erişim tarihi: 20.12.2022)

[4] https://www.statista.com/statistics/747380/daily-step-averages-select-countries-worldwide/ (Erişim tarihi: 20.12.2022)

[5] Talavera-Garcia, R., Soria-Lara, J.A, Q-PLOS developing an alternative walking index. A method based on urban design quality, Cities, 45, 7-17, 2015.

[6] Torres, M., Pelta, D.,A., Verdegay, J.L. , PRoA: An intelligent multi-criteria Personalized Route Assistant, ,72, 162-169,2018.

[7] Keser, B.S.,Yazıcı, A., Günal, S., A Multi-Criteria Heuristic Algorithm For Personalized Route Planning, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A-Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik, 17(2), 2016.

[8] Ikea, Y., Inoue, M., An Evacuation Route Planning for Safety Route Guidance System after Natural Disaster Using Multi-Objective Genetic Algorithm, Procedia Computer Science, 96, 2016.

[9] Lambas L., M.E., Sanchez, J.M., Alonso, A., The walking health: A route choice model to analyze the street factors enhancing active mobility, Journal of Transport & Health, 22, 2021.

[10] Ratcliffe, J.H., Taniguchi, T., Taylor, R.B., 2009, The Crime Reduction Effects Of Public CCTV Cameras: A Multi-Method Spatial Approach, Justıce Quarterly, 26, 4.

[11] Kapanoğlu, M., Orhan, İ., Saraç, T., Karar Destek Sistemleri, Anadolu Üniversitesi/Eskişehir, 2019.

A PRELIMINARY STUDY ON THE NUMERICAL INVESTIGATION OF ANTI-VORTEX PLATE PLACED IN WATER INTAKE STRUCTURES

Assist. Prof. MUSTAFA TUNÇ[1]
[1]Fırat University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department,
mtunc@firat.edu.tr ORCID ID: 0000-0001-9756-8409

ABSTRACT

Water resources are the sum of surface and groundwater in a country, region or river basin. Various water structures are built to frame, control and utilize water resources in the most efficient way within a general plan. Since water resources are one of the limited natural resources, engineers and related people should be sensitive in order to protect, develop and use them in the most efficient way. Various hydraulic experiments have been conducted to prevent surface vortices in water intake structures. In this study, the intake structure in a reservoir will be numerically modeled by Computational Fluid Dynamics (CFD) method and the vortices and air inlets will be determined for different water levels that may occur in the reservoir. This problem is solved by numerical modeling of the hydraulic design we put forward as a solution and the results are compared.

Keywords: Water resources, water intake structure, anti-vortex plate, Computational Fluid Dynamics, Flow-3D.

1. INTRODUCTION

To avoid the formation of vortices, a minimum water level is recommended as the critical water depth of the intake structure. This depth is defined as the distance between the water surface and the inlet axis. It should be recognized that when the minimum water level of the intake structure is lowered below the critical underwater depth, the water at this level cannot be used for power generation. Therefore, increasing the submergence depth to prevent vortex formation may not always be an economical solution. In addition, deeper intakes may be more expensive. Increasing the critical depth or lowering the elevation of the intake structure will cause sedimentation of the structure. It causes the entry of grains with larger diameters. For these reasons, one of the most economical and common measures to reduce the effects of the negative forces generated by air entrainment and vortices is the use of anti-vortex plates. These plates can be used singly or in pairs, perpendicularly or at an angle, or even upstream [1]. It may not be economical to try to prevent vortices completely and to design and implement accordingly. Smaller anti-vortex plates that partially prevent vortex formation, i.e. significantly reduce the forces generated by the vortex, would be a better alternative in design and economics. In other words, with minor modifications near the inlet of the intake structure, many problems can be avoided and more favorable flow conditions can be achieved.

There are many projects in the field of hydraulic structures using CFD method. CFD method was used to determine hydraulic data such as flow, pressure and shear stresses in spillways and the results were compared with the results of the physical models and the agreement between the results was observed [2]. In another project, a spillway subjected to

flood flows and an auxiliary spillway designed in addition to it were numerically modeled and surface water levels and weir conditions were investigated [3]. These two models were compared and their compatibility with each other was observed. In another study, the length of the water jet generated by the aerator in the spillway was determined and the threshold performance was evaluated [4]. In other studies, many researches have been conducted with CFD method in different weir geometries used in irrigation, drainage and wastewater systems in channel flows. In these studies, channel flows were modeled for different flow regimes in different channel geometries and channel slopes and three-dimensional free surface and turbulent channel flows were investigated [5].

Durgin and Hecker established general methods to investigate the potential scale effects of vortices in free surface flows. They mentioned 3 types of vortex sources along with vortex magnitudes and visually mapped the vortex formation. In order for the vortex magnitudes of the vortices formed in the model to also occur in the prototype, the Froude approximations must be fully satisfied and the secondary effects of the Reynolds number must also be taken into account. Based on the idea of obtaining higher Reynolds numbers different from Froude approximations based on the projection technique, fluids with different viscosities at different water temperatures have been used in researches with flow rates above and below those specified by Froude scaling. The Froude number was plotted against the calculated Reynolds number, while the water temperature increased the velocity of the flow in the model, and the vortex magnitudes (e.g. air intake, vortex and discharge coefficient) were recorded at a given operating point. The Reynolds number corresponding to the prototype run was estimated by paying attention to the indicated vortex intensity and the appropriately scaled Froude number with Fr=1 [6].

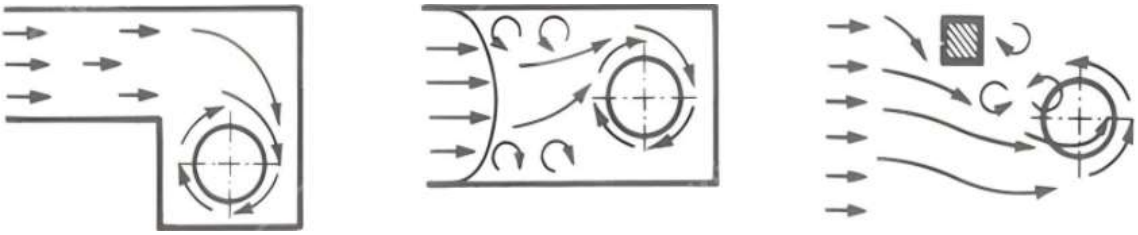


Figure 1. Vortex formations [6]

2. MATERIALS AND NUMERICAL METHOD

FLOW-3D, produced by Flow Science Inc. in the USA, is a powerful modeling tool that provides engineers with valuable information about many physical flow processes. It is a CFD software that simulates fluid dynamics based on numerical solution of the Navier-Stokes equations. Moreover, models for solving problems such as the motion of moving solids and flow patterns in porous media are available. Since this program is based on the fundamental laws of continuity, momentum and energy in the most general form, it can be applied to almost any fluid mechanics problem.

In FLOW-3D, the numerical modeling of free surface fluids is based on the Volume Of Fluid (VOF) method developed by a group of scientists including Dr. C. W. Hirt, founder of Flow Science at Los Alamos National Laboratory. Initial work was started by Nichols and Hurt [7] and later completed by Hirt and Nichols [8]. The volume of fluid VOF method is used in

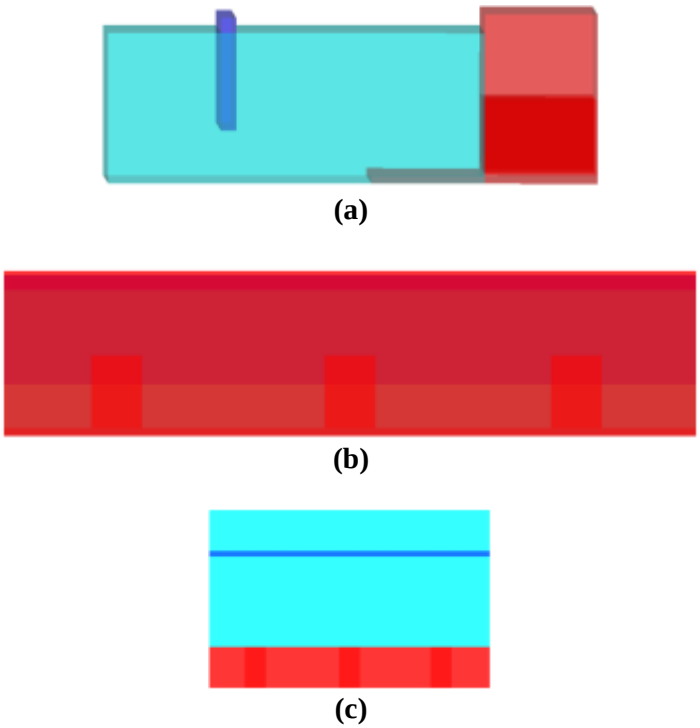
the program for the determination of free surfaces at the interface between water and air. In this method, only one equation is solved for the fluids, while a separate equation is solved for the interphase interface and the volumetric occupancy of the phases is monitored separately from the entire numerical solution mesh. Thus, for each phase defined in the VOF technique, the volumetric occupancy rate appears as a variable in the control volume and the sum of the volumetric occupancy rates of the phases in each control volume is one.

The user interface of FLOW-3D is simple. When we open the program, the following commands and tools appear in the first window:

- ✓ File: The File tab is used to manage various operations for simulations already created or to be created.
- ✓ Diagnostics: Provides various reports such as generating and resolving reports on errors that occur and getting information about the simulation.
- ✓ Preference: Provides options for changing the properties of the program.
- ✓ Physics: There are many options related to basic physical laws such as air entrainment, gravity, fluid source, sediment, cavitation, viscosity, turbulence, etc.
- ✓ Utilities: A utility that creates a command line that can copy data to a new file for copying or archiving.
- ✓ Simulation (Simulate): A command tab for running the preprocessor, solver and processor.
- ✓ Databases: A tab that contains and transfers the material properties of liquids or solids to facilitate model setup.
- ✓ Help: Directs to files that provide information about the software or theories.
- ✓ Simulation Manager: The simulation manager is a tab primarily used to organize and run simulations and to show status information about running simulations.
- ✓ Model Setup: This is the line that provides access to the physical and numerical parameters tabs for creating the numerical model. There are six tabs.
- ✓ General: This tab sets the end time of the simulation, the compressibility of the fluid to be used in the model and the fluid units.
- ✓ Physics: It is the tab where the physical parameters in the model are determined.
- ✓ Fluids: It is the tab where the fluid to be selected in the numerical model and its properties are defined.
- ✓ Meshing & Geometry: It is the tab where the geometry and meshing of the numerical model are made.
- ✓ Output: It is the tab where the analysis results of the numerical model or the results in the desired ranges and the data shapes in the analysis are determined.
- ✓ Numeric: The numerical model has convergence controls, viscosity, stability factors, flow solver and momentum options.
- ✓ Analyze: It allows the numerical model to report the results of the experiment as one, two or three dimensional outputs and text.
- ✓ Display: It is the tab where the files generated as a result of the analysis are displayed and can be screen captured and saved as a video.

The geometrical shape of the numerical model is the water intake structure used in hydroelectric power plants, but it can also be used in other types of dams. There are 3 units in the water intake structure. The geometric areas of the units are equal. The areas of the units in the prototype are 8x5.6 meters, the lateral length of the water intake structure is 76 meters, the

height is 18 meters and the length in the direction of water flow is 12 meters. In the prototype, the reservoir length of the water intake structure is 40 meters and the lateral length is 76 meters. The height of the water is determined as 16 meters. 2 meters air allowance is considered. The water intake structure was modeled at 1:10, 1:20 scales in Froude approximation scales, and the calculation time of the software at these scales was excessive. Therefore, in order to reduce the calculation area of the prototype and shorten the calculation time, it was appropriate to make the prototype at 1:40 scale. The dimensions of the model were prepared again by using Froude's rules of approximation. In the model, the unit areas were 0.2x0.14 meters, the lateral length of the water intake structure was 1.9 meters, the height was 0.45 meters, and the length in the flow direction was 0.3 meters. The water height in the model is 0.4 meters, the reservoir length is 1 meter and the lateral length is 1.9 meters. A wall was added upstream to prevent excessive fluctuations in the water (Figure 2).



(a)

(b)

(c)

Figure 2. View of the numerical model: a) view in the 'x' direction, a) view in the 'y' direction, c) view in the 'z' direction

All edges of the meshes at the entrance of the units were defined as symmetry (Figure 3). Defining all edges as symmetry is the method used in nested meshes.

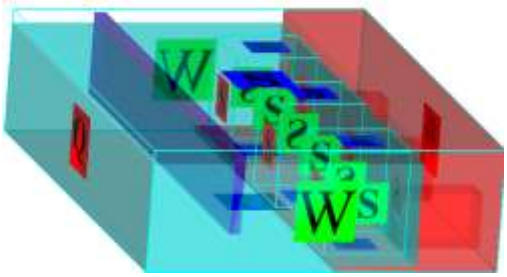


Figure 3. Model with Boundary Conditions Defined and Final Version

The FLOW-3D program was obtained within the scope of the 1001 project numbered TUBITAK MAG 115M478 and the analysis of the numerical models was carried out with this program.

3. NUMERICAL FINDINGS

After the vortex formation was examined, the model was analyzed again with the anti-vortex slab added to the upstream side of the intake mouth section of the same model. This model lasted 70 hours 38 minutes 31 seconds. When the simulation of the model was examined, the strongest vortices were seen as type 2. Type 1 vortices also occurred, but these vortices were not included in the results because they were too weak. While determining the strength of the vortices, q-criterion of vortex structures ($1/s^2$) was selected from the Isosurface tab of the FlowSight program. According to the q-criterion of vortex structures($1/s^2$) code, the minimum value 100 and the maximum value 2000 were selected in the model. Because the vortices formed are weak, the maximum value was reduced.

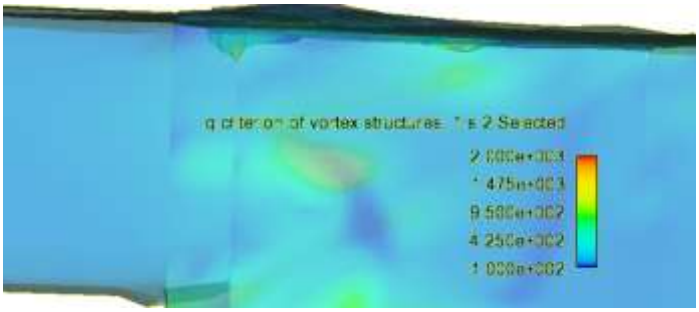


Figure 4. Type 2 Vortex Formed in Vortex Blocker Structure 1 (35.40 sec)

The most prominent type 2 vortices formed in the vortex blocking model were noted. This is because it was not clear whether some types of vortices were type 1 or type 2. The table below shows the results that were clearly type 2 vortices. For the vortices that occurred, the unit in which they occurred was omitted since it was not possible to determine the exact location of the unit in which they occurred. The velocity values in the table were taken as the velocity of the 2nd unit in the pipe (Table 1).

Table 1. Observation Table of Structure 1 Model Preventing Vortex Formation

Duration of Occurrence	Vortex Type	S_c (m)	V_i (m/s)
24.90	2. type	0.22	2.03
33.00	2. type	0.23	2.00
35.40	2. type	0.23	2.00
43.45	2. type	0.23	1.94
43.60	2. type	0.22	1.98

In the vortex barrier structure 1, a slab was placed just above the unit mouths in the intake structure towards the reservoir and in the width of the intake structure [16]. Since vortex formation does not occur at a single level, it is beneficial to place the slab just above the mouth of the unit. Because when the observation table of vortices is examined, it is seen that vortices do not occur at a constant water level. Therefore, the floor should be placed just above the

mouth of the water intake structure. The closer it is placed to the mouth, the higher the water level that can be used. When the results of the vortex blocking structure 1 are analyzed, the vortex blocking slab has significant benefits for the water intake structure. The strength of the vortices formed was highest in Type 2 and very few were formed (Table 1). Type 2 vortices were weak in strength and did not damage the intake structure (Figure 5). The vortex barrier flooring system protected the intake structure from the problems caused by the vortices. By reducing the critical depth in the intake structure, it helped to utilize more water in the reservoir. It improved the flow conditions of the water and provided a more uniform flow pattern. Attention should be paid to the static calculations of the structure. Because the water load above the slab system in the model and the dynamic loads below it is neglected and formed in cantilever type.

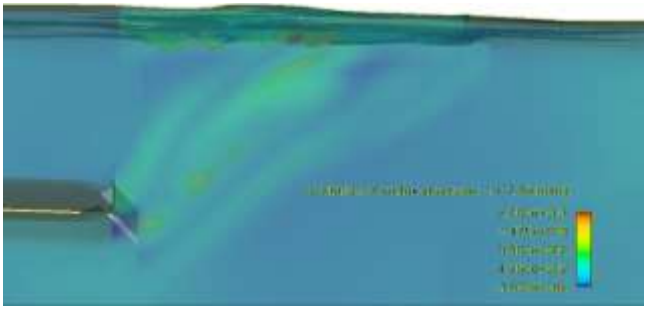


Figure 5. Type 2 Vortex Formed in Vortex Blocker Structure 1 Model (43.60 sec)

4. CONCLUSIONS

Vortex formation is a serious problem in hydraulic structures. Strong vortices can cause disorganization or even stoppage of the hydraulic structure. To see what level of vortices will occur in the hydraulic structure and to prevent the formation of vortices is not only theoretical but also requires hydraulic modeling. Designing to prevent vortex formation can increase the cost of construction, but ignoring this problem can lead to bigger problems.

From the analysis results of the numerical model created in Flow-3D software, it is seen that the vortices formed in the water intake structures can be examined. However, it is necessary to use the mesh and boundary conditions carefully while creating the numerical model. Because not noticing small details in the software may not create any analysis related to the results of the researched subject.

Recommendations related to numerical model analysis are listed below:

Vortices formed in the intake structure may cause serious problems in terms of continuity and efficiency of the system. Therefore, vortices should be taken into consideration by the designer.

- If air intake still occurs in water intake structures with vortex blocking system, a chimney system should be installed downstream of the unit openings.
- While analyzing the vortex formation in horizontal water intake structures as a numerical model by FLOW-3D program, the relations related to vortex formation from previous studies can be used.
- Research can be done after creating new models in the form of a combination of structures that prevent vortex formation.

Acknowledgements

FLOW-3D program was provided within the scope of TUBITAK MAG 115M478 numbered 1001 project and analysis of numerical models was made with this program.

References

[1] Borghei, S.M. and Kabiri-Samani, A.R., 2010. ‘‘Effect of anti-vortex plates on critical submergence at a vertical intake’’, Scientia Iranica, 17(2), pp. 89–95.

[2] Aydin M.C. ve Aydin S., 2006. Dolusavaklarda Hidrolik Karakteristiklerin Sayısal Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi. 18 (4), 521-533.

[3] Li S.P.E. Cain S. Wosnik M. Miller C. Kocahan H. Wyckoff R., 2011. Numerical Modeling of Probable Maximum Flood Flowing through a System of Spillways. J. Hydraul. Eng. 137:66-74.

[4] Öztürk M. and Aydin M.C., 2007. Dolusavak Havalandırıcılarında Jet Uzunluğunun CFD Analiziyle Belirlenmesi. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi. 20 (1), 157-164.

[5] Aydin M. C. Emiroglu M.E., 2013. Determination of capacity of labyrinth side weir by CFD. Flow Measurement and Instrumentation. 29, 1–8.

[6] Durgin, W.W. and Hecker, G.E., 1978. The Modeling of Vortices in Intake Structures. Proc IAHR-ASME-ASCE Joint Symposium on Design and Operation of Fluid Machinery, CSU Fort Collins, June 1978 vols I and III.

[7] Nichols, B.D. and Hirt, C.W., 1975. “Methods for Calculating Multi-Dimensional, Transient Free Surface Flows Past Bodies,” Proc. First Intern. Conf. Num. Ship Hydrodynamics, Gaithersburg, ML, Oct. 20-23.

[8] Hirt, C.W. and Nichols, B.D., 1981. “Volume of Fluid (VOF) Method for the Dynamics of Free Boundaries,” Journal of Computational Physics 39, 201.

ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ HİBRİT YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ İÇİN GENETİK ALGORİTMA TABANLI BOYUT OPTİMİZASYONU YAKLAŞIMI VE GÜÇ YÖNETİMİ STRATEJİSİ

Öğr. Gör. Dr., Tuba TEZER

Balıkesir Üniversitesi Balıkesir MYO, tuba.tezer@balikesir.edu.tr, 0000-0003-2097-5086

ÖZET

Bu çalışma çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları ve yedekleme sistemlerinden oluşan şebekeden bağımsız hibrit yenilenebilir enerji sistemlerinin boyut optimizasyonunu kapsayan tek amaçlı ve çok kısıtlı optimizasyon probleminin çözümünü içermektedir. Genetik algoritma ile çözülen bu problemde sistemin güvenilirlik indeksi olan güç tedariğinin kaybı olasılığı (LPSP) yüzdesi ve atık enerji yüzdesi kısıt olarak dikkate alınmıştır. Ayrıca karbondioksit salınımının önüne geçmek amacıyla sistemde yedekleme ünitesi olarak elektrolizör, hidrojen tank ve yakıt hücresinden oluşan hidrojene dayalı bir sistem tasarlanmıştır. Çok sayıda elemandan oluşan sistemde elektrik yükünün karşılanamaması ve/veya atık enerjinin oluşması ihtimallerini en aza indirgeyecek bir enerji akışını sağlanmak üzere bir güç yönetimi stratejisi geliştirilmiştir. Şebekeden bağımsız olarak çalışan bu sistemlerde LPSP değerinin dikkate alınmaması durumunda enerji kesintilerinin kabul edilebilir sınırları aşmasının önlenmesi için LPSP yüzdesinin belirlenen bir değerin altında olması sağlanmıştır. Bununla birlikte atık enerji yüzdesinin sınırlandırılmaması durumunda oluşabilecek olumsuzluklar da dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Ayrıca en düşük maliyetli sistemi sağlayacak sistem elemanlarının boyut optimizasyonu kapsamında tüm yenilenebilir enerji kaynakları ve yedekleme sistem elemanlarının sayılarının yanı sıra türleri de optimize edilmiştir. Geliştirilen güç yönetimi stratejisi ve genetik algoritmaya dayalı optimizasyon algoritmasının etkinliğini göstermek amacıyla rüzgar türbinleri, fotovoltaik (FV) paneller, elektrolizörler, hidrojen tankları ve yakıt hücrelerinden oluşan bir sistem için MATLAB ortamında geliştirilen algoritma ile sistem simülasyonu yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

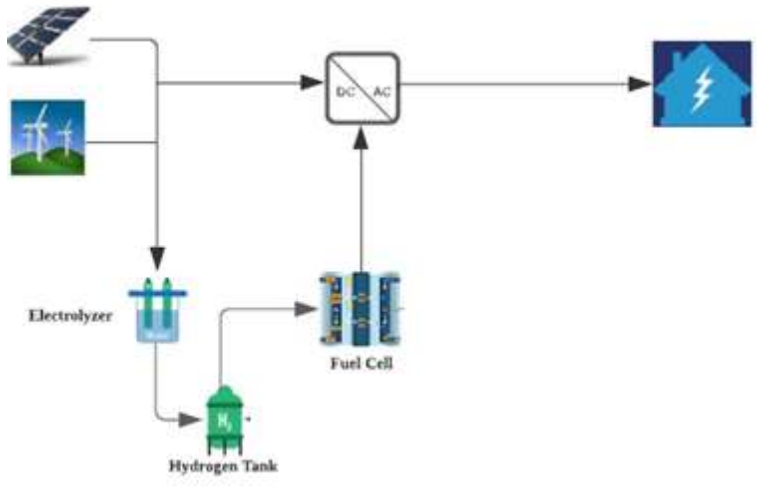
Anahtar Kelimeler : Hibrit yenilenebilir enerji sistemleri, boyut optimizasyonu, genetik algoritma

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında giderek artan enerji talebi nedeniyle artan fosil yakıt tüketimini ve buna bağlı olarak sera gazı emisyonlarını önlemek için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarının artırılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının sağladığı enerjinin kesintili ve belirsiz olması nedeniyle birlikte kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bir hibrit yenilenebilir enerji sistemi (HYES), farklı yenilenebilir kaynaklar ve enerji depolama birimlerinden oluşabilir. Ayrıca bir veya daha fazla yenilenebilir enerji kaynağının geleneksel enerji kaynağı/kaynakları ve/veya yedekleme üniteleriyle birlikte kullanılmasına ilişkin örnekler (akü gibi) de literatürde mevcuttur. Bir HRES şebekeye entegre ya da şebekeden bağımsız olabilir. Şebekeden bağımsız hibrit yenilenebilir enerji sistemleri (SA-HRES), özellikle şebekeden uzak kalan bölgeler ve adaların enerji taleplerini karşılamak için önemli bir alternatif haline gelmektedir. Birbirini tamamlayıcı farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, boyut optimizasyonu, sistem yönetimi ve güvenilirliği, çevreye zararlı atıkların en aza indirilmesi gibi parametrelerin optimizasyonunu gerektirir. Özellikle toplam maliyeti en aza indiren sistem bileşenlerinin türü ve sayısına karar verilmesi, bu tür sistemlerin yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle önemli bir optimizasyon problemidir.

2. SİSTEM BİLEŞENLERİ

Tek amaçlı ve çok kısıtlı boyut optimizayonu problemi için geliştirilen genetik algoritme yaklaşımı rüzgar tirbünlri, fotovoltaik panaller, elektrolizörler, hidrojen tankları ve yakıt hücrelerinden oluşan hibrit yenilenebilir enerji sistemin şematik görünümü Şekil . de verilmiştir.



Şekil 25. Yenilenebilir hibrit enerji sistem elemanları

Sistem Bileşenlerinin Matematiksel Modellemesi

Ana Sistem Elemanlarının Matematiksel Modellenmesi

Rüzgar türbini çıkış gücünü hesaplamak için öncelikle saatlik bazda ölçülen yıllık rüzgar hızı verileri ($V_{ref}(t)$), aşağıdaki formül ile rüzgar türbini göbek yüksekliği (h_{hub}) hızına (V_{hub}) dönüştürülür [1]:

$$V_{hub}(t) = V_{ref}(t) \times \frac{ln(h_{hub}/l_{sr})}{ln(h_{ref}/l_{sr})} \quad (1)$$

Daha sonra V_{hub}, rüzgar türbini nominal gücü ($P_{wt_{rated}}$), V_{cin} (rüzgar türbini başlangıç hızı/devreye girme hızı), V_{rated} (nominal rüzgar hızı), V_{cout} (rüzgar türbininin devreden çıkma rüzgar hızı) ve k sabit katsayısı kullanılarak saatlik rüzgar türbini çıkış gücü (P_{wt}) hesaplanmıştır [2, 3, 4, 5]:

$$\boldsymbol{P_{wt}} = \begin{cases} 0 & 0 \le V_{hub} \le V_{cin} \quad and \quad V_{hub} > V_{cout} \\ \frac{{V_{hub}}^k - {V_{cin}}^k}{{V_{rated}}^k - {V_{cin}}^k} \times P_{wt_{rated}} & V_{cin} \le V_{hub} < V_{rated} \\ P_{wt_{rated}} & V_{rated} \le V_{hub} < V_{cout} \end{cases} \quad (2)$$

Rüzgar türbini modelinde $P_{wt_{rated}}$, h_{hub}, V_{cin}, V_{rated}, ve V_{cout} değişkenlerinin tümü rüzgar türbini tipiyle (i_{WT}) ilişkilidir. Buna göre boyut optimizasyonu algoritması ile rüzgar türbini tipi belirlenirken bu değişkenler de belirlenmektedir.

Fotovoltaik panellerin çıkış gücü (P_{PV_out}), Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuarı (NREL) [6] tarafından geliştirilen HOMER yazılımındaki model kaynak alınarak aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır [5, 7, 8, 9].

$$P_{PV} = P_{pv_rated} \times \frac{R}{R_{stc}} \times (1 + T_{co} \times (T - T_{ref})) \quad (3)$$

Eşitlik (3)' te yer alan P_{pv_rated}, nominal güç, R güneş ışınımı (W/m²), R_{stc} referans koşullardaki güneş radyasyonu (1000 W/m²), T_{ref} referans koşullardaki hücre sıcaklığı, T_{co} mono ve poli-kristalin Si için maksimum gücün sıcaklık katsayısıdır.

P_{pv_rated} değerinin hesaplanmasında kullanılan hücre sıcaklığı T ise ortam sıcaklığı (T_{ort}) ve R dikkate alınarak eşitlik (4) ile aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır [5, 8].

$$T = T_{ort} + R \times 0{,}0256 \quad (4)$$

PV modelinde, PV panel tipi (i_{PV}) ile ilgili tüm değişkenler boyut optimizasyonu kapsamında PV panel tipi ve sayısı ile birlikte belirlenir.

Yedekleme Sistemi Elemanlarının Matematiksel Modellenmesi

Sistemde üretilen enerjinin yükün talebinden fazla olması durumunda fazla enerji elektrolizörlere gönderilerek burada hidrojene dönüştürülür.

Aşağıda eşitlik (7)' de sistemde kullanılan elektrolizörlerin t zaman aralığında ürettiği hidrojen kg cinsinden hesaplanmıştır:

$$P_{ELC}(t) = \frac{P_{fzlenj}(t) \times e_{ELC}}{HHV_{H_2}} \quad (5)$$

Burada P_{fzlenj}, sistemde kullanılan rüzgar türbini ve fotovoltaik panellerin ürettiği gücün yükün talebinden fazla olan miktarını, e_{ELC}, elektrolizör verimliliğini, HHV_{H_2} ise hidrojenin üst ısıl değerini ifade etmektedir.

Hidrojen tankları, Fotovoltaik paneller ve rüzgar türbinlerinin ürettiği gücün yükün talebinden fazla olan ve elektrolizörler tarafından hidrojene dönüştürülen miktarını depolama görevini üstlenmektedirler. Hidrojen tankındaki t zaman aralığında kg cinsinden hidrojen miktarı ($P_{tank}(t)$) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$P_{tank}(t) = P_{tank}(t-1) + C_{H2} \quad (6)$$

C_{H2}, elektrolizörler tarafından üretilen hidrojen miktarının tank kapasitesini aşmayan miktarıdır.

Bir yakıt hücresinin t zaman aralığında hidrojen tüketimi aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır [10]:

$$Cons_{H_2}(t) = fcic \times P_{fc-rated} + fcs \times P_{fc}(t) \quad (7)$$

Burada $Cons_{H_2}$ (yakıt hücresinin yakıt tüketimi (kg/sa)), $fcic$ (yakıt hücresinin yakıt eğrisi birleşme katsayısı ($kg/sa/kW_{rated}$)), $P_{fc-rated}$ (yakıt hücresinin nominal çıkış gücü (kW)), fcs (yakıt hücresinin yakıt eğrisi eğimi ($kg/sa/kW$)), P_{fc} (t zaman aralığında yakıt

hücresinin çıkış gücü (kW)) nü ifade etmektedir. Burada *fcic* ve *fcs* değerleri sırasıyla 0,08 kg/sa/kW_{rated} ve 0,25 kg/sa/kW olarak alınmıştır [11].

Hidrojenin alt ısıl değerine ($LHV_{H_2} = 33{,}3\ kWh/kg$) bağlı olarak yakıt hücresi verimi yüzdesi $\eta_{fc}(\%)$ aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır [1]:

$$\eta_{fc}(\%) = \frac{P_{fc}}{LHV_{H_2} \times Cons_{H_2}} \times 100 \quad (8)$$

3. OPTİMİZASYON

Genetik Algoritma İle Boyut Optimizasyonu

Hibrit yenilenebilir enerji sistemlerinin tek amaçlı ve kısıtlı optimizasyon problemini çözmek için genetik algoritma kullanılmıştır. Genetik algoritma, doğal seçilime dayanan optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılan herustik (buluşsal) bir yöntemdir. Genetik algoritma, bireysel çözümlerden oluşan bir popülasyonu her iterasyonda tekraren değiştirir. Her adımda, genetik algoritma mevcut popülasyondan bireyleri ebeveyn olarak seçer ve onları gelecek neslin çocuklarını üretmek için kullanır. Böylelikle ardışık nesiller boyunca popülasyon optimal bir çözüme doğru gelişir. Geleneksel optimizasyon yöntemleriyle karşılaştırıldığında genetik algoritmalar tek bir çözüm elde edilebilen bir yapılandırma yerine çok sayıda olası çözümleri içeren ve popülâsyon adı verilen bir çözüm kümesi oluşturur. Genetik algoritmalar HYESler için kullanıldığında, sistem elemanları ile rastgele oluşturulan sistem yapılandırması kromozomları ve her bir güç kaynağı da genleri temsil etmektedir [12].

Genetik algoritmanın ana adımları şu şekilde özetlenebilir:

1) Belirlenen karar değişkenlerine ve popülasyon büyüklüğüne göre rastgele bir ebeveyn popülasyonu oluşturulur

2) Uygunluk değeri hesaplanır

3) Maksimum yineleme (iterasyon) sayısına ulaşana kadar aşağıdaki adımları (4, 5,6 ve 7) her yinelemede tekrarlanır

4) Seçim, çaprazlama ve mutasyon operatörlerini kullanarak yavru popülasyon oluşturun.

5) Popülasyondaki her bir bireyin uygunluk değeri hesaplanır

6) Uygunluk değerine göre sıralanır

7) Ebeveyn ve yavru popülasyonu birleştirilerek maksimum popülasyon seviyesi korunacak şekilde uygunluk değeri düşük olan sıranın sonlarındaki bireyler elenir. Böylelikle

çaprazlama ve mutasyon ile elde edilen en iyi bireyler bir önceki popülasyondaki en kötü bireyler ile yer değiştirmiş olur.

8) Sıralanın başındaki uygunluk değeri en yüksek olan birey en uygun çözümü oluşturur.

Bu çalışmada popülasyon büyüklüğü, yineleme sayısı, çaprazlama ve mutasyon oranları sırasıyla 50, 250, 0.7 ve 0.3'dir.

Geliştirilen algoritma ile boyut optimizasyonu çerçevesinde literatürde sıklıkla yer aldığı şekilde belirli bir nominal güce sahip olan sistem elemanlarının yalnızca sayıları değil aynı zamanda tipleri yani farklı güç seçenekleri de optimize edilmektedir. Ayrıca sistem yapısına ve geliştirilen operasyon stratejisi algoritmasına uygun olacak şekilde GA prosedüründe yer alan çaprazlama ve mutasyon operatörlerinde yenilikler getirilmiştir.

Sistem maliyetinin hesaplanmasında Sistemin Yıllık Eşdeğer Maliyeti (ACS: Annualized Cost of System) kullanılmıştır. ACS aşağıda belirtilen eşitlik (9) yardımıyla hesaplanmaktadır [13]:

$$\mathrm{ACS(\$/yr)} = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{N_i} \times [(\mathrm{CC_i} + \mathrm{RC_i} \times \mathrm{F_i(ir, L_i, y_i)}) \times \mathrm{CRF(ir, R)} + \mathrm{OMC_i}] \quad (9)$$

Güç Yönetimi Stratejisi

PMS, hibrit sistem elemanları arasındaki enerji akışlarını belirler. Böylece sistem maliyetini (ACS) minimize etmek için en uygun sistem yapılanmasını sağlar. Bu çalışmada hidrojen fazla enerjiyi depolamak için kullanılmaktadır. Geliştirilen güç yönetimi stratejisiyle sistem güvenilirliliğinin belirlenen değerde olmasını sağlayacak güç akışı belirlenmektedir.

Rüzgar türbinleri, PV paneller tarafından üretilen toplam enerjiye P_{sist} denir. t zamanında sistem tarafından üretilen toplam enerji:

$$P_{sist}(t) = P_{pv}(t) + P_{wt}(t) \quad (10)$$

$$P_{exc} = P_{sist} - P_{load} \quad (11)$$

$P_{exc} > 0$, sistemde üretilen enerjinin yükün talebini (P_{load}) aştığı anlamına gelir ve fazla enerji oluşur. Fazla güç elektrolizör kapasitesini ve maksimum hidrojen deposu seviyesini aşmıyorsa, elektrolizör aracılığıyla hidrojen üretmek için kullanılır. Fazla güç (P_{exc}) elektrolizörün ve hidrojen tankının maksimum kapasitesini aşarsa, atık enerji oluşur. Bu çalışmada bir kısıt olarak kabul edilen atık enerji yüzdesi (AEY) şu şekilde hesaplanır:

$$AEY = \frac{\sum_{t=1}^{8760} P_{exc} - P_{load}(t) - P_{elc}(t)]}{\sum_{t=1}^{8760} P_{sist}(t)} \quad (12)$$

P_{exc}< 0 ise, güç açığı meydana gelir. Bu durumda yakıt hücresinin kullanılabilir kapasitesi ve hidrojen tankının seviyesi kontrol edilir. Daha sonra yakıt hücresi sayısına bağlı olarak hidrojen tüketimi hesaplanır. Yakıt hücresinin ve/veya hidrojen tankının güç tedariği, güç talebindeki açığı karşılamaya yetmezse, LPS (güç kaynağı kaybı) meydana gelir. Diğer bir ifadeyle LPS, yükün talep ettiği gücün üretilen güçten fazla olması durumunda oluşur ve aşağıdaki eşitlik (13) ile hesaplanabilir:

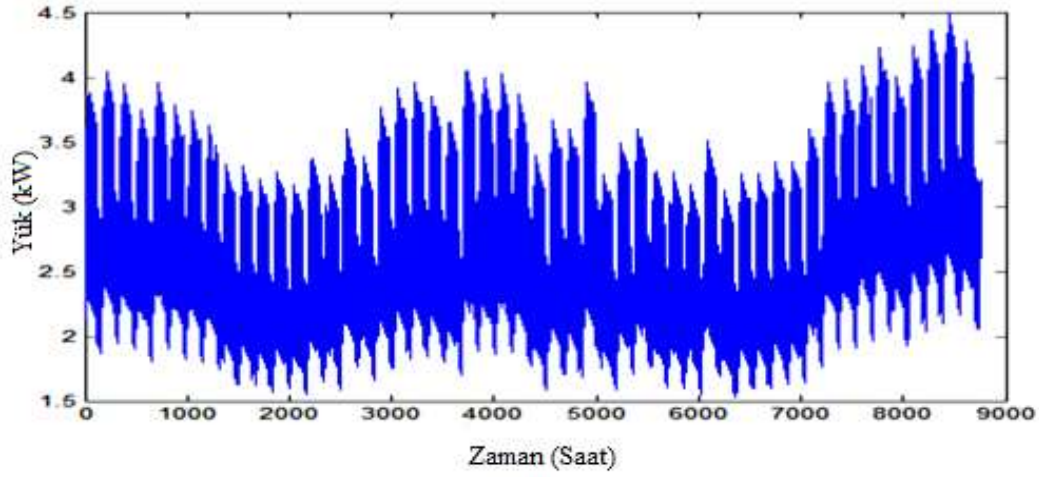
$$LPS(t) = P_{load}(t) - P_{sist}(t) - P_{fc}(t) \tag{13}$$

SA-HRES çok amaçlı optimizasyon probleminde ikinci kısıt güç kaynağı kaybı olasılığı (LPSP) ve bu değer eşitlik (13) yardımıyla hesaplanır:

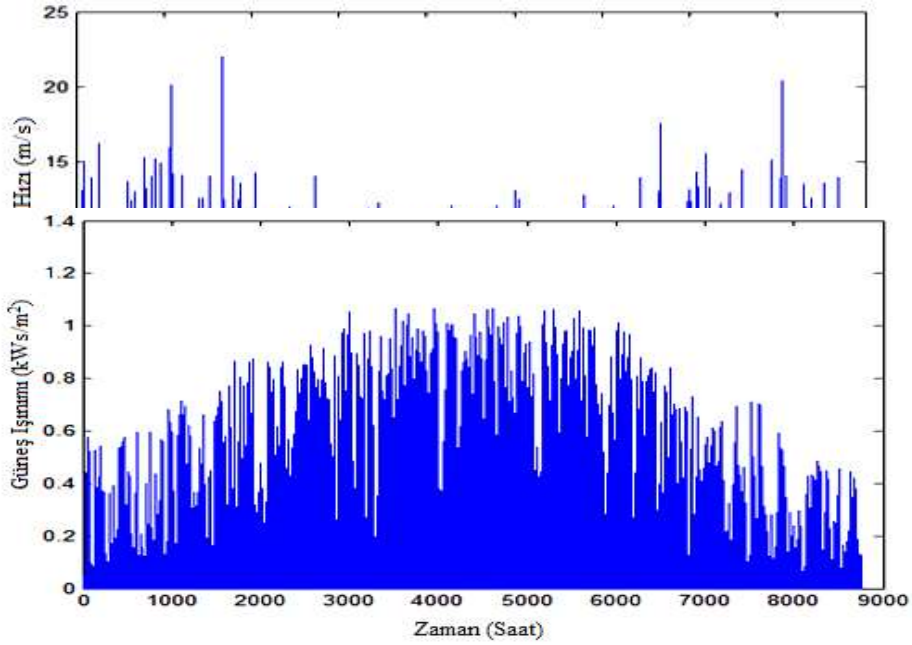
$$LPSP = \frac{\sum_{t=1}^{8760} LPS(t)}{\sum_{t=1}^{8760} P_{load}(t)} \tag{14}$$

4. Örnek çalışma

Bu çalışmada, Çanakkale' de elektrik şebekesine erişimi olmayan tipik bir çiftlik evi için güneş-rüzgar-hidrojen kaynaklı bir hibrit yenilenebilir enerji sistemi vaka çalışması olarak ele alınmıştır. Tipik bir ev elektrik kullanımı olarak IEEE (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) RTS (Güvenilirlik Test Sistemi) saatlik yük verileri kullanılmıştır. Pik yük değeri 4,5 kW olarak alınmıştır. Bir yıla ait saatlik yük, güneş radyasyonu ve rüzgar hızı verileri sırasıyla Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4' te gösterilmektedir.



Şekil 2. Saatlik bazda yıllık yük talebi değişimi eğrisi



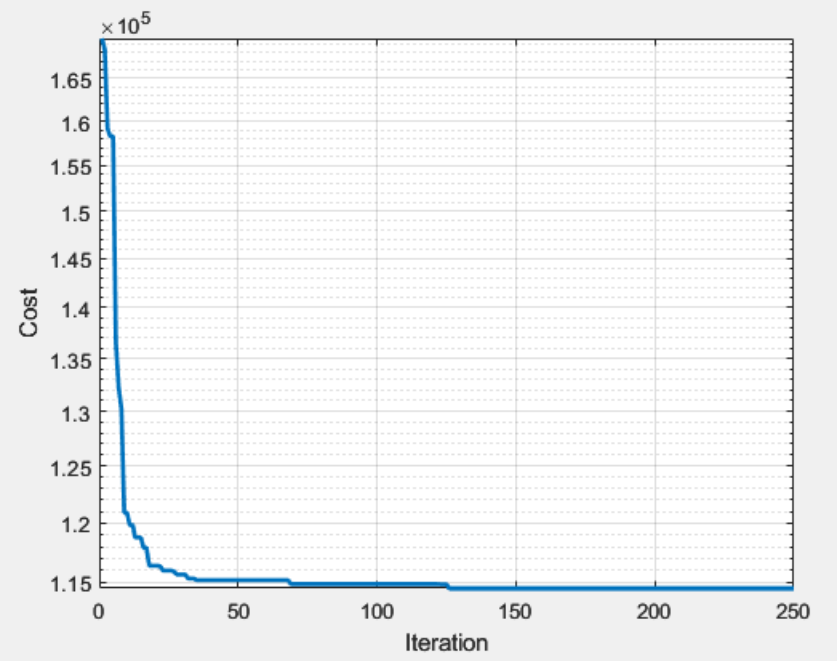
Şekil 3. Yıllık rüzgâr hızı değişim eğrisi

Şekil 4. Yıllık güneş ışınımı değişim eğrisi

5. SONUÇLAR

Tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşan şebekeden bağımsız hibrit enerji sistemlerinin yıllık eşdeğer maliyeti minimizasyonunu içeren tek amaçlı ve çok kısıtlı optimizasyonu MATLAB yazılım ortamında geliştirilen genetik algoritma tabanlı çözüm yaklaşımı ile gerçekleştirilmiştir. Sistemde giriş verileri olarak, Çanakkale iline ait saatlik bazda yıllık güneş ışınımı, rüzgâr hızı ve sıcaklık değerleri ile IEE-RTS test sistemine ait saatlik bazda yıllık yük verileri yer almıştır. Ayrıca sistem elemanlarının tipleri yani sistem elemanlarının özellikleri ve maliyet verilerini de kapsayan farklı boyut seçenekleri ve sayıları, kullanıcı tarafından değiştirilebilir girdilerdir.

Bu çalışmada LPSP kısıdının yanı sıra AEY değeri de bir kısıt olarak dikkate alınmıştır. %30 AEY ve %5 LPSP kısıtları ile elde edilen çözümler Şekil 5' te verilmiştir.

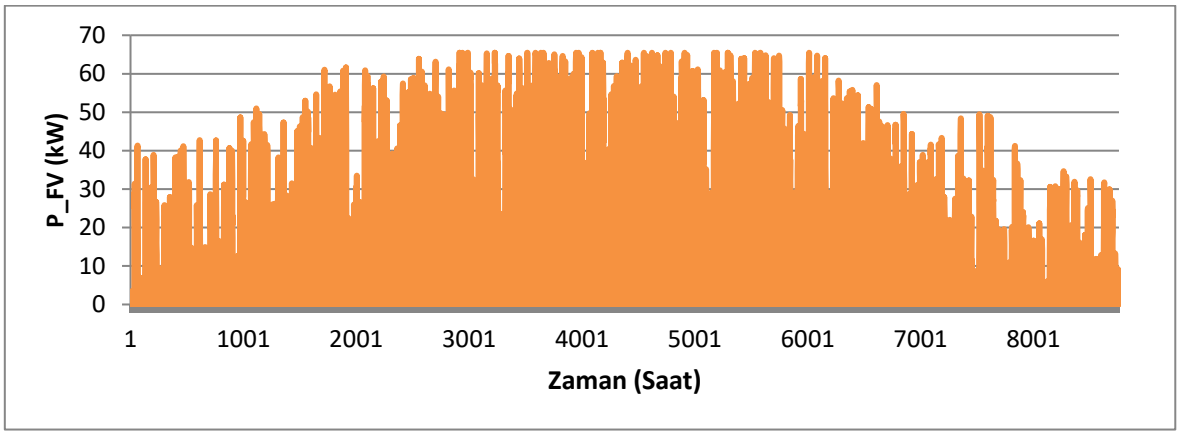


Şekil 5. Belirlenen tekrar sayısına bağlı olarak ACS' nin değişimi

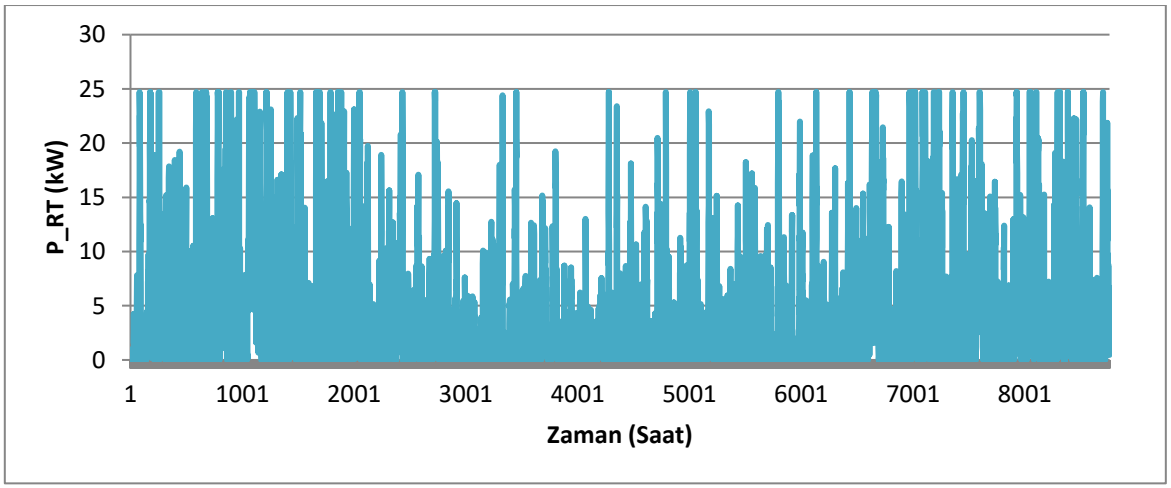
Çizelge 1. GA ile elde edilen en iyi çözüme ait değerler

	i_{PV}	n_{PV}	i_{WT}	n_{WT}	i_{FC}	n_{FC}	i_{ELC}	n_{ELC}	i_{HT}	n_{HT}	i_{RFR}	***ACS (25 years) ($)***	***LPSP (%)***	***AEY (%)***
Lowest ACS Solution	7	11	2	13	1	4	2	15	4	6	-	114538,1	4,99	24,36

GA ile elde edilen en düşük maliyetli optimum çözüme ait simülasyon sonuçları sırasıyla Şekil 6., Şekil 7., Şekil 8. ve Şekil 9.' da verilmiştir.

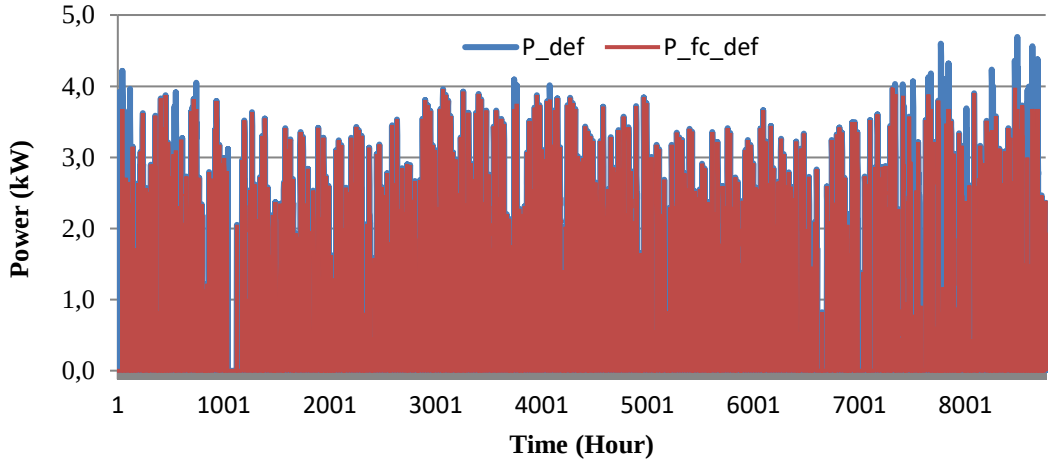


Şekil 6. Fotovoltaik panellerin saatlik bazda yıllık güç üretimi

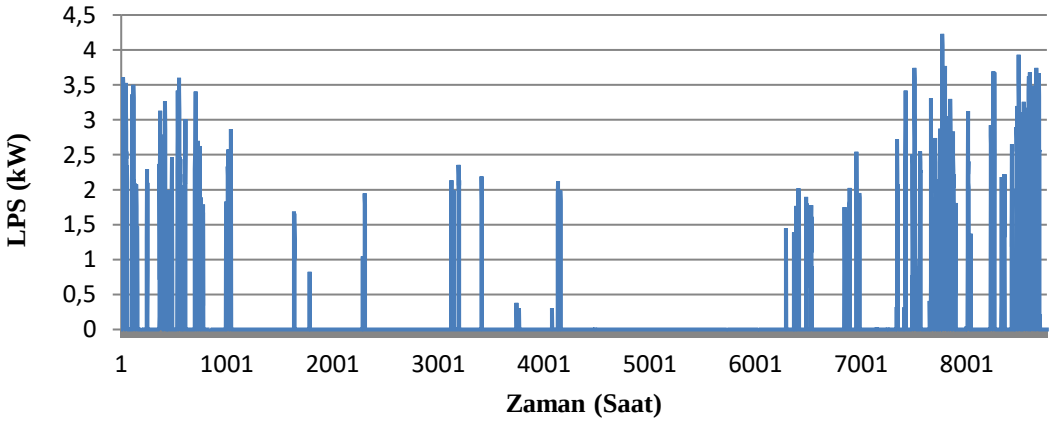


Şekil 7. Rüzgar türbinlerinin saatlik bazda yıllık güç üretimi

Bu sistemde FC, sistem yükün ihtiyacını karşılayamadığında hidrojen tankında depolanan hidrojen ile güç açığını karşılamak için çalışır. Şekil 8(a)'da, güç açığı yani eksik enerji (P_fc_def) durumunda FC' nin saatlik güç üretimi, sistemdeki eksik enerji (P_def) durumu ile karşılaştırılmıştır. Şekil 8 (b)'den görülebileceği gibi, FC eksik enerji söz konusu olduğunda çalışarak LPS' yi en aza indirmiştir.



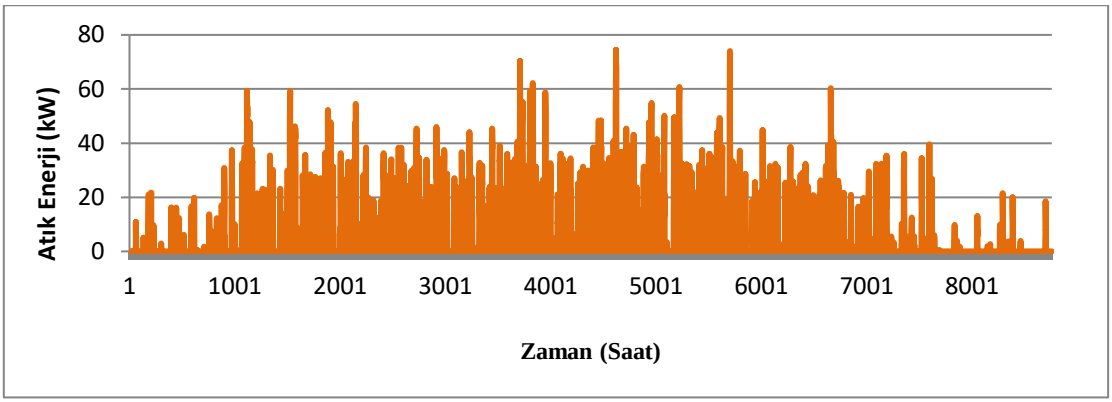
(a)



(b)

Şekil 8. Güç talebi açığında yakıt hücresinin çalışma performansı

(a) P_def (Eksik Enerji) ve P_fc_def (Yakıt hücresi saatlik güç üretimi) (b) LPS



Şekil 9. Atık Enerji

Genetik algoritma, çok sayıda optimum çözümler üretebilen yapısı ile global optimumu bulmada oldukça başarılı sonuçlar veren popülasyon tabanlı bir meta sezgisel yöntemdir. Bu çalışmada, ACS değerini en aza indirmek için GA tabanlı tek amaçlı ve çok kısıtlı optimizasyon yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen algoritma performans ve sonuçlarını değerlendirmek üzere bağımsız bir PV-rüzgar-hidrojen sistemi simüle edilmiştir. Optimizasyon ve GYS kapsamında iki kısıt (AEY ve LPSP) ile birlikte beş adet sistem bileşeninin tipini ve sayısını içeren on adet karar değişkeni ele alınmıştır.

Bu çalışma doğrultusunda AEY ve LPSP değerlerini ACS ile birlikte ikinci ve üçüncü amaç fonksiyonları olarak gelecek çalışmalarda ele alınması faydalı olacaktır. Ek olarak PV'den elde edilen ısıl enerji, hem ısıl yükün hem de elektrik yükünün karşılanmasında çok amaçlı optimizasyon kapsamında çalışılabilir.

REFERANSLAR

[1] Dufo-López, R. and Bernal-Agustin, J.L. Multi-objective design of PV–wind–diesel–hydrogen–battery systems. *Renew. Energy* 2008;33:2559–2572.
[2] Chedid, R., Akiki, H. and Rahman, S. A.,"Decision support technique for the design of hybrid solar–wind power systems". *IEEE Trans Energy Convers* 1998;13(1):76–83.
[3] Wang, L. and Singh, C. PSO-based multi-criteria optimum design of a gridconnected hybrid power system with multiple renewable sources of energy. *IEEE SIS 2007*;250-7.
[4] Deshmukh, M.K. and Deshmukh, S.S. Modeling of hybrid renewable energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2008;12:235–249.
[5] Liu Z., Zhang Z., Zhuo R, Wang X. Optimal operation of independent regional power grid with multiple wind-solar-hydro-battery power. *Applied Energy* 2019; 235:1541-1550.
[6] http://www.nrel.gov/homer [Erişim tarihi: January 25, 2019].
[7] Li, F-F. and Qiu, J. Multi-objective optimization for integrated hydro–photovoltaic power system. *Applied Energy* 2016;167:377–384.
[8] Dauda, A-K. and Ismail, M.S. Design of isolated hybrid systems minimizing costs and pollutant emissions. *Renewable Energy* 2012;44:215–224.

[9] Arévalo P., Benavides D., Lata-García J. Jurado F. Energy control and size optimization of a hybrid system (photovoltaic-hidrokinetic) using various storage Technologies. *Sustainable Cities and Society* 2020; 52:101773.
[10] Lambert, T., Lilliental, P.,"HOMER: the micro-power optimisation model, NREL, (2004). http://www.homerenergy.com/software.html [Erişim tarihi: July 15, 2019].
[11] http://www.homerenergy.com [Erişim tarihi: January 25, 2019].
[12] Tezer, T., Şebekeden Bağımsız Hibrit Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin Tasarımı Ve Yönetim Stratejisi İçin Pareto Optimum Yaklaşımı, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir,2017.
[13] Kaviani, A.K., Riahy, G.H. and Kouhsari, S.H.M.,"Optimal design of a reliable hydrogen-based stand-alone wind/PV generating system, considering component outages", Renewable Energy, 34(11), 2380–2390, (2009).

A COLUMN GENERATION BASED APPROACH FOR A VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH PICKUP AND DELIVERY TIME WINDOWS AND SAMPLE APPLICATIONS

Öğr. Gör. Dr., Tuba TEZER

Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir MYO, tuba.tezer@balikesir.edu.tr, 0000-0003-2097-5086

ABSTRACT

Vehicle routing problems (VRP) are the problems of planning the optimal delivery and pickup routes of vehicles that are assigned to serve one or more depots to geographically dispersed centers. In this study, a static-deterministic vehicle routing problem with pickup and delivery time windows (VRPPDTW), which includes many pickup points and only one delivery point called the cargo agency or depot, is studied and compared with the vehicle routing problem with time windows. The objective of this problem is determining daily routes for the vehicles by minimizing costs that include the sum of vehicles' fixed costs and fuel costs. A two-phase solution algorithm was applied to solve the current problem. In the first phase, non-dominated feasible routes which form depth first search solved by branch and bound were obtained. In the second phase to solve the model in acceptable time, a restricted version of the set partitioning formulation which only includes a subset of columns was solved by applying column generation. The improved column generation based solution approach was applied to some of the vehicle routing test problems with pickup and delivery time windows from Lin (2008).

Keywords : Vehicle Routing, Pickup and Delivery Time Windows, Depth First Search, Set Partitioning, Column Generation.

Introduction

The density and quality of transportation activities is one of the most important indicators of the level of development of societies and viability in the economy. Cargo transportation, which is based on the principle that goods are collected and delivered when they are needed and in amounts as they are needed without the necessity to store goods, is an important part of logistics activities (Tezer, 2008). In transportation activities nowadays not only the cost factor but also increasing customer satisfaction and service speed have become the main goal of companies, and these are modeled for cargo transportation applications in this study.

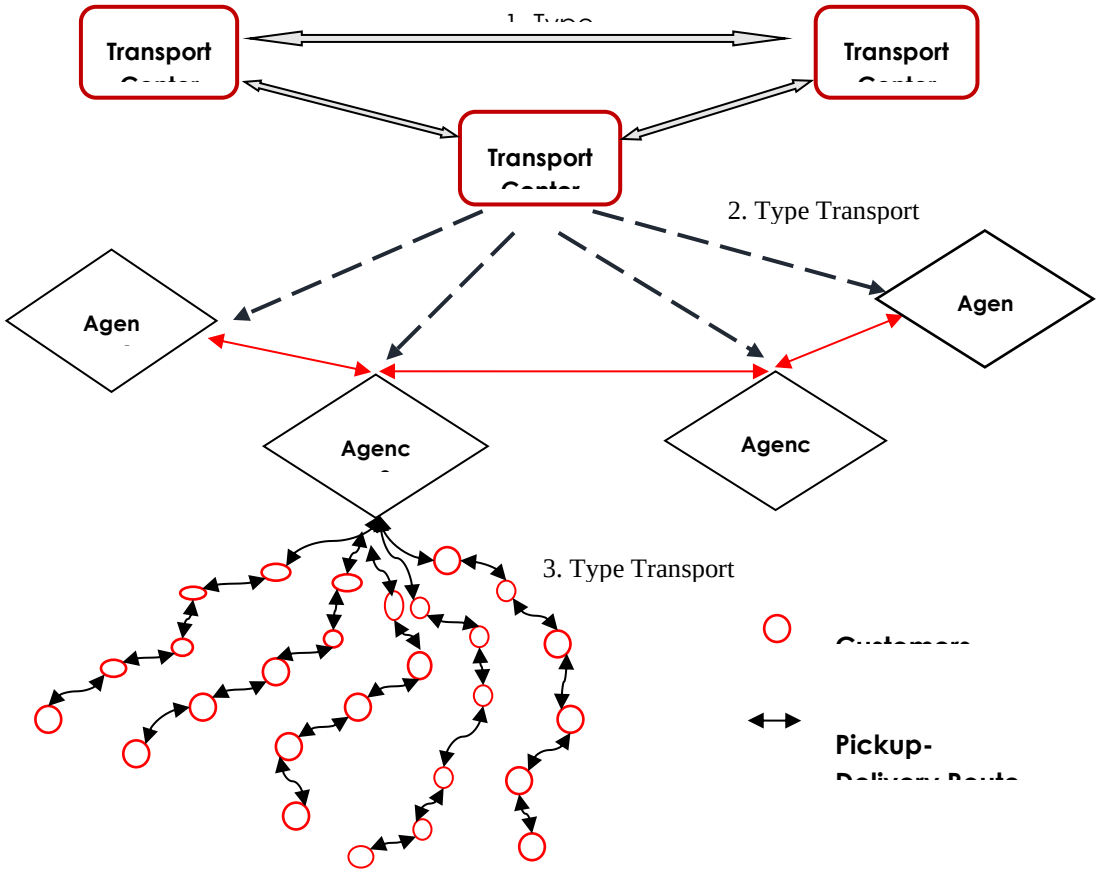


Fig. 1 Service network in cargo transportation

In cargo transportation, service networks have a complex structure consisting of transfer centers, vehicles and branches which are referred to as cargo agencies. As shown in Fig. 1, this structure can be evaluated by separating the network into three parts in terms of operation. The first part consists of the interregional transportation of cargo (deliveries) from transfer center to another transfer center. The second part consists of transport of cargo sent from the nearest transfer center to the relevant branch.

The third part includes transport with relatively short distance but is much more complicated in terms of routing, involving transfer of the cargo from the nearest branch to the destination address.

In the cargo service network, the locations of the transfer centers and accordingly the distance traveled by the vehicles between the transfer centers and also the travel time are fixed. The main complicated problem is to pick up deliveries from the customer locations and to deliver them to the relevant addresses. This is because it requires the branches to serve customer locations with many different coordinates in their service areas in the fastest and lowest cost manner. Deliveries must be collected from customer locations within the pickup time window and returned to the branch within the determined delivery time window in order to be sent to the delivery addresses on time. This problem, to pick up from many customer locations and to deliver from the cargo agency, is the vehicle routing problem with pickup and delivery time windows which is the subject of this work.

In the case studies in this work modeling the regional part of cargo delivery companies which is more complex and difficult in terms of routing, the units called the branches (cargo agencies) are considered depots which are the general distribution point in the VRP and the customer locations are considered nodes which are the collection points. The times at which each customer's deliveries are ready and requested to be picked up are the earliest and latest time window for pickup time respectively. To arrive on-time to the last addresses for the items collected from customers, the deadlines for delivering to the depot (cargo agency) also comprise a delivery time window.

The aim of this study is to optimize the travel time and cost by planning routes in which the vehicles will provide service for all customers in order to avoid costs arising from delays and also to avoid customer dissatisfaction in cargo transportation.

Problem definition and formulations

Vehicle routing problems (VRP) are problems about planning the optimal delivery and pickup routes of vehicles that are assigned to serve one or more depots in geographically dispersed centers (Güngör & Ergülen, 2006). A sample graph for a VRP is shown in Fig. 2.

The solution to the vehicle routing problem requires determination of the set of routes, each traveled by a vehicle moving from its own depot and returning to its own depot, so that all the customers' requirements and all operational constraints are met and also the global transportation cost is minimized.

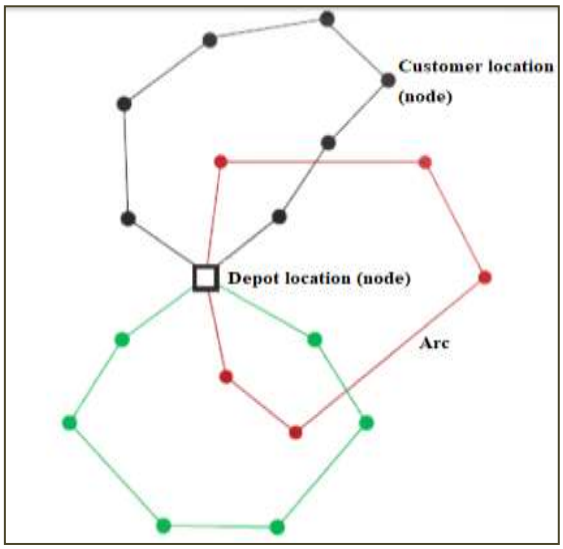


Fig. 2 Formal representation of VRP (Graph)

The problem of vehicle routing was first described by Dantzig and Ramser (1959). Numerous studies have been carried out on vehicle routing problems that are identified in the NP-hard class of combinatorial optimization problems and widely encountered in real life problems. These studies still continue in order to develop solution approaches for many different types of these problems.

The vehicle routing problem with time-windows (VRPTW), which is a type of VRP, is a major problem in many delivery systems. Bank delivery, mail delivery, cargo transportation services, industrial waste pickup, security patrol services and just-in-time manufacturing are some of the real-life VRPTW problems. VRPTW can be described as the problem of planning least cost routes from a depot to points that are geographically dispersed. The routes should be planned as follows:

- Each point is visited by a vehicle in the given time interval only once,
- All routes start at the depot and end at the depot,
- The total demand for each point on a route must not exceed the capacity of the vehicle assigned to that route.

VRPTW is multi objective, because the aim is to minimize not only the number of vehicles required but also the total travel time of all vehicles and the total travel distance.

Cargo transportation applications were modeled in this study. In this context, VRPPDTW was chosen as a special case involving cargo transportation applications of the vehicle routing problem with time windows.

In accordance with the cargo transport subject, this work is based on a special case of the vehicle routing problem that covers the implementation of postal or parcel delivery, which is handled by Lin (2008). The current problem, that there are many pickup points and only one general delivery point represented by a cargo agency or depot and all customers characterized by pickup and delivery dual

requests are served by the same vehicle in their own time windows, could be defined as a static-deterministic pickup and delivery time windows vehicle routing problem.

2.1 Problem Formulation

Model assumptions for the pickup and delivery time window vehicle routing problem, which is a variant of the time window vehicle routing problem where capacity constraint is not considered and delivery time windows for each customer are the constraint that the vehicles abide by to return to the depot, are presented below. Here c_{ij} is the cost of the (i, j) arc which represents a possible connection between the node i and j. A is the arc set, C is the customer set and V is the vehicle set. The customers are denoted by 1, 2,…,n and the set of customers are denoted by C. Here, n is the number of customers $/C/$. $tt_{i\to j}$ denotes the travel time from node i to node j and te_i indicates service finish time at node i. Also, i = 0 and n + 1 represent the depot node. First decision variable X_{ij}^k is equal to 1 if vehicle k moves from node i to node j, and 0 otherwise. Second decision variable S_i^k indicates vehicle k service starting time at customer i.

Parameters:

tp_i: Pickup time for node i

td_i: Delivery time for node i

to_p: Early arrival tolerance for pickup time

to_d: Lateness tolerance for delivery time

ts: On-site service time

te_i: Service finish time for the customer i

$$Min \sum_{k\in V}\sum_{(i,j)\in A} c_{ij} X_{ij}^k \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{k\in V}\sum_{j\in N} X_{ij}^k = 1, \qquad \forall i \in C \quad (2)$$

$$\sum_{j\in N} X_{0j}^k = 1, \qquad \forall k \in V \quad (3)$$

$$\sum_{i\in N} X_{ih}^k - \sum_{j\in N} X_{hj}^k = 0, \qquad \forall h \in C, \forall k \in V \quad (4)$$

$$\sum_{i\in N} X_{i,n+1}^k = 1, \qquad \forall k \in V \quad (5)$$

$$X_{ij}^k(S_i^k + tt_{i\to j} - S_j^k) \le 0, \qquad \forall (i,j) \in A, \forall k \in V \quad (6)$$

$$tp_i - to_p \leq S_i^k \leq tp_i, \qquad \forall i \in N, \forall k \in V \tag{7}$$

$$Max\{tp_j - to_p, te_i + tt_{i\to j}\} + ts + tt_{j\to 0} \leq \text{Min}\{td_1, td_2, \dots, td_i, td_j\} + to_d \qquad \forall (i,j) \in A \tag{8}$$

$$X_{ij}^k \in \{0,1\}, \qquad \forall (i,j) \in A, \forall k \in V \tag{9}$$

In this model, unlike the VRPTW formulation, the constraint related to capacity is removed and the constraint (8) related to the delivery time window is added. Constraints (7) and (8) refer to the pickup and delivery time window constraints described in section (3. 2) depth-first search procedure.

2.2 Comparison of the Current Problem with the Problem of Vehicle Routing with Time Window

Two main differences between the VRPTW and the VRP with pickup and delivery time windows problems are the vehicle capacity constraint and the delivery time constraint that force vehicles to return to the depot by stopping their tours. These two differences are described in more detail below.

(i) The vehicle capacity constraint considered in VRPTW is not considered in the current problem due to the fact that the consignments are usually in the form of packages or files which have weight and volume that will not exceed capacity and also due to the fact that the number of customers, and therefore consignments, is relatively small in the local network between only the cargo agencies and the customers considered in the model.

(ii) In the present problem, the customer is characterized by a pickup time window $[tp_i - to_p, tp_i]$ and a delivery time window $[0, td_i + to_d]$. In the VRPTW, the customers are characterized by only one time window $[a_i, b_i]$, which indicates the earliest pickup time and the latest pickup time that they are ready for pickup of their consignments. The time constrained for the distribution from the depot is expressed by the time window of the depot $[a_{n+1}, b_{n+1}]$ (i = 0 and n + 1 represent the depot node). b_{n+1}, which represents the latest time for distribution from the depot, forces the vehicles to return to the depot by completing their tours. In the current problem, the thing forcing the vehicles to return to depot is the earliest delivery deadline related to the customer locations they visit.

To illustrate the difference between the two problems, the depth-first search procedure solved by branch and bound for the current problem was rearranged considering the differences mentioned above and applied to some of Lin's (2008) test problems. In the set partitioning formulation applied on the obtained routes, column production was applied to produce all suitable solutions serving all customers, resulting in the lowest cost solution.

Steps in the Applied Solution Approach

Generally, the problem is day-to-day operation of a cargo company in which customers' deliveries are collected within the time window limits for each customer and sent to the transfer center connected to the branch, after delivery to the branch (depot). When the number of customers increases, it takes a long time to find the lowest cost solution that can serve all customers with these routes after finding all the suitable routes that can be created with the exact solution approach. For this reason, to solve the problem in an acceptable time, all the obtained routes are treated as independent solution groups.

3.1 Model Assumptions

The model assumptions are based on the assumptions in the Lin (2008) model. The model does not take account of the capacity limit for vehicles because the regional service between the cargo distribution branches and customer locations includes documents that are not too heavy and the vehicles can collect all their documents which are not large in number. This assumption is based on Lin (2008), Shang and Cuff (1996), Langevin and Soumis (1989), Mitrovic'-Minic, Krishnamurti & Laporte (2004) and Mitrovic'-Minic and Laporte (2004) for the collection and distribution of parcels or medical documents.

For deliveries to be collected and sent to the delivery addresses on time within the cargo distribution network, there is a two-way transfer involving gathering deliveries in the branch and sending them to the transfer center and distributing deliveries from the branch to the relevant delivery addresses. The basis of the model is to plan the shortest distance and as a result the lowest cost route, to collect deliveries from customer locations within the pickup time window and return to the branch within the determined delivery time window so they can be sent to the delivery addresses on time.

Pickup time window is $[tp_i - to_p,\ t_{pi}]$ with pickup time indicated by tp_i for a customer set N in a service season when earliest acceptance tolerance for all customers is $to_p(> 0)$. On-site service time ts is available for each customer location. The delivery location for all customers is the branch where the consignments are processed before outbound delivery. The time window indicated by td_i for the delivery time to customer i is $[0,\ td_i\ + to_d]$ when the given tolerance $to_d\ (> 0)$. Details of the assumptions which form the basis of the model are included in Lin (2008).

3.2 Depth-first Search Procedure to Produce Exact Routes

The depth-first search is an algorithm that investigates a tree structure or a path network in-depth. The operation of this algorithm is in the form of scanning all branches by starting from the node chosen as starting point (root) to the farthest point it can go.

Based on the model of Lin (2008), in the Vehicle Routing Problem with time windows all the routes that can be formed by appropriate sequencing of the customers providing time window constraints

were identified by the routing procedure based on a depth-first search algorithm that is solved with branch-and- bound. The steps for the depth-first search procedure are as follows:

1. Sort all customer nodes according to their pickup time (tp_i)
2. Check suitability for all customers respectively in sequenced customer list based on the following constraints:
   - Pickup time constraint:
   $$tt_{0\to i} \le tp_i$$
   - Delivery time constraint:
   $$Max(tp_i - to_p, tt_{0\to i}) + ts + tt_{i\to 0} \le td_i + to_d$$
3. Update sorted customer list
   (C = $\{C_1, C_2, C_3, \dots, C_c\}$). Here, c is the number of customers
4. Branch starts from the customer node which has the earliest pickup time. Thus, the partial tree ($0,\ t_1,\ t_2,\ t_3, \dots, t_k$) is created which is an ordered list of nodes (0 indicates the depot).
5. Check feasibility for t node which will be added to the partial tree ($T = 0,\ t_1,\ t_2,\ t_3, \dots, t_i$) formed from the sequenced customer nodes.
   5.1 In list C, the earliest node that is not yet found in T that provides $tp_{t_1} \le tp_{t_2} \le \cdots \le tp_{t_k} \le tp_j$ condition is selected and called j.
   5.2 Add node j to the partial tree if it abides by the following constraints:
   - Pickup time constraint:
   $$te_{t_i} + tt_{t_i\to C_j} \le \mathrm{tp}_{C_j}$$
   - Delivery time constraint:
   $$Max\{(tp_{C_j} - to_p),\ (te_{t_i} + tt_{t_i\to C_j})\} + ts + tt_{C_j\to 0} \le \mathrm{Min}\left\{td_{t_1},\ td_{t_2},\ \dots,\ td_{t_i},\right\} + to_d$$
6. If there are no nodes in the list C that can be added to the partial tree T (depot, $i_1, i_2, \dots, i_k$) via step (5), this means that $T \to$ depot is a complete definite route. After this return to the previous level (k-1) in list T, and branch a new node after i_k (that is, instead) in the list C.
7. Termination occurs when the algorithm returns to the first level of the partial tree T containing the C_c node. As a result of this, the last route found is ($depo \to C_c \to depo$).

First, after the customer nodes are sorted from small to large according to their pickup time (tp_i) (step 1), the suitability is checked for each customer (step 2). Starting from the node with the earliest pickup time, each customer location is selected as the source node, respectively and starting from the node immediately following it in the sequential customer list, the routes are created by adding the paths

going to the nodes that abide by the pickup and delivery time window constraints to the resource node (Step 5). After backtracking is made according to step 6, the algorithm is terminated according to the condition indicated in step 7. Representation of roots with depth-first search procedure for Lin's (2008) sample problem that included six customers can be seen in fig.3.

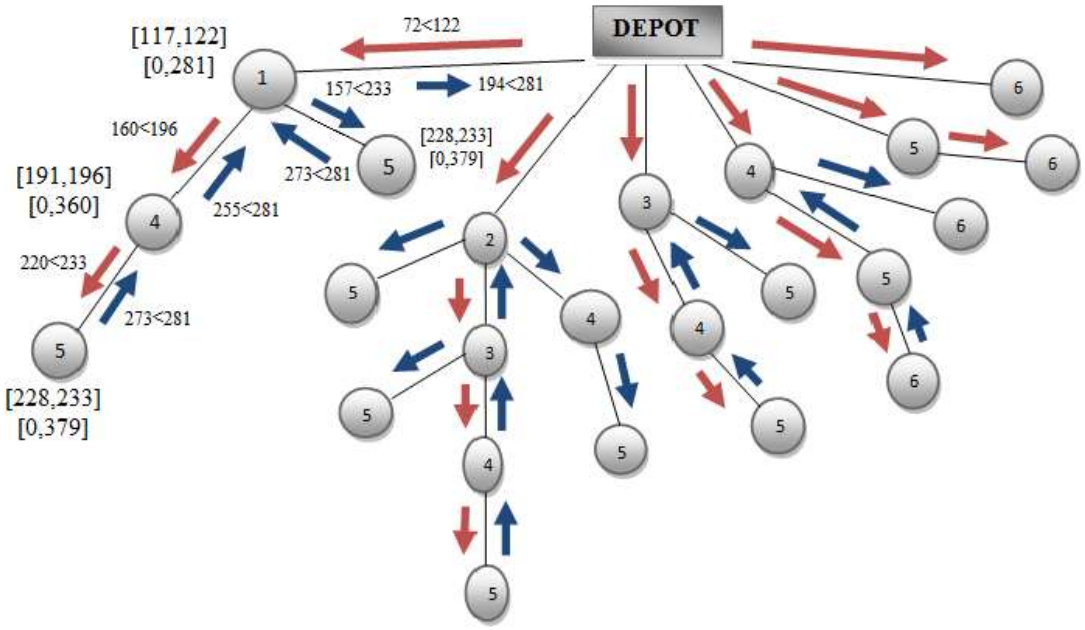


Fig. 3 Representation of roots with depth-first search procedure for the sample problem (depth-first search tree)

Each route created by the depth first search procedure represents the order of the suitable customers at the addresses of the incoming and outgoing cargos to the branch (cargo agency). In terms of objective function, the solution set is the route group that has the lowest total cost visiting all customers. In order to reduce the problem size and provide acceptable solutions, column generation was applied within the set partitioning formulation solved with branch-and-bound based on the depth-first search procedure.

3.3 Set Partitioning and Column Generation

The set-partitioning model was first proposed by Balinski and Quandt (1964). The set-partitioning model uses the exponents of binary variables associated with different cycles (i.e., roots), each containing different (i, j) paths and n nodes (Toth & Vigo, 2001). The set partitioning problem (SPP) formulation for the VRPPDTW is:

$$min \sum_{r=1}^{R} c_r x_r \quad (10)$$

Subject to:

$$\sum_{r=1}^{R} a_{ir} x_r = 1, \quad i = 1, \dots, C \qquad x_r \in \{0,1\} \quad (11)$$

where R is the number of all suitable routes; C is the number of all suitable customers; c_r is the cost of the route r; x_r the decision variable, 1 if the route r is considered in the solution and 0 otherwise; and a_{ir} is the auxiliary parameter to indicate the set of customers present in each route r, 1 if the customer i is visited in the route r and 0 otherwise.

In the above set partitioning formulation, the application complexity is not explicitly shown. Instead, all these complications are placed in columns in a branch and bound formulation based on the depth-first search procedure. In other words, all constraints defined for the model were applied during the generation of the routes.

The set partitioning model generally produces columns that correspond to the tours of the vehicles (representing the routes) with large numbers insufficient to enable the problem to be solved directly. To solve the model in acceptable time, instead of taking into consideration all the non-dominated suitable columns (routes) produced by the depth-first search procedure in the solution, the restricted version of the set partitioning formulation containing only a subset of the columns is solved. This solution approach was applied to the solution of vehicle routing problems with the column generation technique by Raove Zionts (1968), Foster and Ryan (1976), Orloff (1976), Desrosiers, Soumis and Desrochers (1984), Agarwal, Mathur and Salkin (1989), and Desrochers, Desrosiers and Solomon (1990) (Laporte, 1992). In column generation technique, the reduced problem involving only a limited subset of all possible columns (variables) is solved repeatedly (Laporte, 1992).

The steps in the column generation in the set partitioning formulation solved with the branch-and-bound based on the depth-first search procedure applied for the solution of the model are as follows:

- In the depth-first search procedure, all suitable non-dominant routes beginning with each customer sorted by earliest pickup times and ending at the depot are generated respectively.
- The routes generated are grouped according to their starting nodes after the depot.
- Each route group that is formed is considered a subset of the problem and a set partition formulation is applied on them. Starting from the first group, suitable route combinations, that is, suitable solutions, which will serve all the customers only once, are produced. The steps of this column generation are as follows:

(i) Routes that will form the solution are selected from the other route groups according to the set partitioning formulation, starting from the first element of the group, respectively for all the routes. In this way, all appropriate solution groups that could be generated by the beginning route are created (see fig. 4).

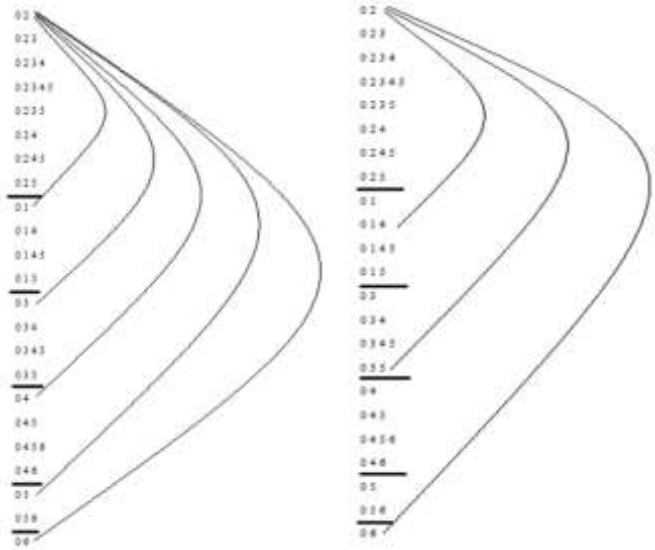


Fig. 4 The formal representation of step **(i)**

(ii) The lowest cost solution is selected from the resulting solution group and assigned as the initial solution. Other solutions are eliminated

(iii) Step (i) is repeated for all routes in the route group.

(iv) When the cost of each of the resulting solutions is compared with the cost of the initial solution if a lower cost solution is obtained that is assigned as the best solution; otherwise the previous solution is kept as the best solution and the others are eliminated.

(v) Then steps (i), (ii), (iii) and (iv) are repeated for all route groups respectively.

(vi) When the above steps are repeated also for the last member of the last route group the program ends, final solution is the optimum solution.

Computational results

The two-step solution for the designed model was coded in MATLAB. The parameters belong the real-life data used in this study can be found in the Lin (2008) for the vehicle routing problem with pickup and delivery time windows. The results obtained by applying the proposed solution model to local samples of Lin (2008) are given in Table 1.

Table 1. Results of the designed algorithm for Lin (2008) test problems

Problem No	Number of Customers	Number of Routes Obtained	Number of Vehicles	Solution Cost (obtained by GA)	Routes that Generate Solution*	Cost of Independent strategy (Number of Vehicles)
1	27	149	14	100807	15-7-12 10-14 17-18 24-11 13 19-25 26-28 20-4 9-16 22 3-2 8-6 27-13 21-5	100716.00 (14)
2	27	211	16	114739	17-10-18 5-16-4-21 28 25 9-20 7 2 24-11-15-14 26-3 13-6 23 27 19 8 12 22	114640.17(16)
3	27	144	15	107825	24-21-8 6 9 23-15-17 16-14 12-3 22-25 13 10-20-11 7 18 2-5 27-4 26-19 28	107675.17 (15)

4	27	152	16	114709	13-27-25 19 6-2 7-8 28-15 17-4-18 12-20 24-23 16-21 11-14 22 10 9 26 3 5	114654.17 (16)

***** The ordered list of customers after the depot starts with number 2.

Table 1. continued

Problem No	Number of Customers	Number of Routes Obtained	Number of Vehicles	Solution Cost (obtained by GA)	Cost of Independent strategy (Number of Vehicles)
5	29	1006	10	71413	64229.67 (9)
6	29	497	11	78715	78887.67 (11)
7	29	144	15	108750	108599.17 (15)
8	29	793	11	78715	78557.5 (11)

Conclusions and future research

Effective planning and management of the supply and distribution of goods in delivery systems is of utmost importance in the production sector as well as for transportation activities within the service sector. For this reason, studies about optimizing software based on mathematical programming and operations research, especially for the solution of vehicle routing problems within the planning of transportation activities, are increasing day by day. The effectiveness of these softwares depend on the establishment of the model which expresses the problem in the most accurate way and being an algorithm with impeccable and fast structure designed for solution of the model. The increase in the number of problem inputs and constraints leads to difficulty and increases the computation time in running the program as well as establishing the model. To overcome this problem in large-scale problems seen in real-life applications, heuristic or advanced heuristic methods can be developed that deal with only a limited part of the solution space. In order to obtain exact solutions various

mathematical models can be applied which separate the problem into sub-problems and provide an acceptable time solution.

As the size of the problem increases in the VRPPDTW, which is the subject of this study, it is very difficult to improve an effective algorithm in order to find an optimum solution due to the limitations such as computer capacity and time. For this, the problem is divided into independent sub-problems and each sub-problem is optimized like a discrete problem. Column generation was applied with the set partitioning formulation solved by branch-and-bound based on the depth-first search procedure developed based on the model presented as an independent strategy in Lin (2008).

In the service network between a local cargo agency and customers of the cargo transportation company, the number of the costumers is not high because every cargo agency is responsible for serving only one specific region of the city where each cargo agency is located. However, because the customers have locations with random coordinates it is difficult to route the vehicles. For this reason, the samples including numbers of customers ranging from 25 to 30 were chosen and the results were obtained. The method used in this study will be useful in developing heuristic and metaheuristic methods for solving real-life problems with larger size with more constraints, and in comparing the results.

REFERENCES

Balinski M. and Quandt R.E. (1964). On an Integer Program for a Delivery Problem. Operations Research, 1964, vol. 12, issue 2, 300-304.

Dalmeijer, K., & Spliet, R. (2018). A branch-and-cut algorithm for the Time Window Assignment Vehicle Routing Problem. Computers & Operations Research, 89, 140–152.

Dantzig, G.B., & Ramser, J. H. (1959). The Truck Dispatching Problem. Management Science, 6(1), 80-91.

Desrochers, M., Desrosiers, J., & Solomon, M. (1992). A New Optimization Algorithm for the Vehicle Routing Problem with Time Windows. Operations Research, 40,(2), 342-354.

Desrosiers, J., Soumis, F., & Desrochers, M. (1984). Routing with time windows by column generation. Networks, 14 (4), 545-565.

Güngör, İ., & Ergülen, A. (2006). Bulanık Araç Rotalama Problemlerine Bir Model Önerisi ve Bir Uygulama, Yönetim ve Ekonomi, Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Manisa, 13, 1.

Hernandez, F., Feillet, D., Giroudeau, R. & Naud, O. (2016). Branch-and-price algorithms for the solution of the multi-trip vehicle routing problem with time windows. European Journal of Operational Research, 249, 551–559.

Langevin, A., & Soumis, F. (1989) Design of multiple-vehicle delivery tours satisfying time constraints. Transportation Research Part B, 23(2), 123–138.

Laporte, G., (1992).The Vehicle Routing Problem: An overview of exact and approximate algorithms. European Journal of Operational Research, 59, 345-358.

Lin, C.K.Y. (2008). A cooperative strategy for a vehicle routing problem with pickup and delivery time Windows. Computers & Industrial Engineering, 55, 766–782.

Mitrovic´-Minic´, S., & Laporte, G., (2004). Waiting strategies for the dynamic pickup and delivery problem with time Windows, Transportation Research Part B, 38(7), 635–655.

Mitrovic´-Minic´, S., Krishnamurti, R., & Laporte, G. (2004) Double-horizon based heuristics for the dynamic pickup and delivery problem with time windows. Transportation Research Part B, 38(8), 669–685.

Shang, J. S., & Cuff, C. K. (1996). Multicriteria pickup and delivery problem with transfer opportunity. Computers & Industrial Engineering, 30(4), 631–645.

Spliet, R., &Desaulniers G. (2015) The discrete time window assignment vehicle routing problem. European Journal of Operational Research, 244, 379–391.

Tezer, T. (2009) Toplama ve Dağıtım Zaman Pencereli Araç Rotalama Problemi için Kesin Çözüm Yaklaşimi ve Örnek Uygulamalar. MSc. Thesis, Balikesir University.

Toth, P., & Vigo, D., (2001) The Vehicle Routing Problem, USA:SIAM, (Chapter 4).

PİRİNÇ KABUĞU KÜLÜ İLE İYİLEŞTİRİLMİŞ KİLLİ BİR ZEMİNİN DONMA-ÇÖZÜLME ETKİSİNDE CBR DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ

Dr. Öğr. Üyesi, Erdinç KESKİN[1], İnşaat Mühendisi, Buğra BOZKIR[2]

[1] Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, erdinckeskin@klu.edu.tr - 0000-0002-8728-2906

[2] Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1218202002@ogr.klu.edu.tr - 0000-0002-4612-8048

ÖZET

Pirinç dünyanın her yerinde yetiştirilebilen ve insanlar tarafından yaygın bir şekilde tüketilen bir besindir. Türkiye'de pirinç yoğunluklu olarak Karadeniz Bölgesinde ve Trakya'da yetiştirilmektedir. Tarlada bulunan çeltik ilk olarak biçerdöverler yardımıyla hasat edilmektedir. Hasat edilen çeltikler kurutulduktan sonra pirinç taneleri kabuklarından ayrılmaktadır. Bu süreçte pirinç kabuğu atık bir malzeme olarak ortaya çıkmaktadır. Atık malzeme olarak ortaya çıkan pirinç kabukları yakılarak ısı enerjisi elde edilebilmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere pirinç kabuğu külü, pirinç kabuğunun yakılması ile ortaya çıkmaktadır. O halde pirinç kabuğu külü, atık bir malzeme olan pirinç kabuğunun atığıdır. İkinci derece atık olan pirinç kabuğu külü içerdiği yüksek silisyum nedeniyle İnşaat Mühendisliği alanında kullanılmaktadır. Genel olarak beton üretiminde puzolan olarak kullanılan pirinç kabuğu külü son yıllarda geoteknik alanında da kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışma kapsamında pirinç kabuğu külü ile killi bir zeminin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Kırklareli İli sınırlarında bulunan killi bir zemin pirinç kabuğu külü ile iyileştirilmiş ve ardından CBR değerlerindeki değişim incelenmiştir. Zemini iyileştirebilmek amacıyla zemin kuru ağırlığının % 10 ve % 20 oranında pirinç kabuğu külü kullanılmıştır. Ayrıca pirinç kabuğu külünün etkinliğinin arttırılabilmesi amacıyla zemine pirinç kabuğu külü ile birlikte kireçte katılmıştır. Deneysel çalışma kapsamında ilk olarak her katkı yüzdesi için ayrı ayrı kompaksiyon deneyleri yapılarak farklı yüzdelerdeki katkılar için optimum su muhtevaları belirlenmiştir. Optimum su muhtevalarında CBR kalıplarına yerleştirilen zemin numuneleri hem donma-çözülmeye tabi tutulmadan hem de donma-çözülmeye tabi tutulduktan sonra CBR değerleri elde edilmiştir. Çalışma sonucunda zemine pirinç kabuğu külü ve kireç + pirinç kabuğu külü katılması durumunda CBR değerindeki değişimler incelenmiştir. Pirinç kabuğu külünün zemin iyileştirme çalışmalarında kullanılabilirliği irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Zemin iyileştirmesi, pirinç kabuğu külü, CBR, kireç.

1. GİRİŞ

Birbirinden farklı özelliklere sahip olan zeminler, gerek üzerlerine inşa olunan yapıların temellerinde gerekse inşaat malzemesi olarak hemen hemen tüm inşaat sahalarında karşımıza çıkmaktadır. Şantiye sahalarında karşılaştığımız zeminler her zaman istenilen deformasyon, dayanım vb. özellikleri karşılayamamaktadır. Bu tarz problemli zeminlerin olması durumunda, mümkünse inşaat sahasının değiştirilmesi mümkün değilse zemin iyileştirme tekniklerinin kullanılması bir çözüm olarak karşımıza çıksa da, inşaat sahasının değiştirilmesi birçok durumda mümkün olmamaktadır. Bu tarz durumlarda zemin iyileştirme tekniklerine başvurulması daha uygun bir çözüm yöntemi olarak öne çıkmaktadır.

Artan nüfus ile birlikte ortaya çıkan tüketim miktarındaki artış, beraberinde atık malzemelerin değerlendirilmesini de gündeme getirmektedir. İyileştirme yöntemlerinde kullanılan katkılara alternatif olarak da ortaya çıkan bu atıkların kullanımı üzerine farklı çalışmalar yapılmaktadır. Katkı malzemesi olarak kullanılan bazı malzemeler uçucu kül, mermer tozu ve plastik gibi atık malzemelerden oluşmaktadır. Son yıllarda bu atık malzemelere ek olarak pirinç üretimi sonrasında ortaya çıkan ve pirinç kabuğunun yakılması ile elde edilen pirinç kabuğu külü de eklenmiştir. Pirinç kabuğunun yakılması ile elde edilen kül, içerisinde yüksek miktarda SiO_2 ihtiva etmektedir. Külün içerdiği bu madde puzolonik özellik göstermektedir. Bu özelliği sayesinde farklı katkılar ile beraber kullanıldığında zemin özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmektedir. Genel olarak pirinç kabuğu külünün çimento ve kireç gibi farklı katkı maddeleri ile kullanıldığı çalışmalara rastlanılmaktadır.

Pirinç kabuğu külü ile yapılan iyileştirme çalışmaları incelendiğinde pirinç kabuğu külünün zemin özelliklerinde yaptığı katkılardan bahsetmek gerekirse. Birçok çalışma zeminin plastisite özelliklerinin azaldığını göstermiştir. Likit limit değeri azalırken plastik limit değeri artmış ve bu değerlere bağlı olarak plastisite indisi değeri de azalmaktadır. Kompaksiyon deney sonuçları incelendiğinde maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri düşerken optimum su muhtevası değerlerinin arttığı görülmektedir. İyileştirme sonrasında zeminin dayanım özelliklerindeki değişimi incelemek amacıyla genellikle serbest basınç deneyi, üç eksenli basınç deneyi ve CBR deneyine başvurulmuştur. Dayanım deneyleri sonucunda pirinç kabuğu külünün dayanıma olumlu katkısının olduğu görülmektedir. Ayrıca pirinç kabuğu külünün yanında kireç veya çimento kullanılması durumunda elde edilen dayanımların çok daha fazla olduğu ve pirinç kabuğu külü ile birlikte kireç veya çimento kullanımının zemin iyileştirmesi için iyi bir tercih olabileceği gösterilmektedir [1-17].

Zeminlerin donma-çözülme döngüleri karayollarının performanslarını önemli derecede etkilemektedir. Literatürde genel olarak kireç ile iyileştirilmiş zeminlerin dayanım performansları için serbest basınç mukavemeti deneyleri yapılmaktadır. Pirinç kabuğu külü ile ilgili çalışma oldukça azdır. Yapılan bu çalışmalar kireç ile zemin iyileştirilen zeminlerin donma-çözülme döngüsü sonucunda doğal zemine göre dayanım değerlerine olumlu katkı yaptığını göstermişlerdir [18-20].

Bu çalışmanın amacı pirinç kabuğu külü ve kireç ile iyileştirilmiş killi bir zeminin donma-çözülme döngüsü sonucunda CBR değerlerindeki değişimin incelenmesidir. Bu amaçla zemin

numunleri katkılı ve katkısız bir şekilde hazırlanmış ve donma-çözülme döngüsü sonucunda CBR değerleri belirlenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışma kapsamında kullanılan malzemeler ve uygulanan yöntem hakkında bilgi bu bölümde verilmiştir.

2.1. Malzeme

Çalışmada doğal zemin numunesi ve iyileştirmede kullanılmak üzere kireç ve pirinç kabuğu külü katkıları kullanılmıştır. Doğal zemin numunesi Kırklareli ili sınırlarında bulunan bir sahadan temin edilmiş ve zemin numunesine ait fotoğraf Görsel 1a'da verilmiştir. Dane dağılımı incelenen zemin numunesinin % 80'in üzerinde ince malzeme içerdiği belirlenmiştir.

(a) Zemin Numunesi

(b) Kireç

(c) Pirinç kabuğu külü

Görsel 1. Zemin örneği, kireç ve pirinç kabuğu külü

Ayrıca deneysel çalışma kapsamında kireç ve pirinç kabuğu külü kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kireç ve pirinç kabuğu külünün fotoğrafları sırasıyla Görsel 1 (b) ve Görsel 1(c) de gösterilmiştir. Kireç 25 kg torbalar içerisinde Kimtaş-Bariksan fabrikasından, pirinç kabuğu külü ise Türkiye'de pirinç üretiminin en fazla olduğu yer olan Edirne'den temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

Zeminin kompaksiyon ve dayanım özelliklerindeki değişimlerin incelenmesi amacıyla iyileştirme öncesi ve iyileştirme sonrası olmak üzere kompaksiyon ve CBR deneyleri yapılmıştır. Zemin numunesine % 2 oranında kireç ve % 5 - % 10 oranında pirinç kabuğu külü katılarak deneyler yapılmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan karışım miktarları Çizelge 1'de tablo halinde gösterilmiştir.

Çizelge 1. Zemin iyileştirmesinde kullanılan kireç ve pirinç kabuğu külü yüzdeleri ve isimlendirme

	Pirinç Kabuğu Külü (%)	Kireç (%)
P0K0	0	0
P5K0	5	0
P10K0	10	0
P0K2	0	2
P5K2	5	2
P10K2	10	2

Çizelge 1'de verilen oranlar kullanılarak hem donma-çözülme döngüsüne girecek hem de donma-çözülme döngüsüne girmeyecek CBR numuneleri hazırlanmıştır. Donma çözülme döngüsü 6 çevrim olarak Çizelge 2'de verildiği şekilde uygulanmıştır.

Çizelge 2. Donma-Çözülme'de kullanılan sıcaklıklar

En Düşük Sıcaklık / Tabi tutulma süresi	En Yüksek Sıcaklık / Tabi tutulma süresi
-15° / 12 Saat	-23° / 12 Saat

Zemin numuneleri CBR kalıplarına kompaksiyon deneyi sonucunda bulunan optimum su muhtevasında sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılmış zemin numuneleri her bir karışım için kür süreleri sonunda CBR deneylerine tabii tutulmuştur. Eş zamanlı olarak yine her bir karışım için hazırlanan CBR numuneleri donma-çözülme döngüsü sonunda CBR deneyine tabi tutulmuştur.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

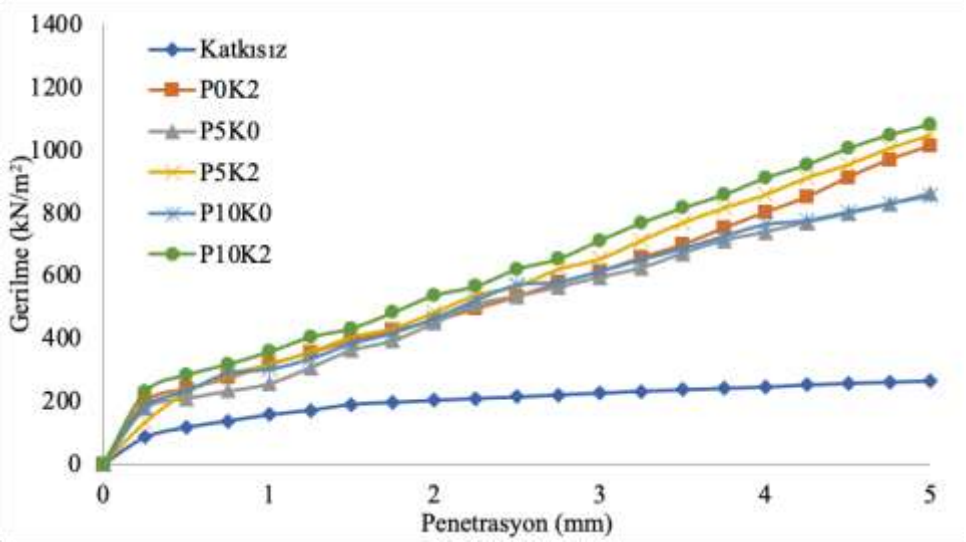
CBR değerlerinin sağlıklı bir şekilde karşılaştırılabilmesi amacıyla zemin numunelerinin CBR kalıpları içerisine optimum su muhtevasında sıkıştırılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla yapılan kompaksiyon deneyleri sonucunda elde edilen optimum su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3'te görüldüğü üzere doğal zeminin optimum su muhtevası % 12.50, maksimum kuru birim hacim ağırlığı ise 17.85 kN/m^3 olarak belirlenmiştir. Zemine kireç ve pirinç kabuğu külünün ayrı ayrı veya aynı anda katılması durumunda optimum su muhtevası artmakta, maksimum kuru birim hacim ağırlık değeri ise azalmaktadır.

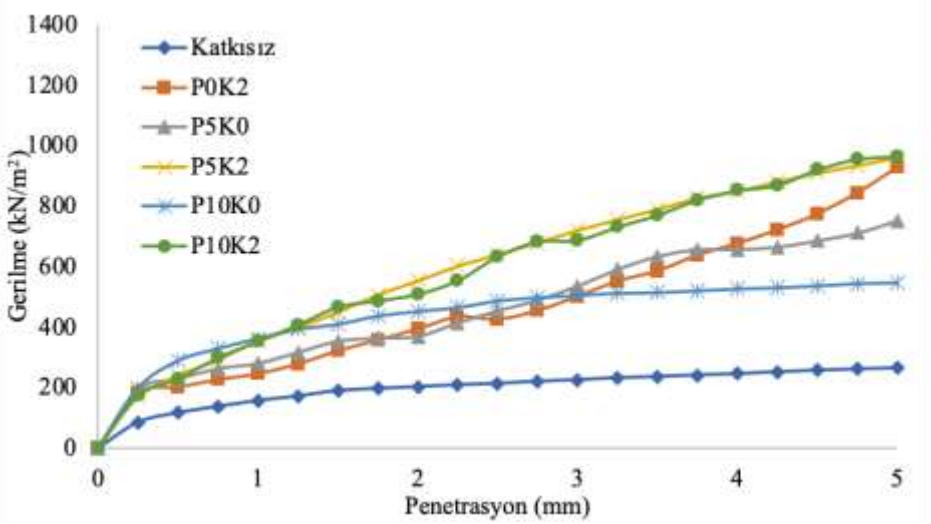
Çizelge 3. Farklı oranlarda kireç ve pirinç kabuğu külü katılan zemin numuneleri için elde edilen optimum su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri

	Optimum Su Muhtevası (%)	Mak.Kuru Birim Hacim Ağ. (kN/m^3)
P0K0	12.50	17.85
P5K0	12.85	16.60
P10K0	12.95	15.90
P0K2	12.80	17.00
P5K2	13.10	16.40
P10K2	13.20	15.70

Zemin numuneleri kompaksiyon deneyi sonucunda elde edilen optimum su muhtevasında CBR kalıplarına yerleştirilmiştir. Kür süresi sonunda elde edilen gerilme – penetrasyon eğrileri Görsel 2'de verilmiştir. Donma-çözülme çevrimi sonrasında elde edilen gerilme – penetrasyon eğrileri ise Görsel 3'de gösterilmiştir.



Görsel 2. Donma-çözülme yapılmayan zeminler için gerilme-penetrasyon eğrileri



Görsel 3. Donma-çözülme yapılan zeminler için gerilme-penetrasyon eğrileri

Görsel 2 ve Görsel 3'de verilen gerilme değerleri incelendiğinde en yüksek gerilme değerinin zemine aynı anda hem kireç hem de pirinç kabuğu külü katılması durumunda elde edilmiştir.

Çizelge 4'de farklı oranlarda pirinç kabuğu külü ve kireç katılmış zemin numunelerinin donma – çözülme döngüsüne girmiş ve girmemiş CBR değerleri verilmiştir. Yine Çizelge 4'de bu iki değer birbirine oranlanarak donma – çözülme döngüsü sonucunda CBR değerinde oluşan azalım gösterilmiştir.

Çizelge 4. Donma-Çözülme döngüsü olan ve olmayan zemin numuneleri için CBR değerleri ve azalım oranları

	CBR (Donma-çözülme yok)	CBR (Donma-çözülme var)	Azalım Oranı (%)
P0K0	3.09	2.04	33.98
P5K0	8.62	7.52	12.76
P10K0	8.56	7.05	17.64
P0K2	10.15	9.28	8.57
P5K2	10.49	9.60	8.48
P10K2	10.84	9.65	10.98

Çizelge 4'de görüldüğü gibi donma çözülme döngüsü sonucunda CBR dayanımı katkısız zemin numunesi için % 33.98 oranında azalmıştır. Zemine kireç katılmasıyla bu oran % 8.57'ye, % 5 ve % 10 pirinç kabuğu külü katılmasıyla birlikte sırasıyla % 12.76 ve 17.64'e her ikisinin birden katılması ile birlikte % 8.48 ve % 10.98 oranına düşmüştür.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışma kapsamında yapılan deneyler ve deney sonucunda elde edilen veriler ışığında aşağıda maddeler halinde verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- Zemine kireç ve pirinç kabuğu katılması halinde her iki durum içinde zeminin dayanım değerlerinde artış meydana gelmiştir. Bu artış katkı malzemesinin çeşidine göre küçükten büyüğe sıralarsak pirinç kabuğu külü, kireç ve kireç + pirinç kabuğu külü şeklinde olmuştur.
- Kireç ve pirinç kabuğu külü katılmış zemin numunelerinin CBR değerleri incelendiğinde donma – çözülme çevrimi sonrasında CBR değerlerinin azalma yüzdelerinde ciddi anlamda bir iyileşme olduğu açık olarak görülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Karatai, T.R., Kaluli, J.W., Kabubo, C., Thiong'o, G., "Soil stabilization using rice husk ash and natural lime as an alternative to cutting and filling in road construction", Journal of Construction Engineering and Management, 143(5), (2017).

[2] Rahman, M. A. "A comparative study of the potentials of rice husk ash on cohesive and cohesionless soils", Building and Environment, 22(4), pp. 331-337, (1987).

[3] Basha, E.A., Hashim, R., Mahmud, H.B., Muntohar, A.S.,"Stabilization of residual soil with rice husk ash and cement", Construction and Building Materials, 19, pp. 448–453, 2005.

[4] Anupama, A.K., Kumarb, P., G. D. Ransinchung R. N., "Effect of fly ash and rice husk ash on permanent deformation behaviour of subgrade soil under cyclic triaxial loading" Transportation Research Procedia, 17, pp. 596 – 606, (2016).

[5] Adhikary, S., Nandy, S., Roy, R., Bosu, S., Daulla, S.S., "Behavior of clayey soil stabilized with rice husk ash & lime", OSR Journal of Mechanical and Civil Engineering,11(1), pp. 14-18, (2014).

[6] Choobbastı, A.J., Ghodrat, H., Vahdatırad, M.J., Fırouzıan, S., Bararı, A., Torabı, M., Bagherıan, A., "Influence of using rice husk ash in soil stabilization method with lime", Frontiers of Earth Science in China, 4(4), pp. 471–480, (2010).

[7] Rahman, Z.A., Ashari, H.H., Sahibin, A.R., Tukimat, L., Razi, İ.W.M. "Effect of rice husk ash addition on geotechnical characteristics of treated residual soil" American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 14 (12), pp. 1368-1377, (2014).

[8] Prakash, J., Kumari, K., Kumar, V., "Stabilization of soil using rice husk ash", International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 6(7), pp. 12997-13003, (2017).

[9] Muntohar, A.S., "The ınfluence of molding water content and lime content on the strength of stabilized soil with lime and rice husk ash", Civil Engineering Dimension, 7(1), pp.1-5, (2005).

[10] Okafor, F.O., Okonkwo, U.N.,"Effects of rice husk ash on some geotechnical properties of lateritic soil",Nigerian Journal of Technology, 28 (1), pp. 46-52, (2009).

[11] Subrahmanyam, M.S., Cheran, L.L., Cheran, L.S., "Use of rice husk ash for soil stabilization", Geological Society of Malaysia, Bulletin, 14, pp.143-151,(1981).

[12] Ali, F.H., Adnan, A., Choy, C.K.,"Geotechnical properties of a chemically stabilized soil from Malaysia with rice husk ash as an additive",Geotechnical and Geological Engineering, 10, pp. 117-134, (1992).

[13] Eberemu, A.O., Omajali, D.I., Abdulhamid, Z., "Effect of compactive effort and curing period on the compressibility characteristics of tropical black clay treated with rice husk ash "Geotechnical and Geological Engineering, 34, pp. 313–322, (2016).

[14] Bagheri, Y., Ahmad, F., Ismail, M.A.M., "Strength and mechanical behavior of soil–cement–lime–rice husk ash (soil–CLR) mixture", Materials and Structures, 47, pp. 55–66, (2014).

[15] Alhassan, M.,"Potentials of rice husk ash for soil stabilization", AU J.T., 11(4), pp. 246-250, (2008).

[16] Muntohar, A.S., Hantoro, G.,"Influence of rice husk ash and lime on engineering properties clayey subgrade", Electronic Journal of Geotechnical Engineering,5, pp.1-12 (2000).

[17] Raj R. R., Banupriya, S., Dharani, R., "Stabilization of soil using rice husk ash", International Journal of Computational Engineering Research, 6(2), pp. 43-50, (2016).

[18] Aldaood, A., Bouasker, M., Al-Mukhtar, M. Impact of freeze–thaw cycles on mechanical behaviour of lime stabilized gypseous soils. *Cold Regions Science and Technology*, *99*, 38-45. (2004).

[19] Tebaldi, G., Orazi, M., Orazi, U. S. Effect of freeze—thaw cycles on mechanical behavior of lime-stabilized soil. Journal of Materials in Civil Engineering, 28(6), 06016002. (2016).

[20] Hotineanu, A., Bouasker, M., Aldaood, A., Al-Mukhtar, M. Effect of freeze–thaw cycling on the mechanical properties of lime-stabilized expansive clays. Cold Regions Science and Technology, 119, 151-157. (2015).

DONMA-ÇÖZÜLMENİN KALSİYUM LİGNOSÜLFONAT İLE İYİLEŞTİRİLMİŞ KİLLİ BİR ZEMİNİN CBR DEĞERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi, Erdinç KESKİN[1], İnşaat Mühendisi, Baliğ SARAÇ[2]

[1] Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, erdinckeskin@klu.edu.tr - 0000-0002-8728-2906

[2] Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1218202009@ogr.klu.edu.tr - 0000-0002-8516-0542

ÖZET

Killi zeminler mühendislik özellikleri nedeniyle birçok durumda problemli zemin olarak tanımlanmaktadır. Bilindiği gibi bu tür zeminlerde genellikle dayanım ve stabilite sorunları ile karşılaşılmaktadır. Bu tarz dayanım problemlerin çözümünde genellikle yüzeysel zemin iyileştirme yöntemleri birinci seçenek olarak tercih edilmektedir. Yüzeysel zemin iyileştirme yöntemleri incelendiğine katkı ile zemin iyileştirme yöntemleri öne çıkmaktadır. Katkı malzemesi olarak üretimin ana malzemesi olan ve geleneksel olarak tabir edebileceğimiz çimento, kireç, uçucu kül, bitüm gibi katkılar uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu katkıların yanında bir ürünün üretilmesi sırasında atık malzemesi olarak ortaya çıkan malzemeler örnek olarak uçucu kül, pirinç kabuğu külü, mermer tozu, lignosülfonat vb. ürünlerde iyileştirme için kullanılmaktadır. Lignosülfonat, kağıt üretimi sürecinde yan ürün olarak ortaya çıkan bir üründür. Yan ürün olarak ortaya çıkan bu ürünün zeminin mühendislik özelliklerinin iyileştirilmesinde kullanılması ile birlikte hem ekonomi hem de çevreye vereceği katkı oldukça önemli olacaktır. Bu çalışma kapsamında killi bir zeminin kalsiyum lignosülfonat ile iyileştirilmesi ve iyileştirme sonrasında Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) değerindeki değişimler incelenmiştir. İyileştirme amacıyla zemin numunesine farklı oranlarda (% 0.5, % 0.75, %1, %2, %3 ve %4) kalsiyum lignosülfonat katılmıştır. Zemin numuneleri CBR kalıpları içerisine optimum su muhtevası değerinde su katılarak sıkıştırılmıştır. Optimum su muhtevaları farklı kalsiyum lignosülfonat oranları için ayrı ayrı yapılan kompaksiyon deneyleri sonucunda belirlenmiştir. Optimum su muhtevasında CBR kalıplarına yerleştirilen zemin numuneleri hem donma-çözülmeye tabi tutulmadan hem de donma-çözülmeye tabi tutularak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda zemine kalsiyum lignosülfonat katkısı katılması ile birlikte zemin numunelerinin CBR değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Donma-çözülme döngüsü sonucunda ise CBR değerlerinin donma-çözülme döngüsüne girmemiş zemin numunelerine oranla bir miktar düşük çıktığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Zemin iyileştirmesi, kalsiyum lignosülfonat, CBR, kompaksiyon.

1. GİRİŞ

Şantiye alanlarında taşıma dayanımı düşük zeminlerle karşılaşılması sonucunda zemin iyileştirmesi yöntemlerine başvurulmaktadır. Zeminlerin iyileştirilmesi için birçok yöntem bulunmaktadır. Zemin iyileştirme yöntemlerini derin zemin iyileştirme ve yüzeysel zemin iyileştirme olarak iki ana başlık altında toplayabiliriz. Yüzeysel zemin iyileştirme yöntemleri çoğunlukla karayolu ve demiryolu projelerinde taban zemininin iyileştirilmesi için kullanılır. Karayolu ve demiryolu projelerinde uygulanan zemin iyileştirme yöntemleri sonucunda temel ve alt temel tabaka kalınlıklarında önemli ölçüde azalma meydana gelmektedir. Temel ve alt temel tabaka kalınlıklarının azalması ile birlikte yapım maliyetlerinde önemli oranda azalma meydana gelmektedir. Derin zemin iyileştirme teknikleri ise genellikle yüzeysel zemin iyileştirme tekniklerinden farklı olarak dayanma yapıları ve yapı temelleri vb. alanlarda tercih edilmektedir. Farklı zeminlerde optimum zemin iyileşmesinin sağlanabilmesi için zemin özelliklerine göre iyileştirme yöntemleri seçilmelidir. Kimyasal katkılar ile zemin iyileştirme çeşitli moleküler yapıdaki kimyasalların laboratuvar analizler ve deneyler sonucunda genellikle ince taneli zeminlerde iyileştirme amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Örneğin kireç, çimento, uçucu kül, lignosülfonat vb. yöntemler ile zemin iyileştirme yöntemleri de kimyasal katkı ile zemin iyileştirmenin alt başlıkları olarak sıralanabilir [1-3].

Zemine kalsiyum ligno sülfonat katkısı katılması ile birlikte kompaksiyon karakteristiklerinde meydana gelen değişimlerle ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda kalsiyum ligno sülfonat katkısının zemine katılması ile optimum su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerlerinde önemli oranda değişim gerçekleşmediği görülmüştür [4-8].

Lignosülfonatın zeminin dayanım özelliklerine etkisini belirlemek için farklı araştırmacılar farklı deneylere başvurmuşlardır. Bu deneyleri sıralamak gerekirse serbest basınç deneyi, CBR deneyi ve üç eksenli basınç deneyleri olarak sıralayabiliriz. Genel olarak incelendiğinde zemine lignosülfonat katılması ile birlikte dayanım değerlerinde bir artış meydana geldiği görülmektedir [9-14].

Zeminlerin donma-çözülme döngüleri karayollarının performanslarını önemli derecede etkilemektedir. Bu nedenle lignosülfonat ile iyileştirilmiş zeminlerin donma-çözülme performanslarının incelenmesi önem kazanmaktadır. Literatürde genel olarak lignosülfonat ile iyileştirilmiş zeminlerin dayanım performansları için serbest basınç mukavemeti deneyleri yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar lignosülfonatın donma-çözülme döngüsü sonucunda doğal zemine göre dayanım değerlerine olumlu katkı yaptığını göstermişlerdir [15-17].

Bu çalışmanın amacı lignosülfonat katkısı ile iyileştirilmiş killi bir zeminin donma-çözülme döngüsü sonucunda CBR değerlerindeki değişimin incelenmesidir. Bu amaçla zemin numunleri katkılı ve katkısız bir şekilde hazırlanmış ve donma-çözülme döngüsü sonucunda CBR değerleri belirlenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışma kapsamında kullanılan malzemeler ve uygulanan yöntem hakkında bilgi bu bölümde verilmiştir.

2.1. Malzeme

Çalışmada doğal zemin numunesi ve iyileştirmede kullanılmak üzere kalsiyum lignosülfonat katkıları kullanılmıştır. Doğal zemin numunesi Kırklareli ili sınırlarında bulunan bir sahadan temin edilmiş ve zemin numunesine ait fotoğraf Görsel 1a'da verilmiştir. Dane dağılımı incelenen zemin numunesinin % 80'in üzerinde ince malzeme içerdiği belirlenmiştir.

(a) Zemin Numunesi

(b)Kalsiyum Lignosülfonat

Görsel 1. Zemin örneği ve kalsiyum lignosülfonat

Ayrıca deneysel çalışma kapsamında kalsiyum lignosülfonat kullanılmıştır. Kalsiyum lignosülfonat özelliklerini kaybetmemesi amacıyla laboratuvarda 25 kg.'lık paketler halinde muhafaza edilmiştir. Kalsiyum lignosülfonata ait fotoğraf Görsel 1b'de gösterilmiştir.

2.2. Yöntem

Deneysel çalışmanın amacı lignosülfonatla iyileştirilmiş zeminlerin donma-çözülme performanslarının incelenmesidir. Katkılı ve katkısız zeminlerin donma-çözülme döngüsü sonrasındaki dayanım performansları CBR deneyleri yapılarak incelenmiştir. Katkılı ve katkısız zemin numunelerinin CBR kalıplarına sıkıştırılabilmeleri amacıyla ilk olarak optimum su muhtevası değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle ilk olarak katkılı ve katkısız zemin numunelerine kompaksiyon deneyi yapılarak optimum su muhtevaları ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri belirlenmiştir.

Zemin iyileştirmesi için kullanılan kalsiyum lignosülfonat oranları zeminin kuru ağırlığının % 0.5, % 0.75, % 1, % 2, % 3 ve % 4 oranlarında katılmıştır. Katkılı ve katkısız zemin numuneleri kompaksiyon deneyi ile belirlenen optimum su muhtevalarında CBR kalıplarına yerleştirilmiştir. CBR numuneleri her katkı malzemesi oranında 2 set hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler laboratuvar koşulları altında 28 gün bekletildikten sonra bir set 4 gün su içerisinde bekletildikten sonra CBR deneyine tabi tutulmuştur diğer set ise 6 çevrim donma-çözülmeye

maruz bırakılmış ve ardından CBR deneyine tabii tutulmuştur. Donma-çözülme sıcaklık aralığı -15° ile 23° aralığında seçilmiştir. CBR numuneleri 12 saat -15°, 12 saat 23°'de bekletilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

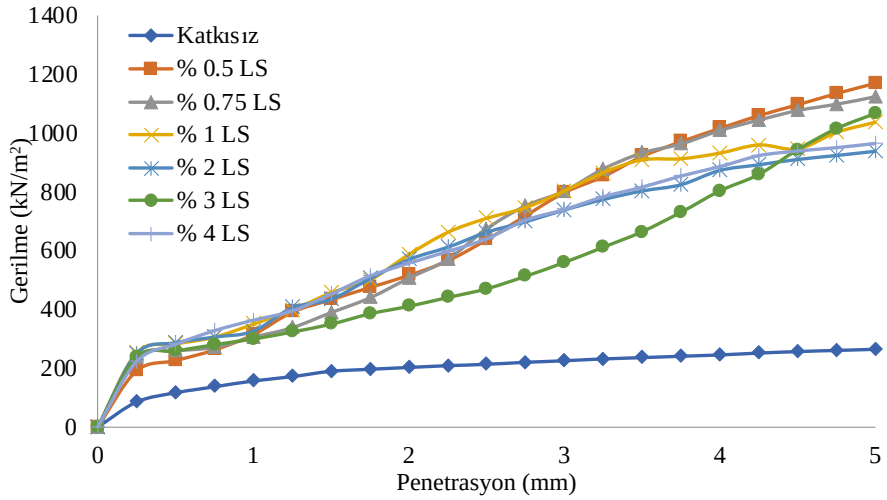
Deneysel çalışma kapsamında ilk olarak farklı kalsiyum lignosülfonat oranları için kompaksiyon deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen optimum su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Katkılı ve katkısız zemin numuneleri için elde edilen optimum su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri

	Kalsiyum Lignosülfonat Oranı						
	% 0	% 0.5	% 0.75	% 1	% 2	% 3	% 4
w_{opt} (%)	12.50	12.70	13.00	13.20	13.10	13.20	13.10
γ_{kmax} (kN/m^3)	17.85	17.86	17.86	17.95	17.98	17.98	17.97

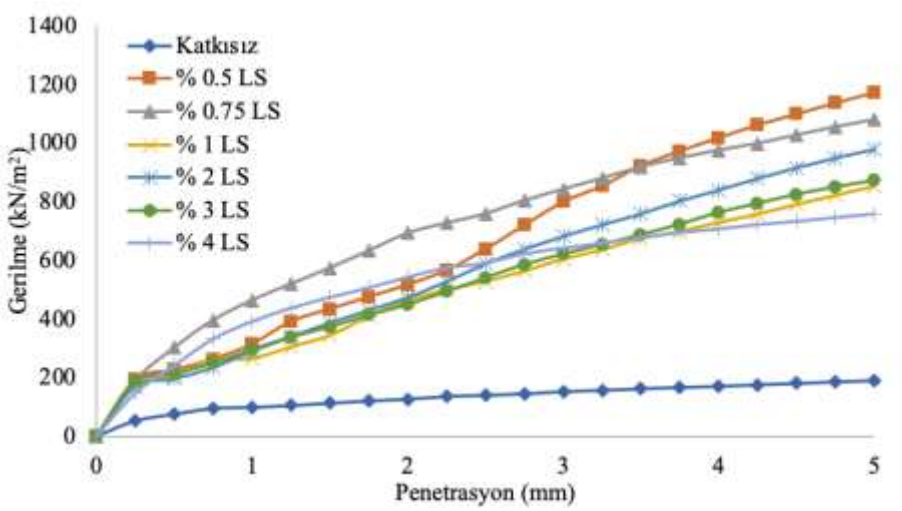
Çizelge 1'de de görüldüğü gibi zemine kalsiyum lignosülfonat katılması ile birlikte optimum su muhtevalarında ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerlerinde bir miktar artış meydana gelmiştir. Doğal zeminin optimum su muhtevası % 12.50 iken zemine % 4 kalsiyum lignosülfonat katılması ile birlikte optimum su muhtevası değeri % 13.10'a çıkmıştır. Maksimum kuru birim hacim ağırlık değeri 17.85 kN/m3'ten 17.97 kN/m3'e çıkmıştır.

Zemin numuneleri kompaksiyon deneyi ile belirlenen optimum su muhtevalarında CBR kalıplarına yerleştirilmiştir. Deneysel çalışma kapsamında katkılı ve katkısız zemin numuneleri hem donma-çözülme döngüsüne tabi tutularak ve tabi tutulmadan yapılmıştır. Görsel 2'de donma-çözülme döngüsüne girmemiş zemin numuneleri için elde edilen gerilme-penetrasyon eğrileri tüm katkı oranları için bir arada verilmiştir.



Görsel 2. Donma-çözülme yapılmayan zeminler için gerilme-penetrasyon eğrileri

Görsel 3'de ise donma-çözülme döngüsü sonucunda CBR deneyi ile elde edilen gerilme-penetrasyon eğrileri tüm katkı oranları için verilmiştir.



Görsel 3. Donma-çözülme yapılan zeminler için gerilme-penetrasyon eğrileri

Görsel 2 ve Görsel 3'ü incelediğimizde gerilme değerlerinin katkılı zemin numuneleri için katkısızı zemin numunelerine oranla yaklaşık 5 ila 7 kat arasında daha yüksek çıktığı görülmektedir.

Çizelge 2'de katkılı ve katkısız zemin numuneleri için donma-çözülme döngüsüne tabi ve donma çözülme döngüsüne tabi olmayan zemin numuneleri için elde edilen CBR değerleri verilmiştir. Ayrıca donma çözülme döngüsü sonrasında CBR değerlerinde meydana gelen azalım miktarları da gösterilmiştir.

Çizelge 2. Katkılı ve katkısız zemin numuneleri için CBR değerleri

	Kalsiyum Lignosülfonat Oranı						
	% 0	% 0.5	% 0.75	% 1	% 2	% 3	% 4
CBR (Donma-çözülme yok)	3.09	11.72	11.25	10.36	9.61	10.66	9.66
CBR (Donma-çözülme var)	2.04	9.41	10.01	8.54	8.52	8.71	8.59
Azalım Miktarı (%)	33.98	19.71	11.02	17.57	11.34	18.29	11.08

Çizelge 2'de görüldüğü üzere donma çözülme döngüsü sonucunda CBR dayanımı katkısız zemin numunesi için % 33.98 oranında azalmıştır. Kalsiyum lignosülfonat katkılı zeminler için azalım yüzdeleri ise %11.02 ila % 19.71 arasında değişim göstermiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışma kapsamında yapılan deneyler ve deney sonucunda elde edilen veriler ışığında aşağıda maddeler halinde verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- Kalsiyum lignosülfonat katkısının optimum su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerlerine ciddi oranda bir katkısı bulunmamaktadır.
- Zemine kalsiyum lignosülfonat katılması ile birlikte zeminin dayanım özelliklerinde bir iyileşme görülmüştür.

- Katkılı zemin numunelerinde donma – çözülme çevrimi sonrasında CBR değerlerinde bir miktar azalma meydana gelse de CBR değerinde önemli bir düşüş meydana gelmemiştir.

KAYNAKÇA

[1] Karaşahin, M., Keskin, E., Şahinoğlu, İ. Effect of lime on unconfined compressive strength of a low plasticity clayey soil. Eurasian Journal of Civil Engineering and Architecture, 3(2), 32-40. (2019).

[2] Afrin, H. A review on different types soil stabilization techniques. International Journal of Transportation Engineering and Technology, 3(2), 19-24. (2017).

[3] Zuber, S. S., Kamarudin, H., Abdullah, M. M. A. B., Binhussain, M. Review on soil stabilization techniques. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 7(5), 258-265. (2013).

[4] Koohpeyma,.H., R., Vakili A., R., Panjsetooni, Hossein, M., A., Nazir, R. Investigating the effect of lignosulfonate on erosion rate of the embankments constructed with clayey sand. The Scientific World Journal. (2013).

[5] Puppala, A., J, Hanchanloet, S. Evaluation of a new chemical treatment method on strength and resilient properties of a cohesive soil. Transportation Research Board, 78 Annual Meeting. (1999).

[6] Ta'negonbadi, B., Noorzad, R. Physical and geotechnical long-term properties of lignosulfonate-stabilized clay: An experimental investigation. Transportation Geotechnics. 17(A), 41-50. (2018).

[7] Tingle, J. S, Santori, R., L. Stabilization of clay soils with non-traditional additives. Transportation Research Record. 1819, 72–84. (2003).

[8] Vijayan, G., Sasikumar, A. Stabilization of clayey soil by using lignosulfonate. International Research Journal of Engineering and Technology, 6 (2), 1963-1967. (2019).

[9] Chen, Q., Indraratna, B., Rujikiatkamjorn, C. Behaviour of lignosulfonate-treated soil under cyclic loading. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Ground Improvement. 169 (2), 109-119. (2016).

[10] Fernandez, M., T., Orlandi, S., Codevilla, M., Pique, T., M., Manzanal, D. Performance of calcium lignosulfonate as a stabilizer of highly expansive clay. Transportation Geotechnics. 27, 100469. (2021).

[11] Subrahmanyam, M.S., Cheran, L.L., Cheran, L.S., "Use of rice husk ash for soil stabilization", Geological Society of Malaysia, Bulletin, 14, pp.143-151, (1981).

[12] Liang, Y., Yeh, T. C. J., Ma, C., Zhang, J., Xu, W., Yang, D., & Hao, Y. Experimental investigation on hole erosion behaviors of chemical stabilizer treated soil. Journal of Hydrology, 594, [125647]. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125647, (2021).

[13] Noorzad, R., Ta'negonbadi, B. Mechanical properties of expansive clay stabilized with lignosulphonate. Quarterly Journal Of Engineering Geology And Hydrogeology, 51, 483-492. (2018).

[14] Noorzad, R., Ta'negonbadi, B. Volume change behavior of stabilized expansive clay with lignosulfonate. Scientia Iranica, 27(4), 1762-1775. (2020).

[15] Vakili, A. H., Salimi, M., Lu, Y., Shamsi, M., & Nazari, Z. Strength and post-freeze-thaw behavior of a marl soil modified by lignosulfonate and polypropylene fiber: An environmentally friendly approach. Construction and Building Materials, 332, 127364. (2022).

[16] Li, Y., Zhang, Y., Ceylan, H., Kim, S. Laboratory evaluation of silty soils stabilized with lignosulfonate. In Airfield and Highway Pavements 2019: Testing and Characterization of Pavement Materials (pp. 531-540). Reston, VA: American Society of Civil Engineers. (2019).

[17] Roshan, K., Choobbasti, A. J., Kutanaei, S. S., & Fakhrabadi, A. The effect of adding polypropylene fibers on the freeze-thaw cycle durability of lignosulfonate stabilised clayey sand. Cold Regions Science and Technology, 193, 103418. (2022).

Escherichia coli'de çok kopyalı bir plazmitte *rfaQ* geninin aşırı ifade edilmesi borik aside karşı tolerans sağlar

Doç. Dr. Bekir ÇÖL[1,2]

[1] Muğla SK Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, bekircol@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-8997-4116

[2] Muğla SK Üniversitesi, Biyoteknoloji Araştırma Merkezi, bcol@mu.edu.tr- ORCID ID 0000-0001-8997-4116

ÖZET

Bor, fizyolojik önemi açısından prokaryotik mikroorganizmalarda esrarengiz bir elementtir. Borun karbonhidratlarla ester bağları yapmada ve S-Adenozil metiyonin (SAM), riboz ve NAD koenzimi gibi bazı oldukça önemli biyolojik moleküllere bağlanmada rol oynadığına dair bazı bulgular vardır. Bazı mikroorganizmalar bor içeren antibiyotikler salgılar ve bazıları yapısında bor bulunan Autoinducer-2 (AI-2) gibi bileşikler içerir ve hücresel haberleşmede rol oynar. Bu bulgular, borun daha fazla deşifre edilmesi ve aydınlatılması gereken birçok fizyolojik süreçte yer aldığını göstermektedir. İçerisinde bor içeren çeşitli kimyasallar vardır ve bunlardan en yaygın olanı, bir bor ve üç hidroksil grubu içeren, borik asittir. Borik asit, doğada, mikroorganizmalarla en fazla temas halinde olan bor içeren moleküldür.

Borik asit, düşük konsantrasyonlarda yararlı ve gerekli kabul edilirken, belirli seviyelerin üzerinde hücreler için toksik hale gelir ve bakteriyostatik ve bakterisidal etkiler gösterir. Borik asidin hücre ve bakterilerin yaşamının sonlanmasına neden olan toksik etkilerini nasıl gösterdiği tam olarak bilinmemektedir. Borik asit hücreye girdiğinde büyük olasılıkla biyolojik olarak önemli bazı biyomoleküllerle kimyasal bağlar yaparak, bazı moleküler mekanizmaları bozar. Hücre ise borik asit stresine karşı hayatta kalabilmek için, bazı tepki mekanizmalarına sahiptir. Hücre, stresin neden olduğu çeşitli tehditlerle mücadele etmek için bazı moleküler mekanizmaları çalıştırmak için gen ifadesini bir dereceye kadar değiştirebilir. Kromozomal olarak kodlanan bu cevaplar, spesifik promotörlerin güçleri, genlerin kopya sayıları, metabolizmadaki bazı enzimlerin aktivitesi ve hayatta kalmak için belirleyici olan biyomoleküllerin seviyesi dikkate alındığında bir dereceye kadar yeterlidir. Genetik mühendisliği, araştırmacıların bazı genlerin ekspresyonunu yabanıl tip seviyelerinden daha fazla ifade etmesini mümkün hale getirmiştir. Bu artan yapay gen ekspresyonu, bazı hücresel olaylar ve biyolojik mekanizmalar için yeni ipuçlarına ulaşılmasına yol açmıştır. Yaklaşım, hücrenin hayatta kalması için normalde imkânsız olan farklı olasılıkların potansiyelini ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışmada, *E. coli*'nin bazı genlerinin klonlandığı ve ekspresyonlarının IPTG ile indüklendiği rekombinant plazmitler içeren suşlar kullanılmıştır. Artan borik asit stresi altında, rekombinant plazmitlerde *E. coli* genlerini barındıran yüzlerce klon taranmış ve göreceli olarak daha yüksek tolerans seviyelerine sahip bir klon tespit edilmiştir. *E. coli*'de *rfaQ* geni aşırı ifade edildiğinde, yabanıl tip bakterinin yaşayamayacağı konsantrasyonlarda hücrelerin borik aside toleranslı hale geldiği görülmüştür. Bu bulgu deneysel sonuçlarla birlikte sunulmuş ve güncel

literatür ışığında tartışılmıştır. *rfaQ* geni tarafından kodlanan protein (*waaQ*, HepIII), lipopolisakkarit çekirdek heptosiltransferaz 3, galaktoz modifikasyonunu katalize eder ve Lipopolisakkarit (LPS) sentezinde yer alır. Önceki çalışmalar, *rfaQ* (*waaQ*) içermeyen mutant hücrelerin timol, sodyum dodesil sülfat, safra tuzları ve novobiyosin gibi antibakteriyel moleküllere duyarlı olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada, borik asit toleransı ile lipopolisakkarit yapımına katılan enzimlerden biri (RfaQ veya WaaQ) arasında bir ilişki olduğu, *E. coli* aşırı ekspresyon klonlarını kullanarak bulunmuş ve sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: *rfaQ* (*waaQ*) aşırı ekspresyonu, *Escherichia coli*, borik asit toleransı

Teşekkür: Finansal desteklerinden dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK 119Z080 numaralı proje) teşekkür ederiz.

1. GİRİŞ

Doğada, çevresel streslerle ilk olarak karşı karşıya gelen canlılar, mikroorganizmalardır. Sıcaklık, pH, tuz, radyasyon, çeşitli kimyasallar gibi birçok stresle mücadele edebilmek için nesiller boyunca etkin ve etkileyici moleküler stratejiler geliştirmişlerdir. İçerdikleri genlerin koordineli bir şekilde ifade edilmesi ile strese cevap vererek yaşayabilmek için, moleküler mekanizmalar ve biyokimyasal yolakları kullanmış, değiştirmiş ve geliştirmişlerdir. Hayatta kalabilmek için, beklenen ve beklenmeyen birçok tehdit altında neslini devam ettirebilmek için hücreler ve spesifik olarak bakteriler, halen araştırmakta olduğumuz sofistike, ilgi çekici ve eşsiz yöntemleri kullanmış ve kullanmaktadır. Bu yolda, genomunda yer alan genleri kullanarak ilk cevabı oluşturmaktadır. Bir hücre, içerdiği gen sayısı ve çeşidinin yanında, hangi genleri ne zaman, nasıl ve hangi oranda ifade edeceği ile gerçek dünyada var olabilmekte ve sonraki nesillerde devam edebilmektedir. Herhangi bir stres, durum, koşul ve tehdide karşı hücre, ilk olarak genetik arsenalinde var olan cevapları kullanmakta, bunların yetersiz kaldığında, popülasyon anlamında, hücresel yaşam bir yol ayrımına gelmektedir. Bunlardan birisi mutasyon ile değişmek, diğeri ise yok olmaktır. Değişim yıllar, yüzyıllar sürmektedir.

Günümüzde genetik mühendisliğin, rekombinant DNA teknolojisinin (Malik, 1981) ve son olarak biyoinformatik ile sentetik biyolojinin getirdiği yenilikler, yaşam bilimlerine farklı bir paradigma getirmiştir. Var olan genetik cevaplar yanında, yapay (artificial) genetik değişimlerle biyolojik süreçlerin anlaşılması, yönlendirilmesi, değiştirilmesi gibi teşebbüsler ilgi çekici bulgular sunmaktadır. Geçmişten günümüze tranposon mutagenezi, rekombinasyon temelli mutasyonlar, kimyasal mutajenlerle oluşturulan mutant suşlar, RNAi ve son olarak CRISPR-Cas9 (Jiang ve Doudna, 2017) gibi genetik manipülasyon yapabilen yaklaşımlar, biyolojik hayatı anlamaya yönelik çok değerli sonuçlar sunmuştur. Sadece var olanın, gözlemlenebilenin ötesinde, olasılıkların da test edilmelerine olanak sağlamıştır. Bunun yanında, artık tek bir gen ve fenotip değil binlerce genin tek bir koşul veya koşullar altında test edilmesi mümkün hale gelmiştir. Özellikle genomik kütüphanelerin genom boyu kütüphanelerine dönüşmesi kayda değer gelişmelerdir. Genom boyu mutant hatları veya kütüphaneleri bir canlının tüm genlerinin teker teker yok edilmesi veya teker teker

klonlanmasıyla elde edilen yüzlerce suştan oluşan koleksiyonlardır. Bu koleksiyonlar bir canlının tüm genlerinin fonksiyonlarının taranması yanında, dış ortamla hücrenin ilişkisinin moleküler detayları hakkında ipucular sunmuştur ve sunmaktadır. Bu koleksiyonlardan bir tanesi *Escherichia coli* bakterisi kullanılarak yapılan KEIO mutant hattı (Baba vd., 2006) ve ASKA Genom Boyu Kütüphanesi (koleksiyonu) (Kitagawa vd., 2005) olmuştur. Son yıllarda bu iki klon hattı kullanılarak birçok yararlı sonuç elde edilmiştir. Genomun potansiyelini, özellikle çeşitli stres veya öldürücü koşullara karşı mücadelesi açısından anlamak için, binlerce genin test edilebildiği bu genomik kaynaklar başarısını kanıtlamış ve yeni alanlarda ve bilimsel sorularda başvurulmaya devam etmektedir. Bunlardan bir tanesi de bu çalışma kapsamında seçilen ve bakteriyi (hücreyi) yüksek konsantrasyonlarda öldürebilen, borik asit stresidir. Bu çalışmada hangi genlerin daha fazla ifade edildiğinde, bakteri hücresinin borik asit stresinden kurtulabileceği araştırılmıştır.

Borik asit canlıları belli konsantrasyon üstünde negatif olarak etkiler. Az miktarda faydalı etkiler sunarken, çok miktarda zararlı etkilere neden olur. Belli bir konsantrasyonda da canlıyı öldürür. Bunu hangi molekülleri etkileyerek yaptığı tam olarak bilinmemektedir. *Escherichia coli* suş çeşidine bağlı olarak zengin besi yerinde, ortalama 70 mM borik asit konsantrasyonuna kadar yaşayabilir, üzerinde olan konsantrasyonlarda ise ölür. Ancak *E. coli*'ye dışardan borik asite karşı direnç (tolerans) göstermesine yardımcı olabilecek bir gen verilirse, yaşayabilir. Bu çalışmada, ASKA klon setinden bazı klonlar kullanılmıştır. ASKA setindeki klonlar bir ekspresyon plazmitine *E. coli* genleri klonlanarak oluşturulmuştur. IPTG ile indüklenebilen gen ekspresyonu T5 promotoru tarafından yönetildiği için gerektiğinde klonlanan genin fazla veya aşırı ifadesi mümkündür. Bu çalışmada, yaklaşık 96 adet klonun plazmitlerdeki genlerin ekspresyonu IPTG ile tetiklenerek borik asit stresine maruz bırakılmış ve borik asit stresine karşın bakteriyi yaşatabilecek genler araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışmada kullanılan bakteri ve plazmit

Bu çalışmada, model bakteri olarak *Escherichia coli* AG1 suşu kullanılmıştır. pCA24N plazmidi içerisine gen klonlanarak elde edilen rekombinant plazmidleri içeren AG1 suşları ASKA klon setinden temin edilmiş olup, bu suşlar deneysel çalışmalarda kullanılmıştır.

2.2. Artan borik asit konsantrasyonlarında seleksiyon çalışmaları

Göreceli olarak yüksek bor içeren ortamda üreme gösteren klonların seçilmesi için seleksiyon deneyleri yapılmıştır. Deneysel çalışmalarda, artan borik asit konsantrasyonlarını içeren Luria Bertani (LB)-agar besi ortamları kullanılmıştır. Plazmid ile çalışıldığı için, kloromfenikol (cm 30 µg/ml) antibiyotiği, genlerin yapay şekilde ekspresyonu için ise, izopropil β-d-1-tiyogalaktopiranosid (IPTG 33 ve 100 µM) besi ortamlarına eklenmiştir. Borik asit içermeyen ve 25 mM, 50 mM, 80 mM, 90 mM borik asit içeren ortamlarda seleksiyon deneyleri yapılmıştır. Bütün deneysel çalışmalarda inkübasyon için 37°C etüv kullanılmıştır. Suşların büyüme durumları gün gün takip edilmiştir.

2.3. MIC (Minimum Inhibition Concentration) testi ile onaylama çalışması

MIC testi yapılacak olan suş için, 12 farklı borik asit konsantrasyonu içeren (0-40-60-70-80 -90-100-110-120-130-140 ve 150 mM) LB-cm ve 100 µM IPTG içeren sıvı besi ortamları hazırlanmıştır. Bu besi ortamlarına bakteri inokülasyonları yapılmıştır. 3-4 gün boyunca üreme durumları takip edilmiştir. Her bir tolerant klon için üremenin görüldüğü maksimum borik asit konsantrasyonu tespit edilmiştir.

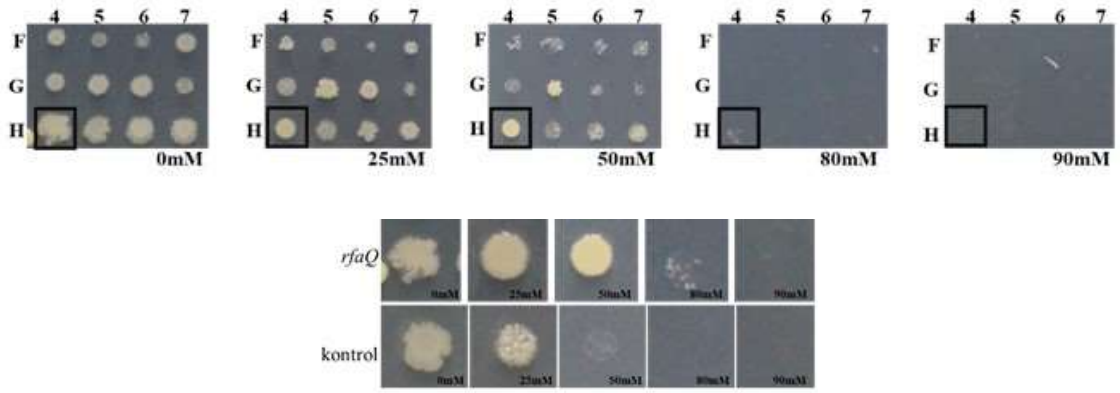
2.4. Bor tolerans nokta testi yöntemi ile onaylama çalışması

Borik asit ile seleksiyon sonucu, göreceli olarak yüksek borik asit konsantrasyonlarında üreme gösteren suşun üremesinin onaylanması için "bor tolerans nokta testi yöntemi" kullanılmıştır. Bu deney için, 0-40-60-70-80-90-100-110-120-130 mM borik asit konsantrasyonları içeren LB-cm-IPTG besi ortamları hazırlanmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Artan borik asit konsantrasyonlarında seleksiyon çalışmaları sonuçları

Borik asit içermeyen ve 25 mM, 50 mM, 80 mM, 90 mM borik asit içeren ortamlarda yapılan seleksiyon çalışmaları sonucu AG1(pCA24N::*rfaQ*) suşunun kontrol suşuna göre yüksek borik asit içeren besi ortamında üreme gösterdiği görülmüştür (Görsel 3.1.).



Görsel 3.1. AG1(pCA24N::*rfaQ*) suşunun seleksiyon çalışmaları sonuçları

3.2. MIC (Minimum Inhibition Concentration) testi sonuçları

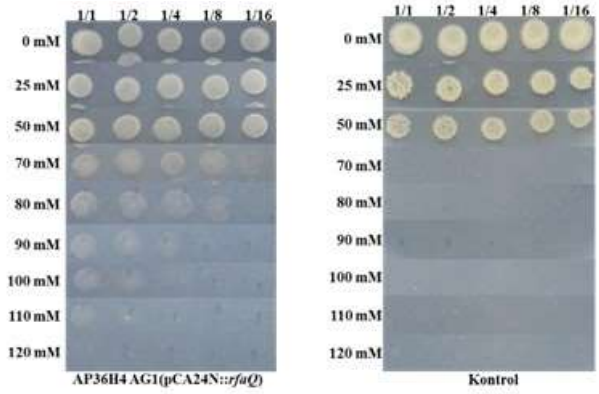
Borik asit içermeyen (0 mM) ve 40-60-70-80 -90-100-110-120-130-140-150 mM borik asit içeren ortamlarda yapılan MIC deney sonuçları değerlendirilmiştir. AG1(pCA24N::*rfaQ*) suşunun 100 mM borik asit içeren ortama kadar iyi üreme gösterdiği, 100 mM ve üzerinde ise kontrole göre az da olsa üreyebildiği görülmüştür (Çizelge 3.1.)

Çizelge 3.1. AG1(pCA24N::*rfaQ*) suşunun MIC testi sonuçlarının değerlendirilmesi

	0 mM	40 mM	60 mM	70 mM	80 mM	90 mM	100 mM	110 mM	120 mM	130 mM	140 mM	150 mM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AG1(pCA24N::*rfaQ*)	0,609	0,221	0,194	0,146	0,13	0,123	0,107	0,082	0,083	0,099	0,085	0,081
kontrol	0,755	0,2	0,15	0,063	0,053	0,054	0,053	0,052	0,053	0,055	0,053	0,052

3.3. Bor tolerans nokta testi sonuçları

Borik asit içermeyen (0 mM) ve 25-50-70-80-90-100-110-120 mM borik asit konsantrasyonları içeren ortamlarda yapılan bor tolerans nokta testi sonuçları değerlendirilmiştir. Buna göre, AG1(pCA24N::*rfaQ*) suşunun 80 mM borik asit içeren ortama kadar iyi üreme gösterdiği, 110 mM borik asit içeren ortama kadar ise az üreme gösterdiği görülmüştür. Kontrol suşunun ise bu konsantrasyonlarda üreme göstermediği görülmüştür (Görsel 3.2.).



Görsel 3.2. Bor tolerans nokta testi yöntemi sonuçları petri fotoğrafları

Bor tolerans nokta testi sonucu, AG1(pCA24N::*rfaQ*) suşunun kontrol suşuna göre daha iyi ürediği görülmüştür (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Bor tolerans nokta testi sonuçlarının değerlendirilmesi

Gen adı	0mM	25mM	50mM	70mM	80mM	90mM	100mM	110mM	120mM
rfaQ	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
kontrol	*****	*****	*****	-----	-----	-----	-----	-----	-----

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

rfaQ (waaQ) tarafından kodlanan enzim WaaQ, Lipopolisakkarit kor heptosiltransferaz 3, diğer Waa proteinleri ile birlikte *E. coli*'de lipopolisakkarit (LPS) biyosentezinde görevlidir (Kadrmas vd., 1998). Lipopolisakkarit, Gram-negatif bakterilerde dış zarın dışa bakan tarafının ana bileşenidir. Üç alandan oluşur. Bunlar Lipid A, Çekirdek oligosakkarit ve O-antijeni'dir. Lipopolisakkarit kor heptosiltransferaz 3 (WaaQ) enzimi heptozu lipopolisakkarit çekirdeğe aktararak, katkı sağlar (Yethon vd., 1998; Belogurov vd., 2009). Dolayısıyla WaaQ dış

membranın bütünlüğü ve dayanıklılığı açısından önemlidir. Çalışmada *waaQ* geninin daha fazla ifade edilmesiyle oluşan WaaQ heptosiltransferaz aktivitesi, LPS'in yapısına heptoz eklenmesini kataliz ederek, LPS ve dış membranın sağlamlaştırılması ve bütünlüğünün devam ettirilmesine katkı sağlayarak antibakteriyel direnç sağlayabilir.

WaaQ enzimi spesifik olarak α (1→7) glikozidik ile, L-glisero-D-manno-heptoz'un, Hep2-Kdo2-LipidA yapısına transferini sağlar (Mudapaka ve Taylor, 2015). Çalışmalar *waaQ* geni ile çeşitli stres faktörleri arasında bir ilişki olduğunu ortaya atmıştır. Bunlardan bir tanesinde, *waa* lokusunun mutasyona uğraması ile bakterinin dış membran geçirgenliğinin önemli ölçüde arttırdığı ve çeşitli deterjanlara ve hidrofobik antibiyotiklere karşı hücrenin aşırı duyarlı hale geldiği gösterilmiştir (Klena ve Schnaitman, 1993). Başka bir çalışmada ise, transpozon mutagenezisi ile oluşturulan *waaQ* geni açısından mutant suşların, sodyum dodesil sülfat, safra tuzları ve novobiyosin antibiyotiğine karşı aşırı duyarlı hale geldikleri görülmüştür (Moller vd., 2003). Bir diğer çalışmada da Δ*waaQ* mutantlarının, laktoperoksidaza karşı daha fazla tolerans gösterdikleri (De Spiegeleer vd., 2005) rapor edilirken, bitki kaynaklı bir bileşik olan timole karşı ise yabanıl tipten daha duyarlı oldukları görülmüştür (Shapira ve Mimran, 2007).

Tüm bu bulgular *rfaQ* (*waaQ*) geni ile antibakteriyel ajanlar ve çevresel stres arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda elde dilen veriye göre, *rfaQ* (*waaQ*) yeterince ifade edilince LPS yapısını pozitif etkileyerek dış membranı daha stabil hale getirebileceği ve böylece bakterinin borik asite karşı tolerans sağlayabileceği düşünülmektedir.

E. coli ve diğer gram negatif bakteriler için LPS önemli bir yapıdır. Yapısındaki Lipid A ve polisakkarit, bazı hücreler için toksik etki gösterir ve bakteriyel bir toksin olarak da kabul edilir. LPS insan sağlığı açısından önemlidir çünkü bazı patojen gram negatif bakterilerin immün sistem ile ilişkisi açısından rol alır ve etkin bir immün aktivatörüdür (Roth vd., 2014). Dolayısıyla LPS yapısını etkileyen ilaç veya moleküller daha geniş çerçevede bilim dünyasına yararlı olabilir. Borik asit ile WaaQ arasındaki ilişki de bu açıdan da değerlendirilebilir.

LPS bakterinin dış membranının yapısal bütünlüğü için önemli olup, bakteriyi çeşitli kimyasal ataklara karşı korumaktadır. LPS gram negatif bakteri hücre yüzeyinde en çok bulunan antijendir ve *E. coli* ve *Salmonella*'nın dış membranının %80'lik kısmının oluşumuna katkı sağlamaktadır (Calderón vd., 2021).

LPS ayrıca bakterinin hücre membranının negatif yüklü olmasına ek katkı sağlayarak tüm membran yapısının da stabilizasyonuna yardım eder. Dolayısıyla birçok gram negatif bakteri için çok önemli bir yapıdır. LPS sentezinde görevli olan biyomolekülleri kodlayan bazı genlerde meydana gelen mutasyonlar sonucu hücrenin yaşamını kaybetmesi söz konusudur. Yani bu genler ile hücrenin yaşamı arasında bir ilişki vardır. LPS, bazı bakterilerin yüzey adezyonlarında da role sahiptir. Bakteriyofajlar ve çeşitli predatörlerle olan ilişkilerde de önemlidir (Zhang vd., 2013).

LPS'nin 1900'lu yılların başından beri bilim dünyasının ilgisini çekmesinin temel nedeni, konakçı immün sistemini stimüle etmesi ve endotoksin olarak etki gösteren bir glikolipid olmasıdır. Ancak daha sonraları LPS'nin gram negatif bakterilerin hücre yüzeyinde, birçok

antimikrobiyal bileşiğin hücre içerisine girmesini engelleyen bir bariyer oluşturduğu da gösterilmiştir (Bertani ve vd., 2018).

Sonuç olarak, antibakteriyel bir bileşik olan borik asit ile LPS sentezinde görevli olan *waaQ* geninin doğrudan ve dolaylı ilişkisinin bu çalışma ile literatüre sunulması önemli ve değerlidir.

KAYNAKÇA

Avila-Calderón, E.D., Ruiz-Palma, M.D.S., Aguilera-Arreola, M.G., Velázquez-Guadarrama, N., Ruiz, E.A., Gomez-Lunar, Z., Contreras-Rodríguez, A. Outer membrane vesicles of gram-negative bacteria: an outlook on biogenesis, Frontiers in Microbiology, 12, 557902, 2021.

Baba, T., Ara, T., Hasegawa, M., Takai, Y., Okumura, Y., Baba, M., Mori, H. Construction of *Escherichia coli* K-12 in-frame, single-gene knockout mutants: the Keio collection, Molecular systems biology, 2(1), 2006-0008, 2006.

Belogurov, G.A., Mooney, R.A., Svetlov, V., Landick, R., Artsimovitch, I. Functional specialization of transcription elongation factors, EMBO J, 28: 112-122, 2009.

Bertani, B., Ruiz, N. Function and biogenesis of lipopolysaccharides, EcoSal Plus, 8(1), 2018.

De Spiegeleer, P., Sermon, J., Vanoirbeek, K., Aertsen, A., Michiels, C.W. Role of porins in sensitivity of *Escherichia coli* to antibacterial activity of the lactoperoxidase enzyme system. Applied and environmental microbiology, 71(7), 3512-3518, 2005.

Jiang, F., Doudna, J. A. CRISPR-Cas9 structures and mechanisms, Annu Rev Biophys, 46(1), 505-529, 2017.

Kadrmas, J.L., Raetz, C.R. Enzymatic synthesis of lipopolysaccharide in *Escherichia coli* Purification and properties of heptosyltransferase, J. Biol. Chem, 273, 2799-807, 1998.

Kitagawa, M., Ara, T., Arifuzzaman, M., Ioka-Nakamichi, T., Inamoto, E., Toyonaga, H., Mori, H. Complete set of ORF clones of Escherichia coli ASKA library (A Complete S et of *E. coli* K-12 ORF Archive): Unique Resources for Biological Research. DNA research, 12(5), 291-299, 2005.

Klena, J.D., Schnaitman, C.A. Genes for TDP-rhamnose synthesis affect the pattern of lipopolysaccharide heterogeneity in *Escherichia coli* K-12, J Bacteriol, 176 (13): 4003-10, 1994.

Malik, V.S. Recombinant DNA technology, Advances in Applied Microbiology, 27, 1-84, 1981.

Moller, A.K., Leatham, M.P., Conway, T., Nuijten, P.J., de Haan, L.A., Krogfelt, K.A., Cohen, P.S. An *Escherichia coli* MG1655 lipopolysaccharide deep-rough core mutant grows and

survives in mouse cecal mucus but fails to colonize the mouse large intestine, Infection and Immunity, 71 (4): 2142-52, 2003.

Mudapaka, J., Taylor, E.A. Cloning and characterization of the *Escherichia coli* Heptosyltransferase III: Exploring substrate specificity in lipopolysaccharide core biosynthesis, FEBS Lett, 589 (13): 1423-9, 2015.

Roth, J., Blatteis, C.M. Mechanisms of fever production and lysis: lessons from experimental LPS fever, Compr Physiol, 4(4), 1563-1604, 2014.

Rothe, M., Alpert, C., Loh, G., Blaut, M. Novel insights into *E. coli*'s hexuronate metabolism: KduI facilitates the conversion of galacturonate and glucuronate under osmotic stress conditions, PLoS One, 8 (2): e56906, 2013.

Shapira, R., Mimran, E. Isolation and characterization of *Escherichia coli* mutants exhibiting altered response to thymol, Microb Drug Resist, 13 (3): 157-65, 2007.

Yethon, J.A., Heinrichs, D.E., Monteiro, M.A. Perry, M.B., Whitfield, C. Involvement of waaY, waaQ, and waaP in the modification of *Escherichia coli* lipopolysaccharide and their role in the formation of a stable outer membrane, J Biol Chem, 273(41):26310-6, 1998.

Zhang, G.E., Meredith, T.C., Kahne, D. On the essentiality of lipopolysaccharide to Gram-negative bacteria, Current opinion in microbiology, 16(6), 779-785, 2013.

Epetraborole içeren ortamda *rplE* geninin aşırı ifadesi *Escherichia coli* suşuna avantaj sağlar

Anara BABAYEVA[1], Doç. Dr. Bekir ÇÖL[2,4], Dr. Öğr. Üyesi Esra DİBEK[3,4], Öğr. Gör. Dr. Merve SEZER KÜRKÇÜ[4]

[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü,

anara.babazade@gmail.com ORCID: 0000-0001-6797-3366

[2]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü,

bekircol@gmail.com ORCID: 0000-0001-8997-4116

[3]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri Bölümü,

esradibek@mu.edu.tr ORCID: 0000-0002-8110-5466

[4]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Biyoteknoloji Araştırma Merkezi,

mmervesezerr@gmail.com ORCID: 0000-0003-0947-2912

ÖZET

Epetraborole (AN3365), sentetik olarak üretilen, içerisinde bor ihtiva eden, yeni bir antibiyotiktir. Geniş spektrumlu antibakteriyel bir ajandır. Antibiyotiğin hücre içinde lösil aminoaçil tRNA sentetaz (LeuRS) enzimini inhibe ederek, sadece gram negatif bakterilere karşı bakteriostatik etki gösterdiği bilinmektedir. Antibiyotiğin LeuRS enziminden başka hücrede hangi molekül ve sistemleri etkilediği bilinmemektedir. Bu çalışmada, antibiyotiğin hücrede etkisinin araştırılması amacı ile *Escherichia coli* model bakterisi kullanılmıştır. Gen odaklı yaklaşım ile epetraborole antibiyotiğinin, *Escherichia coli* bakterisinin plazmite klonlanmış farklı genleri içeren bazı suşlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu suşların hücre içinde yapay olarak ekspresyon seviyesinin arttırılması ile antibiyotiğe karşı tolerans seviyesinin nasıl değiştiği gözlenmiştir.

Çalışmanın deneysel aşamasında, epetraborole içermeyen ve beş farklı artan konsantrasyonlarda (0.25-4 µg/ml arasında değişen) epetraborole içeren ortamlarda, seçilen *Escherichia coli* suşlarının büyüme durumları takip edilmiştir. Değerlendirme sonucu, kontrol suşunun 0.5 µg/ml epetraborole içeren besi ortamda üremesinin durduğu, test edilen suşlardan AG1(pCA24N::*rplE*) suşunun ise 2 µg/ml epetraborole içeren besi ortamında göreceli olarak antibiyotiğe yüksek tolerans gösterdiği görülmüştür.

RplE, diğer ismi ile L5 proteini, ribozomun 50S alt biriminin bir bileşenidir. Yapılan çalışmalarda, RplE'nin 5S rRNA'ya bağlandığı ve 5S rRNA'nın ribozomun 50S alt birimine dahil edilmesi için gerekli olduğu bilinmektedir. Bu proteinin yüksüz tRNA'lara bağlandığı, *Escherichia coli*'de genomdan çıkarılma sonucu hücre büyümesinin azalmasına neden olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, *Escherichia coli* bakterisinde plazmit içerisine klonlanmış

AG1(pCA24N::*rplE*) suşunun epetraborole antibiyotiği ortamına bakteriye göreceli olarak tolerans kazandırdığı ilk kez rapor edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Epetraborole, *rplE* geni, *Escherichia coli*

Teşekkür: Finansal desteklerinden dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK 119Z080 numaralı proje) teşekkür ederiz.

Overexpression of the *rplE* gene in media containing epetraborole confers advantage to *Escherichia coli* strain against the antibiotics

Anara BABAYEVA[1], Bekir ÇÖL[2,4], Esra DİBEK[3,4], Merve SEZER KÜRKÇÜ[4]

Abstract

Epetraborole (AN3365) is a new synthetically produced antibiotic containing boron. It is a broad spectrum antibacterial agent. It is known that the antibiotic exerts bacteriostatic action only against gram-negative bacteria by inhibiting the enzyme leucyl aminoacyl tRNA synthetase (LeuRS) within the cell. It is not known which molecules and systems the antibiotic affects in the cell other than the LeuRS enzyme. In this study, *Escherichia coli* model bacterium was used to investigate the effects of antibiotics on the cell. With a gene-oriented approach, the effect of the antibiotic epetraborole on some strains of *Escherichia coli* bacterium containing different plasmid-cloned genes was examined. It has been observed how the level of tolerance to antibiotics changes by artificially increasing the level of expression of the strains in the cell.

In the experimental phase of the study, the growth status of selected *Escherichia coli* strains was screened in the media without epetraborole and five increasing concentrations of epetraborole (ranging from 0.25 to 4 µg/ml). As a result, it was seen that the control strain stopped growing in the nutrient medium containing 0.5 µg/ml epetraborole, and AG1(pCA24N::*rplE*) strain, one of the tested strains, showed relatively high tolerance to the antibiotic in the nutrient medium containing 2 µg/ml epetraborole.

RplE, also known as the L5 protein, is a component of the 50S subunit of the ribosome. It is known that RplE binds to 5S rRNA and 5S rRNA is required to be incorporated into the 50S subunit of the ribosome. It is known that this protein binds to unloaded tRNAs, causing a decrease in cell growth as a result of removal from the genome in *Escherichia coli*. In this study, it has been reported for the first time that the strain AG1(pCA24N::*rplE*), *rplE* gene cloned into an expression in *Escherichia coli*, confers relative tolerance to bacteria in the epetraborole antibiotic medium.

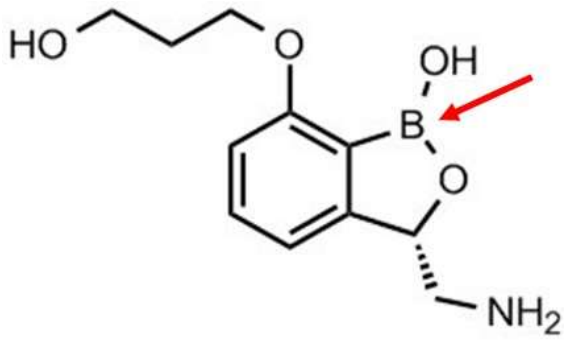
Keywords: Epetraborole, *rplE* gene, *Escherichia coli*

Acknowledgment: We would like to thank the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK project number 119Z080) for their financial support.

1. GİRİŞ

Son dönemlerde bazı hastalıkların tedavisinde bor içeren bileşiklerin kullanımını söz konusudur. Kanser hastalığının tedavisinde kullanılan Bortezomib (Velcade) ilacı (Smith vd., 2006), antifungal ilaç olarak kullanılan Tavaborole (AN2690) (Elewski vd., 2014), cilt ve tırnak enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılan Benzaksoborol (AN2718) (Hu vd., 2013), atopik dermatit tedavisi için kullanılan Boronik pikolinat (AN0128) ve AN2898 (Ciaravino vd., 2013) bu bileşiklere örnek olarak gösterilebilir.

Antibiyotiklerin bakteri hücrelerinde farklı bölgeleri hedef alarak etki ettiği bilinmektedir. Bazı antibiyotikler bakterilerin hücre duvarını inhibe ederek etki gösterir (Singh ve Barrett, 2006). Ayrıca bakterilerde ribozomun alt birimlerine (Vannuffel vd., 1996), hücre zarına (Hurdle vd., 2011) bağlanarak etki gösteren antibiyotikler bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan bor içeren epetraborole antibiyotiği (Görsel 1.1.), gram negatif bakteri suşlarının lösil aminoaçil tRNA sentetaz enzimini inhibe etmek üzere sentetik olarak üretilmiştir (Monteferrante vd., 2016).



Görsel 1.1. Epetraborole antibiyotiğinin şematik görüntüsü

Minimum inhibisyon konsantrasyon yöntemi kullanılarak, antibiyotiğin birçok gram negatif bakterilerin klinik suşlarına karşı etkili olduğu gösterilmiştir (Mendes vd., 2013). Antibiyotiğin 6 farklı bakteri suşu üzerinde antimikrobiyal etkisinin test edildiği bir çalışmada, epetraborolenin suşlara karşı hem bakteriosidal hem de bakteriostatik etkisi olduğu rapor edilmiştir (Hernandez vd., 2013). Bu antibiyotiğin klamidyal büyümeyi bloke ettiği ve kalıcılıkla tutarlı morfoloji ve transkripsiyonda değişikliklere neden olduğu gösterilmiştir (Hatch ve Ouellette, 2020). Yapılan bir çalışmada, epetraborolenin in vitro ortamda ve bir fare enfeksiyon modelinde *Mycobacterium abscessus*'a (*M. abscessus*) karşı etkili olduğu görülmüştür (Ganapathy vd., 2021). Ayrıca *M. abscessus* bakterisinin kaba (R) ve pürüzsüz (S) varyantlarına karşı in vitro-ikili bir tarama yapılarak, epetraborolenin *M. abscessus* tedavisi için yeni ve etkili bir aday olacağı bildirilmiştir (Kim vd., 2021). Epetraborole antibiyotiğinin, klinik olarak ilgili kistik fibroz patojeni *M. abscessus*'a karşı etkili olduğu, ayrıca antibiyotik ile norvalin yardımcı tedavisinin *M. abscessus* ve tüberküloz gibi diğer mikobakteriyel enfeksiyonlar için yararlı olabileceği gösterilmiştir (Sullivan vd., 2021). Epetraborole antibiyotiği ile ilgili daha fazla moleküler verilere ihtiyaç vardır ve bu antibiyotik kullanılarak *Escherichia coli* bakterisi ile genom düzeyinde literatürde herhangi bir çalışma

gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma ilk kez yapıldığı için literatüre faydalı bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan suşlar

Deneyde model organizma olarak gram negatif bakteri *Escherichia coli*'nin, plazmite tek tek klonlanmış farklı genlerini içeren suşları kullanılmıştır.

2.2. Replikatör ekim yöntemi ile toleranslı suşların seçilmesi

Toleranslı suşların seçilebilmesi için artan antibiyotik konsantrasyonu içeren katı besi ortamı hazırlanmıştır. Bunun için Luria Bertani (LB)-agar besi ortamına, plazmite klonlanmış suşların seleksiyonu için kloromfenikol (Cm 30 µg/ml) antibiyotiği, genlerin yapay şekilde ekspresyonu için izopropil β-d-1-tiyogalaktopiranosid (IPTG 50 µM) ve 0.25-0.5-1-2-4 µg/ml epetraborole antibiyotiği eklenmiştir. Çalışmada kullanılan suşlar, 96 kuyucuklu mikroplakalarda -80°C'de stoklar halinde bulunmaktadır. Suşların canlandırma işlemi için replikatör yardımı ile LB-Cm sıvı besi ortamına ekimi yapılmış, gece boyu 37°C'li inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol suş olarak, AG1(pCA24N) kullanılmıştır. Ertesi gün mikroplaka okuyucu (Thermo Scientific) kullanılarak, 600 nm'de suşların absorbans değerleri ölçülmüştür. Ardından replikatör yardımı ile suşların artan antibiyotik konsantrasyonu içeren besi ortamlarına ekimi yapılmış, petriler 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Suşların büyüme durumları gün gün takip edilmiştir.

2.3. Nokta testi yöntemi ile onaylama çalışması

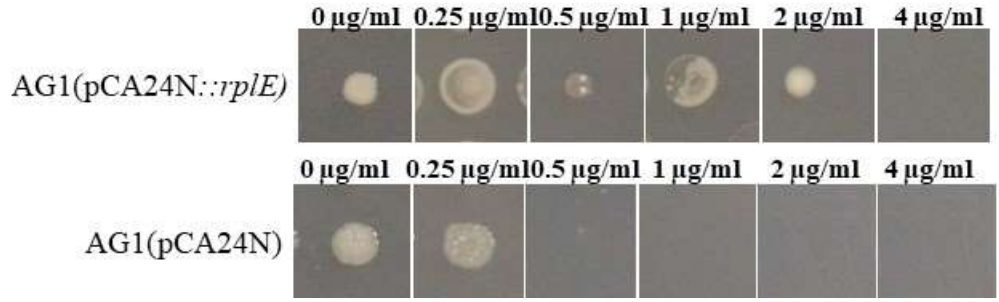
Replikatör ekim yöntemi ile seleksiyon sonucu kontrol suşa göre göreceli olarak toleranslı olan suşun onaylama çalışması için tolerans nokta testi deneyi yapılmıştır. Antibiyotik içeremeyen ve artan antibiyotik konsantrasyonu (0.25-4 µg/ml) içeren LB-Cm-IPTG besi ortamları hazırlanmıştır. Antibiyotiğe karşı göreceli olarak toleranslı olan suş ve kontrol suş stoktan tek koloni ekim yardımı ile önce katı, ardından sıvı besi ortamında canlandırılmıştır. Suşlar, sıvı besi ortamına OD_{600} değeri 0.05 olacak şeklinde ekilmiş ve 37°C'de çalkalamalı inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. OD_{600} değeri 0.5 olana kadar büyütülen suşlardan 5'er µl alınarak artan epetraborole konsantrasyonu içeren katı besi ortamlarına ekimler yapılmış, 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Replikatör ekim yöntemi ile seleksiyon sonucu

Escherichia coli bakterisinin pCA24N plazmit vektörüne klonlanmış farklı genlerini içeren bazı suşlarının, replikatör ekim yöntemi kullanılarak artan epetraborole antibiyotiği içeren besi ortamında tolerans seviyeleri incelenmiştir. Deney sonucu, AG1(pCA24N::*rplE*) suşunun

yapay ekspresyon sonucu kontrol suşa göre göreceli olarak yüksek epetraborole antibiyotiği konsantrasyonunda toleranslı olduğu görülmüştür (Görsel 3.1.).



Görsel 3.1. AG1(pCA24N::*rplE*) ve kontrol suşun replikatör yöntemi ile ekim sonucunun petri görüntüsü

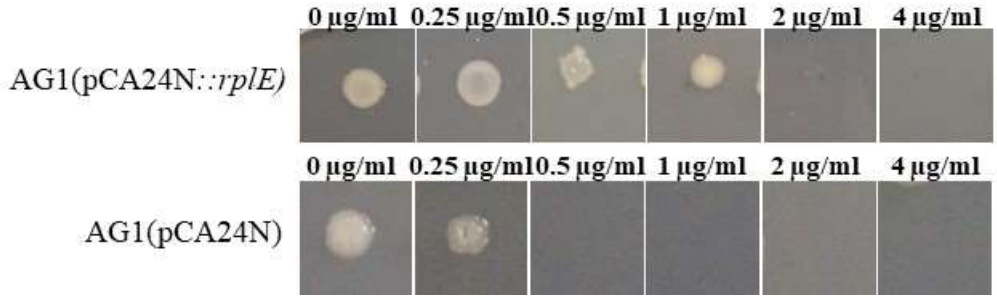
Kontrol suşu olan AG1(pCA24N)'nin 0.5 µg/ml epetraborole antibiyotiği konsantrasyonunda üremesinin durduğu, AG1(pCA24N::*rplE*) suşunun ise 2 µg/ml epetraborole antibiyotiği içeren besi ortamında büyümeye devam ettiği görülmüştür (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. AG1(pCA24N::*rplE*) ve kontrol suşun replikatör ekim sonucunda büyüme durumlarının değerlendirilmesi

Suş ismi	0 µg/ml	0.25 µg/ml	0.5 µg/ml	1 µg/ml	2 µg/ml	4 µg/ml
AG1(pCA24N)	*****	*****	-----	-----	-----	-----
AG1(pCA24N::*rplE*)	*****	*****	⅄⅄⅄⅄⅄	⅄⅄⅄⅄⅄	⅄⅄⅄⅄⅄	-----

3.2. Nokta testi sonuçları

AG1(pCA24N::*rplE*) suşunun onaylama çalışması olan nokta testi sonucu kontrol suş ile karşılaştırması da yapay olarak eksprese edilen bu suşun göreceli olarak yüksek konsantrasyonda antibiyotiğe karşı tolerans sağladığı görülmüştür (Görsel 3.2.).



Görsel 3.2. AG1(pCA24N::*rplE*) ve kontrol suşun nokta testi sonucunun petri görüntüsü

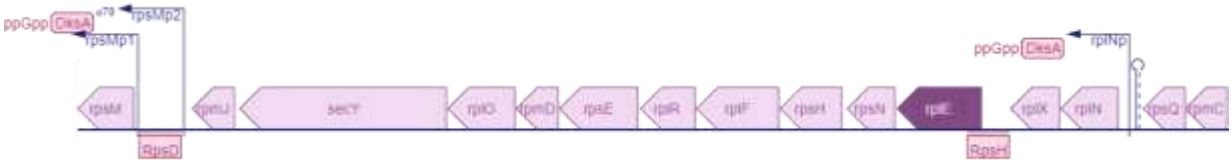
AG1(pCA24N::*rplE*) suşunun ise 1 µg/ml epetraborole antibiyotiği içeren besi ortamında büyümeye devam ettiği, kontrol suşun ise 0.5 µg/ml antibiyotik içeren besi ortamında büyümesinin durduğu görülmüştür (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. AG1(pCA24N::*rplE*) ve kontrol suşun nokta testi sonucunda büyüme durumlarının değerlendirilmesi

Suş ismi	0 µg/ml	0.25 µg/ml	0.5 µg/ml	1 µg/ml	2 µg/ml	4 µg/ml
AG1(pCA24N)	*****	*****	-----	-----	-----	-----
AG1(pCA24N::*rplE*)	*****	*****	*****	*****	-----	-----

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Test edilen suşların yapay ekspresyonu sonucu epetraborole antibiyotiğine karşı göreceli olarak toleranslı olduğu görülen RplE, diğer ismi ile L5 proteini, ribozomun 50S alt biriminin bir bileşenidir. Bakterinin sitozolünde bulunan *rplE*, 540 baz çifti uzunluğunda olup, genomda rplNp promotorunda yer almaktadır (Ecocyc, https://ecocyc.org/) (Görsel 4.1.).



Görsel 4.1. *Escherichia coli* genomu içerisinde *rplE* geninin lokasyonu

rplE geninin esansiyel bir gen olduğu bilinmektedir (Korepanov vd., 2012). Yapılan çalışmalarda, RplE'nin 5S rRNA'ya bağlandığı (Brlant vd., 1976) ve 5S rRNA'nın ribozomun 50S alt birimine dahil edilmesi için gerekli olduğu gösterilmiştir (Rohl ve Nierhaus, 1982). 5S rRNA'nın olmadığı 50S alt birimlerine sahip ribozomların, bir polipeptit zincirini sentezleyemedi ve yalnızca EF-G'ye bağlı GTPaz aktivitesini koruduğu görülmüştür (Korepanov vd., 2007). 5S rRNA'nın peptidil transferaz ve GTPaz merkezlerini bağlayabileceği düşünülmektedir (Dokudovskaya vd., 1996).

RplE proteininin yüksüz tRNA'lara bağlandığı (Chaires vd., 1982), *Escherichia coli*'de genomdan çıkarılma sonucu hücre büyümesinin azalmasına neden olduğu rapor edilmiştir (Ammons vd., 1999). *rplE* geninin ekspresyonunun translasyonel seviyede S8 proteini tarafından düzenlendiği gösterilmiştir (Yates vd., 1980; Merianos vd., 2004). Campbell ve Brown'un yapmış olduğu bir çalışmada, *rplE*'nin aşırı ekspresyonunun Δ*rsgA* mutantının büyüme kusurunu önlediği görülmüştür (Campbell ve Brown, 2008). Yapılan bir proteomik çalışma ile *Escherichia coli* CK600 K suşu, sisplatin stresine maruz bırakıldıktan sonra, RplE proteininin aşağı regüle edildiği görülmüştür (Stefanopoulou vd., 2011). Spesifik olarak, iki boyutlu jel elektroforezi kullanılarak, sıcaklık stresine *Escherichia coli* bakterisinin hücresel uyum üzerindeki etki incelenmiş ve 37°C ve 47.5°C'lik yetiştirme sıcaklıklarında karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmada, RplE proteininin yüksek sıcaklıklarda yukarı regüle edildiğini bulunmuştur (Lüders vd., 2009). Bu çalışmada esansiyel gen *rplE* geninin fazla ifadesi ile

epetraborole antibiyotiğine karşı bakterinin direnç sağladığının gösterilmesi, literatür için yeni ve ileriki çalışmalar için kullanılabilecek değerli bir bilgidir.

KAYNAKÇA

Ammons, D., Rampersad, J., Fox, G.E. 5 S rRNA gene deletions cause an unexpectedly high fitness loss in *Escherichia coli,* Nucl. Acids Res, 27, pp. 637-642, 1999.

Branlant, C., Krol, A., Sriwidada, J., Brimacombe, R. RNA sequences associated with proteins L1, L9, and L5, L18, L25, in ribonucleoprotein fragments isolated from the 50-S subunit of *Escherichia coli* ribosomes, Eur J Biochem, 70(2);483-92, 1976.

Campbell, T.L., Brown, E.D. Genetic interaction screens with ordered overexpression and deletion clonesets implicate the *Escherichia coli* GTPase YjeQ in late ribosome biogenesis, J Bacteriol, 190(7);2537-45, 2008.

Chaires, J.B., Hawley, D.A., Wahba, A.J. Chain initiation factor 3 crosslinks to *E. coli* 30S and 50S ribosomal subunits and alters the UV absorbance spectrum of 70S ribosomes, Nucleic Acids Res, 10(18);5681-93, 1982.

Ciaravino, V., Plattner, J., Chanda, S. An assessment of the genetic toxicology of novel boron-containing therapeutic agents, Environ Mol Mutagen, 54(5):338-46, 2013.

Dokudovskaya, S., Dontsova, O., Shpanchenko, O., Bogdanov, A., Brimacombe, R. Loop IV of 5S ribosomal RNA has contacts both to domain II and to domain V of the 23S RNA. Rna, 2(2), 146-152, 1996.

Elewski, B.E., Tosti, A. Tavaborole for the treatment of onychomycosis, Expert Opin Pharmacother, 15(10):1439-48, 2014.

Ganapathy, U.S., Gengenbacher, M., Dick, T. Epetraborole is Active against *Mycobacterium abscessus*. Antimicrobial agents and chemotherapy, 65(10), e01156-21, 2021.

Hatch, N.D., Ouellette, S.P. Inhibition of tRNA synthetases induces persistence in *Chlamydia*, Infection and immunity, 88(4), e00943-19, 2020.

Hernandez, V., Crepin, T., Palencia, A. Discovery of a Novel Class of Boron-Based Antibacterials with Activity against Gram-Negative Bacteria, Antimicrob Agents Chemother, 57(3):1394-403, 2013.

Hu, Q.H., Liu, R.J., Fang, Z.P., Zhang, J., Ding, Y.Y., Tan, M., Wang, M., Pan, W., Zhou, H.C., Wang, E.D. Discovery of a potent benzoxaborole-based anti-pneumococcal agent targeting urinecyl-tRNA synthetase, Sci Rep, 3:2475, 2013.

Hurdle, J.G., O'Neill, A.J., Chopra, I., Lee, R.E. Targeting bacterial membrane function: an underexploited mechanism for treating persistent infections, Nat Rev Microbiol, 9(1): 62–75, 2011.

Kim, T., Hanh, B.T.B., Heo, B., Quang, N., Park, Y., Shin, J., Jang, J. A screening of the mmv pandemic response box reveals epetraborole as a new potent inhibitor against *Mycobacterium abscessus*, International journal of molecular sciences, 22(11), 5936, 2021.

Korepanov, A.P., Gongadze, G.M., Garber, M.B., Court, D.L., Bubunenko, M.G. Importance of the 5 S rRNA-binding ribosomal proteins for cell viability and translation in *Escherichia coli*. Journal of molecular biology, 366(4), 1199-1208, 2007.

Korepanov, A.P., Korobeinikova, A.V., Shestakov, S.A., Garber, M.B., Gongadze, G.M. Protein L5 is crucial for in vivo assembly of the bacterial 50S ribosomal subunit central protuberance, Nucleic Acids Res 40: 9153–9159, 2012.

Lüders, S., Fallet, C., Franco-Lara, E. Proteome analysis of the *Escherichia coli* heat shock response under steady-state conditions, Proteome Science, 7(1), 1-15, 2009.

Mendes, R.E., Alley, M.R., Sader, H.S., Biedenbach, D.J., Jonesa, R.N. Potency and Spectrum of Activity of AN3365, a Novel Boron-Containing Protein Synthesis Inhibitor, Tested against Clinical Isolates of Enterobacteriaceae and Nonfermentative Gram-Negative Bacilli, Antimicrob Agents Chemother, 57(6):2849-57, 2013.

Merianos, H.J., Wang, J., Moore, P.B. The structure of a ribosomal protein S8/spc operon mRNA complex, RNA, 10(6);954-64, 2004.

Monteferrante, C.G., Jirgensons, A., Varik, V., Hauryliuk, V., Goessens, W.H., Hays, J. P. Evaluation of the characteristics of leucyl-tRNA synthetase (LeuRS) inhibitor AN3365 in combination with different antibiotic classes, Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 35(11):1857-1864, 2016.

Rohl, R., Nierhaus, K.H. Assembly map of the large subunit (50S) of *Escherichia coli* ribosomes, Proc Natl Acad Sci U S A, 79(3);729-33, 1982.

Singh, B.S., Barrett, F.J. Empirical antibacterial drug discovery—Foundation in natural products, Biochemical Pharmacology, 71(7): 1006-1015, 2006.

Smith, A.F., Morgan, G.J., Davies, F.E. Bortezomib (Velcade™) in the Treatment of Multiple Myeloma, Ther Clin Risk Manag, 2(3): 271–279, 2006.

Stefanopoulou, M., Kokoschka, M., Sheldrick, W.S., Wolters, D.A. Cell response of *Escherichia coli* to cisplatin-induced stress, Proteomics, 11(21), 4174-4188, 2011.

Sullivan, J.R., Lupien, A., Kalthoff, E., Hamela, C., Taylor, L., Munro, K. A., Behr, M.A. Efficacy of epetraborole against *Mycobacterium abscessus* is increased with norvaline, PLoS pathogens, 17(10), e1009965, 2021.

Vannuffel, P., Cocito, C. Mechanism of action of streptogramins and macrolides, Drugs, 51 Suppl 1:20-30, 1996.

Yates, J.L., Arfsten, A.E., Nomura, M. In vitro expression of *Escherichia coli* ribosomal protein genes: autogenous inhibition of translation, Proc Natl Acad Sci U S A, 77(4);1837-41, 1980.

Alkanna trichophila Hub.-Mor. var. *mardinensis*, *Anchusa azurea* Miller var. *azurea* ve *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau Türlerinin Multi-element Analizi

Dr. Öğr. Üyesi ADİL UMAZ [1]

[1] Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, adilumaz@gmail.com

- ORCID ID: 0000-0003-2438-5454

ÖZET

Bu çalışmada, *Alkanna trichophila* Hub.-Mor. var. *mardinensis*, *Anchusa azurea* Miller var. *azurea* ve *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau türlerinin multi-element içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca, kullanılan metodun validasyon çalışması yapılmıştır. Örneklerin element analizinin yapılması için kuru bitki örnekleri havanda toz hale getirilerek yaklaşık 0.2 gr tartıldı ve mikrodalga tüplerine konuldu. Tüpün üzerine 6:2 oranında HNO_3 ve H_2O_2 eklenerek karıştırıldı. Karışım mikrodalga cihazında çözünürleştirme işlemi yapıldı. İşlem sonrası çözelti süzüldü ve süzüntü İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Kütle Spektrometresi (ICP-MS) cihazında analiz edildi. Üç türün Na, K, Mg, Fe, Al, B, Ti, Mo, Li, Cu, Be, Cr, Mn, Ni, Co, Zn Se, Cd, Ba ve Pb element içerik sonuçları sırasıyla 2300, 37800, 2633, 745, 916, 258, 57.94, 17.33, 1.52, 13.52, 0.03, 5.72, 56.09, 10.17, 0.61, 36.66, 34.02, 0.42, 160 ve 2.58 mg/kg; 2400, 60825, 4644, 456, 464, 436, 69.09, 2.30, 1.87, 10.53, 0.01, 2.17, 70.32, 4.85, 0.59, 47.11, 33.87, 0.61, 175 ve 0.78 mg/kg; 3120, 16093, 3595, 645, 598, 245, 37.73, 2.79, 1.29, 14.74, 0.02, 2.93, 30.27, 4.50, 0.69, 84.39, 44.34, 1.25, 64.40 ve 4.97 mg/kg olarak tespit edildi. Metot validasyon çalışmasında tespit limitleri (LOD), miktar tayin limitleri (LOQ), korelasyon katsayıları (r^2) ve geri kazanım sonuçları hesaplandı. LOD değerleri 0.011-48.500 µg/L, LOQ değerleri ise 0.035-161.680 µg/L ve r^2 değerleri 0.9990-0.9999 arasında değiştiği belirlendi. Elementlerin geri kazanım sonuçları % 90-110 arasında değiştiği belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Bitkiler, Multi-elementler ve ICP-MS

1. GİRİŞ

Boraginaceae, dünyanın tropikal ve ılıman bölgelerinde yaklaşık 100 cins ve 2000 bitki türünü kapsayan çok büyük bir ailedir [1,2]. Türkiye'deki bu aile, farklı türlerde habitatlara dağılmış yaklaşık 32 cins ve 315 türden oluşmaktadır [1]. Ayrıca bu aile, dikotiledonlar olarak sınıflandırılan tıbbi bitkiler olarakta bilinir. Ailenin birçok üyesi alkaloidler, naftokinonlar, polifenoller, fitosteroller ve terpenoidler gibi ikincil metabolitler üretir. Bu aile tarafından üretilen flavonoidler ve fenolik asitler de dahil olmak üzere polifenoller antienflamatuar, antiviral ve antibakteriyel aktiviteler dahil olmak üzere çok çeşitli farmasötik aktivitelere sahiptir [3].

Alkanna trichophila var. *mardinensis* çok yıllık otsu bir bitki olup 300-2100 m yükseklikte taşlı kireçtaşı yamaçlarda, bozkırlarda ve bağlarda yetişen endemik bir türdür. Bitkinin genel dağılımı Türkiye'de olup Hakkari, Mardin, Siirt, Şırnak ve Diyarbakır illerinde dağılım göstermektedir [4]. *Anchusa* L., Boraginaceae ailesine ait olup dünyada yaklaşık 50 cinsi vardır. Bu cinsler çoğunlukla

ılıman ve subtropikal bölgelerde yetişir [5]. Bu cins, Türkiye florasında 15 türle temsil edilir ve bazıları endemiktir [5,6]. *Anchusa* türleri Anadolu'da "Sığırdili" olarak bilinir. Birçok *Anchusa* türü halk tıbbında birçok ülkede analjezik, yatıştırıcı, diüretik, terletici, balgam söktürücü, hipotansif amaçlar için kullanılır. Türk halk tıbbında çeşitli *Anchusa* türlerinin kökleri ve hava kısımları, antihipertansif, karminatif, antidiyabetik, antiromatizmal, diüretik, yara iyileşmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bazı *Anchusa* türleri kimyasal olarak incelenmiş triterpen, glikozitler ve flavonoid içerdiği saptanmıştır [5]. *Anchusa azurea*, Doğu Mağrip, Avrupa ve Batı Asya'ya özgü olup başka yerlerde de zararlı ot olarak bilinir. *A. azurea*, Boraginaceae familyasındaki çiçekli bitki türlerinden biridir. *A. azurea*, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bol miktarda bulunan ve atık olarak kabul edilen bitkilerden biri olup yarım metreden biraz fazla bir yüksekliğe ulaşabilen kıllı tek yıllıktır bir türdür. Bitkinin yaprakları düz mızrak şeklinde olup çiçekleri parlak mor-mavi renktedir [7].

Crassulaceae, yaklaşık 30 cins ve 1400 tür ile temsil edilen Saxifragales dizisindeki en büyük ailedir. Aile tropik bölgelerden kuzey bölgelere kadar yaygındır, ancak dünyanın kurak bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Ailenin birçok türü sulu meyvelere sahip olup saksı bitkileri olarak yetiştirilir veya kaya bahçelerinde ve sınırlarında yetiştirilir. Crassulaceae familyasının üyeleri çok kalın etli yapraklar sahiptir. Bu ailenin üyeleri yapraklarda ve gövdelerdeki su depolama dokuları ile karakterizedir. Ailedeki çiçekler biseksüeldir, periant parçaları (sepals ve yaprakları) dört veya beş set halinde bulunur [8]. *Sedum,* Avrupa-Akdeniz bölgesinde monofitik ve endemik bir cinstir [9]. *Sedum sediforme,* Crassulaceae ailesinin bir üyesi olup, genellikle soluk taş mahsulü olarak bilinir. Akdeniz iklim bölgesinde yetişen ve bu bölgede diyette kullanılan yaygın bir bitkidir. Bazı *Sedum* türleri Yunan halk tıbbında iskorbüt, epilepsi, mesane hastalığı ve kabızlık gibi çeşitli hastalıkları tedavi etmek için kullanılır. Ayrıca, Çin'de *S. acre* yanık tedavisinde ve *S. roseum*'un kökleri baş ağrısının tedavisi için kullanılır [10].

Örneklerdeki element içerikleri ICP-MS, İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES), İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Optik Emisyon Spektrometrisi (ICP-OES), Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (FAAS), Grafit Fırınlı Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (GF-AAS), Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (AAS) ve X-Işını Floresans Spektrometrisi (XRF) gibi çeşitli yöntemler kullanılarak belirlenmektedir [11].

Bu çalışmada, üç bitki türünün (*Alkanna trichophila* Hub.-Mor. var. *mardinensis, Anchusa azurea* Miller var. *azurea* ve *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau) multi-element içerikleri ICP-MS cihazıyla belirlenmiştir. Ayrıca, yöntemin metot validasyon çalışması yapılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Bitkiler

A. trichophila var. *mardinensis* (Mardin, ISTE 101090), *A. azurea* var. *azurea* (Nevşehir, ISTE 101092) ve *S. sediforme* (İstanbul, ISTE 98065) türlerine ait örnekler 2015 yılında toplanmış ve botanikçiler tarafından teşhisi yapılmıştır. Tür örnekleri uygun kurutma yöntemleri ile kurutulmuş ve element analizi yapılana kadar saklanmıştır.

2.2. Reaktif, Çözeltiler ve Cihaz

Örneklerin çözünürleştirme işleminde analitik saflıkta HNO_3 (% 70), H_2O_2 (% 34.5-36.5) (Sigma Aldrich) ve çözeltilerin hazırlanmasında ve seyreltme işlemlerinde ultra saf su (18.2 MΩ) kullanıldı. Yöntemin doğruluğu ve kesinliğinin belirlenmesi için NIST 1515 elma yaprağı (Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü, NIST, Gaithersburg, MD, ABD) sertifikalı referans maddesi kullanıldı. ICP-MS

ölçümlerinde 30'lu mix standart kullanıldı. Bitkilerdeki element içerikleri Agilent 7700s model ICP-MS cihazı kullanılarak belirlendi. Cihazın çalışma koşulları ve kalibrasyon standart çözeltileri daha önce yaptığımız çalışmalardaki koşullar referans alınarak hazırlandı [12,13].

2.3. Örneklerin Analize Hazırlanması

Kurutulmuş bitki örnekleri öğütülerek 0.2 g olacak şekilde mikrodalga tüplerine konuldu. Tüpün üzerine 6 ml HNO_3 ve 2 ml H_2O_2 eklenerek karıştırıldı. Tüp içerisindeki karışım 10 dk. bekletilerek ön yakma işlemi yapıldı. Örnekler, mikrodalga cihazında çözünürleştirme işlemi için cihaz yazılımında bitki örneklerinin yakma programı ayarlanarak 40 dk. boyunca yakma işlemi yapıldı. Yakma işleminden sonra tüplerdeki karışım süzülerek elde edilen süzüntü 100 ml bolon joje alınarak son hacim 100 ml olacak şekilde ultra saf su ile seyreltildi. Ardından, örnekler ağzı vida kapaklı analiz tüplerine konularak analize hazır hale getirildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Metot Validasyonu

Metot validasyon çalışmasında LOD, LOQ, r^2 ve geri kazanım sonuçları hesaplandı. Metodun duyarlılığı, LOD ve LOQ değerleri belirlenerek değerlendirildi. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 3S/m ve 10S/m formülü ile hesaplandı. Formülde S, blank standart sapması ve m ise kalibrasyon grafiğinin eğimini ifade etmektedir. Doğrusal kalibrasyon grafiği, 10-4000 µg/L aralığında oluşturuldu. Her element için kalibrasyon denklemi, korelasyon katsayıları, LOD ve LOQ değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Metotta belirlenen elementlere ait kalibrasyon denklemi, korelasyon katsayısı, LOD ve LOQ değerleri (n = 3)

Element	Kalibrasyon Aralığı (µg/L)	Kalibrasyon Denklemi	R^2	LOD (µg/L)	LOQ (µg/L)
Na	500-4000	y = 5142.84 x + 357838	0.9997	48.500	161.680
K	500-4000	y = 2308.80 x + 315707	0.9997	17.030	56.780
Mg	100-4000	y = 2226.27 x + 12319	0.9994	4.240	14.130
Fe	1000-4000	y = 34007.92 x + 701914	0.9990	5.120	17.080
Al	100-4000	y = 1121.76 x + 1922	0.9995	2.730	9.080
Se	100-4000	y = 829.63 x + 75232	0.9991	0.061	0.202
Li	50-4000	y = 189.10 x + 213	0.9997	0.591	1.970
Ba	10-4000	y = 198949.48 x + 11780	0.9998	0.088	0.290
Be	10-4000	y = 22829.54 x + 709	0.9999	0.730	2.430
Cu	10-4000	y = 31809.14 x + 16409	0.9994	0.330	1.100
Co	10-4000	y = 55754.88 x + 1543	0.9997	0.150	0.490
Cd	10-4000	y = 42086.25 x + 885	0.9996	0.400	1.330
Cr	10-4000	y = 29985.59 x + 4895	0.9994	0.210	0.690
Mn	10-4000	y = 18139.19 x + 5333	0.9995	0.280	0.920
Ni	10-4000	y = 28319.45 x + 6335	0.9995	1.080	3.580
Zn	10-4000	y = 9123.21 x + 7916	0.9994	0.580	1.920
Pb	10-4000	y = 126261.36 x + 6134	0.9996	0.110	0.360
B	10-4000	y = 5768.54 x + 33073	0.9994	0.011	0.035
Mo	10-4000	y = 4155.44x + 196	0.9998	0.078	0.259
Ti	10-4000	y = 260.23 x + 36	0.9994	0.058	0.193

Metodun doğrulama çalışması için standart referans maddesi kullanarak belirlendi. Standart referans madde bitki örneklerindeki yakma metodu ve ICP-MS analiz metodunun aynı şartları baz alınarak analizi yapıldı. Geri kazanım sonuçları % 90-110 arasında değiştiği belirlendi. Elementlere ait % geri kazım değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Elementlerin % geri kazanım sonuçları (n=3)

Element	Bilinen Sertifika Değeri (mg/kg)	Ölçülen Değer (mg/kg)	% Geri Kazanım
Na	24.40±2.10	22.15±0.29	91
Mg	2710±120	2467±4	91
Al	285±6	314±2	110
K	16080±210	14478±91	90
Mn	54.10±1.10	50.85±0.19	94
Fe	82.70±2.60	80.77±0.27	98
Ni	0.936±0.094	0.950±0.010	101
Cu	5.69±0.13	5.86±0.10	103
Zn	12.45±0.43	13.70±0.46	110
Ba	48.80±2.30	48.20±0.30	99
Pb	0.470±0.024	0.490±0.002	104
Mo	0.095±0.011	0.089±0.007	94
B	27.60±2.80	28.20±1.57	102

Sonuçlar = ortalama konsantrasyon değeri ± standart sapma şeklinde hesaplanmıştır.

3.2. Türlerin Multi-element Sonuçları

A1 türünün Na, K, Mg, Fe, Al, B, Ti, Mo, Li, Cu, Be, Cr, Mn, Ni, Co, Zn Se, Cd, Ba ve Pb element içerikleri incelendi. Bu türün element içerikleri sırasıyla 2300, 37800, 2633, 745, 916, 258, 57.94, 17.33, 1.52, 13.52, 0.03, 5.72, 56.09, 10.17, 0.61, 36.66, 34.02, 0.42, 160 ve 2.58 mg/kg olarak tespit edildi (Çizelge 3). Bildiğimiz kadarıyla A1 türünün element içeriği hakkında literatürde bilgi bulunmamaktadır.

Çizelge 3. Türlerin multi-element içerik sonuçları (n=3)

Elementler	Türler		
	A1 (mg/kg)	**A2 (mg/kg)**	**S1 (mg/kg)**
Na	2300±20	2400±12	3120±16
K	37800±117	60825±434	16093±176
Mg	2633±14	4644±31	3595±44
Fe	745±2	456±3	645±5
Al	916±4	464±1	598±1
B	258±2	436±8	245±6
Ti	57.94±0.97	69.09±1.13	37.73±0.40
Mo	17.33±0.24	2.30±0.12	2.79±0.02
Li	1.52±0.26	1.87±0.23	1.29±0.19
Cu	13.52±0.06	10.53±0.02	14.74±0.05
Be	0.03±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00
Cr	5.72±0.03	2.17±0.00	2.93±0.01
Mn	56.09±0.28	70.32±0.47	30.27±0.09
Ni	10.17±0.04	4.85±0.02	4.50±0.02
Co	0.61±0.01	0.59±0.02	0.69±0.05
Zn	36.66±0.32	47.11±0.20	84.39±0.21
Se	34.02±0.22	33.87±0.38	44.34±0.21
Cd	0.42±0.01	0.61±0.01	1.25±0.01
Ba	160±1	175±2	64.40±0.39
Pb	2.58±0.01	0.78±0.01	4.97±0.02

A1: *Alkanna trichophila* var. *mardinensis* **A2:** *Anchusa azurea* var. *azurea* **S1:** *Sedum sediforme*
Sonuçlar = ortalama konsantrasyon değeri ± standart sapma şeklinde hesaplanmıştır.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ham bitki materyallerinde Cd ve Pb için izin verilen maksimum konsantrasyon miktarlarını sırasıyla 0.3, 10 mg/kg olduğunu belirtmektedir [13]. A1 türünün Cd ve Pb içerikleri WHO'nun belirlediği değerle karşılaştırıldığında; türdeki Cd içeriğinin daha yüksek olduğu belirlendi. Ayrıca, bu türdeki Pb içeriğinin daha düşük olduğu tespit edildi.

A2 türünün Na, K, Mg, Fe, Al, B, Ti, Mo, Li, Cu, Be, Cr, Mn, Ni, Co, Zn Se, Cd, Ba ve Pb element içerikleri incelendi. Bu türün element içerikleri sırasıyla 2400, 60825, 4644, 456, 464,

436, 69.09, 2.30, 1.87, 10.53, 0.01, 2.17, 70.32, 4.85, 0.59, 47.11, 33.87, 0.61, 175 ve 0.78 mg/kg olarak tespit edildi (Çizelge 3). A2 türünün Cd ve Pb içerikleri WHO'nun belirlediği değerle karşılaştırıldığında; türdeki Cd içeriğinin daha yüksek ve Pb içeriğinin daha düşük olduğu tespit edildi.

A. azurea türünün element içeriği hakkında literatürde birkaç çalışma bulunmaktadır. Aznalco'llar madenindeki zehirli sızıntının ardından Guadiamar nehri bölgesindeki yabani bitkiler tarafından alınan ağır metaller ve arsenik içeriklerinin belirlenmesi çalışmasında, P241 ve Quema sahalarında toplanan *A. azurea* türünün ağır metal içerikleri FAAS ile belirlenmiştir. P241 sahasındaki türünün Pb, Zn, Cu, Cd ve As içerikleri sırasıyla 6.2, 95, 21, 0.7 ve 0.7 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Quema sahasındaki türünün Pb, Zn, Cu, Cd ve As içerikleri sırasıyla 43, 221, 45, 1.9 ve 17 mg/kg olarak tespit edilmiştir [14]. Bu çalışmadaki element içerik sonuçları çalışmamızdaki sonuçlardan daha yüksek olduğu belirlendi. Sonuçların yüksek olmasının nedeni maden alanındaki sızıntıdan kaynaklandığı söylenebilir.

Bitlis katı atık tesisi çevresindeki *Anchusa azurea* Miller var. *azurea* türünün ağır metal içeriklerinin belirlenmesi çalışmasında, türün metal içeriği ICP-MS cihazıyla belirlenmiştir. Türün yaprak kısmının Mg, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb ve Ca element içerikleri sırasıyla 137.4, 2.468, 35.73, 0.3077, 0.7369, 5.461, 0.001884, 0.023 ve 594.100 mg/kg olarak tespit edilmiştir [15]. Bu çalışmadaki element içerik sonuçları çalışmamızdaki sonuçlardan daha düşük olduğu belirlendi. Sonuçların düşük olması Bitlis bölgesinde diğer bölgeye göre daha az maden alanına sahip olduğu söylenebilir.

S1 türünün Na, K, Mg, Fe, Al, B, Ti, Mo, Li, Cu, Be, Cr, Mn, Ni, Co, Zn Se, Cd, Ba ve Pb element içerikleri incelendi. Bu türün element içerikleri sırasıyla 3120, 16093, 3595, 645, 598, 245, 37.73, 2.79, 1.29, 14.74, 0.02, 2.93, 30.27, 4.50, 0.69, 84.39, 44.34, 1.25, 64.40 ve 4.97 mg/kg olarak tespit edildi (Çizelge 3). Bildiğimiz kadarıyla S1 türünün element içeriği hakkında literatürde bilgi bulunmamaktadır. S1 türünün Cd ve Pb içerikleri WHO'nun belirlediği değerle karşılaştırıldığında; türdeki Cd içeriğinin daha yüksek ve Pb içeriğinin daha düşük olduğu tespit edildi.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bitkilerin yapısındaki elemanların insan sağlığı açısından olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Özellikle, bitkilerin yapısındaki mineral ve toksik element içerikleri bu bakımdan önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, üç farklı türün multi-element içerikleri ICP-MS cihazıyla belirlenmiş ve yöntemin validasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan A1 ve S1 türlerinin multi-element içerikleri hakkında literatürde bilgi bulunmamaktadır. Böylece, bu çalışmadaki A1 ve S1 türlerinin multi-element sonuçları ilk olma özelliği taşımaktadır. Çalışmadaki bütün türlerdeki Cd içeriği WHO'nun belirlediği değerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Böylece tıbbi amaçlar için bu türler kullanılcaksa toksik doz ilişkisinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Özcan, T. Fatty Acid Profiles of the Seed Oils in Two Groups of *Anchusa officinalis* L., IUFS Journal of Biology, 67(1), 65–71, 2008.

[2] Morteza-Semnani, K., Saeedi, M., Akbarzadeh, M. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Echium italicum* L., Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 12(5), 557–561, 2009.

[3] Bošković, I.D., Đukić, D.A., Mašković, P.Z., Mandić, L.G. Phytochemical Composition and Biological Activity of *Echium italicum* L. plant extracts, Bulgarian Chemical Communications Volume 49(4), 836-845, 2017.

[4] Babaç, M.T. Possibility of an İnformation System on Plants of South-West Asia with Particular Reference to the Turkish Plants Data Service (TUBIVES), Turkish Journal of Botany, 28(1–2), 119–127, 2004.

[5] Taban, K., Eruygur, N., Üstün, O. Biological Activity Studies on the Aqueous Methanol Extract of *Anchusa undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho. Marmara Pharmaceutical Journal, 22(3), 357–364, 2018.

[6] Kuruuzum-Uz, A., Suleyman, H., Cadirci, E., Guvenalp, Z., Omur Demirezer, L. Investigation on Anti-İnflammatory and Antiulcer Activities of *Anchusa Azurea* Extracts and Their Major Constituent Rosmarinic Acid, Zeitschrift Fur Naturforschung-Section C Journal of Biosciences, 67(7–8), 360–366, 2012.

[7] Aysu, T., Durak, H., Güner, S., Bengü, A. Ş., Esim, N. Bio-Oil Production via Catalytic Pyrolysis of *Anchusa Azurea*: Effects of Operating Conditions on Product Yields and Chromatographic Characterization, Bioresource Technology, 205, 7–14, 2016.

[8] https://www.britannica.com/plant/Crassulaceae (Accessed 13 December 2022)

[9] Brzezicka, E., Kozieradzka-Kiszkurno, M. Female Gametophyte Development in *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau (Crassulaceae): An Anatomical, Cytochemical and Ultrastructural Analysis, Protoplasma, 256(2), 537–553, 2019.

[10] Winekenstädde, D., Angelis, A., Waltenberger, B., Schwaiger, S., Tchoumtchoua, J., König, S., Stuppner, H. Phytochemical Profile of the Aerial Parts of *Sedum sediforme* and Anti-İnflammatory Activity of Myricitrin, Natural Product Communications, 10(1), 83–88, 2015.

[11] Umaz, A., Aydın, F., Ölmez Tokul, O., Fırat, M., Öztürk, M., Ertaş, A., Aydın, İ. Determination and Comparison of Metal Contents in Simulated Body Fluid Medium Conditions of the Plant Species by Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS), Journal of Research in Pharmacy, 25(6), 1281–1294, 2022.

[12] Umaz, A., Aydin, F., Firat, M., Ertas, A. Determination and Comparison of Element Analysis in the Species Belonging to Different Families by İnductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS), International Journal of Chemistry and Technology, 6(1), 38–46, 2022.

[13] Umaz, A., Aydin, F., Firat, M., Ertas, A. Bazı Geofitlerin İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile Makro ve Mikro Element Analizi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1), 47–58, 2021.

[14] Del Río, M., Font, R., Almela, C., Vélez, D., Montoro, R., De Haro Bailón, A. Heavy Metals and Arsenic Uptake by Wild Vegetation in the Guadiamar River Area After the Toxic Spill of the Aznalcóllar Mine, Journal of Biotechnology, 98(1), 125–137, 2002.

[15] Hayta, Ş., Avcil, N. Bitlis Katı Atık Tesisi Çevresindeki *Hypericum scabrum* L., *Achillea vermicularis* Trin, *Anchusa azurea* Miller var. *azurea* Gard. Dict. Bitkilerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 8(4), 1533–1544, 2019.

GENDER CONTROL IN TROUT BREEDING

Arş. Gör. Sinan ÖZCAN, Doç. Dr. Veysel PARLAK

Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi

sinanozcan@atauni.edu.tr, veysel.parlak@atauni.edu.tr.

http://orcid.org/0000-0003-3844-0688; https://orcid.org/0000-0002-3459-7963

ABSTRACT

Trout farming started in the 19th century, with eggs from wild-caught fish and artificial insemination of the eggs. Trout farming in our country started in 1969 and has increased rapidly in recent years. It appears to be the most popular female egg production in trout farming today. Because female trout show a much faster and more efficient development than males. In addition, the immune mechanism of female trout is much better than that of males. Feed conversion rate appears to be better in females. Considering all these, the importance of gender control is increasing.

Keywords: Trout, feed evaluation, sex, growth

1. INTRODUCTION

Gender is the sum total of the characteristics, functions, structures, and characteristics possessed by an organism to be classified as male or female. In some organisms, especially higher vertebrates, gender is determined by genetics, whereas in other organisms, it is shaped by the influence of environmental factors (Stephen et al., 1991).

The aim in the aquaculture sector is to deliver the fish to the size preferred by the consumers in the shortest time possible, and to provide fish feed in sufficient quantity and quality. (Schilling, 1985). The feed needs of fish may differ depending on the environmental factors and feeding technique. The decrease in fish production cost is primarily and directly related to feed expenses.

It is one of the most important facts not to compromise on feed quality while trying to reduce feed costs. Otherwise, poor quality feed in fish farming causes the water to become polluted more quickly, on the other hand, negatively affects the use of feed by the fish, leading to an increase in costs and prices (Akyurt, 1989).

From an economic point of view, besides feeding, which has a share of 70% in total expenses, another important factor is gender control. (Akhan and Canyurt, 2005).

Fish with females in trout grow faster and are more resistant to diseases. For this reason, female eggs of trout are very popular today. Because female trout show a much faster and more efficient development than males. In addition, the immune mechanism of female trout is much better than that of males. Feed conversion rate appears to be better in females. Considering all these, the importance of gender control is increasing.

2. GENDER CONTROL

It is known that it is possible to determine XX or XY sex in rainbow trout by external intervention (Ustaoglu 1996).

If breeders use male breeders with XX chromosomes converted from females instead of male breeders with XY chromosomes, they can reduce production costs because of better performance and development in aquaculture (Canyurt, 1985).

In rainbow trout, hormonal applications and sex conversion can be done as an important technique in terms of breeding single-sex populations. It is thought that the use of sex steroids, especially estrogen, in rainbow trout farming accelerates growth and also provides the desired sex transformation (Rao and Rao, 1983). Studies on sex control in fish using steroid hormones were first observed in the late 1930s and early 1940s. In these studies, 17β-Estradiol, the main estrogen, was synthesized and this steroid was used in studies conducted in 1936 (Berkowitz, 1937; Castelnuovo, 1937; Padoa, 1937). Padao (1937) studied the practice of sex reassignment in salmon and used synthetic hormones for the first time. Yamamoto first performed the full sex reversal event in fish in 1953, and was later found to set the necessary criteria for effective steroid applications (Yamamoto, 1969).

It was determined that the studies in which sex steroids were applied for the purpose of sex control were carried out according to the determined criteria. Then, the basic working principles of hormonal sex control in modern aquaculture were determined and continued by developing. Yamamoto (1969), realized that for an effective sex reversal, steroids should be administered before the sexes differ in fish and steroid administration should be continued until this process is over. Among the steroids, androgens contain male sex hormone (testosterone) and estrogens contain female sex hormones (oestradiol, oesrone, oestriol). These steroids have the same effect as the endogenous sex steroids, and thus they change the right gonadal development, whichever gender is desired, according to the type of hormone applied. For this reason, estrogens are generally used for feminization, and androgens are used in growth or sterilization applications together with masculinization.

Among estrogens, the most commonly used steroid is 17-Estradiol, and it has been applied to more than 15 species (Salmonidae, Cichlidae, Cyprinidae, Anbantidae, Poecilidae and Ictaluridae). It has been determined by many authors that 17-Estradiol is the most growth promoting estrogen among estrogens (Piferrer and Donaldson, 1992). It is known that while 11 synthetic androgens and 12 synthetic estrogens have been used in hormonal applications, only 5 natural androgens and 3 natural estrogens have been reported to date. (Pandian and Sheela, 1995).

Hormones used in the sex change process in aquaculture are given to fish by three different methods.

1-Food addition method; It is known to be the most widely used method. It is the most profitable method and does not require much skill for implementation. However, it is high that the hormone is lost at a certain rate during the breakdown of the feed in the intestinal tract. Again, the hormone must be homogeneously dispersed in the prepared feed. Otherwise, it cannot be taken in equal amounts by the fish. Due to the hierarchy among the fish, there may be differences in feed intake rates. It is also known to cause infertility in fish as a result of intensive applications.

2-İmmersion technique; It is mostly used in cold water fish. It doesn't require much skill. It is mainly used in the larval period after the embryo and incubation period. Again, in this method, contradictory gender transformations can be seen in intensive applications.

3-İmplantation technique; In this method, the hormone is released to the fish and requires less hormone. However, it is done in laboratory conditions, it is more costly and requires skill. It is also not a suitable technique for sex control in larvae.

4-Injection technique; It is the process of giving the hormone directly to the fish. (Hunter and Donaldson, 1983; Pandian and Varadaraj, 1987).

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were administered 17-methyltestosterone (MT) orally (added to the food) to achieve functional sex conversion. Rainbow trout were fed with 17-MT feeds at concentrations between 1 and 100 ppm for 120 days, starting after the food sac was removed, and it was observed that significantly different male-female ratios were obtained compared to the fish in the control group.

Piferrer and Donaldson (1989), investigated the effects of 17-β-estradiol and 17-α-methyltestosterone hormones applied at different times on the gonadal differentiation of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), and on fertilized eggs 15, 8 and 1 day before and 6, 13 After 20, 27, 34, 41 and 48 days, they were left in 400 µg/L 17-β-estradiol solution for 2 hours. It was determined that the highest female rate (84%) was obtained in the group treated with hormones 1 day before the larvae hatched, followed by the group treated 8 days ago with 82.5%.

Piferrer et al. (1993) natural estrogen estradiol-17β (E2) and synthetic estrogen ethyl estradiol-17α (EE2) were administered 400 µg/L at 1, 2, 4 and 8 hour intervals to newly hatched chinook salmon (*Oncorhynchus tschawytscha*). Gonadal development was noted in histological analysis. 100% feminization was achieved in the group treated with ethinyl estradiol-17α (EE2) for 2 hours. Feminization rate was 83% in other treatment groups. An increase in feminization was observed in the Estradiol-17β (E2) treatment groups depending on the application time, and 100% feminization was detected in the 8-hour treatment group. While the survival rate was 86.8% in the natural estrogen group, it was 82.6% in the synthetic hormone group. The survival rate in the control group was 99%.

Santandreua and Diazb (1994) applied different levels of 17α-Methyltestosterone to juvenile salmon for 84 days to investigate the effect of 17α-Methyltestosterone on growth and nitrogen removal in Masu salmon (*Onchorhynchus masou*). During the experiment, the feed utilization, protein efficiency ratio, nitrogen excretion and changes in protein, fat and moisture in the carcass were determined in salmon. As a result of the study, no significant changes were observed in salmones in terms of body composition and excretion of urea from the body, but it was determined that 17α-Methyltestosterone decreased protein catabolism and increased growth, and this was attributed to the anabolic effect of 17α-Methyltestosterone.

Feist et al. (1995) applied two different hormones (17-Methyltestosterone (MT), 11-Hydroxyandrostenedione (OHA)) to the fish by immersion method in order to generate XX male population in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and at the end of the study, 400 g/L MT application with almost 100%; 70% male individuals were obtained with the same dose of OHA application. At the same time, in this study, both immersion and feeding methods were applied in combination, and as a result, it was observed that while the sperm duct could not

develop in fish in the combined application, this channel could be functional only in the immersion method.

Güner and Tekinay (2000), in their research on the feminization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), fed the new trout fry with 17 α-Methyltestosterone feed at the rate of 2 mg/kg for 90 days. As a result of the examination made at the end of the experiment, they determined that 80% of the fish fed with 17 α-Methyltestosterone feed became masculinized. They fertilized eggs milked from normal female (XX) fish with sperm (XX) obtained from phenotypically masculinized fish, and as a result of histological sections made after 7 months, they determined that all fish were 100% feminized.

Güzel (2002), investigated the effects of 20 mg/kg Estradiol Valerate, mixed with feed, on sex conversion, growth characteristics, survival rate, and whether it left a residue in the meat of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Estradiol Valerate at 20 mg/kg feed rate for 56 days was given to rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) puppies with an average weight of 0.32±0.02 g, who had just started to feed. At the end of the experiment, Estradiol Valerate did not change the weight, length, feed utilization rate, specific growth rate and protein activity rate in trout; determined that it increased the condition factor and decreased the gonadosomatic index, hepatosomatic index and % internal organ values. It was determined that Estradiol Valerate application changed the sex of the trout as 97% female and 3% as intersex, negatively affected the survival rate of the trout (84.5%), but did not form any residue in the meat.

One of the most commonly used methods for the maleization of trout fry is to feed them with a feed containing 17 α-methyl-testosterone hormone. Masculinization begins when the young take the first bait. Puppies are fed with feeds containing 17 α-methyl-testosterone hormones at 750 GD (Day Degrees). (Emre and Kürüm, 2007). Afterwards, the fish continue to be fed with normal food until they reach sexual maturity. It takes two years for fish to reach sexual maturity (Emre and Kürüm, 2007). True male breeders and subsequently masculinized female breeders can be distinguished from each other during the milking process. When milking is done, semen is taken from real men. Since the testicles of masculinized females are not normal and there are no excretory ducts, semen cannot be obtained as a result of the milking process. The semen supply from these breeders can be made by reaching the testicles that have developed secondary in the abdominal cavity. The collected semen is checked under a microscope for its viability and density. If the sperm meets the necessary standards, it is used to fertilize the egg. (Akhan and Canyurt, 2005; Emre and Kürüm, 2007).

In order to increase the income of the rainbow trout production, monosex stocks are produced by applying gender conversion (Purdom 1993). Today, most of the rainbow trout farms are mixed with male and female breeding, and it is seen that the number of enterprises producing monosex stocks with gender conversion is increasing day by day. (Arslan et al. 2010).

The purpose of this method was determined to have positive effects on the evaluation parameters and production costs obtained from real male breeders and subsequently masculinized female breeders.

It is possible to produce male (male transformed from female) breeders with XX chromosomes, which have a higher carcass weight compared to male trout, and are used in the

production of 100% female population (Aegerter, 2004). Prior to this, 2-3 years old male breeders with XY chromosomes were used and are still in use.

The semen of males with XY chromosomes are collected in the canal spaces of the testis and remain at rest until the appropriate environmental conditions are established. Male fish become ready to give semen with the effect of gonadotropins during the breeding season. The spermatozoa, which are immobile in the testicles, gain mobility when they come into contact with water in vitro conditions. The period during which the spermatozoa are active in water is quite short and varies between 30 seconds and 2 minutes depending on the water temperature. Semen production is quite high in the majority of fish belonging to this family (5 x 1012 spermatozoa /kg body weight). However, 20-40% of the semen produced by the fish can be used under natural conditions, and the rest is absorbed by the body (Aegerter, 2005).

The amount of semen in fish belonging to the Salmonidae family varies according to different breeds. In addition, there may be differences between individuals of the same sex. Again, at the beginning, middle and end of the reproductive season, differences are observed in the amount of semen as well as in other qualitative characteristics. The average amount of semen in rainbow trout varies between 6-12 ml. However, this amount varies depending on many factors. The temperature of the water, semen milking interval, age, and especially care and feeding conditions are reported to be very effective factors on the amount of semen (Büyükhatipoğlu and Holtz, 1984).

The range of variation in the amount of semen in rainbow trout is quite high. Male rainbow trout are capable of producing semen for 22 weeks a year. Total semen yield during the year is 129 ml on average, with an average of 12-15 ml per milking. In addition, there are 991x109 spermatozoa in this semen volume. Urea contamination (due to the proximity of the sperm duct and urinary duct) is inevitable in semen samples collected by abdominal massage from breeders with XY chromosomes. Therefore, the change in sperm density and seminal plasma composition can be misinterpreted (Aegerter, 2005).

Studies on this subject have revealed that urea contamination can dilute the concentration of semen by up to 80% and reduce its osmotic pressure. Such contaminations alter the ionic concentration of seminal plasma.

For example; As a result of urea contamination, the K+ concentration in the seminal plasma of Atlantic 4 salmon (*Salmo sala*) decreased from 1382 mg/L to 792 mg/L (Bromage et al., 1992; Aegerter, 2005). From the production point of view, semen obtained from fish lines with superior insemination characteristics of the used semen or from male breeders with XX chromosomes should be used for production. The breeding season of the trout is between November and March, depending on environmental conditions. However, due to the synchronization between male and female breeders in many farms during the reproductive period, although eggs are sometimes taken from females, semen cannot be obtained from male individuals or vice versa. In this case, when the producer milks eggs from the females, since the male rootstocks do not produce sperm, the milked eggs cannot be fertilized. As a result, the eggs are wasted or if the males are mature but no eggs can be obtained from the females, there is a loss of sperm. This causes the producers to suffer economic losses (Canyurt et al., 2005).

Instead of male breeders with XY chromosomes, which cause too much labor and cost for the producer, male breeders with 100% female and XX chromosomes can be used. Although

all the cells in the body of these breeders carry XX chromosomes, the chromosomes in the sperms produced by the testicles that develop as a result of the externally given testosterone hormone are the X sex chromosomes.

REFERENCES

Aegerter, S., Jalabert, B. (2004). Effects of post-ovulatory oocyte ageing and temperature onegg quality and on the occurrence of triploid fry in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 231, 59–71.

Aegerter, S., Jalabert, B., Bobe, J. (2005). Messenger RNA stockpile of cyclin B, insulinlike growth factor I, insulin-like growth factor II, insulin-like growth factorreceptor Ib, and p53 in the rainbow trout oocyte in relation with developmental competence. Mol. Reprod. Dev, 67, 127–135.

Akhan, S., Canyurt, M. A. (2005). Üç farklı kuluçkahanedeki damızlık gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) stokları arasında genetik çesitliliğin RAPDPCR yöntemiyle belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ege üniversitesi. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 22 (1-2), 25-30.

Arslan, T., Güven, E., Baltacı M.A. (2010). Hormonal cinsiyet dönüşüm metodu kullanarak monoseks gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretimi. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 16 (Suppl-B), 361-368.

Akyurt, İ. (1989). The importance and role of natural food in nutrition of trout (in Turkish). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Su Ürünleri Dergisi, 6(21-24): s 211.

Berkowıtz, P. (1937). Effect of Oestrogenic Substances in Lebistes reticulatus (Guppy). Proc. Soc. Exp. Med., 36, 416-418.

Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J. and Barker, G. (1992). Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 100, 141-166

Büyükhatipoglu, S., Holtz, W. (1984). Sperm output in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) effect of age, timing and frequency of stripping and presence of females. Aquaculture, 37, 63–71.

Canyurt, M.A. (1985). Trout production (in Turkish). EÜ Ziraat Fakültesi Haber Bülteni. 43: 4-6 in Canyurt ve Akhan, 2005.

Canyurt, M.A. , Çöpten, R.; Türkmen, G. (1998). İzmir İlinde deniz balıkları üreten işletmelerin üretim ve teknik özellikleri üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su ürünleri Sempozyumu, 10-12 Haziran 1998 Erzurum, 467-475.

Castelnuovo, G. (1937). Effetti di Alcuni Ormoni Sula Maturazione Dele Carpe. Riv. Biol., 23:365-372.

Emre Y, Kürüm V. (2007). Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği, İkinci baskı, İstanbul, 272 s.

Feist G, Yeoh CH, Fitzpatrick M, Schreck CB. (1995). The production of functional sex-reversed male rainbow trout with 17α-methyltestosterone and 11β-hydroxyandrostenedione. Aquaculture, 131, 145-152.

Güner, Y., Tekinay, A. (2000). Gökkuşağı Alabalıklarını (*Oncorhynchus mykiss* W, 1792) Dişileştirme Tekniği. 4. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum, 289-300.

Güzel, Ş. (2002). Estradiol Valerat"ın Gökkuşağı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Cinsiyet Değişimi ve Büyüme Özellikleri Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bornova-ĠZMĠR.

Hunter, G.A. and Donaldson, E.M. (1983). Hormonal Sex Control and Its Applilication to Fish Culture. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Donaldson, E.M. (eds.), Fish Physiology, vol. IX, Reproduction, Part B, Behavior and Fertility Control, Academic press, New york, pp, 223-303.

Pandian TJ, Sheela SG. (1995). Hormonal induction of sex reversal in fish. Aquaculture, 138, 1-22.

Pandian, T. J. and Varadaraj, K. (1987). Techniques to Regulate Sex Ratio and Breeding in Tilapia. Curr. Sci., 56:337-343.

Padoa, E. (1937). Differenziazione e Inversione Sessuale (Femminizzazione) di Avanotti di Trota (*Salmo irideus*) Trattati con Ormone Femminile. Monit. Zool. Ġtal., 48: 195-203.

Piferrer, F., Donaldson, E.M. (1989). Gonadal differentiation in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, after a single treatment with androgen and estrogen at different stages during ontogenesis. Aquaculture, 77, 251-262.

Piferrer, F., Donaldson, E.M. (1992). The comparative effectiveness of the natural and a synthetic estrogen for the direct feminization of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture, 106, 183-193, 1992.

Piferrer, F., Baker, IJ., Donaldson, E.M. (1993). Effects of natural, synthetic, aromatizable, and nonaromatizable androgens in inducing male sex differentiation in genotypic female chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Gen Comp Endocrinol, 91, 59-65.

Purdom CE. 1993. Genetics and fish breeding. Vol. 8. Springer

Rao, H.N., and Rao, G.P. (1983). Hormonal manipulation of sex in the common carp, *Cyprinus carpio* var. communis (Linnaeus). Aquaculture 35, 83– 88.

Santandreu, I.A. and Diaz, N. F. (1994). Effect of 17 α- Methyltestosteron on Growth and Nitrogen excretion in masu salmon. Aquaculture,124: 321-333.

Schilling, HU. (1985). Balıkların Beslenmesi ve Balık Üretimi. Teknik İşbirliği Federal Almanya Cumhuriyeti-Türkiye, Marmara Bölgesinde Tabii ve Suni Göl Balıkçılığının Geliştirilmesi. Eschborn.

Stephen, S.W., Wachtel, G. and Nakamura, D. (1991). Sexual Differentiation. (Editor: P.K.T., Pank), Vertebrate Endocrinology: Fundamentals and Biomedical Implications. Academic Pres, INC. New York. Part B, 4: 149-181.

Ustaoğlu, S. (1996). Karadeniz'deki (Sinop) ağ kafeslerde yetiştirilen gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) gelişme ve yem değerlendirmesine farklı yemleme düzeylerinin etkileri [Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. 49 s.

Yamamoto, T. (1969). Sex Differentiation. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (Eds.) Fish Physiology Vol III, Reproduction, Academic Pres, New York, pp, 117-175.

FREEZING SPERM IN TROUT BREEDING

Arş. Gör. Sinan ÖZCAN

Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, sinanozcan@atauni.edu.tr,

http://orcid.org/0000-0003-3844-0688

Doç. DR. Ebru İfakat ÖZCAN

Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, ebruozer@munzur.edu.tr
https://orcid.org/0000-0003-2017-6647

ABSTRACT

Trout generally show reproductive activity depending on the season. Breeding takes place in a certain part of the year and usually between autumn and spring, the period when the water temperature is 7-12 ^{0}C is the most suitable. It can be difficult to find eggs and sperm of the same quality all the time during the breeding season. In addition, it is possible to fertilize an average of 1000000 (one million) eggs with the sperm of one male trout. Again, live shipment is very difficult in the case of blood freshening between businesses. In order to eliminate all these situations, freezing and reusing semen in trout will provide a very important labor and cost savings. This issue is very poorly implemented today.

Keywords: Trout, semen, freezing, insemination

1. INTRODUCTION

It is known that fish have the most species in the vertebrate family, which is 20.000 species. The number of species of mammals is only 4.500. Therefore, fish make up more than half of all vertebrates living today. Fish with such a large number of species show a great diversity in terms of morphology, physiology and especially reproductive activities (Billard and Cosson, 1992). Controlled fish production has reached a very large size in order to meet the animal protein needs. The genetic potential of fish can be improved by crossing species and strains and by gamete manipulation. Some of these applications require semen to be stored (preservation). The first success in preserving fish semen at low temperatures was described by Holtz (1993), who fertilized herring eggs with frozen and thawed semen. Today, many fish species semen can be frozen (cryopreservation). Conservation of the semen of economically valuable fish such as trout and carp is very important (Holtz, 1993).

Rainbow trout is the most important fish species cultivated in inland waters of our country. Many studies have been done on the production and breeding of this species, but many deficiencies are still observed in the studies on its production. At the beginning of these, vicious

cycle fertility, blood regeneration, storage of semen of good rootstocks is always used. Morphological and hereditary disorders, which are the biggest problems of related progeny, are seen as a result of the separation of the same fish and their offspring as rootstocks, especially in small businesses. Buying and bringing rootstock from outside is a laborious and expensive operation and risky. But it is a less laborious and inexpensive method to bring and use the semen of a good quality rootstock from another place. The best way to bring and store sperm is freezing in liquid nitrogen. This method has been applied in cattle for many years and has come to a very good point. On the other hand, although application studies have been carried out in trout in recent years, it is at a very insufficient level. It is believed that advancing this method will make a huge breakthrough for production.

2. REPRODUCTION OF TROUT

Rainbow trout reach sexual maturity at 2-3 years of age. The breeding season is generally between December and February in 8-12 degrees Celsius waters. Rainbow trout also do not have natural breeding. During the breeding season, the mandible extends forward in males and takes on a hooked appearance, and a rainbow-like reddish color stands out along the lateral line that gives the species its name. In females, the abdomen swells and the genital opening becomes evident. When the abdomens of both sexes are rubbed, the mature eggs and sperm are easily poured into the outside environment. 1 kg female fish lays an average of 2000 eggs; a male of the same size gives 4 ml of semen. Eggs and semen are mixed in a bowl and waited for 10 minutes, then water is taken on them and waited for 20 minutes for the eggs to harden, and after the eggs are washed, they are placed in the incubation cabinets. Then, an incubation period of 300-320 days/degrees is expected and emergence is seen. Average fertilization is expected to be 95% and 90% output.

3. SPERMA IN TROUT

Both the secretion secreted from the genital tract system and the spermatozoa are called milk (sperma). The amount of semen is 4-6 ml/kg in trout, and the density is 10-20x109/ml. As it can be understood from here, they have a very dense sperm. This means that an average of 500,000 eggs can be fertilized easily with 1 male fish and his sperm. However, since it is a little difficult and troublesome to find so many eggs at the same time, the semen of quality men should be diluted and frozen in order not to waste them and to use them at the maximum level (Billard, 1992).

Spermatozoa are dormant in the testicles and duct system. However, they gain mobility when they come into contact with water. The period during which the spermatozoon is active in water is very short and ranges from 50 seconds to 2 minutes (Billard, 1992).

4. FREEZING AND REUSE OF SPERMA

An adequate and standard fertilization rate has not yet been achieved with frozen semen in fish. The studies are mostly similar, and the main procedure is to avoid spermatozoon activation, dilute the semen with an appropriate extender, add cryoprotectant, and add albumin,

lecithin and egg yolk to protect against damage that may occur during freezing and thawing. In the methods used, the processes of lowering the temperature of the semen and freezing are not very different from each other. Fish semen is usually frozen in pellet form on dry ice or in straws in nitrogen vapor (Bayres and Scoot, 1987; Holtz, 1993; Kurokura et al., 1984).

The composition of the diluent and the freezing method play an important role in a successful cryopreservation. In addition, it has been reported that a high fertilization rate is achieved when trout semen is frozen after dilution with DMSO containing distilled water (Büyükhatipoğlu and Holtz, 1977). However, it is a fact that highly contradictory results are obtained in post-solution viability and fertilization rates. Bayres and Scoot (1987), frozen trout semen with an extender containing sucrose. Although this diluent seems superior to the others, 0.6 M sucrose solution with 10% DMSO added was quite successful and the fertilization rate after solution was approximately 80%. In studies on the preservation of fish semen, it has been determined that the fertilization capacity of frozen semen is lower than that of fresh semen (Holtz, 1993).

The fact that fish spermatozoa are activated in water and this activity is limited between 50 seconds and 2 minutes makes cryopreservation processes of fish semen very difficult. For this reason, the most appropriate cryopreservation method should be selected and the time between procedures should be kept to a minimum. Fish semen can be frozen in pellets, straws and ampoules. According to some researchers, the pellet method is the most suitable method for freezing fish semen. Successful results were also obtained with semen frozen in 0.25 ml straws (Holtz, 1993; Wheler and Thorgard, 1991).

In the dilution of semen, activation of spermatozoa should be avoided and diluents suitable for the structure of seminal plasma should be selected. The dilution ratio can vary from 1:1 to 1:20 depending on the method chosen. In cryopreservation with the pellet method, the dilution ratio is usually 1:3. Among the cryoprotectants used, the most suitable ones are DMSO and glycerol. In many studies, different cryoprotectants and ratios have been tried, and DMSO has generally yielded successful results at a rate of 10% (Pıronen, 1987; Rana and Mc Andrew, 1989; Steyn and Van Vuren, 1987; Young et al., 1992).

Cryopreservation with the pellet method: The semen taken by the massage method is kept at 00 C. It is then diluted 1:3 with a diluent with 10% DMSO. Reconstituted semen is frozen on dry ice at -790 C in pellet form. The process is done with automatic pipettes. The optimum pellet size is 0.1 ml. The point to be emphasized here is that the time between reconstitution and freezing should not exceed 2 minutes. Frozen pellets are transferred directly into liquid nitrogen and stored. The most suitable method for dissolving the pellets is the abdominal cavity fluid (coelomic fluid) taken from adult females or the best and most suitable structure for this is 0.12 M NaHCO3, 0.12 M NaCl or tris-glycine solution. 1 ml of solution solution is used for each pellet. This solution plays an important role in spermatozoon activation. The solution temperature should not be lower than 200 C and higher than 400 C. The seeding process should be done within 30 seconds after the pellets are dissolved (Holtz, 1993).

Cryopreservation in straws: Recent studies have proven that trout semen can also be successfully frozen in straws of different sizes. The semen diluted 1:3 with a suitable diluent with 10% DMSO added are drawn into straws and frozen in nitrogen vapor in 7 minutes. It is then stored in nitrogen. In another study on this subject, semen was drawn into 4.5 ml macro straws after diluting 1:3 with a diluent containing 5.4% glucose, 9% DMSO and 10% egg yolk at +40C. It was then placed on dry ice for 5 minutes and kept in nitrogen for at least 60 minutes (Wheler and Thorgard, 1991).

Frozen semen is stored in nitrogen. Straws taken from nitrogen for solution are immediately thrown into a hot water bath. The solution time varies according to the water temperature. Accordingly, the solution (0C/second) is carried out at 5/90, 10/30, 20/20, 30/15. Insemination is performed by adding the semen, of which the solution process is performed, to the eggs that are milked in a deep container. However, NaCl, NaHCO3 solutions must be added to the sperm-egg mixture for spermatozoon activation and fertilization (Schmidt and Holtz, 1989; Steyn et al., 1989).

As a result, the selection of appropriate methods for the successful preservation of fish semen is very important in terms of organization and breeding. Recent studies suggest storing semen at temperatures ranging from 00C to 90C. Few studies have focused on prolonging the storage time by adding electrolyte solutions or coelomic fluid from females (Billard, 1978; Mc Niven et al., 1993).

Good results have also been obtained outdoors. On the other hand, anaerobic conditions did not give good results (Büyükhatipoğlu and Holtz, 1977; Mc Niven et al., 1993; Saad and Billard, 1986). In addition, sperm motility was evaluated by keeping them under different gases (N2, O2, CO2 and air) and different results were obtained. Native semen maintained its ability to be activated for 3-4 days under N2 gas, 8-10 days in open air or in O2N2 (1:1) mixture, and 12-13 days under pure oxygen. As a result, gas atmosphere with high O2 content is the most suitable environment for storage conditions. On the other hand, dilution and short-term storage of fish semen in different media has resulted in failure (Billard, 1978; Büyükhatipoğlu and Holtz, 1977; Saad et al., 1988).

The most important point to be considered in order to get successful results in cryopreservation; It is to keep the times between semen collection, freezing, thawing and insemination to a minimum. In a study (Bayres and Scoot, 1987), it was observed that the fertility rate decreased with the increase in the time between semen collection and freezing. In addition, the composition of the diluent plays an important role in cryopreservation. The fertilization rate obtained with the sucrose extender containing 5-20% egg yolk in cryopreservation of trout semen is considerably higher than the extender without egg yolk (Steyn et al., 1989). Bayres and Scott (1987) froze the semen in 0.25 ml straws in liquid nitrogen vapor for 7 minutes and then inseminated immediately after thawing in a water bath at 35-400C for 5 seconds. In insemination, 1 straw was used for 100 eggs and the fertility was found to be 67.3%. However, in all studies conducted today, higher fertility results (70-90%) were obtained in cryopreservation with the pellet method (Holtz, 1993; Kurokura et al., 1984; Moccia and Munkittrick, 1987; Schmidt and Holtz, 1989; Wheler and Thorgard, 1991; Young et al., 1992).

REFERENCES

Bayres, S.M. and Scoot, A.P. (1987). Cryopreservation of rainbow trout spermatozoa. Aquaculture, 66:53-67

Billard, R. (1978). Changes in structure and fertilizing ability of marine freshwater fish spermatozoa diluted in media of various salinitıes. Aquaculture, 14 : 187 - 198

Billard, R. (1992). Reproduction ın rainbow trout. Aquaculture, 100 : 263 - 298

Billard R, Cosson MR (1992). Some problems related to the assesment of sperm motility in freshwater fish. The Journal of Experimental Zoology , 261: 122-131.

Holtz, W. (1993). Cryopreservation of rainbow trout sperm pratıcal recommendations. Aquaculture, 110 : 97-100

Büyükhatipoğlu, S. and Holtz, W. (1977). Preservation of trout sperm in liquid or frozen state. Aquaculture, 14: 49 - 56

Kurokura, H. , Hırano, R. , Tomıta, M. and Iwahashı, M. (1984). Cryopreservation of carp sperm. Aquaculture, 37 : 267 - 273

Mc Niven, M.A., Galbnt, R.K. and Richardson, G.F. (1993). Fresh storage of trout semen using a non-aqueous medium. Aquaculture, 109 : 71 - 82

Moccia, R.D. and Munkittrick, K.R. (1987). Relationship beetween the fertilization of rainbow trout eggs and the motility of spermatozoa. Theriogenology, 27 (4) : 679 - 687

Pıironen, J. (1987). Factors affecting fertilization rate with cryopreserved sperm of Whitefish. Aquaculture, 66 : 347 - 357

Rana, K.J. and Mc Andrew, B.T. (1989). The viability of cryopreserved Tilapia spermatozoa. Aquaculture,76 : 335 - 345

Saad, A., Billard, R. (1986). Spermatozoa production and volume of semen collected after hormonal stimulation in the carp. Aquaculture, 65 : 67 - 77

Saad, A., Billard, R., Theron, M.C. and Hollebeco, M.G. (1988). Short-therm preservation of carp semen. Aquaculture, 71 : 133 - 150

Schmidt, R.B. and Holtz, W. (1989). Deep-freezing of rainbow trout sperm at varying intervals after collectıon. Theriogenology, 32 (3) : 439 - 443

Steyn, G.J. and Van Vuren, J. (1987). The fertilizing capacity of cryopreserved sharptooth catfish sperm. Aquaculture, 63 : 187 - 193

Steyn, G.J., Van Vuren, J. and Grobler, E. (1989). A new sperm diluent for the artificial insemination of rainbow trout. Aquaculture, 83 : 367 - 374

Wheeler, P.A. and Thorgard, G.H. (1991). Cryopreservation of rainbow trout semen in large straws. Aquaculture, 93 : 95 - 100

Young, J. A., Capra, M.F. and Blackshaw, A.W. (1992). Cryopreservation of summer whiting spermatozoa. Aquaculture, 102 : 155 - 160

.

TATLISU KEFALİ (*Squalius cephalus* (L., 1758))'NİN BAYAT GÖLETİ (ANKARA, TÜRKİYE) POPULASYONUNUN BOY-AĞIRLIK, BOY-BOY İLİŞKİLERİ VE KONDİSYON FAKTÖRÜ PARAMETRELERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan YAZICI[1]

[1] Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Çiçekdağı Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, rmznyzci@gmail.com - ORCID ID: 0000-0003-2274-0707

ÖZET

Balıklarda boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü parametreleri sıklıkla kullanılan araçlardandır. Özellikle popülasyonların gelecekleri hakkında sağlamış oldukları veriler türlerin korunması ve avcılık politikalarının belirlenmesi için oldukça önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada Ankara ili Bayat Göleti'nde yaşayan Tatlısu Kefali (*Squalius cephalus*, Linneaus, 1758)'nin boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri ile kondisyon faktörü değerlerini tespit etmek amaçlanmıştır. 2018 yılında Bayat Göleti'nden toplam 24 adet örnek temin edilmiştir. Bireylerin total boyları 23.5-43.5 cm, ağırlıkları ise 144.00-904.00 g arasında değişmektedir. Boy-ağırlık ilişkisinde a, b ve r^2 değerleri sırasıyla 0.0091, 3.0595 ve 0.984 olarak tespit edilmiştir. Ortalama kondisyon faktörü 1.124 olarak bulunmuştur. Total boy, çatal boy ve standart boy arasında güçlü ilişkiler belirlenmiştir(r^2>0.958). Boy-ağırlık ilişkisinden elde edilen b değerine göre tür Bayat Göleti'nde izometrik büyüme göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen veriler gelecek araştırmalara temel veri sağlayacak niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Boy-ağırlık ilişkisi, Kondisyon Faktörü, Tatlı su Kefali.

1. GİRİŞ

Tatlısu Kefali Cyprinidae familyasında ait, yavaş ve orta dereceli su akışlarında yaşayan bir tatlı su balığı türüdür. Avrupa birçok tatlı su rezervuarlarında, Karadeniz, Akdeniz, Hazar Denizi ve Azak Denizi Havzaları'nda, Kafkasya Bölgesi'nden Anadolu'ya kadar geniş bir coğrafyada yayılış göstermektedir (Geldiay ve Balık, 2007; Demirol ve ark., 2016). Toplamda 3 sırt dikeni, 7-9 dorsal yumuşak ışın, 3 anal diken, 7-10 anal yumuşak ışın ve 42-48 omuru vardır (Muus ve Dahlström, 1968). Erkekler 2-4 yaşında, dişiler ise 4-6 yaşında eşeysel olgunluğa ulaşır. Yumurtlama, sıcaklığın 14ºC'nin üzerine çıktığı Mayıs-Ağustos aylarında

gerçekleşir. Çok çeşitli su ve kara hayvanları ve bitki materyali ile beslenir (Kottelat ve Freyhof, 2007). Solucanlar, yumuşakçalar, kabuklular ve çeşitli böcek larvaları ile beslendikleri kaydedilmiştir (Maitland ve Campbell, 1992).

Boy-ağırlık ilişkileri, uzunluk verilerinden balık biyokütlesinin tahmini ve ekolojik modelleme ve balıklardaki büyümenin tahmini için gerekli olan balık stoku değerlendirmesi ve yönetimi uygulaması için temel bilgileri oluşturur (Froese 2006). Balıkların uzunluk-ağırlık ve kondisyon faktörü (K) veya gölet endeksi gibi bazı niceliksel yönlerin bilgisi, balıkçılık biyolojisi çalışması için önemli bir araçtır. Balıktaki kondisyon faktörü, balığın refahı ile ilgili fizyolojik durumunun bir göstergesi olarak hizmet eder (Le Cren, 1951). K, belirli beslenme yoğunluğu, iklim ve diğer koşullarda yaşayan iki popülasyonu karşılaştırırken de bilgi sağlar (Weatherly ve Gills 1987). Bu nedenle, balık türlerinin yaşam döngüsünü anlamada kondisyon faktörü önemlidir ve bu türlerin yeterli yönetimine, dolayısıyla ekosistemdeki dengenin korunmasına katkıda bulunur.

Tatlısu Kefali'nin boy-ağırlık ilişkileri, boy-boy ilişkileri ve kondisyon faktörü değerleri birçok çalışmaya konu olmuştur. Ancak Bayat Göleti popülasyonu hakkında herhangi bir veri bulunmadığından bu çalışmada söz konusu habitatta yaşayan Tatlısu Kefali'nin boy-ağırlık ilişkileri, boy-boy ilişkileri ve kondisyon faktörü değerlerini tespit etmek amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bayat Göleti (Görsel 1), Ankara ilinin Ayaş ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. İlçe sınırları içerisinde bulunan Bayat köyünün tarımsal faaliyetlerdeki su ihtiyacını karşılamak amacı ile inşaa edilmiştir (Bayar, 2019). 2018 yılında Bayat Göleti'ndeki ticari balıkçılardan toplamda 24 adet tatlı su kefali (*Squalius cephalus*, Linneaus, 1758) örneği temin edilmiştir. Balıkların Total (TB), Çatal (ÇB) ve Standart (SB) boyları 0.1 cm hassasiyetle ölçülmüş olup ağırlıkları 0.1g hassasiyetle tartılmıştır. Cinsiyetlerin belirlenmesi gonadların makroskobik olarak incelemesi ile yapılmıştır.

Görsel 1. Ankara ili Bayat Göleti.

Boy-ağırlık ve kondisyon faktörü parametrelerini belirlemek için, Ricker (1975)'in önerdiği denklemler kullanılmıştır. Boy-ağırlık ilişkisinin a ve b parametreleri, denklemin Log W = Log a + b Log L formunun lineer regresyonuna dönüştürülmesiyle tespit edilmiştir. T-testi yapılarak b değerinin, izometrik büyümeyi temsil eden ‘‘3’’ değerinden farklı olup olmadığı saptanmıştır (Zar, 1999). Eğer b değeri 3'ten küçük ise balığın büyüme tipi negatif allometri (A-), büyük ise pozitif allometri (A+) ve eşit ise izometri olarak tanımlanır (Bagenal ve Tesch, 1978). Boy-boy ilişkileri doğrusal regresyon dönüşümleri kullanılarak tespit edilmiştir.

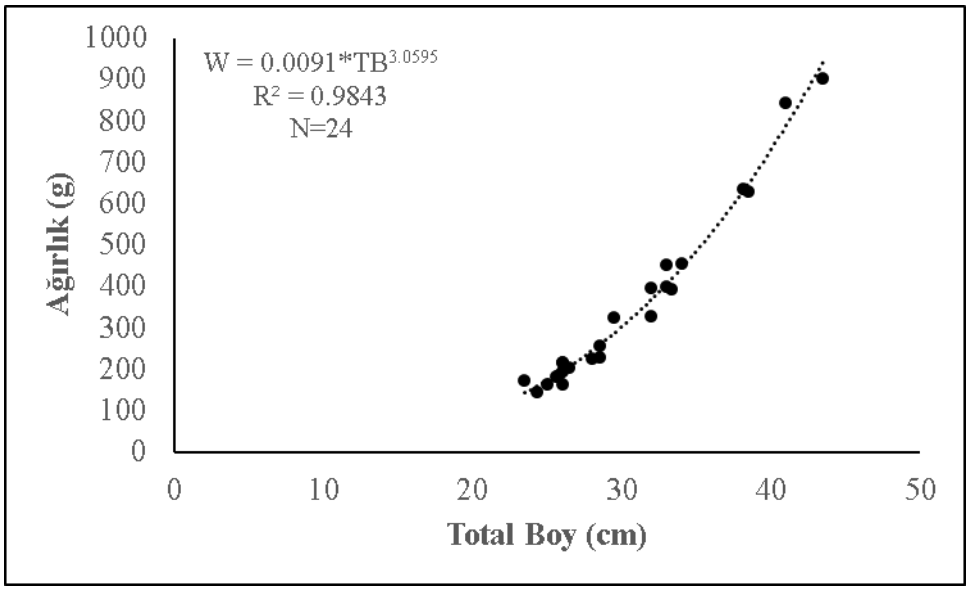
3. BULGULAR

2018 yılında Bayat Göleti'nden yapılan örnekleme sonucunda toplam 24 adet tatlı su kefali elde edilmiştir. Örneklerin ağırlıkları 144-904 g arasında dağılım göstermiş olup ortalama ağırlık değeri 347 g olarak tespit edilmiştir. Ortalama total, çatal ve standart boy değerleri sırasıyla 30.32, 27.96 ve 25.63 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bayat Göleti'nde yaşayan *Squalius cephalus*'un boy ve ağırlıklarının tanımlayıcı istatistikleri.

Değişken	**N**	**Ortalama**	**Min**	**Mak**	**Sh**	**Ss**
Ağırlık (g)	24	347.00	144.00	904.00	43.70	214.30
TB-Total Boy (cm)		30.32	23.50	43.50	1.14	5.57
ÇB-Çatal Boy (cm)		27.96	21.00	39.50	1.10	5.38
SB-Standart Boy (cm)		25.63	19.80	36.00	0.98	4.82
N: Örnek Sayısı, **Min:** Minimum, **Mak:** Maksimum, **Sh:** Standar Hata, **Ss:** Standart Sapma.						

Boy ağırlık ilişkisi denklemi $W = 0.0091*TL^{3.06}$ şeklinde tespit edilmiş olup R^2 değeri 0.98 olarak belirlenmiştir. b değerinin isometric büyümeyi temsil eden 3'ten farklı olmadığı saptanmıştır (t test: P>0. 5, b değerinin %95 güven aralığı 2.834 - 3.285). Bu sonuca göre tür izometric büyümektedir (Görsel 2).



Görsel 2. *Squalius cephalus*'un boy-ağırlık ilişkisi.

Squalius cephalus'un ortalama kondisyon faktörü 1.124 (Min: 0.9331, Mak: 1.3407, Sh: 0.0207, Ss: 0.1012) olarak tespit edilmiştir. Türün boy-boy ilişkileri doğrusal regresyona tabi tutulmuş ve elde edilen denklem ve değerler tablo 2'de sunulmuştur. En güçlü ilişki total boy ile standart boy arasında tespit edilmiştir. Tüm ilişkilerin yüksek korelasyona sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. *Squalius cephalus* türünün Bayat Göleti'ndeki boy dönüşümleri.

Eşitlik	a	b	r^2
TB= a + bÇB	1.980	1.013	0.958
TB= a + bSB	1.018	1.143	0.978
ÇB= a + bSB	-0.294	1.103	0.975

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmada elde edilen bulgular ile diğer çalışmaların bulgularının kıyaslanması Çizelge 3'te sunulmuştur. Balıklarda boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü gibi parametreler hesaplanırken kullanılan boy tipi, ölçümlerdeki hassasiyet vb. durumlar sonuçları etkilemektedir. Özellikle habitatlar arasındaki iklimsel ve su kalitesine bağlı farklılıklar balıkların büyümelerini de etkileyeceğinden habitatlar arası varyasyonlar oldukça doğaldır.

Çizelge 3. *Squalius cephalus* türünün farklı habitatlardaki boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü değerleri.

Çalışma Alanı	Eşey	a	b	R^2	K	Referans
Sır Baraj Gölü	Dişi+Erkek	0.0069	3.190	0.98	-	Kara ve Solak, 2004
Muş Karasu Nehri	Dişi+Erkek	0.00844	3.156	0.98	-	Şen ve Saygın, 2008
Uzunçayır Baraj Gölü	Dişi+Erkek	0.0073	3.135	0.95	1.04-1.23	Demirol ve ark., 2016
Abdal Deresi	Dişi+Erkek	0.007	3.224	0.99	-	Özpiçak ve ark., 2018
Akçay Deresi	Dişi+Erkek	0.006	3.285	0.99	-	
Terme Deresi	Dişi+Erkek	0.005	3.298	0.99	-	
Yedikır Baraj Gölü	Dişi+Erkek	0.006	3.210	0.99	-	
Istranca Deresi	Dişi+Erkek	0.0078	3.149	0.99	0.92-1.22	Çelik, 2019
Erzurum Karasu Nehri	Dişi+Erkek	0.0060	3.27	0.98	1.05-1.45	Özcan ve Serdar, 2019
Tabakhane Deresi	Dişi+Erkek	0.0088	3.064	0.99	0.74-1.27	Yedier, 2022
Bayat Göleti	Dişi+Erkek	0.0091	3.059	0.98	0.93-1.34	Bu çalışma

Bu çalışmanın sonuçları diğer habitatlarda kıyaslandığında Tatlısu Kefali'nin Bayat Göleti'nde iyi bir gelişim gösterdiği söylenebilir. Öte yandan literatürle uyumlu olan veriler çalışma sahasını oluşturan habitat için ilk bilgileri barındırmaktadır.

KAYNAKÇA

Bayar, R., *Ayaş Ilçesinde Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı*, Pegem Akademi/Ankara, 2019.

Çelik, Ç., Istranca deresi (İstanbul)'ndeki tatlısu kefalinin [squalius cephalus (linnaeus, 1758)] yaş ve büyüme özellikleri. Turkish Journal of Bioscience and Collections, 3(1), 11-18, 2019.

Demirol, F., Gündüz, F., Yıldız, N., Kurtoğlu, M., Çoban, M.Z., Yüksel, F., Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli-Türkiye)'nde yaşayan tatlısu kefali (*Squalius cephalus*)'nin bazı büyüme parametreleri. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(2),67-76, 2016.

Froese, R., Cube Law, Condition Factor and Length-Weight Relationships: History, Meta-Analysis And Recommendations, Journal Applied Ichthyology, 22, 241-253, 2006.

Geldiay, R., Balık, S., *Türkiye Tatlısu Balıkları*. Ege Üniversitesi Basımevi/Bornova-İzmir, 2007.

Kara, C., Solak, K., Growth properties of Chub (Leuciscus cephalus L., 1758) in Slr Dam Lake (Kahramanmaraş). KSU Sciences and Engineering Journal,7 (2), 1-8, 2004.

Kottelat, M., Freyhof, J., *Handbook of European Freshwater Fishes*, Publications Kottelat/Germany, 2007.

Le-Cren, E.D., The Lengh-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonadal Weight and Condition in The Perch, Perca fluviatilus, J. Animal Ecol., 20, 201-219, 1951.

Maitland, P.S., Campbell, R.N., *Freshwater Fishes of The British Isles*. Harper Collins/London, 1992.

Muus, B.J., Dahlström, P., *Süßwasserfische*, BLV Verlagsgesellschaft/München, 1968.

Özcan, E.İ., Serdar, O., Age and some growth parameters of Squalius cephalus (Linnaeus, 1758) inhabiting Karasu River (East Anatolia, Turkey). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 36(1), 25-30, 2019.

Şen, F., Saygin, F., Biological properties of chub (Leuciscus cephalus L., 1758) in Karasu Stream (Mus/Turkey). Journal of Animal and Veterinary Advances,7(8), 1034-1037, 2008.

Weatherly, A.H., Gill, H.S., *The Biology of Fish Growth*, Academic Press/London, 1987.

Yedier, S., Estimation of some population parameters of Squalius cephalus (Linnaeus 1758) in Tabakane Stream (Ordu-Turkey). Sakarya University Journal of Science, 26(1), 14-23, 2022.

VAZGEÇİLMEZ LEZZET ÇİKOLATA, ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Dr. Kadriye ALTAY[1]

[1] Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, kadriye_ergun555@hotmail.com-0000-0002-1629-6841

ÖZET

Benzersiz tat ve aroması ile çikolata, yediden yetmişe tüketilen lezzetli bir gıda ürünüdür. İçeriğindeki kakao, yağ, şeker, mineral ve proteinleri bulundurması sebebiyle insan sağlığına birçok yararı bulunmaktadır. Kalp sağlığına olumlu etkide bulunma, kan basıncını düzenleme ve bağışıklığı güçlendirme, çikolatanın insan sağlığı üzerindeki etkilerinden yalnızca birkaçıdır. Tüketicilerin sağlıklı ürünlere olan eğiliminin artması sebebiyle çikolata sektörü hızla gelişmekte ve insan sağlığına yararlı çikolata formülasyonları denenmektedir. Bu derlemede her kesimden insanın rahatlıkla tüketebileceği çikolatanın geçmişi, üretimi, çeşitleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çikolata, kakao, flavanoid, insan sağlığı.

1. GİRİŞ

Çikolata, dünyada yediden yetmişe severek tüketilen benzersiz tada ve aromaya sahip bir gıda ürünüdür. Türk Gıda Kodeksi, çikolatayı, 'Kakao ürünleri ile şeker ve/veya tatlandırıcı; gerektiğinde süt yağı dışındaki hayvansal yağlar hariç olmak üzere diğer gıda bileşenleri ile süt ve/veya süt ürünleri ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde izin verilen katkı ve/veya aroma maddelerinin ilavesi ile tekniğine uygun şekilde hazırlanan ürün' olarak tanımlamaktadır (Anon, 2003). Çikolatanın hammaddesi kakaonun geçmişi, çok eskilere dayanmakta ve ilk bilinen kakao ekiminin Maya'lar tarafından 600'lü yıllarda başladığı bilinmektedir. Günümüzde kakao genellikle Güney Amerika, Güneydoğu Asya, Batı Afrika, Nijerya, Endonezya ve Malezya'da yetiştirilmektedir (Toker, 2016).

Kakao uzun yıllar önce, içecek olarak tüketilmiştir. Soğuk su ile hazırlanan kakao içeceğinin tatlandırılması için vanilya, baharat ve bal ilave edildiği bilinmektedir. Zaman içerisinde bu içeceğe süt ilavesi de yapılmıştır. Kakao içeceğinin çok yağlı olması ve ürün görünümünü olumsuz etkilemesi sebebiyle kakao preslenerek yağlı kısım uzaklaştırılmıştır. Bu yağın, öğütülmüş preslenmiş kakao ve şekere ilavesi ile ilk yenilebilir çikolata üretilmiştir. İlk çikolata fabrikası, 1848'de Joseph Fry tarafından İngiltere'de kurulmuştur (Beckett, 2008). Türkiye'de ise ilk fabrika, 1927'de kurulmuştur (Palacıoğlu, 2003).

Yendiği anda beyindeki haz merkezlerini uyarıp harekete geçiren ve benzersiz bir aromaya sahip olan çikolata, farklı ürünler ile birlikte üretilmekte ve böylelikle ürün yelpazesi genişlemektedir (Afoakwa et al., 2007). Çikolata direkt tüketiminin yanında, unlu mamullerle birlikte çok çeşitli formda tüketicinin karşısına çıkmaktadır. Tatlı, kek, bisküvi, kahve ve et

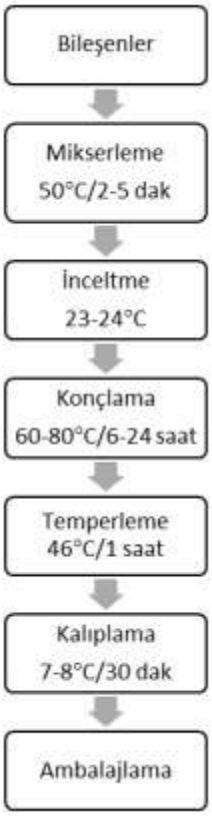
ürünleri ile tüketilen çikolata, yediden yetmişe lezzeti ile gönülleri fethetmektedir (Cidell and Alberts 2006; Donadini and Fumi, 2014; Toker, 2016).

Türkiye'de her geçen yıl çikolata sektörünün büyüdüğü bilinmektedir. Sağlıklı ürünlere eğilimin artması nedeniyle, insan sağlığına katkı sağlayacak yeni çikolata formülasyonları denenmektedir. Bu derlemede yediden yetmişe tüketilen ve vazgeçilmez lezzet olan çikolatanın geçmişi, üretimi, çeşitleri ve sağlık açısından yararları ele alınmıştır.

2. ÇİKOLATA ÜRETİMİ VE ÇEŞİTLERİ

Çikolata üretiminden bahsetmeden önce, çikolata kalitesini ve duyusal özelliklerini yoğun oranda etkileyen kakao üretimine de değinmek gerekir. Kakao, tüketilebilir hale gelinceye kadar birkaç işlemden geçer. Öncelikle, hasat edilen kakao çekirdekleri doğal fermantasyona bırakılır. Fermente kakao çekirdekleri kurutulduktan sonra, çekirdekler 120-150°C değişen sıcaklıklarda kavrulur ve bu işlem ile kakao likörü elde edilmiş olur. Sonrasında, soğutma ve öğütme işlemleri uygulanarak kakao tozu üretilir (Çelik ve ark., 2022).

Çikolatanın bileşenleri, türüne göre değişiklik göstermektedir. Yağ, kakao ve şeker içerikleri ortalama düzeyi sırasıyla %30, %20 ve %50'dir. Diğer bileşenler (tatlandırıcı ve emülsifiye ediciler) %1'den daha düşük oranda ilave edilir. Çikolata üretimi akış şeması Görsel 1'de gösterilmiştir (Gülbay, 2007; Camu ve diğ., 2008; Koca, 2011).



Görsel 1. Çikolata üretimi akım şeması (Çelik ve ark., 2022)

Çikolata üretimi; karıştırma, inceltme, konçlama ve temperleme aşamalarından oluşmaktadır. Karıştırma aşamasında, kuru ve sıvı formdaki bileşenler 3-5 dakika süresince karıştırılır ve homojen yapı oluşturulur. Bu işlemden sonra çikolata sıcaklığı yaklaşık 38-40°C'ye ulaşır.

Karıştırma işlemi ile süt tozları arasındaki yağlar kopar. İnceltme aşamasında, toz şeker kalibre edilir. Kalibrasyon ile yeni formdaki partiküller meydana gelir ve aromalar açığa çıkar. Bir sonraki aşama olan konçlamanın amacı, tüm bileşenlerin homojen olarak karışmasını sağlamaktır. Bu işlem yaklaşık 3-4 saat sürmektedir. Bu aşamada, aroma ve düzgün akışkan bir yapı oluşur. Temperleme işlemi ile hamurun içindeki mikro kristal yapıya sahip partiküller homojen olarak dağılır. Böylelikle, çikolata hamurunun kalıplama ve pakette beklediği süre boyunca yağ kusması ve topaklanmanın önüne geçilmiş olur (Selimoğlu-Özkan, 2019).

Çikolata üretiminde kullanılan emülgatörlerden, lesitin en fazla kullanılanıdır. Lesitin ilavesi ile çikolata akışkanlığı azalır ve daha az kakao yağı kullanılmış olur. Böylece, üretim maliyeti azalmış olur. Eklenecek lesitin miktarı partikül büyüklüğünün azalmasını sağlayacak kadar olmalıdır. Bu miktar, hamurun yağ, nem miktarı ve partikül büyüklüğüne göre değişmektedir (Selimoğlu-Özkan, 2019.
Tüketicilerin farklı tercihleri ve ekonomik durumları düşünülerek çikolata, çeşitlendirilmiştir. Çikolata ve çikolata ürünleri Türk Gıda Kodeksi'nin Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği'nde (Tebliğ no:2003/23) çikolata çeşitleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

Bitter Çikolata: Bileşiminde en az % 18 kakao yağı ve en az % 14 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az % 35 toplam kuru madde içeren çikolatadır.

Sütlü Çikolata: Bileşiminde en az % 2,5 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az % 25 toplam kakao kuru maddesi içeren, ayrıca en az % 14 süt kuru maddesi ve en az % 3,5 süt yağından oluşan, kakao yağı ve süt yağı toplam miktarı ise en az % 25 olan çikolatadır.

Beyaz Çikolata: Bileşiminde en az % 20 kakao yağı ve en az % 14 süt kuru maddesi içeren ve en az % 3,5'i süt yağı olan çikolatadır.

Dolgulu Çikolata: Dış kısmı toplam ürün ağırlığının en az % 25'ini içeren, bitter çikolata, sütlü çikolata, bol sütlü çikolata ve beyaz çikolatalardan herhangi birisinden oluşan dolgulu çikolatadır.

Pralin: Toplam ürün ağırlığının en az % 25'i bitter çikolata, sütlü çikolata, bol sütlü çikolata, beyaz çikolataların kombinasyonundan, karışımından veya herhangi birinden ya da dolgulu çikolatadan oluşan bir lokma büyüklüğündeki çikolatadır.

3. ÇİKOLATANIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Günümüzde insanların sağlıklı beslenme ihtiyacı, tüketim alışkanlıklarının değişmesine sebep olmaktadır. Sağlığa yararlı etkileri olan gıdaların tüketimi artmaktadır. Gıda ürününün tadı ve fiyatından sonra tüketimi belirleyen en önemli ölçüt sağlıklı olmasıdır (Harwood, 2013).

İçeriğinde kakao, yağ, şeker, mineral ve proteinleri bulundurması sebebiyle çikolata, günlük enerji ihtiyacını hızlıca karşılayabilmektedir (Laličić-Petronijević ve ark. 2015). Kakaoda bulunan fenolik bileşikler çikolatanın besleyici değerini arttırmaktadır. Çikolatanın uzun yıllar önce soğuk algınlığının, öksürüğün, sindirim rahatsızlıklarının, doğurganlık problemlerinin, zihinsel ve depresyon gibi rahatsızlıkların tedavisi için tüketildiği bilinmektedir (Jalil ve Ismail 2008; Toker, 2016).

Çikolatanın içeriğindeki flavanoidler, kan basıncını düzenlemekte, antikarsinojenik etki göstermekte, biyoyarar sağlamakta, bağışıklığı güçlendirmekte, trombosit sayısını arttırmakta, kalp sağlığına olumlu etkide bulunmakta ve kalp krizi riskini azaltmaktadır (Steinberg ve ark., 2003). Amerika'da yaşayanların %35'inin çikolatayı bağışıklığı güçlendirdiği için günlük hayatta tercih ettikleri yapılan bir çalışmada ortaya konmuştur (Saka, 2011). Flavanoidlerin, şeker hastalığına, LDL ve HDL kolesterole yararlarının olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Baba ve ark. 2007). Ayrıca flavonoidler, antioksidan ve antiinflamatuar etki de göstermektedir (Pedan ve ark., 2017). Çikolata çeşitlerinden bitter çikolatanın antioksidan içeriği en yüksektir. Yüksek kakao içeriğine sahip bitter çikolatanın beyaz ve sütlü çikolataya göre sağlık açısından yararlarının daha fazla olduğu bilinmektedir (Koca, 2011). Çikolata flavonoidlerinden olan epikateşin, vasküler sistemin önemli bir düzenleyicisidir (Socci ve ark., 2017).

Kakao, suda ve yağda çözünen vitamin, enzim, streol, fosfolipit, diyet lifi, mineraller (K, Mg, Cu, Fe, P), ksantinler (kafein ve teobromin) ile vücuda yarar sağlamaktadır (Gray 2001). Kakaoda bulunan metilksantinleri, zihinsel performansı ve motivasyonu arttırmakta ve daha enerjik hissetme, uyarıcı, rahatlatıcı ve antidepresan özelliklere sahiptir (Smit ve ark. 2004). Çikolata, probiotik bakteri için iyi bir ortam sağlamaktadır (Possemiers ve ark., 2010).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Eşsiz tat ve lezzeti ile ürün yelpazesi çok çeşitli olan çikolata, her kesimden insanın tüketimine uygun gıda maddesidir. Tüketicilerin sağlıklı ürün tüketme isteği, çikolata sektörünü çikolatanın farklı formlarda üretilmesine yönlendirmekte ve bu da çikolata sektörünün gün geçtikçe büyümesini sağlamaktadır. Bu nedenle, insan sağlığına katkı sağlayacak çikolata üretiminin ülkemizde arttırılması ve bu konuda yapılacak bilimsel araştırmaların yeni çikolata formülasyonlarının artmasını sağlayacağı ve bu ürünlerin ihracatta yerini alması ile ülkemiz ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Afoakwa, E.O., Paterson, A. and Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – A review. Trends in Food Science and Technology, 18, 290-298.

[2] Anonim, Türk Gıda Kodeksi Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği (Tebliğ No:2003/23), 2003.

[3] Baba, S., Natsume, M., Yasuda, A., Nakamura, Y., Tamura, T. and Osakabe, N. (2007). Plasma LDL and HDL cholesterol and oxidized LDL concentrations are altered in

normo and hypercholesterolemic humans after intake of different levels of cocoa powder, Journal of Nutrition, 137, 1436-1441.

[4] Beckett, S.T., The Science of Chocolate. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2008

[5] Camu, N., De Winter, T., Takrama, J., Bernaert, H. and De Vuyst, L. (2008). Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88 (13), 2288–2297.

[6] Cidel, J.L. and Alberts, H.C. (2006). Constructing quality: The multinational histories of chocolate. Geoforum, 37: 999-1007.

[7] Çelik, K., Günç-Ergönül, P., Çelik, S., 2022, Fonksiyonel çikolata üretiminde inovatif yaklaşımlar, Food and Health, 8(3), 241-259.

[8] Donadini, G. and Fumi, M.D. (2014). An investigation on the appropriateness of chocolate to match tea and coffee. Food Research International, 63, 464-476.

[9] Gray, J. Cocoa & Chocolate – The Case for Health Benefits, 1st ed. Mars Incorporated, 8, USA, 2001.

[10] Gülbay, S. The effects of storage and process conditions on fat bloom formation in chocolate, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 2007.

[11] Harwood, M.L. A novel Method to Assess Consumer Acceptance of Bitterness in Chocolate Products. Msci. Thesis, Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA, 2013.

[12] Jalil, A.M. and Ismail, A. (2008). Polyphenols in cocoa and cocoa products: is there a link between antioxidant properties and health, Molecules, 13, 2190-2219.

[13] Koca, S. Bitter Çikolatanın Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Konçlama Şartlarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.

[14] Laličić-Petronijević, J., Popov-Raljić J., Obradovic, D., Radulović Z., Paunović, D., Petrušić, M. and Lato, P. (2015). Viability of probiotic strains Lactobacillus acidophilus NFCM and Bifidobacterium lactis HN019 and their impact on sensory and rheological properties of milk and dark chocolates during storage for 180 days, Journal of Functional Foods, 15, 541-550.

[15] Palacıoğlu, S., Çikolata Sektör Profili, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, 2003.

[16] Pedan, V., Fischer, N., Bernath, K., Hühn, T., Rohn, S. (2017). Determination of oligomeric proanthocyanidins and their antioxidant capacity from different chocolate manufac turing stages using the NP-HPLC-online-DPPH methodo logy, Food Chemistry, 214, 523-532.

[17] Possemiers, S., Marzorati, M., Verstraete, W. and Van de Wiele, T. (2010). Bacteria and chocolate: A successful combination for probiotic delivery, International Journal of Food Microbiology, 141, 97-103.

[18] Saka, E.K. The Design of Packaging Graphics for the expansion of Ghanaian Chocolate products. Graduate Theses and Dissertations, Iowa State University, US, 2011.

[19] Selimoğlu-Özkan, D. Farklı Çikolata Çeşitlerinde Şeker Miktarının Azaltılmasının Duyusal Özelliklere Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.

[20] Smit, H.J., Gaffan, E.A. and Rogers, P.J. (2004). Methylxanthines are the psycho-pharmacologically active constituents of chocolate, Psychopharmacology, 176, 412-419.

[21] Socci, V., Tempesta, D., Desideri, G., de Gennaro, L., Ferrara, M. (2017). Enhancing human cognition with cocoa flavonoids, Frontiers in Nutrition, 4, 19.

[22] Steinberg, F.M., Bearden, M.M. and Keen, C.L. (2003). Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health, Journal of the American Dietetic Association, 103(2), 215-223.

[23] Toker, O., Çikolata Kaplama Formülasyonunda Kullanılan Bitkisel Yağ Tipi Ve İçeriğinin Optimizasyonu, Doktora Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 2016.

GÜNCEL PİŞİRME TEKNİĞİ: HAVA FRİTÖZÜ

NEW COOKING TECHNIQUE: AIR FRYER

Rabia İrem KARAKUZU[*,1], Cemal KAYA [2], Esra ESİN YÜCEL [2]

[1]Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat,

[*] Sorumlu yazar: r.iremozdilek@gmail.com-ORCID: 0000-0001-5658-9449

[2]Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, cemal.kaya@gop.edu.tr-ORCID: 0000-0001-8354-9565; esinyasemin@yahoo.com ORCID: 0000-0003-0470-0015

ÖZET

Besinlerin duyusal ve mikrobiyolojik kalitesini artırmada geçmişten günümüze kadar kullanılan en önemli tekniklerden biri, ısıl işlemdir. Gıdalara farklı teknik ve sürelerde pişirme işlemi uygulanabilmektedir. Pişirme işlemi, besin ögelerinin biyoyararlılığını ve besinlerin sindirilebilirliğini artırırken, lezzet gelişimine ve besinlerin tüketilebilir hale gelmesine de katkı sağlayan bir süreçtir. Bu süreçte farklı pişirme teknikleri kullanıldığında gıdaların fiziksel ve kimyasal yapılarında değişiklikler meydana geldiği bilinmektedir. Pişirme işlemindeki temel amaçlardan biri de gıdalarda mevcut olabilen zararlı maddelerin giderilmesidir. Özellikle çiğ gıdaların, pişirilmeden tüketilmesi ve uzun süre korumasız bir ortamda bekletilmesi durumunda hastalık etmeni mikroorganizmaların sayısında artış olmaktadır. Pişirme işlemi sırasında sıcaklığa bağlı olarak zararlı mikroorganizmaların gelişimi büyük oranda ya da tamamen önlenebilmektedir. Son yıllarda sağlık üzerine olumlu etkiler sağlayan, lezzetli ve yüksek besin içeriğine sahip yiyecekler üretebilmek için farklı pişirme teknikleri ve yeni teknolojik ürünler ortaya çıkmıştır. Bu teknolojik ürünlerden biri, konveksiyon fırın özelliği taşıyan ve adını sıkça duyduğumuz Airfryer (hava fritözü) dır. Hava fritözünün en önemli özelliği az yağ kullanarak sıcak hava sirkülasyonu ile ürünün kısa süre de pişmesini sağlamaktır. Air fryer, zaman ve enerjiden tasarruf sağlarken az yağ kullanımı nedeniyle de sağlıklı yiyecekler üretilmesine katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra atık yağ miktarının azalmasından dolayı çevre sağlığını da olumlu yönde etkilemektedir. Geleneksel kızartma işlemine göre %80 daha az yağ kullanılan bu işlemde en önemli problem olan akrilamid oluşumunu %90 kadar azalttığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Airfryer ile kızartılmış ürünler geleneksel derin yağda kızartma ile üretilen ürünlerle karşılaştırıldığında, ağızda daha kuru bir his bırakması ve lezzet profilinin değişmesi bu pişirme yönteminin dezavantajlarından birisidir. Bu çalışma da Hava fritözü (Airfryer) nün pişirme tekniği, çalışma prensibi, gıda güvenliği ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pişirme teknikleri, Airfryer, Kızartma işlemi, Akrilamid, Yağ

ABSTRACT

One of the most important techniques used from past to present in increasing the sensory and microbiological quality of foods is heat treatment. Cooking process can be applied to foods in different techniques and times. While cooking increases the bioavailability of nutrients and the digestibility of foods, it is a process that contributes to the development of flavor and making foods consumable. It is known that changes occur in the physical and chemical structures of foods when different cooking techniques are used in this process. For this purpose, different techniques and periods of cooking can be applied to foods. One of the main purposes in cooking is to remove harmful substances that may be present in foods. Especially when raw foods are consumed without cooking and kept in an unprotected environment for a long time, the number of disease-causing microorganisms increases. Depending on the temperature during the cooking process, the development of harmful microorganisms can be largely or completely prevented. In recent years, studies have increased on the development of different cooking techniques and technological products for the production of processed foods that have high nutritional content and taste and will have positive effects on health. One of these technological products is the Airfryer (air fryer), which we hear frequently and has a convection oven feature. The most important feature of the air fryer is to ensure that the product is cooked in a short time with hot air circulation using less oil. While the air fryer saves time and energy in cooking, it also contributes to the production of healthy food due to the use of less oil. In addition, due to the decrease in the amount of waste oil, it also affects the environmental health positively. In the studies, it has been stated that 80% less oil is used compared to the traditional frying process, and the formation of acrylamide, which is the most problem, is reduced by 90%. One of the disadvantages of this cooking method is that airfryer-fried products leave a drier mouth feel and change in flavor profile when compared to products produced by traditional deep-frying.In this study, It was investigated on cooking technique of Air Fryer, principle of usage and the effects of food safety and quality.

Keywords: Cooking techniques, airfryer, frying process, acrylamide, oil

1. GİRİŞ

Antik çağdan günümüze kadar besinler; muhafaza edilmesi, duyusal özelliklerinin korunması ve geliştirilmesi için çeşitli işlemlere tabi tutulmuştur. Pişirme bunlardan en yaygını olup, gıdanın ateşe maruz bırakılması veya gıdaların yenilebilir hale gelebilmesi için uygulanan ısıl işlem olarak tanımlanmaktadır. Pişirme işlemi, gıdalarda oluşabilecek mikrobiyal aktivitenin önlenmesine, renk ve lezzet bileşenlerinin ortaya çıkmasına, çiğneme ve sindirme işleminin kolaylaşmasına katkı sağlamaktadır [1]. Bilim ve teknolojideki gelişmeler sayesinde dünyanın her yerine gıdalar taşınabilir hale gelmiştir. Özellikle tarımda ve ürün depolamada kullanılan teknolojiler sayesinde gıdanın kalite ve çeşitliliği artmıştır. Gıda sektörüne yeni ve üstün teknolojilerin kazandırdığı farklı üretim teknikleri, ürünlerin çeşitlenmesi, tüketicilerin bilinçlenmesi, beğenilerin değişmesi, kalitede standardizasyon zorunluluğu, azalan besin

kaynaklarının rasyonel kullanımı gibi durumlar bilinçli yemek pişirmeyi zorunlu hale getirmiştir [2].

Pişirme işlemi temel olarak iki şekilde ele alınmaktadır. Kültürel değerlerin ve yaşam tarzlarının etkisiyle ortaya çıkan pişirme tekniklerine geleneksel pişirme teknikleri, teori ve teknik bilgiye dayalı yöntemlere ise profesyonel pişirme teknikleri denilmektedir [2]. Geleneksel pişirme tekniklerinden biri olan kızartma işlemi, büyük satış kapasitesi ve ürün çeşitliliği sayesinde gıda sanayisinde önemli bir konuma sahiptir. Gıdalar kızartma işlemi sürecinde istenilen tekstürel özelliklere ulaşana kadar sıcak yağ (150-190 ºC) içerisinde bekletilirler. Yüksek sıcaklığın ve oksijenin etkisi ile yağda kısa sürede bozulma reaksiyonları oluşurken gıdanın da besleyici bileşenlerinde azalmaya ve sağlık üzerine olumsuz etkisi olan akrilamid gibi bileşiklerin oluşmasına sebep olmaktadır [3]. Ayrıca Cahill ve ark. [4] tarafından yapılan çalışma da kızartılmış yüksek yağ içeriğine sahip ürünlerin tüketiminin obezite ve kalp hastalıkları gibi rahatsızlıklara neden olduğu belirtilmiştir.

Geleneksel kızartmanın sağlık üzerindeki dezavantajları sebebiyle yeni teknolojik ürünler geliştirilmektedir. Bunlardan biri olan hava fritözü, geleneksel kızartmaya kıyasla ürünü sıcak yağa daldırmak yerine malzemenin etrafındaki sıcak havayı kullanarak çeşitli kızarmış yiyecekler üretmeyi amaçlayan bir işlemdir. Sıcak hava sayesinde askıda kalan yağ damlacıklarından oluşan ince bir buğu hazne içindeki ürüne doğrudan temas yoluyla etki eder. Isı transferi son derece yüksek olup ürünün her yerine eşit bir şekilde dağılmaktadır. İşlem sonunda ise istenilen çıtır yapıda kabuk oluşumu meydana gelmektedir [5].

Hava fritözü başlangıçta bazı Avrupa pazarlarında tanıtılmış ve kabul görmesiyle birlikte tüm Avrupa'da piyasaya sunulmuştur. Hava fritözü, ürünleri kısa sürede pişirerek lezzetini korurken, derin yağda kızartmaya kıyasla %80 daha az yağ içermektedir [6]. Ancak geleneksel kızartma işlemi ile karşılaştırılması dışında, diğer olası avantajları ve dezavantajlarının da araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışma da son teknoloji olan hava fritözünün (airfryer) pişirme tekniği, çalışma prensibi, gıda güvenliği ve kalitesi üzerine etkisi, diğer pişirme teknikleriyle arasındaki farklar olumlu ve olumsuz yönleriyle araştırılmıştır.

2. PİŞİRME TEKNİKLERİ VE GIDALARA ETKİSİ

2.1. Pişirme ve Isı

Gıdaların yapısında su, karbonhidrat, yağ, protein, mineraller, vitaminler, renk verici pigmentler, tat vericiler gibi birçok farklı madde bulunmaktadır. Gıdaların pişirilmesinde öncelikle gereken ısının ne şekillerde transfer olup pişirmeyi gerçekleştirdiği, sonrasında ise ısı uygulamasıyla gıdanın yapısındaki maddelerde ne gibi değişikliklere neden olduğuna dikkat edilmelidir [7].

Isı, gıdalara iletim, taşınım ve ışınım yoluyla olmak üzere üç farklı şekilde transfer olmaktadır. İletimde; temas halinde bulunan bir maddeden diğer maddeye doğru ısı akışı sağlanır. Ocaktaki alevden tavaya, tavadan gıdaya doğru sağlanan ısı transferi sayesinde ürün ısınır. Bunun için kullanılan ekipmanlar da önemlidir. Özellikle alüminyum ve bakır gibi ısıyı iyi ileten maddeler seçilmelidir [8].

Hareket halinde bulunan sıvılar ve gazlar içerisindeki ısı transfer olayına ise taşınım denilmektedir [9]. Doğal ve mekanik taşınım olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Isınan havanın yükselmesi, soğuyan havanın aşağıya doğru hareketi prensibine doğal taşınım, kaşık veya fan gibi karıştırıcı bir ekipmanın kullanılması ile sağlanan ısı transferine ise mekanik taşınım denilmektedir [7].

Ürün ile ısı kaynağı arasında fiziksel bir temas olmaması durumuna ise ışınım denilmektedir. Burada ışık dalgalarıyla veya gıdaya çarpan ısı sayesinde enerji iletilmektedir. Mikrodalga ve kızılötesi yaygın olarak kullanılan ışınım transfer örnekleridir [9].

2.2. Pişirme Teknikleri

Pişirme işlemi gıdaların tüketilebilir hale gelmesi için yapı ve duyusal özelliklerindeki değişimlerin izlenilmesi gereken bir süreçtir. Bu işlem su, hava, yağ ve su buharı olmak üzere dört farklı ortamda gerçekleşmektedir ve buna bağlı olarak geleneksel pişirme teknikleri nemli ve kuru ısıda pişirme olarak ikiye ayrılmaktadır. Nemli ısıda pişirme; haşlama, buharda pişirme, kendi suyunda pişirme ve ağartma gibi işlemlerdir. Kuru ısıda pişirme ise; soteleme, ızgarada pişirme, fırında pişirme ve kızartma gibi işlemlerden oluşmaktadır [10]. Geleneksel pişirme tekniklerinin haricinde kullanılan mikrodalga, kızılötesi, indüksiyon pişirme ve hava fritözü gibi teknikler ise modern teknikler olarak adlandırılmaktadır [11].

Kültürden kültüre değişen pişirme tekniklerinde amaç istenilen lezzet ve kaliteye sahip ürünler pişirmektir. Gelişen teknoloji sayesinde farklı yapılardaki ürünler için farklı pişirme teknikleri ortaya çıkmaktadır.

2.2.1. Modern pişirme teknikleri

Yiyeceklerin üretimi ve tüketimi sırasında yaşanan satışa yönelik tahminlerin doğru yapılmaması sonucu, tezgâhta uzun süre bekleyen ve satılamayan yemeklerin doğru değerlendirilememesi gibi problemler karşısında yeni üretim sistemleri geliştirilmiştir [12]. Bu sistem sayesinde doğru miktarda yiyecek, personel, ekipman ve hammadde ile etkin ve verimli bir şekilde üretim yapılmaya başlanılmıştır**.**

2.2.1.1. Mikrodalga ile pişirme (Microwave cooking)

Mikrodalga teknolojisi II. Dünya Savaşı sırasında askeri ekipmanların üretimi ve dizaynı için yapılan çalışmalar sırasında keşfedilmiştir. Gıda prosesleri kapsamında ısıtma, çözme, kalite kontrol gibi kullanım alanlarına sahiptir. Geleneksel pişirme tekniklerinde ısı gıdanın

yüzeyinden iç kısmına doğru ilerlerken, mikrodalga ile ısıtma sırasında ısı materyalin içinde üretildiği için ısıtma hızı yüksek ve işlem süresi kısadır [13]. Mikrodalgada pişirilen yiyeceklerin vitamin ve mineral kayıplarının geleneksel pişirme tekniklerine göre daha az olduğu belirtilmiştir [14,15]. Enerji olarak elektromanyetik dalgaların kullanıldığı dielektrik ısıtma yöntemlerinden biri olup ısının materyalin içinde oluşması ve su molekülleri tarafından absorbe edilmesiyle ürün daha kısa sürede pişirilmektedir. Pişme süresi %70 oranında düşer ve su içeriği yüksek olan gıdalar daha kısa sürede pişer [16]. Mikrodalga fırınlarda paslanmaz çelik veya alüminyum gibi metaller ışınları yansıttığı için fırını yakma risklerinden dolayı kullanılmamaktadır. Onun yerine ısıya dayanıklı cam veya mikrodalgaya uygun plastik ürünler kullanılmaktadır [8].

2.2.1.2. Kızılötesi ışınla pişirme

Kızılötesi ışınım (IR), dalgaboyu görünür ışıktan uzun ve mikrodalgadan kısa olan elektromanyetik ışınımdır. Bu teknoloji, gıdaların pişirilmesi, kavrulması, ısıtılması, kurutulması ve yüzey pastörizasyonunda kullanılmaktadır [17,18,19]. IR radyasyonun temel karakteristikleri; yüksek ısı transfer kapasitesi, doğrudan ürüne ısı nüfuzu ve hızlı işlem kontrolüdür [20]. IR ışınları havaya karşı herhangi bir davranış göstermediğinden ortam havasını ısıtmaya gerek olmaz ve her ortam sıcaklığında çalışılabilmektedir. IR ısıtmada, materyal doğrudan IR ışınlarının yarattığı titreşim ve sürtünmeden dolayı ısınır [21]. Optimum bir ısıl işlem için; IR kaynağının sıcaklığı ve etkinliği, materyalin IR radyasyonu yansıtma ve absorplama özellikleri ve IR nüfuz gücü gibi özellikler oldukça önemlidir [20]. Yiyeceğin hızlı bir şekilde ısıtılıp ve pişirilmesi için kullanılan kızılötesi fırınlar mevcuttur [7]. Yapılan bazı çalışmalar, kızılötesi ışınla mikrodalga ya da konveksiyonel teknolojilerin birleştirilmesiyle üretilen akıllı fırınlarla pişirme süresini kısaltmayı ve ürün kalitesini arttırmayı hedeflemişlerdir. Bu teknoloji sayesinde ekmeğin pişirilmesi, kahve çekirdeklerinin ve yeşil çayın kavrulmasında başarı elde edilmiştir [19,22,23].

2.2.1.3. İndüksiyonlu pişirme (Induction cooking)

Bu pişirme yönteminde kullanılan indüksiyon ocağı, çelik veya demir tencereyi elektromıknatıs yoluyla ısıtma üzerine kuruludur. İndüksiyon ocakları yemeği çok kısa bir sürede pişirip enerji kaybını minimuma indirmekte, bu nedenle de elektrik ve gazlı ocaklara göre daha ekonomik olduğu düşünülmektedir [24]. Gazlı ocaklarda ısı verimliliği %39.9, elektrikli ocaklar da %71 iken, indüksiyonlu ocaklar da %84'dür. Ocak üzerine konulan kabın metal gövdesi bu manyetik alandan enerji alarak ısınmakta, böylece ısı ocağın yüzeyinde değil, doğrudan üzerindeki kapta üretilmektedir. Zamandan tasarruf sağlayan, ısı verimliliği yaratan bu pişirme tekniğinin en büyük dezavantajı sadece indüksiyon yüzeyine özel tabanı düz çelik veya demir tencere kullanılma gerekliliğidir ki bu durum mutfak için ek harcama yaratmasından dolayı tercih edilmemektedir [2].

2.2.1.4. Airfryer (hava fritözü) ile pişirme

Hava fritözünde sıcak hava yardımıyla yağ damlacıkları gıdanın üzerine doğru yönelir. Bu tür kızartma işlemlerinde, etkili bir pişirme sağlayabilmek için gerekli yağın toplam miktarını azaltan sıcak hava akımı içindeki yiyecek ve yağ damlacıkları aralarında tek tip teması teşvik etmektir. Hava fritözü azaltılmış yağ ve kalori içeriği ile istenilen sağlıklı yiyeceklerin üretilmesini sağlamaktadır. Sonuç olarak, bu tekniğin sadece sağlık üzerine yarar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda yakıt tüketimini ve emisyonlarını azaltmak gibi çevresel avantajlara da sahip olduğu bilinmektedir. Ancak, ısı transferini desteklemek için kullanılan yağın fiziksel formunun sınırlandırılması ürünlerin nem içeriğini, tekstür, renk, tat gibi özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir [25].

2.3. Pişirme İşleminin Gıda Özellikleri Üzerine Etkisi

Gıdaların yapısında bulunan bileşenlerin ısıya maruz kalması durumunda nasıl tepkiler vereceğini bilmek istenilen sonuca ulaşmak için önemlidir [7]. Gıdanın besin değerlerinde kayıpların olmaması, yapısı ve görüntüsünün bozulmaması için gıdanın yapısına uygun doğru pişirme tekniği uygulanmalıdır. Yiyeceklere uygulanan fazla ısının etkisiyle protein içerikli gıdaların sertleşmesi, nişastanın jelatinleşmesi, şekerin karamelizasyonu ve yağların erimesi gibi olumsuzluklarla karşılaşılabilmektedir [8]. Gıda kimyası sayesinde pişirme ile besinlerde oluşan değişimlerin anlaşılması mümkün olabilmektedir. Pişirmenin gıda üzerindeki etkileri öğrenildikçe de pişirme teknikleri gelişim gösterebilmiştir.

Pişirme işlemi sonucunda gıdalarda fiziksel değişimler meydana gelmektedir. Yiyeceğin çeşidi, kimyasal kompozisyonu ve pişirme usulü bu durumu etkilemektedir. Örneğin, pişirme esnasında etteki protein denatüre olmakta ve başlangıçta kırmızı olan et, kahverengiye dönmektedir [26]. Pişirme işlemi, gratenler, ızgaralar, çevirmeler, glaze sebzeler ve şekerli ürünler gibi bazı gıda tiplerinin renklerini değiştirerek, ekmek ve kek gibi unlu mamülleri de şişirerek yüzeysel değişime neden olmaktadır Pişirme sonrasında yiyeceklerin lezzetinde ve aromasında gelişmeler meydana gelmektedir. Fazla pişirilen gıdalarda ise acılaşma, ekşime veya lezzet kayıpları meydana gelmektedir [10].

Pişirme işlemi, yiyeceklerin biyokimyasal bileşimini değiştirerek gıdaların daha rahat tüketilebilir ve sindirilebilir nitelikte olmasını sağlamaktadır. Sebzelerin ve meyvelerin pişirilmesi, pektinlerin ve nişasta gibi kompleks şekerlerin çözünmesini sağladığından, gıda maddelerinin daha yumuşak ve daha kolay sindirilebilir hale gelmesine neden olmaktadır. Et ve balık ürünlerinde pişirme işleminde renkte değişimler meydana gelmektedir. Özellikle etin yapısında bulunan kollajen bağ dokunun yıkılmasıyla gevrek bir ürün ortaya çıkar [10].

Pişirme sırasında gıdada gerçekleşen en önemli reaksiyonlardan birisi Maillard reaksiyonudur. Maillard reaksiyonu birçok alt kademeden oluşan bir reaksiyon zinciridir [27]. Serbest bir amino asit ile indirgenmiş şeker arasında gerçekleşen bu reaksiyon sonucunda açığa çıkan ürün yelpazesi, reaksiyona giren amino asit ve şeker türüne göre değişiklik gösterir ve oldukça geniştir. Reaksiyon sonucunda düşük ve yüksek molekül ağırlığında birçok organik madde oluşur [28,29]. Isısal işlem, gıda içerisinde gerçekleşen Maillard reaksiyonları aracılığıyla

lezzet ve aromayı artırırken aynı zamanda besin öğelerinin indirgenmesi, biyolojik yararlılığın azalması, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve akrilamid oluşumu gibi gıdada istenilmeyen değişikliklere yol açmaktadır. Bu nedenle gıda işleme tekniklerinin son ürün üzerindeki etkilerinin dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir [30].

Sakkaroz, kuru formda 210˚C'ye kadar ısıtılır ise önce erir ve sonra sarıdan kahverengiye değişen bir renk alır. Bu olaya karamelizasyon adı verilir. karamelizasyon izomerizasyon ve polimerizasyon basamaklarını takip ederek şekerden suyun uzaklaştırılması işlemidir. Karamelizasyon sonucunda da renk değişimi gözlenir .Sakaroz eritildiği zaman (180-190˚C'de erir), renk reaksiyonundan başka, tipik karamelizasyon tadını oluşturan diasetil meydana gelmektedir [27].

Pişirme sırasında gıdada gerçekleşen diğer bir değişim, gıdada yapıyı oluşturan protein yapılarında gözlenen denatürasyondur. Proteinler belli işlevleri gerçekleştirmek üzere gıdalarda bulunan maddelerdir. Bir proteinin işlevini gerçekleştirebilmesi için aktif bölgelerinin doğru diziliş ve şekilde olması gerekir. Bu yüzden her proteinin yapısını ve işlevini belirleyecek bir katlanışı vardır. Belli sıcaklık değerleri üzerinde proteinlerin katlanışlarında açılmalar gözlenir ve protein yapısı değişerek işlevini yitirir. Bu olaya denatürasyon adı verilir. Protein denatürasyonu, gıdada pişirme sırasında gerçekleşen birçok fiziksel değişimden sorumludur. Örnek olarak, etteki kolajen ve aktin denatürasyonunun oranı, etin pişme sonucunda yumuşak veya sert olmasından sorumludur [31,32].

Gıdalarda pişirmenin en önemli etkilerinden biride gıdadan mikroorganizmaların uzaklaştırılmasıdır. Çiğ gıdaların, pişirilmeden tüketilmesi ya da uzun süre korunmasız bir ortamda bekletilmesi zararlı mikroorganizmaların çoğalmasına neden olmaktadır. Pişirme işleminde sıcaklığa bağlı olarak zararlı mikroorganizmaların bir kısmı ya da tamamı giderilebilmektedir [10]. Hava, nem, zaman, asidite ve sıcaklıktaki değişimler mikroorganizmaların oluşumunu ve çoğalmasını etkilemektedir. Pişirme işlemi sayesinde bakterilerin çoğalması durdurulabilmekte, güvenle yenebilen gıdalar elde edilebilmektedir [7].

3. HAVA FRİTÖZÜ

3.1. Hava fritözü (Airfryer) ile Pişirme tekniği

Günümüzde insanlar, derin yağda kızartmanın (Deep Frying=DF) sınırlamalarını aşmak için sıcak hava ile kızartma (Air Frying=AF) teknolojisi gibi alternatif kızartma teknikleri kullanılarak hazırlanabilecek az yağlı/yağsız gıdalarla ilgilenmektedir. Sıcak hava ile kızartma, yağa daldırmak yerine ısıtılmış havanın ürün çevresinde dolaştırıldığı bir yöntem olarak yemek pişirmede kullanılabilmektedir. Hava fritözü, bir ısıtıcı ile ısıtılabilen bir pişirme odası ve fritöze gerekli hava akışını sağlamaya yardımcı olan bir egzoz fandan oluşmaktadır [33,34]. Bu teknikte, kızarmış ürünler kabuk oluşana kadar kademeli olarak dehidrasyona uğramaktadır. Yapılan çalışmalarda, hava fritözünün, geleneksel kızartmaya göre üründeki yağ içeriğini %80 oranında azalttığı bilinmektedir. Ancak ürünün kabuk oluşumu, lezzeti, rengi, parlaklığı gibi

birçok duyusal özelliği düşük yağ içeriğinden etkilenebilmektedir. Bu nedenle, özellikle yağ içeriği, bileşimi ve yüksek kalite özelliklerine sahip kızarmış ürünleri hazırlamak için optimizasyon tekniği kullanılarak kızartma işleminin kontrol edilmesi gerekmektedir [35].

3.2. Hava Fritözünün Çalışma Prensibi

Hava fritözü konveksiyon prensibi ile çalışmaktadır (Şekil1). Ürün delikli derin bir hazne içerisine yerleştirilir. Isıtma elemanı elektriği kullanarak ısıyı üretir ve sirkülasyon fanı sayesinde yemeğin etrafında sıcak hava hızlı bir şekilde dolaştırılır. Bu dairesel hareket, sıcak havanın yiyeceğin tüm yüzeylerine ulaşmasını sağlar. Küçük, kapalı pişirme haznesi, ısının yiyecekleri hızlı ve verimli bir şekilde pişirmesini sağlar [36].

Şekil 1. Hava fritözünün şematik diyagramı

3.3. Hava Fritözünün Gıdalar Üzerindeki Etkisi

Hava fritözü ile kızartma işleminde az yağ kullanımı sebebiyle sağlıklı yiyecekler pişirmek mümkündür. Yapılan çalışmalar doğrultusunda geleneksel kızartma işlemine göre yağ içeriği oldukça düşük ürünler elde edilmektedir. Andres ve ark. [35], tarafından yapılan bir çalışmada patates örneklerini hava fritözünde ve derin yağda kızartmış, sonuç olarak hava fritözünde kızartılan patateslerin derin yağdaki patateslere oranla %90 daha az yağ içeriğine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Santos ve ark. [37], AF ve DF işlemlerinde kullanılan farklı bitkisel yağların (ayçiçek yağı, soya fasulyesi yağı, kanola yağı, zeytinyağı) kızartılan patateslerin kalitesi üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak hava fritözünde zeytinyağında kızartılan patateslerin yağ içeriğinin ortalama %70 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Teruel ve ark. [5] ise AF de kızartılan patates örneklerinin yağ içeriğinin (0,4 ila 1,1 g/100 g numune), DF de kızartılan patates örneklerinin yağ içeriğinden (5.6 ila 13.8 g/100 g numune) daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Abd ve ark. [33] hava fritözünde kızarttıkları tatlı patates örneklerinin, derin yağda kızartılmış patates örneklerine göre (150 °C'de 12 dk.) %90,1 oranında daha az yağ içerdiğini gözlemlemişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada Giovanelli ve ark. [38] hava fritözü, konveksiyonlu fırın ve mikrodalga fırın kullanarak patates kızartmasının kalite özelliklerini geleneksel kızartma yöntemine göre karşılaştırmışlardır. Hava fritözü, konveksiyonlu ve mikrodalga fırın ile kızartılan patateslerin geleneksel kızartma işlemindeki patateslere kıyasla %45-50 daha az yağ içeriğine sahip olduğu ancak renk, doku, tat ve aromanın geleneksel kızartma özelliklerinden önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Guedes ve ark. [39], yaptıkları çalışmada hava fritözünde kızartma işlemi ile elde edilen patates kızartmasının düşük toplam yağ ve düşük trans yağ asit içeriğine sahip olduğunu, duyusal panellerde çocuklar (11-13 yaş) ve gençler (14-25 yaş) tarafından ilgi gördüğünü, Kabul aralığında puan verenlerin %98 olup %80 inin de daha az yağ içeriğine sahip olmasına rağmen patates kızartmasını evlerinde tüketeceklerini ifade ettiklerini belirtmişlerdir.

Basuny ve ark. [40], derin yağda ve hava fritözünde kızartılan patates örneklerinin polimer içeriğinin sırasıyla %0,20 ve %0,07 civarında olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca, pişirmeden sonra mevcut olan oksitlenmiş yağ asitlerinin konsantrasyonları, DF ve AF için sırasıyla %0.13 ve %0.06'ya yükselmiştir. Son olarak, serbest yağ asidi içeriği geleneksel kızartma ile üretilen gıdalarda %0.09'dan % 0.22'ye yükselirken, hava fritözü ile üretilen gıdalarda sadece %0.09'dan %0.12'ye yükseldiğini belirtmişlerdir.

Hava fritözü ile kızartma işleminde gıdaların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Hava fritözü ile kızartılmış ürünlerin dezavantajlarından biri, derin yağda kızartma ile üretilen gıdalarla karşılaştırıldığında, ağızda daha kuru bir his bırakması gibi lezzet profilinde ve duyusal özelliklerinde farklılıklar gözlemlenmesidir. Hava fritözü teknolojisinin geleneksel kızartmadan daha yüksek besin kalitesi sunması ve düşük yağ içeriğine sahip olması, lipit bozunma ve oksidasyon olasılığını önlemesi nedeniyle daha sağlıklı kızarmış yiyecekler elde etmek için alternatif bir yöntem olarak görülmektedir [36].

Bordoloi ve ark. [41]. tarafından yapılan bir çalışma da AF ile kızartılmış patatesler şişkin ve kuru görünürken, derin yağda kızartılmış patateslerin ağızda ve dokuda yağlı bir his bıraktığı görülmüştür. Sıcak hava ile kızartılmış "unluluk" hissi veren patatesler, hücrelerindeki jelatinize nişastanın hacmindeki artışla ilişkilendirilmiştir.

Tian ve ark. [42], sıcak hava ve yağda kızartma işlemi sonrasında patateslerin mikroyapısını, nişasta jelatinizasyonunu ve sindirilebilirlik özelliklerini incelemişlerdir. AF de kızartma

işleminde %86'dan daha az jelatinleşme, %59'dan fazla nişasta sindirilebilirliği gözlemlerken, derin yağda kızartma da %91 jelatinleşme ve %54 sindirilebilirlik gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Sıcak hava ile kızartma, kompakt ve iyi bir mikro yapıya sahip numuneler üretirken, derin yağda kızartma işleminde, yağa batırılmış ve kabuklu yüzeylere sahip numuneler üretilmiştir.

Renk, kızarmış yiyeceklerin bir diğer önemli kalite özelliğidir. Abd ve ark. [33], tarafından yapılan çalışma da hava fritözünde kızartılmış tatlı patateslerin geleneksel kızartma yöntemine kıyasla renginin daha açık olduğu, sıcak hava ile kızartma işleminin numunelerde oluşan koyu rengi azaltma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir.

Shaker ve ark. [43], AF ve DF ile kızartılan patates dilimlerinde, tat, görünüm, renk, koku ve genel kabul edilebilirlik gibi organoleptik özelliklerinde hiçbir fark görülmediğini, ancak hava fritözü ile kızartılmış üründe gevreklik, sertlik ve yağ içeriği açısından daha kabul edilebilir sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir.

Fang ve ark. [44], tarafından yapılan bir çalışma da tilapia balık derisinin nem içeriğinin, DF ile kızartma için 6 dakikada, AF de ise bu olayın 10 dakikada yaklaşık %69'dan %2'ye düştüğünü, nem kaybı oranındaki bu farkın ısı transfer hızının sıvı fazda (dökme yağ) gaz fazından (yağ sisi) çok daha hızlı olması gerçeği ile ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Liu ve ark. [45], mersin balığı bifteğinin kalitesi, lezzeti ve sindirilebilirliği üzerine DF ve AF kızartma yöntemlerinin karşılaştırılması inceledikleri çalışmada, 15 dakika boyunca sıcaklığın (130, 160 ve 190°C) artmasıyla birlikte, AF ile kızartılan mersin balığı bifteğinin yüzeyinde nem içeriğinin önemli ölçüde azaldığını ve iç kısmının yapısının değişmediğini, Uygulanan doku özelliği analizi sonucunda, AF ile kızartılan mersin balığı bifteğinin gelişmiş elastikiyet ve yumuşak bir dokuya sahip olduğnu belirtmiştir. Kızarmış mersin balığı bifteğinin sindirilebilirliği kızartmadan sonra azalmasına rağmen, AF kızartılan mersin balığı bifteği mide ve bağırsakta hızla sindirilmiştir. Sonuç olarak, AF ile kızartılan mersin balığı bifteklerinin lezzetli, gevrek ve düşük yağ içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir.

Ghaitaranpour ve ark. [46], DF ve AF de kızartılan donut örneklerinin kabuk oluşumu üzerindeki etkileri araştırdıkları çalışmalarında, derin yağda kızartma işleminde daha yüksek sıcaklıkta (180°C' de) daha fazla kabuk oluşurken, hava fritözünde daha düşük sıcaklıkta (150°C' de) daha fazla kabuk oluştuğunu, derin yağda kızartılmış örneklerde kabuk oluşumunun alt ve yan bölümlerden başlarken, sıcak hava ile kızartılmış donutlarda kabuk oluşumunun üst kısımdan başladığını belirtmişlerdir.

Pişirme sıcaklığı ve süresi kaliteli kek üretimi için gerekli koşullar arasındadır. Azmi ve ark. [47] tarafından yapılan çalışma da airfryer veya konveksiyonlu fırında pişirilen ıslak keklerin hacmindeki değişim, nem içeriği ve dokusu üzerindeki pişirme sıcaklığı ve süresinin etkileri araştırılmıştır. Kekler farklı koşullar altında pişirilmiştir: Hem hava fritözü hem de konveksiyonlu fırın için 150 °C,160 °C ve 170°C de, pişirme süresi hava fritözü için 25, 30, 35

dk ve konveksiyonlu fırın için 35, 40, 45 dk olarak ayarlanmıştır. Sayısal optimizasyon yöntemine göre, hava fritözünde 150 °C'de 25 dakika, konveksiyon fırınında 150 °C'de 55 dakika optimum koşul olduğu görülmüştür. Bu optimize koşullar, daha yüksek hacim (%37,19), daha yüksek nem içeriği (%28,80), daha düşük kırıntı sertliği ve çiğnenebilirlik (sırasıyla 5,05 N ve 1,42 N) ve ayrıca daha yüksek genel kabul puanı (5,70) ile sonuçlanmıştır. Ayrıca hava fritözündeki hızlı hava akımı varlığında, minimum pişirme sıcaklığı, daha kısa pişirme süresi ile yüksek kaliteli ıslak kek üretmenin mümkün olduğunu belirtmişlerdir.

Fikry ve ark.[48], tarafından iki farklı kızartma (AF ve DF) işlemi İLE optimum kızartma koşulları (178.8 °C ve 11 dakika) kullanılarak elde edilen falafel (nohut köftesi) örneklerinde; hava fritözünde kızartılmış falafel örneklerinin, yağda kızartılmış falafel örneklerinden daha gevrek, yağ içeriği daha düşük ve görünüm olarak daha kabul edilebilir bir yapıya sahip olduğunu belirtmiştir.

Kızartma veya fırınlama gibi işlemler sırasında gıdanın sıcaklığının 120 ºC'yi aşmasıyla amino asitlerin (özellikle asparagin) ve indirgen şekerlerin (özellikle glikoz ve fruktoz) Maillard reaksiyonu sonucu akrilamid meydana gelmektedir. Akrilamid, yüksek nişasta içeriğine sahip gıdaların kızartma işlemi sırasında ortaya çıkmaktadır [40].

Basuny ve ark. [40], DF ile kızartılmış patateslerin akrilamid seviyeleri 290 ppm iken, AF ile kızartılmış patateslerin akrilamid seviyeleri 78 ppm olduğunu; AF ile kızarılmış patateslerin akrilamid içeriğinin, DF ile kızartılmış patateslere kıyasla daha düşük olduğunu, Bunun nedeninin de AF işleminde daha düşük sıcaklıkların kullanılmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Sansano ve ark. [49], farklı kimyasal çözeltilerin (sitrik asit, glisin, kalsiyum laktat, sodyum klorür veya nikotinik asit [B3 vitamini]) patateslerin kızartılmasında ön işlem olarak kullanılması sonucu AF ve DF ile kızartılmasında akrilamid seviyesindeki değişimleri incelemişlerdir. Hava fritözü, bir ön işlem uygulamasına gerek kalmadan yağda kızartmaya kıyasla akrilamid içeriğini yaklaşık %90 azaltmıştır. Ön işleme tabi tutulan derin yağda kızartılmış patatesler, ön işleme tabi tutulmamış numunelere göre çok daha düşük akrilamid seviyelerine (%80 ila %90'a kadar azalma) sahip olduğu belirtilmiştir.

Zhua ve ark. [50], tarafından AF ve DF kızartma işlemlerinin tavuk etindeki serbest ve proteine bağlı CML (karboksimetil lizin) ve CEL (karboksietil lizin) değerlerinin üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, AF ile kızartılan tavuklarda, DF ile kızartmaya kıyasla oksidasyon, Maillard reaksiyonu, CML ve CEL değerlerinin azaldığını gözlemlemişlerdir.

Lipidlerin doymamışlık derecesi arttıkça daha büyük ölçüde polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) oluşumu meydana geldiği görülmektedir [51]. Bu durum, doymamış yağ asitlerinin ısıtma sırasında oksidasyona daha yatkın olmasına bağlanabilmektedir [52]. AF ile kızartılan numunelerin, DF ile kızartılmış olanlardan daha düşük akrilamid ve toplam PAH içeriği sergilemesinin nedeni, daha düşük yağ içeriğine sahip olmasına bağlanabilmektedir [53].

Caattivelli ve ark. [54], yaptıkları çalışma sonucunda AF ve DF kızartma işlemlerinin kırmızı kabuklu soğanın fenolik profilini niceliksel ve niteliksel açıdan etkilediğini gözlemlemişlerdir. Ham numune ile karşılaştırıldığında, her iki işlem için de fenolik bileşiklerde bir artış bulunmuş, ancak hava fritözünde kızartma sonrasında görülen artışın daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Fenolik bileşiklerin artışı esas olarak kızartma sırasında gözlenen su kaybının bir sonucudur, ancak hava ile kızartma işlemi fenolik bileşiklerin bozunmasını engellemiştir. In vitro sindirimden sonra, sıcak hava ile kızartılmış soğan, aynı zamanda en yüksek biyoerişilebilirlik indeksini gösteren yüksek miktarda fenolik bileşiğin ortaya çıkmasına neden olduğu görülmüştür. Bu nedenle hava fritözü işleminin, sağlık açısından yararları daha düşük yağ içeriği ve polar toksik bileşiklerle ilişkisinin yanı sıra sindirim sırasında fenolik bileşiklerin daha fazla salınmasıyla da ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Çeşitli geleneksel pişirme yöntemlerine (gazlı ocak (buhar), mikrodalga ve Hava Fritözü) tabi tutulmuş balkabaklarını biyoaktif bileşiklerinin korunmasında ve fiziksel-kimyasal değişimlerinde en iyi pişirme yönteminin hangisi olduğu araştırılmıştır. Sonuç olarak, De Paula ve ark. [55], hava fritözü ile pişirme yönteminin balkabağında bulunan fenolik bileşikleri ve antioksidanları korumak için en iyi pişirme yöntemi olduğunu, ancak duyusal değerlendirme açısından mikrodalga pişirme yönteminin en iyi yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Giovanelli ve ark. [38], hava fritözünün geleneksel kızartma işlemine kıyasla %70 daha fazla enerji tasarrufu sağladığını belirtmiştir.

Sonuç olarak, AF ile pişirme tekniğinin akrilamid ve polar bileşiklerin miktarının azaltılması, yağ oranının çok düşük olması, yiyecekleri kızartırken ekstra yağ eklemeye gerek olmaması, nişasta jelatinizasyonunun düşük olması, işlem süresinin uzun olması, derin yağda kızartılmış ürünlere kıyasla tatta hoş olmayan farklılıkların olması gibi avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır [5,34].

4. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında hava fritözünün pişirme tekniği, çalışma prensibi, gıda güvenliği ve ürün kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Gıda güvenliği ve kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda hava fritözünün ürünlerde az yağ kullanımı nedeniyle bitkisel yağ giderlerinin düşürülmesi, çevreyi kirleten emisyonların azaltılması, sağlıklı beslenme arayışındaki tüketicilere iyi bir alternatif pişirme tekniği olması gibi avantajlara sahip olduğu görülmektedir. Son günlerde birçok eve giren bu teknolojik ürün enerji tasarrufu sağlarken, taşınabilir olması nedeniyle de evlerde kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca klasik kızartma yöntemine göre kokusuz olması da avantajlarından biridir.

Sağlık açısından; yağ kullanımının az olması nedeniyle hipertansiyon, kolesterol ve kalp rahatsızlıkları olan orta yaşlı ve yaşlı insanlar için uygun bir pişirme tekniği olma potansiyelindedir. Ancak bir kızartma işlemi uygulaması olduğu için yüksek sıcaklıklarda

uygulanması nedeniyle son ürünün akrilamid içeriği de dikkate alınmalıdır. Yapılan çalışmalarda akrilamid oluşum oranını azalttığı belirtilse de, bu yöntemle kızartma işlemiyle üretilen ürünlerin tüketim miktarına dikkat edilmelidir.

Tekstürel yapı açısından derin yağda kızartmaya kıyasla hava fritözünde kızartmada kompakt ve iyi bir mikro yapıya sahip ürünler üretilirken, derin yağda kızartma işleminde, yağa batırılmış ve kabuklu bir yüzeye sahip ürünler üretilebilmektedir. Hava fritözü ile kızartılmış ürünün kütle kayıplarının derin yağda kızartmaya göre daha yüksek olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir.

Maliyeti nispeten düşük olan bu yeni teknolojik ürünün endüstriyel gıda ürünleri için uygun boyutlarda üretimi bulunmamaktadır. Ürünün endüstriyel boyutlarda örneklerinin geliştirilmesi ve son ürünlerin sağlık ilişkisini ortaya koyacak bilimsel çalışmaların artırılması gerekmektedir.

5. KAYNAKÇA

[1] Matt, N. (2015). İnsanı İnsan Yapan Şey Yemek Pişirmek Mi? www.nationalgeographic.com.tr (Erişim tarihi: 10.01.2018)

[2] Baltalı, B., *Sous-vide Pişirme Tekniği Temel Aktörlerinin Farklı Turizm İşletmeleri Bağlamında Değerlendirilmesi: İstanbul Örneği*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2019.

[3] Choe, E., Min, D.B., (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. Journal of Food Science, 72(5): 77-86.

[4] Cahill, L.E., Pan, A., Chiuve, S.E., Sun, Q., Willett, W.C., Hu, F.B. (2014). Fried-food consumption and risk of type 2 diabetes and coronary artery disease: a prospective study in 2 cohorts of us women and men. The American Journal of Clinical Nutrition, 100(2): 667- 675.

[5] Teruel, M. D. R., Gordon, M., Linares, M. B., Garrido, M. D., Ahromrit, A., & Niranjan, K. (2015). A comparative study of the characteristics of french fries produced by deep fat frying and air frying. Journal of Food Science, *80*(2), E349-E358

[6] Usman, M., Vanhaverbeke, W. How Start-Ups Successfully Organize And Manage Open İnnovation With Large Companies. European Journal Of Innovation Management, January, 2017.

[7] Gisslen, W., *Professional cooking, college version*. John Wiley & Sons, January, 2010.

[8] Labennsky, S.R. ve Hause, A.M. (1999). On cooking - A textbook of culinary fundamentals. (2. baskı). Chapter 9: "Principles of cooking".

[9] Culinary Fundamentals (2006). 'Food science basics'. The American Culinary Federation St. Augustine, Florida. Compiled by the Culinary Institude of America, NY, s.67- 76.

[10] Larousse Gastronomique (2005). İstanbul: Oğlak Yayıncılık

[11] Light, N., Walker, A. (1990). Cook-chill catering: technology and management. chapter 8 'cooking in vacuumised containers- sous-vide cuisine. Applied Science. P.157- 178.

[12] Güldemir, O., *Yiyecek İçecek Yönetimi*., Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2015

[13] Konak, İ.K., Certel, M., Helhel, S. (2009). Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(3): 20-31.

[14] Oliveira, M.E.C. and Franca, A.S. (2002). Microwave heating of foodstuffs. J Food Eng, 53, 347-359.

[15] Knutson, K.M., Marth, E.H. and Wagner, M.K. 1987. Microwave heating of food. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 20, 101-110.

[16] Svanberg, S. M., Suortti, T., & Nyman, E. M. G. L. (1997). Physicochemical changes in dietary fiber of green beans after repeated microwave treatments. journal of food science, 62(5), 1006-1010.

[17] Fasina, O., Tyler, B., Pickard, M., Zheng, G.H., Wang, N., (2001). Effect of infrared heating on the properties of legume seeds. International Journal of Food Science and Technology 36: 79-90.

[18] Skjöldebrand, C., (2002). Infrared processing. ın the nutirition handbook for food processors, Edited by C.J.K. Henry, C. Chapman, Boca Raton, Florida, 423-432p.

[19] Kim, S.Y., Jeong, S.M., Jo, S.C., (2006). Application of far infrared radiation in manufacturing of process green tea. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 9943-9947.

[20] Skjöldebrand, C., (2001). Infrared heating. ın thermal technologies in food processing, Edited by R. Richardson, Boca Raton, Florida, 208-227p.

[21] Jun, S., Krishnamuraty, K., Irudayaj, J., Demirci, A., (2011). Fundementals and theory of ınfrared radiation. ın ınfrared heating for food and agricultural processing, Edited by Z. Pan, G.G. Atungulu, Boca Raton, Florida. 1-18p.

[22] Sakai, N., Mao, W., (2006). Infrared heating. ın thermal food processing new technologies and quality ıssues, Edited by D.W. Sun, Boca Raton, Florida, 493-527p.

[23] Sumnu, S.G., Özkoç, S.Ö., (2011). Infrared baking and roasting. ın ınfrared heating for food and agricultural processing, Edited by Z. Pan, G.G. Atungulu, Boca Raton, Florida. 203-225p.

[24] Severson, K. (2010). "İndüksiyon aşçılığı evlere girebilecek mi?", New York Times Haberleri. www.sabah.com.tr (Erişim tarihi:15.08.2018).

[25] Yu, X., Li, L., Xue, J., Wang, J., Song, G., Zhang, Y., & Shen, Q. (2020). effect of air-frying conditions on the quality attributes and lipidomic characteristics of surimi during processing. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 60, 102305.

[26] Öney, H. (2016). Gastronomi Eğitimi Üzerine Bir Değerlendirme. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 35, 193-203.

[27] Belitz H.D., Grozch W., *Food Chemistry*, Springer-Verlag Berlin Heildelberg, Germany,1999

[28] Valentas K.J., Rotstein E., Singh R.P.,. *Handbook of Food Engineering Practice*, CRC Press LLC, Florida, 1997

[29] Parliament T.H., Morello M.J., McGorrin R.J., (1994). Thermally generated flavors maillard, microwave and extrusion processes, American Chemical Society Publishers, Washington.

[30] Tritscher, A. (2004), Human health risk assesment of processing-related compounds in food. Toxicology Letters. 149 177-186.

[31] Barham P., *The Science of Cooking*, Springer-Verlag Berlin Heildelberg, Germany.,2001

[32] Califano A.N., Bertola N.C., Bevilacqua A.E., Zaritzky N.E., (1997). effect of processing conditions on the hardness of cooked beef, Journal Of Food Engineering, 34, 41-54.

[33] Abd Rahman, N. A., Abdul Razak, S. Z., Lokmanalhakim, L. A., Taip, F. S., & Mustapa Kamal, S. M. (2017). Response surface optimization for hot air-frying technique and its effects on the quality of sweet potato snack. Journal of Food Process Engineering, 40(4), E12507.

[34] Zaghi, A. N., Barbalho, S. M., Guiguer, E. L., & Otoboni, A. M. (2019). frying process: from conventional to air frying technology. Food Reviews International, 35(8), 763-777.

[35] Andrés, A., Arguelles, Á., Castelló, M. L., & Heredia, A. (2013). Mass transfer and volume changes in french fries during air frying. Food and Bioprocess Technology, 6(8), 1917-1924.

[36] Wang, Y., Wu, X., Mcclements, D. J., Chen, L., Miao, M., & Jin, Z. (2021). effect of new frying Technology on Starchy Food Quality. Foods, 10(8), 1852.

[37] Santos, C. S., Cunha, S. C., & Casal, S. (2017). Deep or air frying? a comparative study with different vegetable oils. European Journal of Lipid Science and Technology, 119(6), 1600375.

[38] Giovanelli, G., Torri, L., Sinelli, N., & Buratti, S. (2017). Comparative study of physico-chemical and sensory characteristics of french fries prepared from frozen potatoes using different cooking systems. European Food Research and Technology, 243(9), 1619-1631.

[39] Guedes, A. M. M., SÁ, D., Antoniassi, R., Wilhelm, A. E., De Faria-Machado, A. F., & Torrezan, R. (2022). Nutritional Characteristics and Sensory Acceptability of Reduced-Fat French Fries.

[40] Basuny, A. M. M., & Oatıbı, H. H. A., (2016). Effect of a novel technology (air and vacuum frying) on sensory evaluation and acrylamide generation in fried potato chips. Banat's Journal of Biotechnology, 7(14).

[41] Bordoloi, A., Kaur, L., & Singh, J. (2012). Parenchyma cell microstructure and textural characteristics of raw and cooked potatoes. Food Chemistry, 133(4), 1092-1100.

[42] Tian, J., Chen, S., Shi, J., Chen, J., Liu, D., Cai, Y. & Ye, X. (2017). Microstructure and digestibility of potato strips produced by conventional frying and air-frying: an in vitro study. Food Structure, 14, 30-35.

[43] Shaker, M. A. (2014). Air frying a new technique for produce of healthy fried potato strips. J. Food Nutr. Sci, 2(4), 200-206.

[44] Fang, M., Huang, G. J., & Sung, W. C. (2021). Mass Transfer and Texture Characteristics of Fish Skin During Deep-Fat Frying, Electrostatic Frying, Air Frying and Vacuum Frying. LWT, 137, 110494.

[45] Liu, L., Huang, P., Xie, W., Wang, J., Li, Y., Wang, H., & Zhao, Y. (2022). Effect of air fryer frying temperature on the quality attributes of sturgeon steak and comparison of its performance with traditional deep fat frying. Food Science & Nutrition, 10(2), 342-353.

[46] Ghaitaranpour, A., Koocheki, A., Mohebbi, M., & Ngadi, M. O. (2018). Effect of deep fat and hot air frying on doughnuts physical properties and kinetic of crust formation. Journal of Cereal Science, 83, 25-31.

[47] Mior Zakuan Azmi, M., Taip, F. S., Mustapa Kamal, S. M., & Chin, N. L. (2019). Effects of temperature and time on the physical characteristics of moist cakes baked in air fryer. Journal of Food Science and Technology, *56*(10), 4616-4624.

[48] Fikry, M., Khalifa, I., Sami, R., Khojah, E., Ismail, K. A., & Dabbour, M. (2021). Optimization of the frying temperature and time for preparation of healthy falafel using air frying technology. Foods, 10(11), 2567.

[49] Sansano, M., Juan-Borrás, M., Escriche, I., Andrés, A., & Heredia, A. (2015). Effect of pretreatments and air-frying, a novel technology, on acrylamide generation in fried potatoes. Journal of food science, 80(5), T1120-T1128.

[50] Zhu, Z., Huang, M., Cheng, Y., Khan, I. A., & Huang, J. (2020). A comprehensive review of nε-carboxymethyllysine and nε-carboxyethyllysine in thermal processed meat products. Trends in Food Science & Technology, 98, 30-40.

[51] Kim, H. J., Cho, J., & Jang, A. (2021). Effect of charcoal type on the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled meats. Food Chemistry, 343, 128453.

[52] Cossignani, L., Giua, L., Simonetti, M. S., & Blasi, F. (2014). Volatile compounds as indicators of conjugated and unconjugated linoleic acid thermal oxidation. European Journal of Lipid Science And Technology, 116(4), 407-412.

[53] Lee, J. S., Han, J. W., Jung, M., Lee, K. W., & Chung, M. S. (2020). Effects of thawing and frying methods on the formation of acrylamide and polycyclic aromatic ydrocarbons in chicken meat. Foods, 9(5), 573.

[54] Cattivelli, A., Di Lorenzo, A., Conte, A., Martini, S., & Tagliazucchi, D. (2023). Red-skinned onion phenolic compounds stability and bioaccessibility: A comparative study between deep-frying and air-frying. Journal of Food Composition and Analysis, 115, 105024.

[55] De Paula, A. S., Martins, A. H., Kramer, L. C. S., & Da Silva, J. A. M. (2019). Influêncıas dos métodos de cocção na preservação de antıoxıdantes e compostos bıoatıvos, análise físıco-químıca e sensorıal em abóbora cabotıá (curbita moschata duch). Fag Journal of Health (Fjh), 1(2), 11-23.

PARABOLİK GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜ TASARIMINDA PERFORMANS ANALİZİ

Doç. Dr. Filiz ÖZGEN[1], Arş. Gör. Dr. Erman ÇELİK[2], Uğurcan YARDIMCI[3], Ayşe TAŞKAN[4], Övünç TÜMER[5], Cengizhan ÖZDEMİR[6]

[1]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., filizozgen@gmail.com, 0000-0003-2278-2093

[2]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., ermancelik1@gmail.com, 0000-0002-4254-9611

[3]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Enerji Sist. Müh. Böl., ugurcan.yardimci@gmail.com, 0000-0001-6511-4058

[4]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., aysetaskan0@gmail.com, 0000-0002-9835-5402

[5]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., ovunc.tumer88862@gmail.com, 0000-0001-5231-0850

[6]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., ozdemircengizhan30@gmail.com, 0000-0001-9103-684X

ÖZET

Enerji iş yapabilme yeteneği olup günümüzde çok önemli bir yere sahiptir. Enerji kaynaklarının başında petrol, fosil yakıtlar, kömür, doğal gaz gibi kaynaklar gelir ve bu kaynaklar da tükenme aşamasındadır. Bu kaynakların tükenebilecek olması insanları farklı enerji kaynakları arayışına yönlendirmiştir. Fosil yakıtların oluşması fosilleşmiş bitki ve hayvanlardan çok uzun süreler geçmesi sonucunda elde edilmektedir. Üretim ve kullanım aşamalarındaki emisyonlar sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına nazaran çevresel etkileri oldukça yüksektir. Aynı zaman da organizmaların içeriklerine bakıldığında canlı organizmalar olduğu için karbon içeriği fazladır. Fosil yakıtlar, petrol, gazlar vs. yenilenemeyen enerji kullanımının önüne geçmek adına büyük önem arz etmektedir. Bu sebepten dolayı sürdürebilir bir enerji sağlamak amacıyla üretilen ve teknoloji açısından önemli bir yere sahip olan parabolik oluklu güneş toplayıcıları önemli enerji toplama mekanizmasıdır ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının başında yer alır. Parabolik oluk tipi güneş kolektörleri, güneş enerjisi alanında çizgisel odaklama yapabilen orta sıcaklık, yüksek sıcaklık grubunda yer alan yoğunlaştırıcı sistemlerdir. Sistemin birçok parçası olmasına rağmen en önemli iki kısmı tutucu borusu ve yansıtıcı kısmıdır. Bu çalışmada, çift oluklu ve tutucu boru çapının değişimi ile diğer koşulları da göz önünde bulundurarak daha öncesinde yapılmış var olan verilere göre kıyaslamalar yapılmış ve kullanılan denklemler verilerek analiz edilmiştir. Parabolik oluk tipi kolektörlerin ısıl analiz etkisi ile aktardığı enerji tespiti yapılmıştır. Tasarımı belirleyen en önemli unsurlar arasında emici boru et kalınlığı ve minimum emici boru çapı, cam örtü çapı malzemeleri seçilmiştir. Bu parametreler göz önünde bulundurulduğunda, emici (tutucu) boru çapı arttığında akışkana aktarılmış olan ısı miktarının azaldığını gözlemlenmiştir. Diğeri ise emici (tutucu) boru et kalınlığı ve cam örtü çapının ısıl başarıma etki etmeyecek kadar az bir tesiri olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Parabolik oluklu toplayıcılar, Enerji, Isı, Güneş enerjisi, Verimlilik, Tutucu boru.

1. GİRİŞ VE LİTERATÜR TARAMASI

Dünya genelinde hızla nüfusun artması, yaşam standartların modernleşmesi, teknolojinin gelişmesi ve daha pratik bir hal alması neticesinde enerji tüketiminde artış söz konusudur. Bu enerjinin karşılanabilmesi için gerekli hammaddelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçların büyük çoğunluğunu fosil yakıtlardan temin ettiğimiz için ortaya çıkan ve bunların başında da çevre kirliliği sorunlarının geldiği enerji kaynaklarını geride bırakmak amacıyla insanoğlu maliyeti ve çevreye olan zararı minimize edilmiş olan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya başlamıştır. Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında en çok tercih edilendir. Literatürde güneş enerjisi ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur [1-2].

Literatürde parabolik oluk tipli kolektörler için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ozgen ve diğerleri [3], yutucu yüzeyi silindirik teneke kutulardan imal edilmiş bir güneş kollektörünün tasarımını yapmışlardır. Kollektör üzerine yerleştirilen engellerin güneş enerjisini daha fazla toplayarak, ısı transfer veriminin arttığını görmüşlerdir. Çolak [4], çalışmasında parabolik oluk tipi güneş kolektörlerinin tasarımı, imalatı ve geliştirilmesi ile ilgili araştırmalarını sunmuştur. Matematiksel modeller geliştirerek literatüre katkı sağlamıştır. Bakos [5], sürekli parabolik oluk kolektörün iki eksenli takip sistemi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Elde ettiği sonuçları literatürdeki sabit yüzeyli kolektör ile kıyaslanmıştır. Valan Arasu ve Sornakumar [6], sıcak su üreten parabolik tip bir kolektör tasarlamıştır. Tasarladıkları kollektörlerin üretimini yaparak çalışmalarının kabul görmesini sağlamışlardır. Garcia-Valladeres ve Velazquez [7], oluklu tip parabolik güneş kolektörlerinin ısıl yönden davranışlarını araştırmışlardır. Kullandıkları kollektörlerin ısı kayıplarını aza indirdiğini görmüşlerdir. Fadar ve diğerleri [8], yeni nesil parabolik tip yoğunlaştırıcı güneş soğutma sistemi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Elde ettikleri modelin sayısal çalışmasını da yaparak, literatürde var olan çalışmalar ile kıyaslamışlardır.

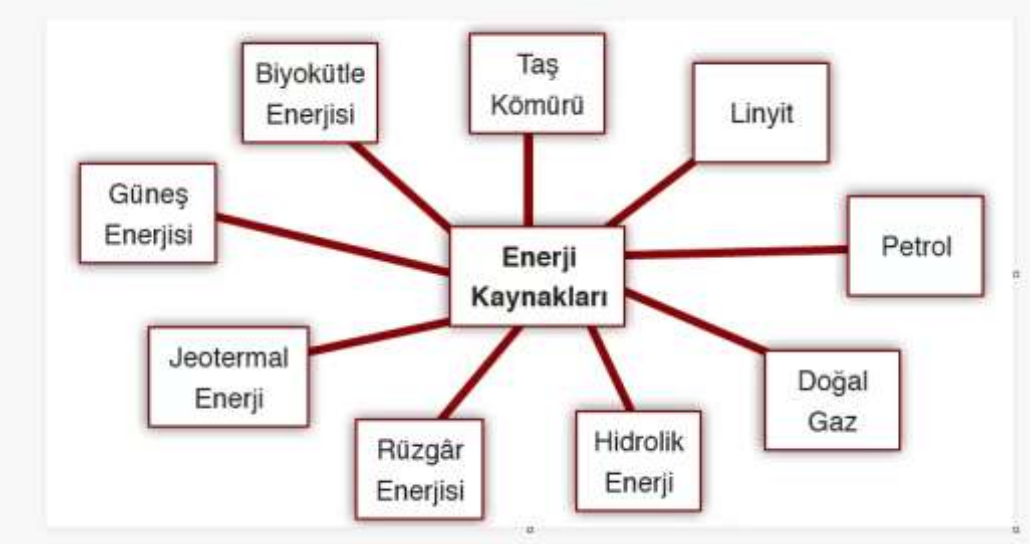
2. ENERJİ KAYNAKLARI VE PARABOLİK OLUK TİPİ GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ

Parabolik oluk tipi güneş kolektörlerinde, boru içinden geçen akışkanın enerjiyi almasıyla, akışkan sıcaklığı yükselir. Yansıtıcı yüzeyler parabolik şekilde tasarlanmıştır ve gelen enerji, boru içindeki akışkana verilerek akışkanın sıcaklığında artış olur. Bu tip kolektörler sayesinde yüksek sıcaklıklara çıkılabilir. Dünya genelinde fosil yakıt rezervi yıllara göre Çizelge 1’ de belirtilmiştir.

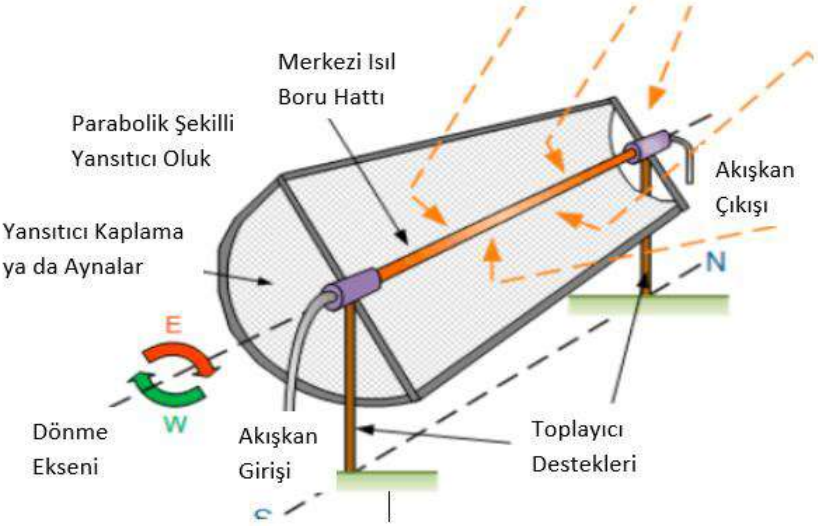
Çizelge 1. Fosil yakıtların dünyadaki rezervleri [9].

Yıl	Fosil Enerji Kaynağı	Bölgeler					
		Kuzey Amerika	Güney ve Orta Amerika	Avrupa ve Batı Asya	Orta Doğu	Afrika	Pasifik Asyaj
1988	Petrol (milyar varil)	100	69.2	77.3	653	59	39.9
	Doğal gaz (trilyon m^3)	9.51	4.79	44.53	34.34	7.68	8.86
	Kömür (milyon ton)	-	-	-	-	-	-
1998	Petrol (milyar varil)	65.3	95.6	104.9	684.3	77.2	41.3
	Doğal gaz (trilyon m^3)	7.24	6.35	59.09	53.17	10.77	11.39
	Kömür (milyon ton)	-	-	-	-	-	-
2007	Petrol (milyar varil)	71.3	123.5	144.6	755	125.3	41.3
	Doğal gaz (trilyon m^3)	8.88	7.27	57.39	74.17	14.57	14.80
	Kömür (milyon ton)	-	-	-	-	-	-
2008	Petrol (milyar varil)	70.9	123.2	142.2	754.1	125.6	42
	Doğal gaz (trilyon m^3)	8.87	7.31	62.89	75.91	14.65	15.39
	Kömür (milyon ton)	246097	15006	272246	33399	259253	

Bu nedenlerden dolayı fosil kaynaklarının kullanımını azaltmak için yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı yaygınlaşmıştır çünkü fosil kaynaklı yakıtlar gibi çevreye bir zararı yoktur. Bu tür enerji kaynakları Görsel 1' de, parabolik oluklu sistemlerin genel yapısı ise Görsel 2' de verilmiştir.



Görsel 1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

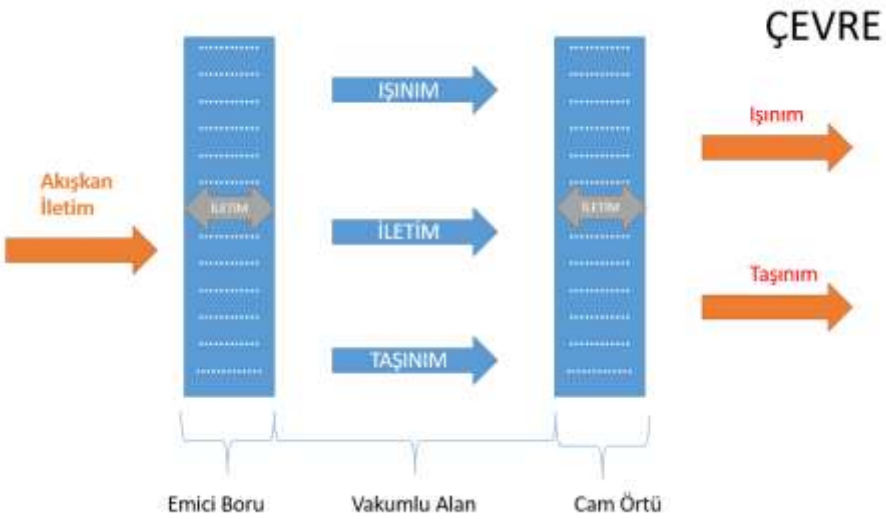


Görsel 2. Parabolik oluklu sistemlerin genel yapısı [10].

Parabolik şekilli oluk tipi güneş sistemleri yansıtıcı, absorber, destek yapısı ve takip sistemi olmak üzere 4 ana bileşenden oluşur. Güneş ışınları en başta sistemin yansıtıcı yüzeyine gelir ve emici boruya aktarılır. Bu transferler sonucunda içeride bulunan akışkanın sıcaklığı yükselir. Bu amaç doğrultusunda sistemde kullanılacak malzemeler oldukça önem arz etmektedir.

3. YAPILAN ÇALIŞMA

Isıl analiz verilen sınır şartlarını kullanarak sistem üzerindeki her noktanın sıcaklık dağılımını belirleyen çalışmalardır. Görsel 3' de ısı transfer türleri şekilsel olarak gösterilmiştir.



Görsel 3. Akışkanın çevreye olan ısı transferi modellemesi

Emici boru ile cam tüpünden çevreye olan ısı kaybı Qk'dır ve aşağıdaki denklem ile hesaplanabilmektedir [10].

$$Q_k = \frac{2\pi k_{eff} L}{\ln\left(\frac{D_{eöi}}{D_{ebd}}\right)}\left(T_{eb,ort} - T_{cöi}\right) + \frac{\pi D_{ebd} L\sigma\left(T_{eb,ort}{}^4 - T_{cöi}{}^4\right)}{\frac{1}{\varepsilon_{eb}} + \frac{1-\varepsilon_{cö}}{\varepsilon_{cö}}\left(\frac{D_{ebd}}{D_{cöi}}\right)} \quad (1)$$

(1) eşitliği en sade şekliyle şu şekilde verilebilir:

$$Q_k = (h_{ebt} + h_{ebt})(T_{eb,ort} - T_{cöi}) \quad (2)$$

Doğal taşınım ısı transfer katsayısı h_{ebt}, Raithby ve Hollands'a ait bilgiler yardımıyla [10], k_{eff} etkin iletim katsayısı ile birlikte aşağıdaki gibi sunulmuştur [11].

$$h_{ebt} = \frac{2 * k_{eff}}{D_{ebd} * \ln\left(\frac{D_{cö}}{D_{ebd}}\right)} \quad (3)$$

$$\frac{k_{eff}}{k} = 0{,}317(Ra)^{1/4} \quad (4)$$

$$\frac{k_{eff}}{k} = 0{,}317(Ra)^{1/4} \quad (5)$$

$$Ra = \frac{g * \beta * \Delta T * L^3}{\alpha * \vartheta} \quad (6)$$

Eşitlik (2) deki $h_{ebı}$ katsayısı denklem (7)' deki gibi tanımlanır [10].

$$h_{ebt} = \frac{\sigma\left(T_{ebd}^2 + T_{cöi}\right)\left(T_{ebd} + T_{cöi}\right)}{\frac{1-\varepsilon_{eb}}{\varepsilon_{eb}} + \frac{1}{F_{rc}} + \left(\frac{1-\varepsilon_{cö}}{\varepsilon_{cö}}\right)\frac{D_{ebd}}{D_{cöi}}} \quad (7)$$

Cam örtünün iç-dış yüzey arasındaki ısı iletim, ışınım ve taşınım ısı transferi denklem (8-11)' daki formüller ile hesaplanabilir;

$$Q_k = \frac{2\pi k_{cö} L\left(T_{cöi} - T_{cöd}\right)}{\ln\left(\frac{D_{cöd}}{D_{cöi}}\right)}$$

(8)

$$Q_k = \pi D_{cöd} L h_w\left(T_{cöd} - T_a\right) + \varepsilon_{cö}\pi D_{cöd} L\sigma\left(T_{cöd}^4 - T_g^4\right) \quad (9)$$

$$Q_k = U_L A_{ebd}\left(T_{ebd} - T_a\right) \quad (10)$$

$$U_L = \left(\frac{1}{(h_{ebt}) + (h_{ebi})} + \left(\frac{1}{(h_{cöt}) + (h_{cöi})}\left(\frac{A_{ebd}}{A_{cö}}\right)\right)\right)^{-1} \quad (11)$$

U_o katsayısı ise aşağıdaki denklemde belirtilmiştir [10].

$$U_0 = \left[\frac{1}{U_L} + \frac{D_{ebd}}{h_a D_{\ ebi}} + \frac{D_{ebd}\ln\left(D_{ebd} - D_{ebi}\right)}{2k_{ebi}}\right]^{-1} \quad (12)$$

Boru içi akışlar taşınım yoluyla olur ve ısı transferinin türüne göre hesaplamalar yapılabilir ve ısı transfer türü Nusselt sayısı ve Reynolds sayısı hesaplanarak belirlenir. Nusselt sayısı;

$$Nu = 0{,}23Re^{0{,}8}Pr^{0{,}4} \quad (13)$$

formülü ile hesaplanır ve burdan yola çıkarak aşağıdaki denklemler verilebilir;

$$Re = \frac{VD_{ebi}}{\vartheta_a} = \frac{\rho_a D_{ebi}}{\mu_a} \quad (14)$$

$$Pr = c_s \frac{\mu_a}{k_a} \quad (15)$$

$$Nu = \frac{h_a D_{ebi}}{k_a} \quad (16)$$

$$h_a = \frac{Nu * k_a}{D_{ebi}} \quad (17)$$

$$V = \frac{\dot{m}}{\rho_a(\frac{\pi}{4}D_{ebi}^2)} \quad (18)$$

Birim kolektör boyundaki akışkana aktarılan ısı aşağıdaki şekildedir;

$$\dot{q}_k = \frac{A_{aa} G I_{YI}}{L} - \frac{A_{ebd} U_L}{L}(T_{ebd} - T_a) \quad (19)$$

(T_{ebd}) sıcaklığı bilinmektedir. Eşitliklerde (T_{ebd}) değeri yok edilerek ısı transfer akışkanı ortalama sıcaklığı (T_s) kullanılarak hesaplama kolaylığı sağlanmıştır. Denklem (20) kullanılarak T_{ebd} yerine T_s yazılabilir [10]. Kollektör ısıl kazanç faktörü (F_R)' dir ve takip eden denklemlerde verilmiştir.

$$F' = \frac{1/U_L}{\frac{1}{U_L} + \frac{D_{ebd}}{h_a D_{ebi}} + (\frac{D_{ebd}}{2k_{eb}} \ln\left(\frac{D_{ebd}}{D_{ebi}}\right))} \quad (20)$$

$$\dot{q}_k = F' \frac{A_{aa}}{L}[GI_{YY} - \frac{A_{ebd}}{A_{aa}} U_L(T_s - T_a)\ ] \quad (21)$$

$$F' = \frac{F_R}{F_I} = \frac{\dot{m}c_s}{A_{ebd}U_L F_I}[1 - \exp\left(-\frac{A_{ebd}U_L F_I}{\dot{m}c_s}\right)] \quad (22)$$

$$F'' = \frac{F_R}{F_I} = \frac{\dot{m}c_s}{A_{ebd}U_L F_I}[1 - \exp\left(-\frac{A_{ebd}U_L F_I}{\dot{m}c_s}\right)] \quad (23)$$

Eğer kollektörde sıcaklık artışı yoksa F_R yerine F' kullanılır. Bu da akışkana aktarılan enerjiyi tespit etmek için yeterlidir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan bu çalışmada bir parabolik oluk tipi kolektörlerin ısıl analiz etkisi ile aktardığı enerji tespiti yapılmıştır. Çalışmada verilen denklemler kullanılarak bazı değerler elde edilmiştir. Parabolik güneş kolektörünün uzunluğu 46 m, açık alanı 240 m^2, modül sayısı 4, modül açıklığı 5, modül uzunluğu 12 m, odak uzunluğu 17.74 m, parabol boyu 5392 m, minimum emici boru çapı 0.522 m, kenar açısı 75.82^0 ve yoğunlaştırma oranı 30.42711 olarak tespit edilmiştir. Tasarımı belirleyen en önemli unsurlar arasında cam örtü çapı, emici boru et kalınlığı ve minimum emici boru çapı malzemeleri seçilmiştir. Bu parametreler göz önünde bulundurularak emici (tutucu) boru çapı artarsa akışkana aktarılmış olan ısı miktarı azaldığını gözlemlenmiştir. Diğer bir husus ise emici (tutucu) boru et kalınlığı ve cam örtü çapının ısıl başarımına etki etmeyecek kadar az bir tesiri olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

[1] Özgen, F., Dayan, A., Desing of an Air Solar Collector with an Absorber Plate Made of Porous Material, International Journal of Innovative Engineering Applications,5, 1, 2021.

[2] Ozgen, F., Dayan, A., Energy Analysıs of a Solar Air Heater With an Absorber Plate Made of Porous Material, Thermal Science, 25, 2021.

[3] Ozgen, F., Esen, M., Esen, H., Experimental Investigation of Thermal Performance of a Double-Flow Solar Air Heater Having Aluminium Cans, Renewable Energy 34, 2009.

[4] Çolak, L., *Güneşi Takip Eden Parabolik Oluk Tipi Güneş Kolektörlerinin Matematiksel Modellemesi, Tasarımı ve Teknik Optimizasyonu*, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2003.

[5] Bakos, G.C., Desing and Construction of A Two-axis Sun Tracking System For Parabolic Trough Collector Efficiency Improvement, Renewable Energy, 31, 2006.

[6] Valan Arasu, A., Sornakumar, T., Desing, Manufacture And Testing Of Fiberglas Rainforced Parabola Trough For Parabolic Trough Solar Collectors, Solar Energy , 81, 2007.

[7] Garcia-Valladares, O., Velazquez, N., Numerical Simulation Of Parabolic Trough Solar Collector: Improvement Using Counter Flow Concentric Circular Heat Exchangers, International Journal of Heat and Mass Transfer, 52, 2009.

[8] El-Fadar, A., Mimet, A., Azzabakh, A.,Perez –Garcia, M., Castaing, J., Study of a New Solar Adsorption Refrigerator Powered By A Parabolic Trough Collector, Applied Thermal Engineering,29, 2009.

[9] Öztürk, H., Şanlı, G. ve Yılancı, A., Parabolik Oluk Tipi Güneş Kolektörlerin Performans Analizi, Mühendis ve Makina, 51, 2009.

[10] Duffie, J. A. and Beckman, W. A., Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley: New York. 1999.

[11] Kıncay, O., Onan, C., Yoğunlaştırıcı Güneş Enerji Sistemleri, 2008.

ÜLKEMİZDEKİ RÜZGÂR ENERJİ POTANSİYELİ VE BAZI İLLERİN KIYASI

Doç. Dr. Filiz ÖZGEN[1], Arş. Gör. Dr. Erman ÇELİK[2], Uğurcan YARDIMCI[3], Cengizhan ÖZDEMİR[4], Övünç TÜMER[5], Ayşe TAŞKAN[6]

[1]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., filizozgen@gmail.com, 0000-0003-2278-2093

[2]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., ermancelik1@gmail.com, 0000-0002-4254-9611

[3]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Enerji Sist. Müh. Böl., ugurcan.yardimci@gmail.com, 0000-0001-6511-4058

[4]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., ozdemircengizhan30@gmail.com, 0000-0001-9103-684X

[5]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., ovunc.tumer88862@gmail.com, 0000-0001-5231-0850

[6]Fırat Üniversitesi Teknoloji Fak., Makine Müh. Böl., aysetaskan0@gmail.com, 0000-0002-9835-5402

ÖZET

Yükselen enerji sektöründe artan nüfus, artan üretim ve tüketim gibi sorunların giderek büyümesi enerji ihtiyacını artırmaktadır. Dünyada rüzgâr potansiyelinin fazla olduğu yerlerde kullanılan rüzgâr enerji santralleri elektrik enerjisi sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan rüzgâr enerji santralleri gerek çevre dostu olması gerekse de doğal bir enerji kaynağı olmasından dolayı enerjiye duyulan ihtiyaç seviyesinin azalmasına ve yerel kaynakların kullanımına katkıda bulunur. Rüzgâr enerjisi, çevreye herhangi bir salınım yapmaz bu bakımdan etrafı kirletmez aynı zamanda tükenmeyen bir enerji kaynağı olmasından dolayı küresel ısınmaya sebep olan fosil yakıtlarının kullanımını azaltır. Fakat hangi bölgede verimin daha fazla olduğuna dair bilinçli bir çalışma yapılamadığı ön görülmüştür ve bu çalışmada bahsi geçen sistemde yenilenebilir enerji kazanım teknolojilerinin uygulanmasıyla ekonomiye katkı sağlanmasına ve enerji ihtiyacının karşılanmasına yönelik araştırma geliştirme yapılarak enerji açısından etkin bir araştırma konusu olması hedeflenmektedir. Rüzgâr, farklı basınç bölgeleri arasında yer değiştiren hava akımıdır, sürekli yüksek basınç bölgesinden alçak basınç bölgesine doğru hareket eder. Bu sebepten dolayı ülkemizde en çok rüzgâr alan bölgeleri tespit edip rüzgâr enerji santrallerinin yatırımını daha çok o bölgelere taşıyarak ülkemize ekonomik açıdan daha fazla bir kazanç sağlanacağı hedeflenmektedir. Örneğin Elazığ'a kurulan bir rüzgâr enerji santrali Balıkesir'e kurulan rüzgâr enerji santraline göre verimi oldukça düşüktür. Bunun sebebi illerin farklı basınç bölgelerinde olmasından dolayıdır. Bu çalışmada Elazığ, İzmir, Sinop ve Balıkesir illerinin rüzgâr potansiyelleri kıyaslanmıştır. En yüksek ortalama rüzgâr hızı İzmir, daha sonra Sinop ve sonrasında Balıkesir ve Elazığ' da görülmektedir. Bu çalışma yenilenebilir enerji kaynaklarının bir dalı olan rüzgâr enerji santrallerini kuracak olan yatırımcıların daha bilinçli bir şekilde yatırım yapmalarına yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Rüzgâr, Rüzgâr gülü, Rüzgâr enerjisi, Rüzgâr enerji santralleri.

1. GİRİŞ VE LİTERATÜR TARAMASI

Dünyada enerji üretim maliyetleri yüksek olup bu maliyetlerin düşürmenin en kestirme yolu yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaktır. Dünya genelinde yenilenebilir enerji gelecekteki hayatın vazgeçilmez bir konusu olarak kabul edilebilir. Türkiye coğrafi özelliklerinden dolayı önemli bir rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu rüzgâr enerjisi potansiyelinin fazla olduğu bölgelere rüzgâr enerji santralleri kurmak gayet mantıklı ve verimli olacaktır. Elektrik enerji gereksiniminin yüksek olduğu yenilenebilir enerji sektöründe elektrik temini alternatif enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu kaynaklardan bir tanesi de rüzgâr enerji santralleridir. Bu sebeple yapmayı planlamış olduğumuz bu kıyaslama enerji verimliliğini artıracaktır. Ülkemizi rüzgar potansiyeli bakımından incelediğimiz de Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz kıyıları başta gelmektedir. Bu bölgelerde belirli yüksekliklerde rüzgâr hızı, diğer bölgelere göre oldukça yüksektir. Bundan dolayı rüzgâr türbinleri kurulurken bu bölgeler tercih edilmektedir. [1].

Konu ile alakalı literatür taraması yapıldığında rüzgâr enerjisinin, diğer yakıtlara göre karşılaştırılması, hangi bölgelerde kullanıldığı, olumlu ve olumsuzlukları ele alındığı görülmektedir [2-3]. Yaniktepe ve diğerleri [4], Türkiye' deki rüzgâr potansiyelini inceleyerek, ülkemizin rüzgâr enerjisi statüsü hakkında bilgiler vermişlerdir. İlkılıç ve Aydın [5], yaptıkları çalışmada Türkiye' nin belirli bölgelerindeki rüzgâr gücü potansiyelini incelemişler ve elde ettikleri sonuçları sunmuşlardır. Çetin [6], yaptığı çalışmada rüzgâr enerjisinin kullanımın da, herhangi bir giderin yani kaynak maliyetinin olmadığını belirtmiştir. Rüzgâr güllerinin kurulumun da en büyük masraf %69 ile türbinin kuruluş maliyetidir. Bunun dışında türbin bakım maliyeti işletme maliyeti, türbin kurulacak yerin maliyeti vb. maliyetler geri kalan % 31'lik kısmı oluşturmaktadır. Bu maliyetlerin türbin ömrüne yayılması halinde, yıllık maliyetlerin daha da düştüğü, türbinlerin yıllık işletme ve bakım giderlerinin azaldığı bu çalışmada vurgulanmıştır. Mehel [7], türbinlerin ortalama 20–30 yıl süreyle kullanılabilmesi kuruluş, işletme ve bakım maliyetlerinin uzun bir zamana yayılması açısından avantaj sağlamakta olduğunu belirtmiştir. Uçar ve Balo [8], yaptıkları çalışmada Bursa ilindeki rüzgâr enerjisi potansiyelini incelemişlerdir. Gerekli hesaplamaları yaparak grafikler halinde sunmuşlardır. Karacan [9], kuşların mevsimlere göre göç ettikleri bilinmektedir. Kuşlar göç güzergâhında rüzgâr türbinleri olması kuşları olumsuz etkilemektedir buna ek olarak gürültü ve görüntü kirliliğide aşikârdır. Ancak gün geçtikçe gelişen teknoloji ile birlikte gürültü seviyesinin azaltılması sağlanmıştır.

2.YAPILAN ÇALIŞMA

2.1. Rüzgâr Verileri

Yaptığımız çalışmada bazı illerimizin 2019-2022 yılları arası rüzgâr hızları, meteorolojiden alınan bilgilerle 3 yıllık ortalama hız verileri analiz edilmiştir. Alınan bilgiler Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Rüzgâr hız verileri

İstasyon	Enlem	Boylam
Elazığ	39 E 14	38 N 41
İzmir	27 E 09	38 N 25
Sinop	35 E 09	42 N 01
Balıkesir	27 E 52	39 N 39

Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonları yardımıyla çizelgede verilen illerin ortalama rüzgâr hızı belirlenebilmektedir. Weibull dağılımı gelişmiş bir üstel fonksiyondur ve farklı verilerin analizi için oldukça fazla kullanılmaktadır. Elde edilen veriler kullanılarak, Weibull dağılımı yardımıyla aynen taklit etme durumu bulunmaktadır. Rüzgâr hızı verilerinin dağılım fonksiyonu aşağıdaki denklem ile verilebilir:

$$fw(v) = \frac{k}{c}\left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^{k}\right] \quad (1)$$

Bu çalışmada, Weidbull şekil parametresi (k) ve ölçek parametresi (c) değerlerinin bulunması için aşağıdaki denklemler kullanılmıştır:

$$k = \left(\frac{\sigma}{vm}\right)^{-1.086} \quad (2)$$

$$c = \frac{vm}{r\left(1+\frac{1}{k}\right)} \quad (3)$$

Denklem 2 ve 3 de bulunan v_m ortalama rüzgâr hızı olup σ ise standart sapmayı vermektedir. Bu değerler aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$vm = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n} vi\right] \quad (4)$$

$$\sigma = \left[\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(vi - vm)^2\right]^{1/2} \quad (5)$$

Gama fonksiyonu alacağımız y değeri için aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$r(y) = \int_0^{\infty} \exp(-x)\, x^{y-1} dx \quad (6)$$

Uçar ve Balo [10], yaptıkları çalışmada Rayleigh dağılımını aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulmuşlardır.

$$fr(v) = \frac{\pi v}{2vm^2} \exp\left[-(\frac{\pi}{4})(\frac{v}{vm})^2\right] \quad (7)$$

2.2. Rüzgâr Güç Yoğunluğu

Kanat süpürme alanı A olan bir rüzgâr türbininin herhangi bir hızda (v) meydana getireceği rüzgâr gücü potansiyeli ve yoğunluğu şu şekildedir;

$$P(v) = \frac{1}{2}\rho A v^3 \quad (8)$$

$$\frac{P(v)}{A} = \frac{1}{2}\rho \int_0^{\infty} v^3 f(v) dv \quad (9)$$

$$\frac{Pw}{A} = \frac{1}{2}\rho c^3 r(1 + \frac{3}{k}) \quad (10)$$

2.3. Kapasite Faktörü ve Üretilen Enerji Miktarı

Kapasite faktörü ve belirli bir zaman için rüzgâr türbininin enerjisi aşağıda verilen formüllerle hesaplanabilir. Bu denklemlerde görülen C_f kapasite faktörü, P_{out} rüzgar türbininin çıkış gücü, PR nominal gücü, olarak ifade edilir.

$$Cf = \frac{Pout}{Pr} = \frac{\left[e^{-\left(\frac{vi}{c}\right)^k} - e^{-\left(\frac{vr}{c}\right)^k}\right]}{\left[\left(\frac{vr}{c}\right)^k - \left(\frac{vi}{c}\right)^k\right]} - e^{-\left(\frac{v0}{k}\right)^k} \quad (11)$$

$$Eout = CfPrT \quad (12)$$

Buradaki T = d.24' dür ve yapmış olduğumuz çalışmada d, 365 olarak kabul edilmiştir.

2.4. Ekstrapolasyon Yöntemi

Rüzgâr hızı ve Weidbull parametrelerinin değerleri biliniyorsa aşağıdaki ifadeler kullanılabilir;

$$\frac{Vh}{Vo} = \left(\frac{h}{ho}\right)^n \quad (13)$$

$$kh = \frac{ko\left[1 - 0.088 \ln\left(\frac{ho}{10}\right)\right]}{\left[1 - 0.088 \ln\left(\frac{h}{10}\right)\right]} \quad (14)$$

$$ch = co\left(\frac{h}{ho}\right)^n \quad (15)$$

Üslü olarak yazmış olduğumuz n değeri ise aşağıdaki gibi verilebilir;

$$n = [0.37\text{-}0.088\ln(co)]/[J - 0.088\ln\left(\frac{h}{10}\right)] \quad (16)$$

Yapılan bu çalışmada yukarıda verilen denklemler kullanarak tüm istasyonlar için bulunan veriler Çizelge 2'de gösterilmiş olup; Elazığ ilinde en düşük rüzgâr hızına bağlı olarak

Weibull dağılımı ve Rayleigh dağılımı sonuçlarıyla diğer illere göre en düşük verim saptanmıştır. Balıkesir ili ise tüm formüllere ve dağılım fonksiyonlarına göre en yüksek verime sahip il olduğu tespit edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışma da incelemiş olduğumuz her iki fonksiyon da kabul edilebilir durumdadır.

Çizelge 2. 2019-2022 yılları arası ortalama rüzgâr karakteristikleri.

İstasyon	Ortalama rüzgâr hızı v_m (m/s)	Standart sapma σ (m/s)	Weibull parametresi k	Weibull parametresi c (m/s)
Elazığ	11.9	8.89	1.32	11.06
İzmir	17.7	13.27	1.45	16.46
Sinop	16.4	12.29	1.43	15.25
Balıkesir	15.2	11.39	1.39	14.29

3. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma sonucunda ülkemizin 4 ilinin (Elazığ, İzmir, Sinop, Balıkesir) rüzgâr potansiyelleri kıyaslanmış olup tablo halinde verilere dökülmüştür. Rüzgâr enerji santralleri rüzgâr potansiyeli yüksek olan illere kurulduğunda daha fazla elektrik enerjisi üreteceği aşikârdır. Bu açıdan bakıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarının bir dalı olan rüzgâr enerji santrallerini kuracak olan yatırımcıların bu çalışmayla birlikte daha bilinçli bir şekilde yatırım yapmalarına yardımcı olacaktır. Weibull ve Rayleigh dağılım fonksiyonlarına göre sonuçlarına vardığımız bütün değerler verilerde analiz edilmiştir. En yüksek ortalama hızın olduğu il İzmir, daha sonra Sinop ve sonrasında Balıkesir ve Elazığ'dır.

KAYNAKLAR

[1] http://www.eie.gov.tr, Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EIE), "Türkiye Rüzgâr Atlası".

[2] İlkılıç, C., Türkiye' de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı, Mühendis ve Makine, 50, 593, 2009.

[3] Şenel, M. C., Koç, E., Dünya' da ve Türkiye' de Rüzgar Enerjisi Durumu- Genel Değerlendirme, Mühendis ve Makine, 56, 663, 2015.

[4] Yaniktepe, B., Savrun, M. M., Koroglu, T., Current Status of Wind Energy Policy in Turkey, Energy Conversion and Management, 72, p.103-110, 2013.

[5] Ilkılıç, C, Aydin, H., Wind Power Potential and Usage in the Coastal Regions of Turkey, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 44, p. 78-86, 2015.

[6] Çetin, A. C., Rüzgar Enerjisi ve Isparta İlinde Rüzgar Enerji Santralı Kuruluş Yeri Seçimi, Uluslararası Davraz Kongresi Bildiriler Kitabı, V. Oturum: Enerji ve Enerji Kaynakları, Süleyman Demirel Üniversitesi, 24- 27 Eylül 2009, Isparta, s. 368-389, 2009.

[7] Mehel, N., *Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli, Kullanımı ve Almanya-Türkiye Karşılaştırması*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 2009.

[8] Uçar A., Balo F., Investigation of wind characteristics and assessment of wind-generation potentiality in Uludag-Bursa, Turkey, Appl Energy, 86, 333-339, 2009.

[9] Karacan, A.R., Çevre Ekonomisi ve Politikası-Ekonomi, Politika, Uluslararası ve Ulusal Çevre Koruma Girişimleri, Ege Üniversitesi, 2007.

[10] Uçar A., Balo F., Evaluation of wind energy potential and electricity generation at six locations in Turkey, Appl Energy, 86, 1864-1872, 2009.

NANOPARTİKÜL KATKILI BİYODİZEL YAKIT KARIŞIMININ BİR DİZEL MOTORDA KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Tarhan TAN [1], Doç. Dr. Selman AYDIN [2]

[1] Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, Batman/Türkiye

[2] Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Makine Programı, Batman/Türkiye

ÖZET

Biyodizel yakıt karışımlarının ısıl değeri, viskozite, soğukta akış özelliği ve donma noktası gibi parametrelerin dizel yakıtına göre olumsuz olması çeşitli nanopartikül madde ile geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Biyodizel ve dizel yakıt karışımının kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirmak amacıyla B25 yakıta 100 ppm mangan standart çözeltisi eklenmiştir. Test yakıtları, DY (dizel yakıt), B25 (%25 biyodizel ve %75 dizel) ve Mn100B25 (%25 biyodizel, %75 dizel ve 100 ppm $Mn(NO_3)_2$ katkısı) biçiminde hazırlanmıştır. Hazırlanan deney yakıtlarının fiziksel ve kimyasal analizinde Mn100B25 yakıtının B25 yakıtına göre yoğunluk, viskozite, setan indesi, ve parlama noktasını düşürmüş donma noktası ve ısıl değeri bir miktar yükseltmiştir. Sabit 1500 dev/dak ile çalışan bir dizel araştırma motorunda, yanma parametreleri 6 bar basıncında ve NO_x emisyon ise farklı ortalama efektif basınç (0 OEB, 2 OEB, 4 OEB ve 6 OEB) parametrelerinde test edilerek grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Deneysel veriler incelendiğinde; 6 bar OEB parametresinde en yüksek değer silindir gaz basıncı, ortalama gaz basıncı ve net ısı salınımında Mn100B25 yakıtında gözlemlenmiştir. Emisyon değerleri incelendiğinde 4 OEB ve 6 OEB parametrelerinde NO_x emisyonlarında en düşük değer B25 yakıtındadır. Sonuç olarak biyodizel ve mangan standart çözeltisi karışımlarının belirli oranda biyodizel yakıt karışımına katılarak olumlu sonuçlar olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Dizel motor, Emisyon, $Mn(NO_3)_2$ katkısı, Yanma

INVESTİGATİON OF THE USE OF BİODİESEL FUEL BLEND WİTH NANOPARTİCLE ADDİTİVES İN A DİESEL ENGİNE

ABSTRACT

Since the parameters such as calorific value, viscosity, cold flow properties and freezing point of biodiesel fuel mixtures are unfavorable compared to diesel fuel, it is needed to be developed with various nanoparticle materials. In order to improve the chemical and physical properties of the biodiesel and diesel fuel blend, 100 ppm manganese standard solution in B25 fuel was added. Test fuels were prepared as DY (diesel fuel), B25 (25% biodiesel and 75% diesel) and Mn100B25 (25% biodiesel, 75% diesel and 100 ppm $Mn(NO_3)_2$ additive). In the physical and chemical analysis of the prepared experimental fuels, the density, viscosity, cetane index and

flash point of Mn100B25 fuel were decreased compared to B25 fuel, and the freezing point and heating value were slightly increased. In a diesel research engine working with a constant 1500 rpm; combustion parameters were tested at 6 bar pressure bmep and NOx emission at different average effective pressure (0 bmep, 2 bmep, 4 bmep and 6 bmep) parameters and compared graphically. When the experimental data are examined; In the 6 bar bmep parameter, the highest value in cylinder gas pressure, average gas pressure and net heat release was observed in Mn100B25 fuel. When the emission values are examined, the lowest value in NOx emissions in 4 bmep and 6 bmep parameters is in B25 fuel. As a result, it has been seen that the mixture of biodiesel and manganese standard solution is added to the biodiesel fuel blend at a certain rate and there are positive results.

Keywords: Diesel engine, Emission, $Mn(NO_3)_2$ additive, Combustion

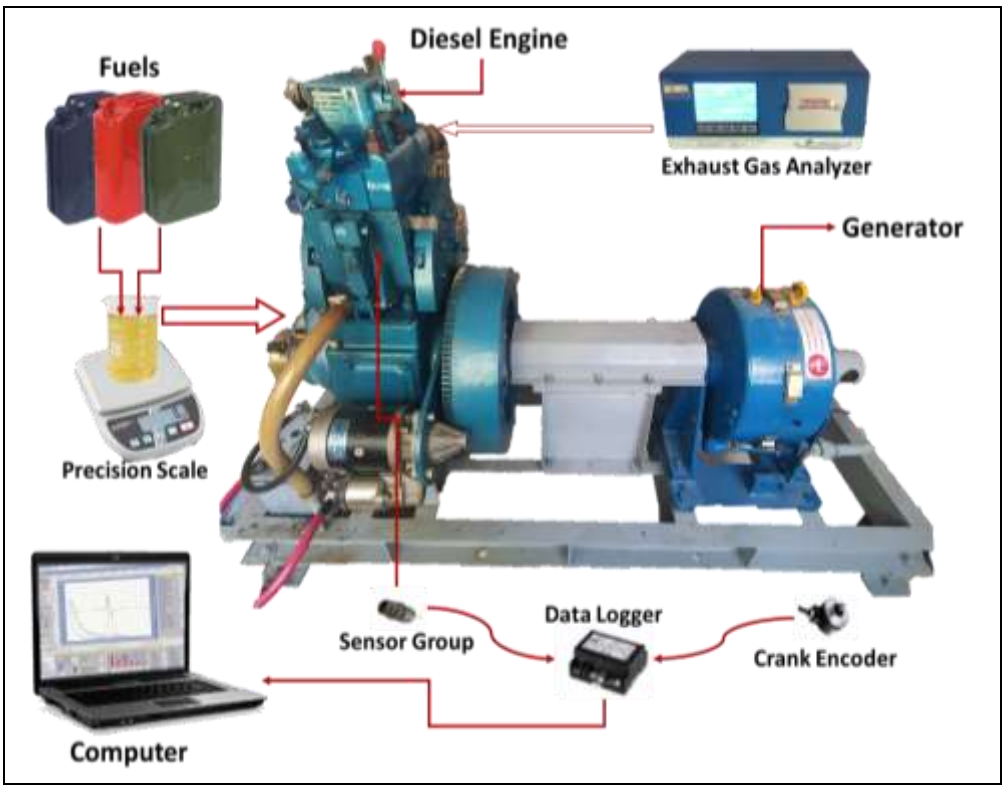
1. GİRİŞ

Enerji insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak için gerek duyduğu en önemli etkendir. Her geçen gün artan dünya enerji ihtiyacı, sanayileşme ve hızlı nüfus artışı nedeniyle enerji ihtiyacı her gecen gün artmakta ve gittikçe büyüyen enerji ihtiyacı açığı artmaktadır (Keskin, 2005). Enerji geçmiş dönemlerde daha çok fosil kaynaklar olarak kömür, petrol ve doğal gaz kullanılırken, günümüzde daha çok yenilenebilir ve dönüştürülebilen rüzgar, güneş, hidrolik, biyokütle vb. enerji kaynakları üretilmekte ve tüketilmektedir (Yağlı ve ark., 2016). Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyodizel, dizel motorun yapısında hiçbir değişikliğe gidilmeden kullanılabiliyor olması, setan sayısının yüksek, parlama noktasının düşük, dizel yakıtına oranla taşınması ve depolanması daha güvenli olması, egzoz emisyon değerlerini düşürmesi gibi avantajları bulunmaktadır (Sundus ve ark., 2017). Dünyada fosil kökenli yakıt rezervlerinin gitgide azalmasından dolayı dizel motorlarda yenilenebilir yakıt arayışları ile biyodizel yakıtına olan ilgi giderek artmıştır. Biyodizel yakıtının avantajlarının yanında dezavantajları arasında bulunan yakıtın ısıl değeri, viskozite, soğukta akış özelliği ve donma noktası gibi parametreleri dizel yakıtına göre olumsuz olması çeşitli nanopartikül madde ile geliştirilmesine araştırmacıları sevk etmiştir. Yapılan literatür araştırmasında atık kızartma yağından elde edilen biyodizelin dizel motorlarda kullanılmasında, dizel yakıtına göre performans ve yanma parametrelerinde kötüleşme olduğu bildirildiğinden iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, standart prosedürlere göre atık bitkisel yağlardan elde edilen biyodizel ve dizel yakıt karışımlarına mangan katkı maddesi $Mn(NO_3)_2$ eklenerek, elde edilen karışımın bir dizel araştırma motorunda test edilerek yanma, NO_x emisyonunun yanında katkılı yakıtın kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerindeki değişimleri araştırmak ve iyileştirme amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Deney Düzeneği ve Teknik Özellikleri

Deneysel çalışmalar Batman Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği bölümüne bağlı atölyede gerçekleştirilmiştir. Atık kızartma yağından yeniden esterleştirme yöntemi ile biyodizel üretilmiştir (İlkılıç ve ark., 2011). Standart yöntemlerle üretilen biyodizel ile B25 ve Mn100B25 yakıt karışımları elde edilmiştir. Yanma ve emisyon değerleri için dizel yakıtı baz alınarak DY, B25 ve Mn100B25 yakıtlarının silindir gaz basıncı, ortalama gaz sıcaklığı, net ısı salınımı ve NO_x değerleri Görsel 2.1'de görülen deney motor düzeneğinde test edilerek grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.



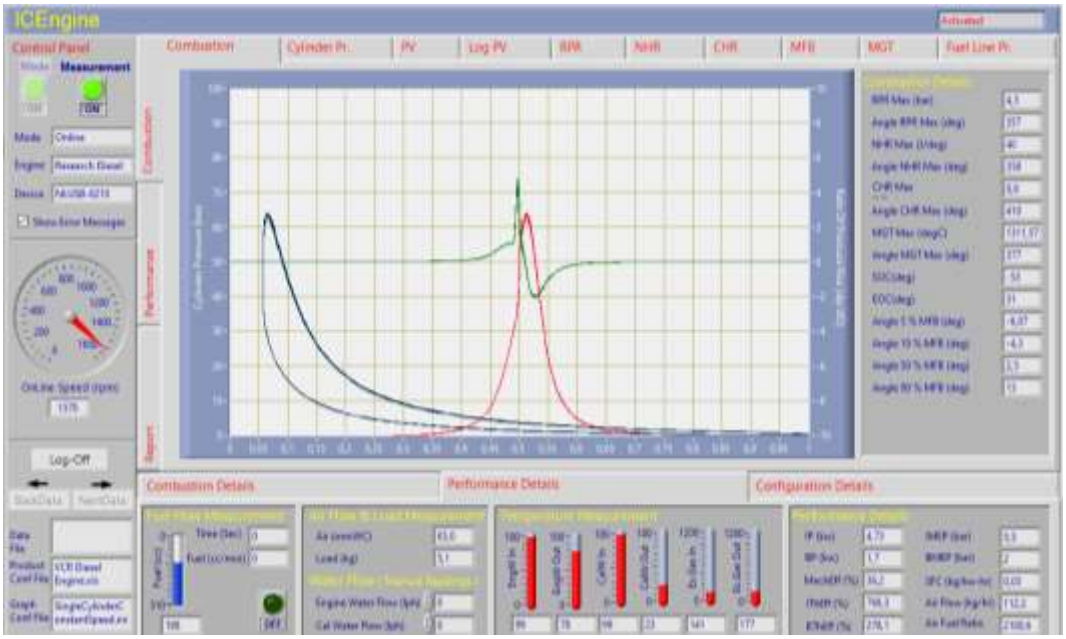
Görsel 2.26. Deney motorunun şematik görünümü

Yanma ve emisyon değerlerinin tespitinde kullanılan dizel motorunun teknik özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Test yakıtlarının dizel araştırma motorunda yanma parametresi 6 bar OEB'de ve emisyon parametre değerleri ise 0 bar OEB, 2 bar OEB, 4 bar OEB ve 6 bar OEB deney koşullarında alınmıştır.

Çizelge 2.11. Deney motorunun teknik özellikleri

Motor modeli	**Kirlaskor TV-1**
Motor Gücü (Kw)	5,2
Motor Hacmi (cc)	661
Silindir Sayısı	1
Sıkıştırma Oranı	17:1
Silindir Çapı (mm)	87
Strok Sayısı	4
Strok Uzunluğu (mm)	110
Yük Göstergesi (Dijital)	0-50 kg
Püskürtme Avansı (ÜÖN'den önce)	0-25
Soğutma Tipi	Su Soğutmalı
Dinamometre Soğutma tipi	Su Soğutmalı
Dinamometre Tipi	Eddy Current

Yapılan çalışmada yanma verileri için ICEngineSoft_9.0 bilgisayar programı kullanılmıştır. ICEngineSoft_9.0 uygulaması eş zamanlı olarak motordan aldığı verileri bilgisayara aktarmaktadır. Görsel 2.2'de ICEngineSoft_9.0 programına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Görsel 2.27. ICEngineSoft_9.0 programının ekran görüntüsü

Görsel 2.28. Egzoz gazı analiz cihazı

Deney çalışmalarında CAPELEC marka CAP 3200 model emisyon cihazı kullanılmıştır. Çalışmalarda egzoz emisyon cihazı olarak CAPELEC marka CAP 3200 model dizel ve benzinli emisyon cihazının teknik özellikleri Çizelge 2.2'de görülmektedir.

Çizelge 2.12. Egzoz gazı cihazının teknik özellikleri

Parametreler	**Sınır değerler**
NO_x ölçüm aralığı	0-5000 ppm
Motor devri	0-10000 rpm
Yağ sıcaklığı	0-150 ^oC
Cihazın ağırlığı	7 kg
Çalışma voltajı	220 V AC

2.2. Deneyde Kullanılan Mangan Katkısı

Deney çalışmasında kullanılan mangan katkı maddesi sentez laboratuvar kimyasalları firmasından hazır şekilde temin edilmiştir. Yeryüzünde katı halde bulunan Mn bileşikleri 300 den fazla minerale sahip olup, ticari olarak en fazla kullanılan bileşik mangan dioksit (MnO_2) tir. Mangan dioksit %78-85 arasında batarya sanayisinde, %74-84 arasında kimya sanayisinde kullanılmaktadır. Kullanılan katkı maddesinin yoğunluk değeri 1.014 gr/cm^3 olup dizel ve biyodizel yoğunluk değerinden bir miktar yüksektir. Günümüzde halen kullanılmakta olan fosil yakıtların azalmasıyla alternatif yakıt olarak kullanılan bitkisel yağlardan üretilen yakıtların özelliklerini iyileştirmek ve dizel yakıtına eşdeğer yakıt elde etmek için çeşitli kimyasal katkı maddeleri kullanılmakta olup, bu çalışmada mangan katkı maddesi kullanılmıştır. Literatür

çalışmalarında Mn esaslı katkı maddesinin yanma artırıcı görevi gördüğünden, setan sayısında artış olduğu buna bağlı olarak da donma noktasını azalttığı görülmüştür. Ticari olarak temin edilen Sıgma-Aldrıch marka sodyum hidroksit ve dekanol marka % 99 saflıkta metil alkol kullanılmıştır. Atık bitkisel yağlardan biyodizel üretimini Batman Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Bölümü deney atölyesinde üretildi. Karışımın elde edilmesi için kullanılan atık kızartma yağının % 0,5 oranında sodyum hidroksit (NaOH) katalizörü ve % 20 oranında metil alkol (CH_3OH) kullanılmıştır (Çıldır ve ark., 2006).

Görsel 2.4. Deneyde kullanılan yakıtlar

Yakıt analizleri için B100, B25 ve Mn100B25 yakıtları TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) tarafından analizleri yapılarak her yakıt için ayrı ayrı viskozite, yoğunluk, parlama noktası, donma noktası, setan indexi ve alt ısıl değer parametreleri standartlara uygun olarak analizleri yapılmış olup ve çıkan sonuçlar Çizelge 2.3'te verilmiştir.

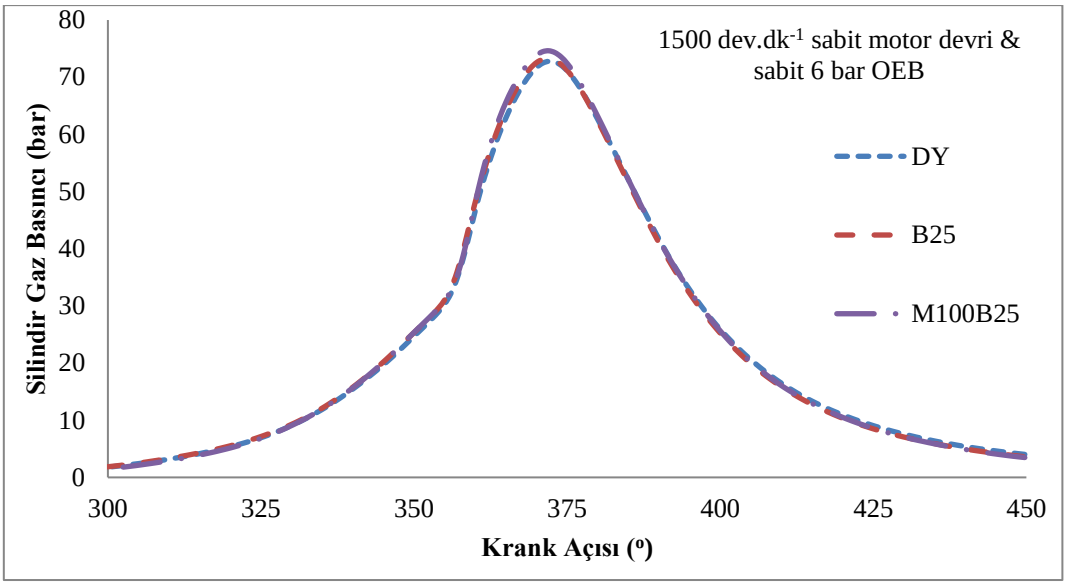
Çizelge 2.3. Deneylerde kullanılan test yakıtlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler	**Birim**	**DY**	**B100**	**B25**	**Mn100B25**	**Analiz metodu**
Viskozite 40 °C	mm^2/s	2,895	5,292	3,344	3,291	ASTM D 445
Yoğunluk 15 °C	kg/m^3	832	890,8	848,6	846,4	ASTM D 4052
Parlama noktası	^oC		165,5	70,5	68,5	ASTM D 93
Donma noktası	^oC	-20	-2	-4	-3	ASTM D 2386
Setan indisi	-	52,78	53,7	53,6	53,3	EN ISO 4264
Isıl değer	*kj/kg*	43,850	39,34	43,67	43,83	ASTM D 240

3. DENEYSEL SONUÇLAR

3.1. Silindir Gaz Basıncı

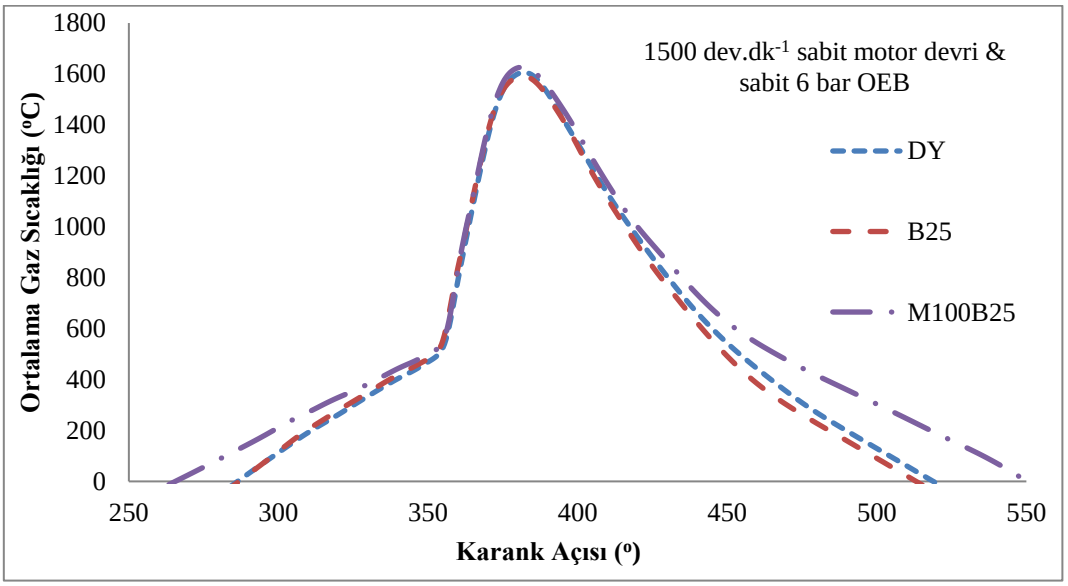
Test yakıtlarının sabit 1500 dev/dak'da devirde ve 6 bar OEB parametresinde silindir gaz basıncının krank mili açısına göre değişimleri bar cinsinden Görsel 3.1'de verilmiştir. 6 bar OEB parametresine göre incelendiğinde 372 KMA'da silindir gaz basıncı artış değerleri sırasıyla en yüksek Mn100B25, B25, DY yakıtlar için sırasıyla 74,62, 73,28, 72,78, bar olduğu tespit edilmiştir. Görsel 3.1 incelendiğinde motor parametresi artırıldıkça silindire gönderilen yakıt oranı artacağından silindir gaz basıncında da artış gözlemlenmiştir. 6 bar OEB'de Mn100B25 yakıtının silindir gaz basınçlarının dizel yakıtından yüksek olması dizel-biyodizel yakıt karışım oranına ve katkı maddesinin ısıl değeri yükseltmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Görsel 3.1. 6 OEB parametresine göre silindir gaz basınç değişimi

3.2. Ortalama Gaz Sıcaklığı

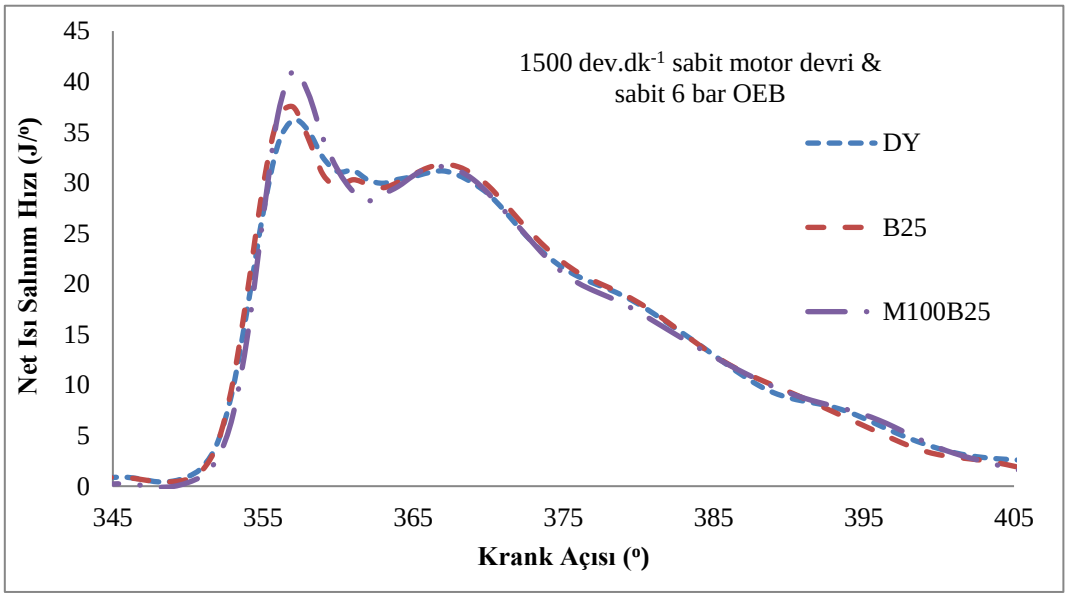
Test yakıtlarının sabit 1500 dev/dak'da ve 6 bar OEB parametresinde, ortalama gaz sıcaklığı değerlerinin krank mili açısına göre değişimleri ºC cinsinden verilmiştir. Görsel 3.2 incelendiğinde 380 KMA'da ortalama gaz sıcaklığı değerleri sırasıyla en yüksek Mn100B25, DY ve B25, yakıtlar için sırasıyla 1624,07, 1600,48 ve 1588,75 ºC olduğu görülmektedir. En yüksek Mn100B25 yakıtı için gerçekleşmiş olup, DY yakıtı arasındaki fark ise %1,45'tir. Biyodizel yakıtı dizel yakıtından daha az ısıl değere sahiptir. Katkı maddesi B25 yakıtına eklenerek ısıl değerini artırması ortalama gaz sıcaklığını artırmıştır. Ayrıca yoğunluk değerinin azalması alevlenme şiddetini artırarak da ortalama gaz basıncının artmasında etkili olmuştur (Heywood, 1988).



Görsel 3.2. Sabit 6 bar OEB parametresine göre ortalama gaz sıcaklığı değişimi

3.3. Net Isı Salınımı

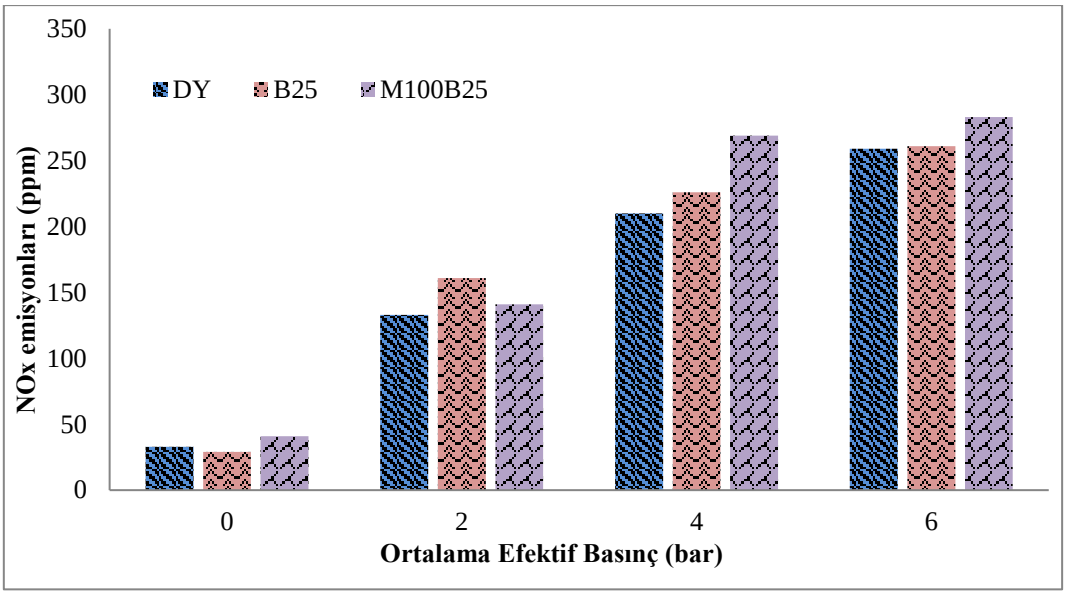
Test yakıtlarının sabit 1500 dev/dak'da ve 6 bar OEB motor parametresinde net ısı salınım hızı değerlerinin krank mili acısına göre değişimleri J/KMA cinsinden verilmiştir. Görsel 3.3 incelendiğinde 6 bar OEB parametresine göre incelendiğinde 357 KMA'da net ısı salınımı değerleri sırasıyla en yüksek Mn100B25, B25 ve DY, yakıtları için sırasıyla 41,05, 37,5 ve 36,19 J/KMA olduğu görülmektedir. Mn100B25 yakıtındaki değerin yüksek olması parametre miktarının artmasına bağlı olarak çevirim başına yakılan yakıtın yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Yağız, 2019; Aydın, 2020). Mn100B25 yakıtına eklenen katkı maddesi yakıtın ısıl değerinin artırdığından 6 bar OEB parametresinde net ısı salınım hızı yüksek çıkmıştır.



Görsel 3.3. Sabit 6 OEB parametresine göre net ısı salınım hızı değişimi

3.4. NO_x Emisyonları

Silindir içi yanmada ulaşılan 1600 ^oC nin üstündeki sıcaklıklarda yeterli süre olmak koşulu ile havadaki azotun oksijenle reaksiyona girmesiyle azot oksitler (NO, NO_2, N_2O_2 vb.) oluşur. NO_x emisyonlarını etkileyen parametrelerden biri de hava fazlalık katsayısı (HFK) dir. HFK=1.1 olması NO_x emisyonlarının en yüksek olduğu durumdur (Heywood, 1988). Fakir (HFK >1) karışım durumunda silindir iç sıcaklığı, tepkimeye giren gaz miktarıyla silindir iç sıcaklığı düşeceğinden azot oksit emisyonları azalacaktır. (Ergeneman ve ark., 1997). Yapılan testlerde yakıtların NO_x emisyon değişimi Görsel 3.4 incelendiğinde;



Görsel 3.4. Değişik ortalama efektif basınç değerlerine göre NO_x değişimi

- ✓ 0 OEB parametresine göre; Mn100B25 emisyon değeri 41 ppm ile DY emisyon değeri 33 ppm, B25 emisyon değerleri 29 ppm ile en düşük NO_x emisyon değeri tespit edilmiştir.
- ✓ 2 OEB parametresine göre; B25 emisyon değeri 161 ppm ile en yüksek B25 emisyon değeri 144 ppm, Mn100B25 emisyon değeri 141 ppm, DY emisyon değeri 133 ppm ile en düşük NO_x emisyon değeri gözlemlenmiştir.
- ✓ 4 OEB parametresine göre; en yüksek Mn100B25 emisyon değeri 269 ppm, B25 emisyon değeri 226 ppm, DY emisyon değeri 210 ppm ile en düşük NO_x emisyon değeri gözlemlenmiştir.
- ✓ 6 OEB parametresine göre; en yüksek Mn100B25 emisyon değeri 283 ppm, B25 emisyon değeri 261 ppm, DY emisyon değeri 259 ppm ile en düşük NO_x emisyon değeri tespit edilmiştir.

Tüm yakıt türleri incelendiğinde düşük yüklerde minimum seviyelerde olan emisyon değerleri, kademeli olarak motor parametresinin artmasıyla NO_x emisyon değerlerinde de artış gözlemlenmiştir. 0 bar OEB ve 6 bar OEB parametrelerdeki yakıt emisyonlarına sırasıyla bakıldığında 33 ppm den 259 ppm de emisyon değeri en az yükselen NO_x emisyon değerleri dizel yakıt türünde olmuştur. Dizel yakıtı, biyodizel yakıt karışımlı yakıtlara oranla daha az emisyon salınımı yapması, OEB değerinin değerinin artışına bağlı olarak yakıt tüketimin artmasıyla genişleyen yanma ile silindir içi sıcaklığın artması NO_x emisyonlarını artırmıştır.

4. SONUÇLAR

Dünyada petrol rezervlerinin gitgide azalmasından dolayı içten yanmalı motorlarda yenilenebilir yakıt arayışları ile biyodizele olan ilgi giderek artmıştır. Fakat biyodizelin ısıl değeri, viskozite ve donma noktası gibi parametreleri dizel yakıtına göre olumsuz olması çeşitli nonopartikül madde ile geliştirilmesine araştırmacıları sevk etmiştir. Bu çalışmada biyodizel

yakıt karışımının nanopartikül madde ile karışım oluşturularak fiziksel ve kimyasal analizleri yapıldıktan sonra bir dizel araştırma motorunda yanma ve emisyon testleri yapılmıştır. Mn100B25, B25 ve DY test yakıtları ile yapılan deneysel çalışmada genel olarak aşağıdaki sonuçlar tespit edilmiştir.

- B25 yakıtı baz alındığında, Mn100B25 karışımlı katkı maddesi viskozite, yoğunluk ve parlama noktası değerini düşürmüştür. Donma noktasını ve ısıl değerini yükseltmiş. Setan indisini bir miktar düşürmüştür.

- Üç farklı yakıtın silindir gaz basınçları karşılaştırıldığında 6 bar OEB'de en yüksek silindir gaz basıncı Mn100B25 yakıtında gözlemlenmiş olup, DY ve Mn100B25 yakıtlar arasındaki silindir gaz basıncı farkı %8,73'tür. Karışımda kullanılan biyodizel miktarı ve mangan katkı maddesi yakıtın ısıl değerini yükselttiği gözlemlenmiştir.

- 6 bar OEB'de ise en yüksek ortalama gaz sıcaklığına Mn100B25 yakıtında tespit edilmiştir. Mn100B25 yakıtında ortalama gaz sıcaklığının yüksek olması yoğunluk ve ısıl değere bağlı olduğu düşünülmektedir.
- Net ısı salınımı, 6 bar OEB'de ise en yüksek net ısı salınımına Mn100B25 yakıtı ile tespit edilmiştir. Mn100B25 yakıtına eklenen mangan katkı maddesi yakıtın ısıl değerinin artırdığı tespit edilmiştir.

- OEB değerinin artmasıyla NO_x emisyon değerlerinde de artış gözlenmiştir. 0 bar ve 6 bar OEB parametredeki yakıt emisyonlarına sırasıyla 33 den 259 ppm'e emisyon değeri en az yükselen NO_x emisyon değerleri DY yakıt türünde olmuştur. Dizel yakıtı biyodizel yakıt karışımlı yakıtlara oranla daha az emisyon salınımı yapması, silindir içi sıcaklıktan ve biyodizel içeriğindeki oksijen oranı olarak söylenebilir.

Yapılan çalışmalar sonucunda; atık bitkisel yağdan elde edilen biyodizel-dizel yakıt karışımlarına eklenen katkı maddesi [$Mn(NO_3)_2$] ile katkılı yakıtların önemli kimyasal ve fiziksel özellikleri iyileştirilmesinin yanında yanma parametreleri dizel yakıt eğrilerine göre genel olarak paralellik göstermiştir. Dizel motorlarda herhangi bir değişiklik yapılmadan mangan katkı maddesi [($Mn(NO_3)_2$] ile belirlenen oranlarda biyodizel-dizel yakıt karışımlarının kullanılabildiği tespit edilmiştir. Önümüzdeki yıllarda her ne kadar hibrit ve elektirikli araçlar üzerine çalışmalara yoğunluk verilmiş olsa da güç ve tork gereksinimine ihtiyaç duyulan dizel motorlu ağır vasıtalar için dizel yakıta alternatif yenilenebilir enerji kaynağına olan ihtiyaç vazgeçilmezdir (Aydın, 2020).

KAYNAKLAR

[1] Aydın, S. 2020, Comprehensive analysis of combustion, performance and emissions of power generator diesel engine fueled with different source of biodiesel blends. Energy 205:118074.

[2] Aydın S. 2020, Detailed evaluation of combustion, performance and emissions of ethyl proxitol and methyl proxitol-safflower biodiesel blends in a power generator diesel engine Fuel, 270 (2020), p. 117492.

[3] Heywood, J., 1988, Internal combustion engine fundamentals, Macgraw-Hill Book Company, New York.

[4] Yağlı, H., Koç, Y., Koç, A., Görgülü, A., Tandiroğlu, A. 2016, Parametric optimization and exergetic analysis comparison of subcritical and supercritical organic rankine cycle (ORC) for biogas fuelled combined heat and power Engine Exhaust Gas Waste Heat. Energy, vol. 111, 923-932.

[5] Ilkilic C, Aydin S, Behcet R. 2011, Production of biodiesel from safflower oil. Energ Educ Sci Tech-A 2011;27:295–300.

[6] Ergeneman, M., Mutlu, M., Kutlar, O. A., Arslan, H., 1997, Taşıtlardan kaynaklanan egzoz kirleticileri, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 4-15.

[7] Yağız, S., 2019, Pamuk yağı ve atık pamuk yağı biyodizelinin dizel motorlu bir jeneratörde yakıt olarak kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.

[8] Çıldır, O. ve Çanakcı, M., 2006, Çesitli bitkisel yağlardan biyodizel üretiminde katalizör ve alkol miktarının yakıt özelliklerine etkisi, *Gazi Üniversitesi*, 21(2), 367-372.

[9] Sundus, F., Fazal, M. A., Masjuki, H. H., 2017, Tribology with biodiesel, a study on enhancing biodiesel stability and its fuel properties, Renewable and Sustainable *Energy Reviews*, 70, 399-412.

[10] Keskin, A. 2005, Tall yağı esaslı biyodizel ve yakıt katkı maddesi üretimi ve bunların dizel motor performansı üzerindeki etkileri, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

MANGAN ESASLI BİYODİZEL YAKIT KARIŞIMININ BİR DİZEL MOTORDA YANMA PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Tarhan TAN [1], Doç. Dr. Selman AYDIN [2]

[1] Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, Batman/Türkiye

[2] Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Makine Programı, Batman/Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, atık bitkisel yağlardan transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel yakıtı üretilmiştir. Biyodizel ve dizel yakıt karışımının yanma parametrelerini, emisyon değerlerini, kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla B65 yakıtına 60 ppm mangan standart çözeltisi eklenmiştir. Deneyler için test yakıtları; DKDY (düşük kükürtlü saf dizel yakıt), B65 (%65 biyodizel ve %35 DKDY), Mn60B65 (%65 biyodizel, %35 DKDY ve 60 ppm $Mn(NO3)_2$ katkısı) biçiminde hazırlanmıştır. Hazırlanan Mn60B65 yakıtının fiziksel ve kimyasal analizinde B65 yakıtına göre yoğunluk ve viskozitede azalma gerçekleşirken setan indesi ve ısıl değerde bir miktar yükseltmiştir. Deney yakıtları ile yanma ve emisyon testleri sabit 1500 dev/dak çalışan bir dizel araştırma motorunda 2 bar ortalama efektif basınç (OEB) parametresinde test edilerek grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Deneysel veriler incelendiğinde; 2 OEB parametresinde Mn60B65 yakıtının silindir gaz basıncı, ortalama gaz basıncı, net ısı salınım hızı ve kümülatif ısı salınımının en yüksek değerleri B65 test yakına göre daha yüksek gerçekleşmiştir. Emisyon değerleri incelendiğinde 4 OEB ve 6 OEB parametrelerinde HC emisyonları her iki yakıt türlerinde DKDY yakıtından daha az değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Mn60B65 yakıtının B65 yakıtına göre hem yanma parametrelerinde ve hem de HC emisyonunda olumlu sonuçlar olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyodizel üretimi, Dizel motor, Emisyon, $Mn(NO_3)_2$ katkısı, Yanma

EXAMINING OF THE EFFECT OF MANGANESE BASED BIODIESEL FUEL MIXTURE ON COMBUSTION PARAMETERS IN A DIESEL ENGINE

ABSTRACT

In this study, biodiesel fuel was produced from waste vegetable oils by transesterification method. In order to improve the combustion parameters, emission values, chemical and physical properties of the biodiesel and diesel fuel mixture, 60 ppm manganese standard solution was added to the B65 fuel. Test fuels for experiments; It is prepared in the form of DKDY (low sulfur pure diesel fuel), B65 (65% biodiesel and 35% DKDY), Mn60B65 (65% biodiesel, 35% DKDY and 60 ppm $Mn(NO3)_2$ additive). In the physical and chemical analysis

of the prepared Mn60B65 fuel, while the density and viscosity decreased compared to the B65 fuel, the cetane index and calorific value increased slightly. Combustion and emission tests with experimental fuels were compared graphically by testing at 2 bar average effective pressure (bmep) parameter in a diesel research engine operating at a constant 1500 rpm. When the experimental data are examined; In 2 bmep parameters, the highest values of cylinder gas pressure, average gas pressure, net heat release rate and cumulative heat release of Mn60B65 fuel were higher than B65 test close. When the emission values are examined, it has been determined that HC emissions in the parameters 4 bmep and 6 bmep have less value than DKDY fuel in both fuel types. As a result, it has been determined that Mn60B65 fuel has positive results in both combustion parameters and HC emissions compared to B65 fuel.

Keywords: Diesel engine, Emission, $Mn(NO_3)_2$ additive, Combustion

1. GİRİŞ

Enerji doğanın ve insanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için en önemli etkendir. Her gecen gün artan sanayileşme, şehirleşme ve artan nüfus enerjiye olan ihtiyacı artırmıştır. Fosil yakıtların azalmasına bağlı olarak, artan yakıt fiyatlarının yanı sıra fosil yakıtlar çevreye ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynak arayışlarına yoğunluk verilmiştir (Öztürk., 2021). Geçmiş dönemlerde fosil kaynaklar olarak kömür, petrol ve doğal gaz kullanılırken günümüzde daha çok yenilenebilir ve dönüştürülebilen rüzgar, güneş, hidrolik, biyokütle vb. enerji kaynakları üretilmekte ve tüketilmektedir (Yağlı ve ark., 2016). Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyodizel, dizel motorun yapısında hiçbir değişikliğe gidilmeden kullanılabiliyor olması, setan sayısının yüksek, parlama noktasının düşük, dizel yakıtına oranla taşınması ve depolanması daha güvenli olması, egzoz emisyon değerlerini düşürmesi ve sera etkisine neden olan CO_2 gazını %100'e kadar iyileştirilmesi gibi avantajları bulunmaktadır (Sundus ve ark., 2017). Bu çalışmada, standart prosedürlere göre atık bitkisel yağlardan elde edilen biyodizel ve dizel yakıt karışımlarına mangan katkı maddesi $Mn(NO_3)_2$ eklenerek, elde edilen karışımın bir dizel araştırma motorunda test edilerek yanma ve emisyon parametrelerinin yanında mangan katkılı yakıtın kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerindeki değişimleri araştırmak ve iyileştirme amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Deney Düzeneği

Deneysel çalışmalar Batman Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği bölümüne bağlı atölyede gerçekleştirilmiştir. Atık kızartma yağından transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel üretilmiştir (İlkılıç ve ark., 2011). Standart yöntemlerle üretilen biyodizel ile B65 ve Mn60B65 yakıt karışımları hazırlanmıştır. Yanma ve emisyon değerleri için dizel yakıtı baz alınarak DKDY, B65 ve Mn60B65 yakıtlarının silindir gaz basıncı, ortalama gaz sıcaklığı, net ısı salınımı, kümülatif ısı salınımı ve HC emisyon değerleri Görsel 2.1'de görülen deney motor düzeneğinde test edilerek grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Görsel 2.29. Deney motorunun görünümü

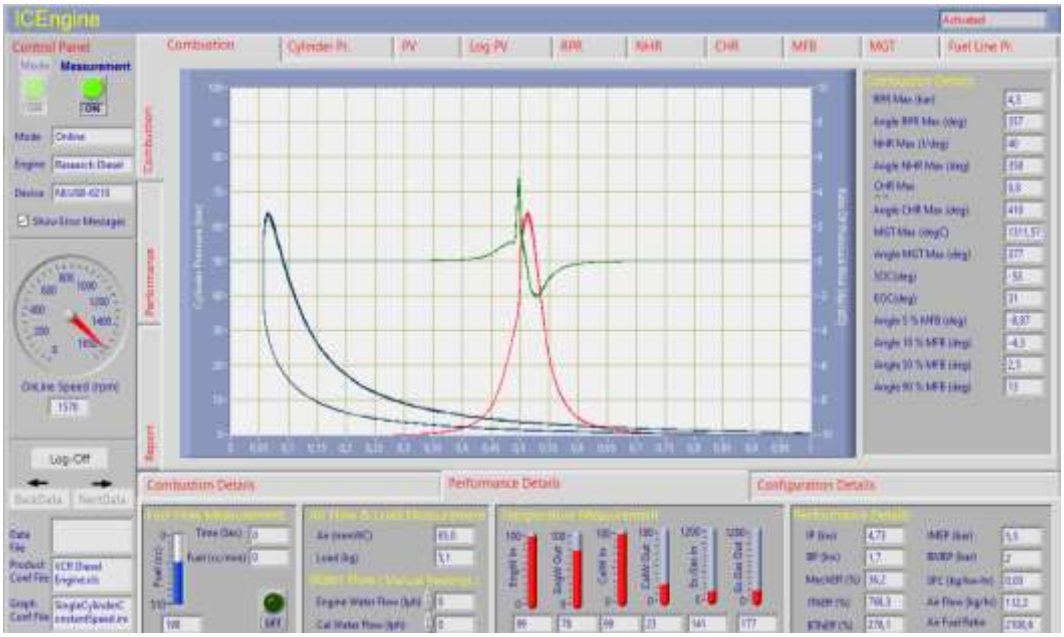
Yanma ve emisyon değerlerinin tespitinde kullanılan dizel motorunun teknik özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Test yakıtlarının dizel araştırma motorunda yanma parametresi 2 bar OEB'de ve emisyon parametre değerleri ise 0 bar OEB, 2 bar OEB, 4 bar OEB ve 6 bar OEB test koşullarında alınmıştır.

Çizelge 2.13. Deney motorunun teknik özellikleri

Motor modeli	**Kirlaskor TV-1**
Motor Gücü (Kw)	5,2
Motor Hacmi (cc)	661
Silindir Sayısı	1
Sıkıştırma Oranı	17:1
Silindir Çapı (mm)	87
Strok Sayısı	4
Strok Uzunluğu (mm)	110
Yük Göstergesi (Dijital)	0-50 kg
Püskürtme Avansı (ÜÖN'den önce)	0-25
Soğutma Tipi	Su Soğutmalı

Dinamometre Soğutma tipi	Su Soğutmalı
Dinamometre Tipi	Eddy Current

Yapılan çalışmada yanma verileri için ICEngineSoft_9.0 bilgisayar programı kullanılmıştır. ICEngineSoft_9.0 uygulaması eş zamanlı olarak motordan aldığı verileri bilgisayara aktarmaktadır. Görsel 2.2'de ICEngineSoft_9.0 programına ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Görsel 2.30. ICEngineSoft_9.0 programının ekran görüntüsü

Görsel 2.31. Egzoz gazı analiz cihazı

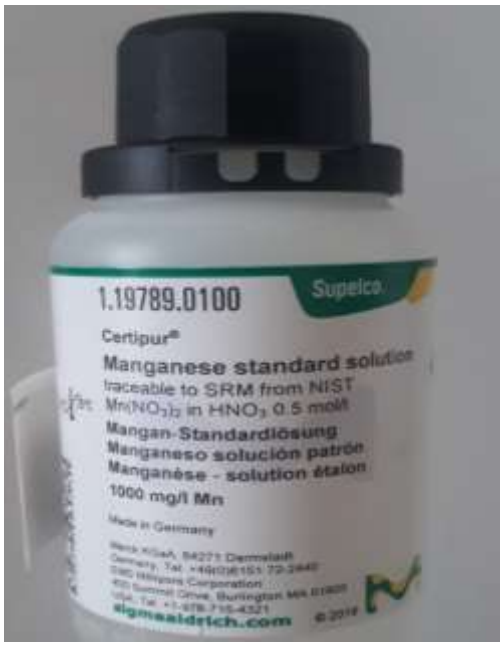
Deney çalışmalarında CAPELEC marka CAP 3200 model emisyon cihazı kullanılmıştır. Çalışmalarda egzoz emisyon cihazı olarak CAPELEC marka CAP 3200 model dizel ve benzinli emisyon cihazının teknik özellikleri Çizelge 2.2'de görülmektedir.

Çizelge 2.14. Egzoz gazı cihazının teknik özellikleri

Parametreler	**Sınır değerler**
HC ölçüm aralığı	0-20000 ppm
Motor devri	0-10000 rpm
Yağ sıcaklığı	0-150 ^{o}C
Cihazın ağırlığı	7 kg
Çalışma voltajı	220 V AC

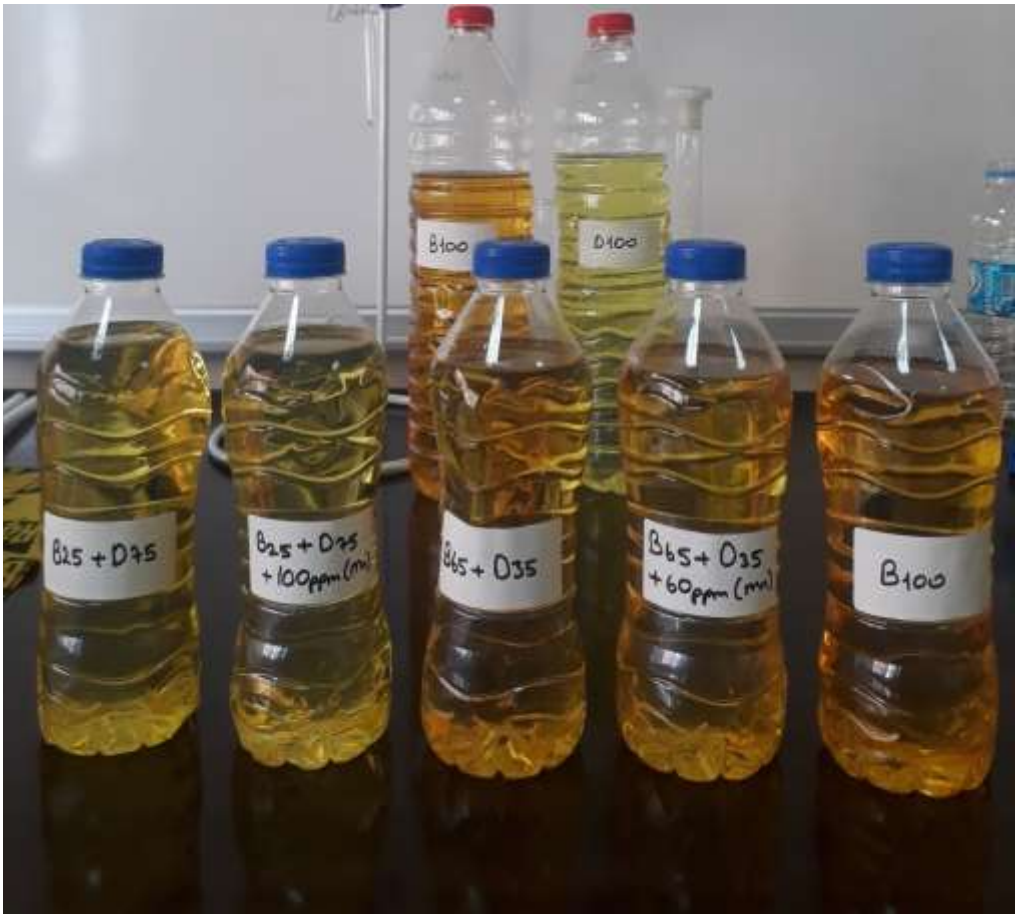
2.2. Testlerde Kullanılan $Mn(NO_3)_2$ katkısı

Deney çalışmasında kullanılan mangan katkı maddesi sentez laboratuvar kimyasalları firmasından hazır şekilde temin edilmiştir. Yeryüzünde katı halde bulunan Mn bileşikleri 300 den fazla minerale sahip olup, ticari olarak en fazla kullanılan bileşik mangan dioksit (MnO_2) tir. Mangan dioksit %78-85 arasında batarya sanayisinde, %74-84 arasında kimya sanayisinde kullanılmaktadır. Kullanılan katkı maddesinin yoğunluk değeri 1.014 gr/cm^3 olup dizel ve biyodizel yoğunluk değerinden bir miktar yüksektir. Günümüzde halen kullanılmakta olan fosil yakıtların azalmasıyla alternatif yakıt olarak kullanılan bitkisel yağlardan üretilen yakıtların özelliklerini iyileştirmek ve dizel yakıtına eşdeğer yakıt elde etmek için çeşitli kimyasal katkı maddeleri kullanılmakta olup, bu çalışmada mangan katkı maddesi kullanılmıştır.



Görsel 2.32. Mangan katkı maddesi

Literatür çalışmalarında Mn esaslı katkı maddesinin yanma artırıcı görevi gördüğünden, setan sayısında artış olduğu buna bağlı olarak da donma noktasını azalttığı görülmüştür. Ticari olarak temin edilen Sıgma-Aldrıch marka sodyum hidroksit ve dekanol marka % 99 saflıkta metil alkol kullanılmıştır. Atık bitkisel yağlardan biyodizel üretimini Batman Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Bölümü deney atölyesinde yapıldı. Karışımın elde edilmesi için kullanılan atık kızartma yağının % 0,5 oranında sodyum hidroksit (NaOH) katalizörü ve % 20 oranında metil alkol (CH_3OH) kullanılmıştır (Çıldır ve ark., 2006). Belli oranlarda karıştırılan alkol ve katalizör bir kaba boşaltarak, dijital ısıtıcılı manyetik karıştırıcı ve manyetik balık kullanılarak karışım yaklaşık 30 dakika boyunca 400 rpm da sodyum hidroksit katalizörü metil alkol içinde tam olarak çözülmesi sağlandı.



Görsel 2.5. Kimyasal ve fiziksel özelliklerin analizinde kullanılan yakıt karışımları

Yakıt analizleri için B100, B25 ve M100B25 yakıtları TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) tarafından analizleri yapılarak her yakıt için ayrı ayrı viskozite, yoğunluk, parlama noktası, donma noktası, setan indexi ve alt ısıl değer parametreleri standartlara uygun olarak analizleri yapılmış olup ve çıkan sonuçlar Çizelge 2.3'te verilmiştir.

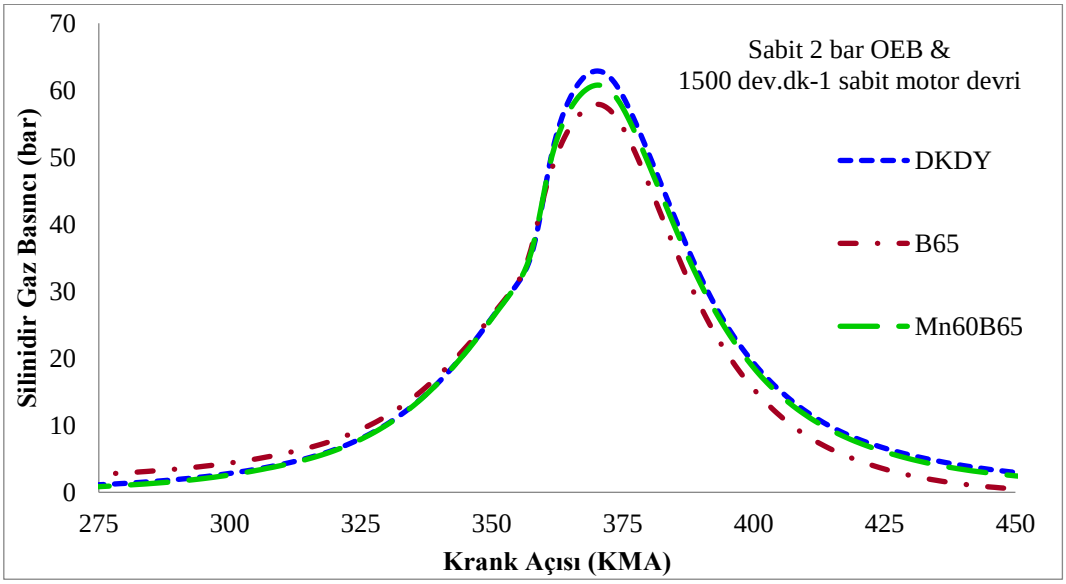
Çizelge 2.3. Deneylerde kullanılan test yakıtlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler	Birim	DKDY	B100	B65	Mn60B65	Analiz metodu
Viskozite 40 °C	mm^2/s	2,895	5,292	4,216	4,184	ASTM D 445
Yoğunluk 15 °C	kg/m^3	832	890,8	869,7	869	ASTM D 4052
Parlama noktası	^oC	74	165,5	84,5	84,5	ASTM D 93
Donma noktası	^oC	-20	-2	-3	-3	ASTM D 2386
Setan indisi	-	52,78	53,7	50,2	50,8	EN ISO 4264
Isıl değer	*kj/kg*	43,850	39,34	41,42	41,5	ASTM D 240

3. DENEYSEL SONUÇLAR

3.1. Silindir Gaz Basıncı

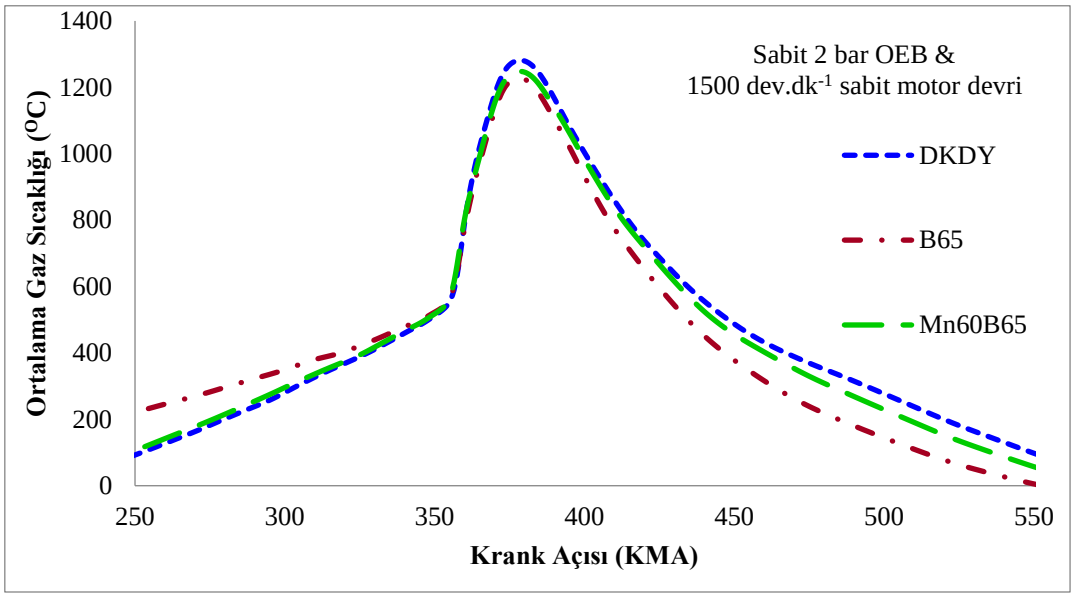
DKDY, B65 ve Mn60B65 yakıtlarının 1500 dev/dak'da sabit devirde ve 2 bar OEB parametresinde silindir gaz basıncının krank mili açısına göre değişimleri bar cinsinden Görsel 3.1'de verilmiştir. 2 OEB parametresine göre incelendiğinde 370 KMA'da silindir gaz basıncı artış değerleri sırasıyla en yüksek DKDY, Mn60B65 ve B65 yakıtlar için sırasıyla 62,87, 60,76, ve 57,9 bar olduğu tespit edilmiştir. En yüksek (DKDY) ve en düşük B65 yakıtı arasındaki silindir gaz basıncı farkı %7,9'dür.



Görsel 3.1. Sabit 2 bar OEB parametresine göre silindir gaz basınç değişimi

3.2. Ortalama Gaz Sıcaklığı

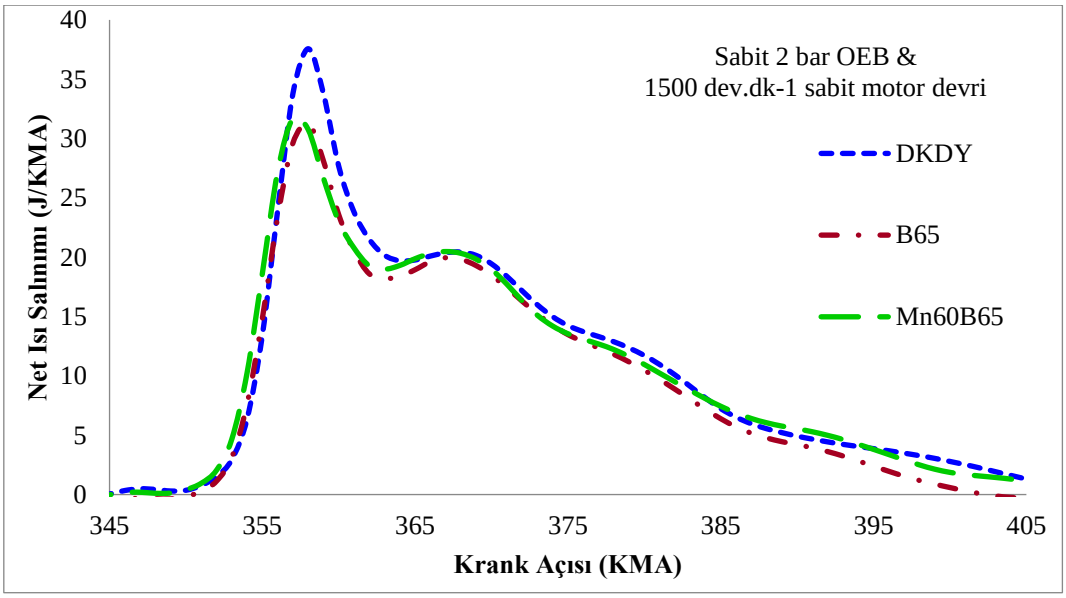
Test yakıtlarının sabit 1500 dev/dk. ve 2 bar OEB parametresinde, ortalama gaz sıcaklığı değerlerinin krank mili açısına göre değişimleri ºC cinsinden Görsel 3.2'de verilmiştir. 2 bar OEB parametresine göre incelendiğinde 379 KMA'da ortalama gaz sıcaklığı değerleri sırasıyla en yüksek DKDY, Mn60B65 ve B65 yakıtlar için sırasıyla 1281,25, 1247,84 ve 1227,3 ºC olduğu görülmektedir. Biyodizel yakıtı dizel yakıtından daha az ısıl değere sahiptir. Mangan katkı maddesi Mn60B65 yakıtına eklenerek ısıl değerini artırması ortalama gaz sıcaklığını artırmıştır. (Heywood, 1988).



Görsel 3.2. Sabit 2 bar OEB parametresine göre ortalama gaz sıcaklık değişimi

3.3. Net Isı Salınımı

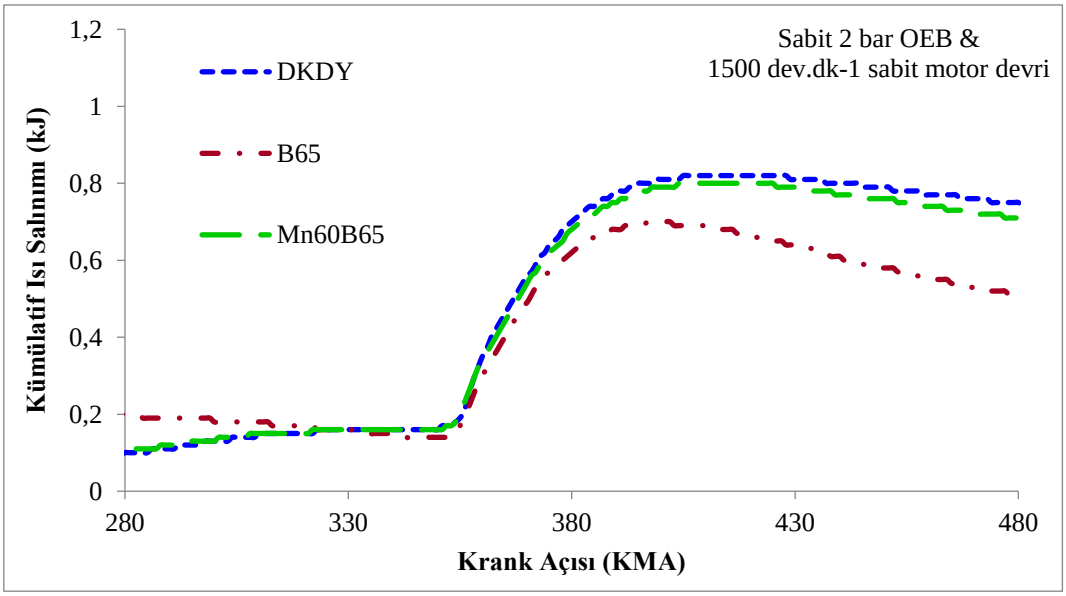
Test yakıtlarının sabit 1500 dev/dak'da ve 2 bar OEB motor parametresinde net ısı salınım hızı değerlerinin krank mili acısına göre değişimleri J/KMA cinsinden Görsel 3.3'te verilmiştir. 2 bar OEB parametresine göre incelendiğinde 357 KMA'da net ısı salınımı değerleri sırasıyla en yüksek DKDY, B65, Mn60B65 yakıtlar için sırasıyla 38,02, 36,19 ve 32,59 J/KMA olduğu tespit edilmiştir. DKDY yakıtındaki değerin yüksek olması çevirim başına yakılan yakıtın yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.



Görsel 3.3. Sabit 2 OEB parametresine göre net ısı salınım hızı değişimi

3.4. Kümülatif Isı Salınımı

Test yakıtlarının sabit 1500 dev/dak'da ve 2 bar OEB motor parametresinde kümülatif ısı salınımı değerlerinin krank mili acısına göre değişimleri kJ cinsinden Görsel 3.3'te verilmiştir. 2 OEB parametresine göre incelendiğinde 402 KMA'da kümülatif ısı salınımı değerleri sırasıyla en yüksek DKDY, Mn60B65, B65 yakıtlar için sırasıyla 0,81, 0,79 ve 0,7 KJ olduğu tespit edilmiştir.



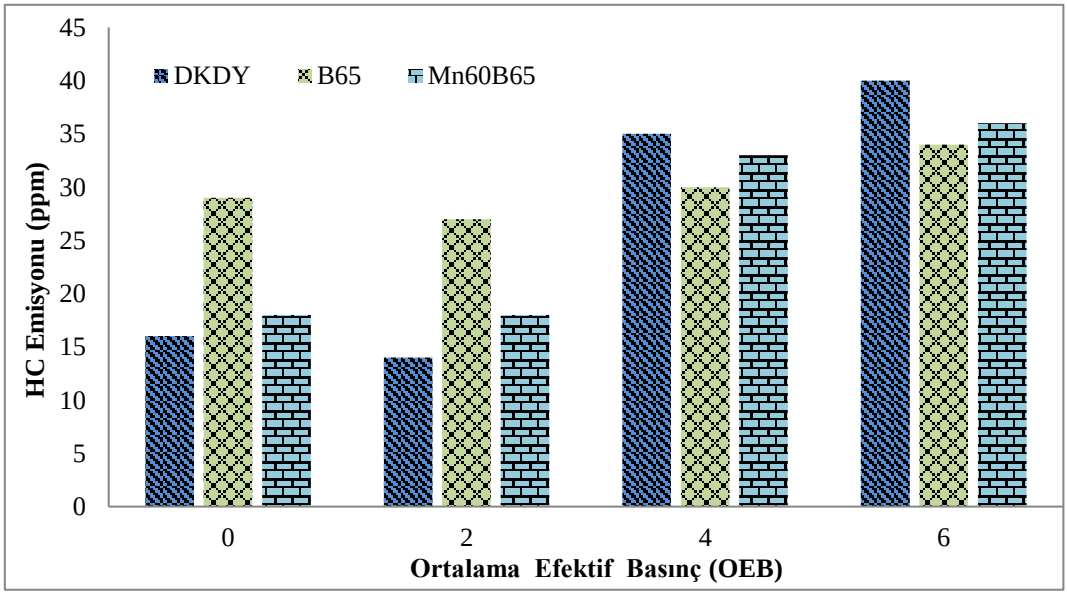
Görsel 3.4. Sabit 2 OEB parametresine göre kümülatif ısı salınım değişimi

3.5. HC Emisyonları

Egzoz gazlarının içinde HC emisyonlarının bulunması yakıtın tam olarak yanmamasından kaynaklanmaktadır. Hava-Yakıt karışımlarının silindir içinde karışım oranlarının çok zengin veya çok fakir olmasından kaynaklı yanma reaksiyonun yavaşlayarak, yanmanın tamamlanamaması durumudur. Silindir, silindir kafası ve piston üst yüzeyine alevin ilerlemeyerek istenilen sıcaklığın elde edilememesi ve ısı kayıplarının olmasıyla alevin sönmesi sonucu yanmamış HC gazları oluşur (Ergeneman ve ark., 1997). Yapılan testlerde yakıtların HC emisyon değişimi Görsel 3.5 incelendiğinde;

- ✓ 0 OEB parametresine göre B65 emisyon değeri 29 ppm ile en yüksek Mn60B65 emisyon değeri 18 ppm, DKDY 16 ppm HC emisyon değerine sahiptir.
- ✓ 2 OEB parametresine göre en yüksek B65 emisyon değeri 27 ppm, Mn60B65 emisyon değeri 18 ppm, DKDY emisyon değeri 14 ppm HC emisyon değeri gözlemlenmiştir.
- ✓ 4 OEB parametresine göre DY emisyon değeri 35 ppm ile en yüksek Mn60B65 emisyon değeri 33 ppm, B65 emisyon değerleri 30 ppm en düşük HC emisyon değerine sahiptir.
- ✓ 6 OEB parametresine göre DKDY emisyon değeri 40 ppm ile en yüksek Mn60B65 emisyon değeri 36 ppm, B65 emisyon değeri 34 ppm en düşük HC emisyon değeri tespit edilmiştir.

Tüm yakıt türleri incelendiğinde artan OEB ile silindir içi sıcaklığın yeterince oluşmadığı ve buna bağlı olarak yanma odasının uzak bölgelerinde alevin sönmesi sonucunda HC emisyonlarını artırmıştır (Öztürk ve ark., 2020). 0 OEB ve 2 OEB paremetrelerin de HC emisyon değerleri DKDY yakıtından yüksekken, 4 OEB ve 6 OEB parametrelerdeki yakıt emisyon değerleri DKDY yakıtından düşük olması biyodizel yakıtındaki oksijen miktarına ve dizel- biyodizel yakıt karışım oranlarına bağlıdır (Aydın, 2020).



Görsel 3.5. Değişik ortalama efektif basınç değerlerine göre HC emisyon değişimi

4. SONUÇLAR

Mn60B65, B65 ve DKDY test yakıtları ile yapılan deneysel çalışmada genel olarak aşağıdaki sonuçlar tespit edilmiştir.

- B65 yakıtı baz alındığında, Mn60B65 yakıt karışımlı katkı maddesi viskozite ve yoğunluk değerini düşürmüştür. Setan indisi ve ısıl değerini artırmıştır. Parlama ve donma noktası ise sabit kalmıştır.

- Silindir gaz basıncı 2 bar OEB'de göre incelendiğinde en yüksek değeri sırasıyla DKDY, Mn60B65 ve B65 olmuştur. Karışımda kullanılan biyodizel miktarı ve mangan katkı maddesi yakıtın ısıl değerini yükselttiği gözlemlenmiştir.

- Ortalama gaz sıcaklığı 2 bar OEB'de göre incelendiğinde en yüksek değer sırasıyla DKDY, Mn60B65 ve B65 olmuştur. Biyodizel yakıtı dizel yakıtından daha az ısıl değere sahiptir. Mn60B65 yakıtının ısıl değerinin artırması ortalama gaz sıcaklığını artırmıştır. Ayrıca yoğunluk değerinin azalması alevlenme şiddetini artırarak da ortalama gaz basıncının artmasında etkili olmuştur
- Net ısı salınımı 2 bar OEB'de incelendiğinde en yüksek değer sırasıyla DKDY, B65, ve Mn60B65 olmuştur. DKDY yakıtındaki değerin yüksek olması çevirim başına yakıtın ısıl değerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Kümülatif ısı salınımı 2 bar OEB'de incelendiğinde en yüksek değerler sırasıyla DKDY, Mn60B65 ve B65 olmuştur. biyodizel yakıtında oksijen miktarının fazla olması, kullanılan Mn katkı maddesinin setan sayısı üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir.
- 0 OEB ve 2 OEB paremetrelerin de HC emisyon değerleri DKDY yakıtından yüksekken, 4 OEB ve 6 OEB parametrelerdeki yakıt emisyon değerleri DKDY yakıtından düşük olması biyodizel yakıtındaki oksijen miktarına ve dizel- biyodizel yakıt karışım oranlarına bağlıdır

Yapılan çalışmalar sonucunda; atık bitkisel yağdan elde edilen biyodizel-dizel yakıt karışımlarına eklene mangan katkı maddesi ($Mn(NO_3)_2$) ile katkılı yakıtların önemli kimyasal ve fiziksel özellikleri iyileştirilmesinin yanında yanma parametreleri dizel yakıt eğrilerine göre genel olarak paralellik göstermiştir. Dizel motorlarda herhangi bir değişiklik yapılmadan mangan katkı maddesi ($Mn(NO_3)_2$) ile belirlenen oranlarda biyodizel-dizel yakıt karışımlarının kullanılabildiği tespit edilmiştir. Bu da önümüzdeki yıllarda her ne kadar hibrit ve elektirikli araçlar üzerine çalışmalara yoğunluk verilmiş olsada güç ve tork gereksinimine ihtiyaç duyulan dizel motorlu ağır vasıtalar için dizel yakıta alternatif yenilenebilir enerji kaynağına olan ihtiyaç vazgeçilmezdir.

KAYNAKLAR

[1] Aydın, S. 2020, Comprehensive analysis of combustion, performance and emissions of power generator diesel engine fueled with different source of biodiesel blends. Energy 205:118074.

[2] Aydın S. 2020, Detailed evaluation of combustion, performance and emissions of ethyl proxitol and methyl proxitol-safflower biodiesel blends in a power generator diesel engine Fuel, 270 (2020), p. 117492,

[3] Heywood, J., 1988, Internal combustion engine fundamentals, Macgraw-Hill Book Company, New York.

[4] Yağlı, H., Koç, Y., Koç, A., Görgülü, A., Tandiroğlu, A. 2016, Parametric optimization and exergetic analysis comparison of subcritical and supercritical organic rankine cycle (ORC) for biogas fuelled combined heat and power Engine Exhaust Gas Waste Heat. Energy, vol. 111, 923-932.

[5] Ilkilic C, Aydin S, Behcet R. 2011, Production of biodiesel from safflower oil. Energ Educ Sci Tech-A 2011;27:295–300.

[6] Öztürk, H. H., 2021, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *Birsen Yayınevi*, pp.667

[7] Sundus, F., Fazal, M. A., Masjuki, H. H., 2017, Tribology with biodiesel, a study on enhancing biodiesel stability and its fuel properties, Renewable and Sustainable *Energy Reviews*, 70, 399-412.

[8] Öztürk, E. Y., Altınkurt, D. M., Türkcan, A., 2020, Dizel-biyodizel-izobütanol üçlü karışımları kullanılan bir dizel motorda yanma, performans ve emisyon karakteristiklerinin deneysel olarak incelenmesi, mühendislikte yakıtlar, *Yangın ve Yanma Dergisi*, 8, 56-66.

[9] Çıldır, O. ve Çanakcı, M., 2006, Çesitli bitkisel yaglardan biyodizel üretiminde katalizör ve alkol miktarının yakıt özelliklerine etkisi, *Gazi Üniversitesi*, 21(2), 367-372.

[10] Ergeneman, M., Mutlu, M., Kutlar, O. A., Arslan, H., 1997, Taşıtlardan kaynaklanan egzoz kirleticileri, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 4-15.

INVESTIGATION OF THE ORBITAL THERMAL BEHAVIOR OF SMALL SATELLITES IN LOW EARTH ORBIT

GÖNÜL ÇİÇEK[1], Doç. Dr., ERSİN SAYAR [2]

[1] ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY, Faculty of Mechanical Engineering,

atcgnl@gmail.com- ORCID: 0000-0002-5348-3283

[2] ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY, Faculty of Mechanical Engineering,

ersin.sayar@itu.edu.tr- ORCID: 0000-0001-7764-9332

SUMMARY

This study aims to assess the feasibility of the 1U CubeSat from a thermal perspective and to ensure that each component operates within its allowed temperature range. The basic form of a satellite and common components, as well as a generic orbit, have been considered. The mission orbit for the satellite is a sun-synchronous orbit at an altitude of 400 km, with a local time at the ascending node of 11:00:00. The temperature of a satellite is influenced by the external heat sources, such as direct solar radiation, planetary radiation, and Earth albedo radiation, as well as internal heat sources, such as the dissipation of components. The only way to dissipate heat from a satellite is through thermal radiation emitted from the surface of the satellite into deep space. As the satellite moves around the Earth, the solar angle changes and the satellite is exposed to fluctuating heat flux with the effect of eclipse and sunlight. The transient analysis is run over a period of 10 orbits. To predict the temperatures that a satellite will experience during its mission, simulations are conducted by using NX Space System Thermal. The thermal model obtained in this study showed that some of the component's temperature ranges are close to the operating limit. Special suggestions have also been given to keeping the components within the safe temperature range. The results of this study were used to improve the spacecraft design and to establish the requirements for the satellite's thermal control system in further studies. The results indicated that the thermo-optical properties of the solar panels should be calculated in more detail and the solar panels should be modeled more accurately, considering the solar cell area. It is also recommended to use heaters to warm the batteries in extreme cold conditions.

Keywords: CubeSat Thermal Analysis, Thermal Analysis, LEO Satellite On-Orbit Thermal Behavior, NX Space System Thermal.

1. INTRODUCTION

The space industry has recently been trying to use small, cheap, low-power components that are commonly available on the market to build small spacecrafts. This trend has led to an increase in the popularity of CubeSat projects, which are small satellite missions often used for educational, technological, or scientific purposes like imaging or communication, and typically have a launch mass between 1 and 10 kg. CubeSats were first developed by Dr. Jordi Puig-

Suari of California Polytechnic State University and Professor Bob Twiggs of Stanford University's Space Systems Development Lab in 1999. They are typically classified according to their size, with a standard unit called a 1U being a cube that is 10 cm on each side and has a mass of no more than 1.33 kg. Most CubeSats also have a power consumption of only a few watts. As CubeSats become more important in the development and testing of both small and large spacecraft, it is important to think about how the many thermal cycles and high heat inputs from solar radiation and Earth's infrared radiation can affect these low Earth orbit (LEO) satellites [1]. The thermal design of a CubeSat must ensure that all subsystems within the satellite operate within acceptable temperature ranges. In the past, this analysis has often been done using numerical modeling, which can take several hours to find an acceptable parameter value. However, as the number of parameters increases, the simulation model becomes more complex. Some of the parameters to consider in the heat transfer performance analysis of a CubeSat include the attitude of the orbit and inclination angle. The purpose of this analysis is to examine the temperature change of a satellite during orbital period. Once the analysis is complete, different thermal control techniques, such as active control using electrical components like heaters and coolers or passive control using non-electrical techniques like thermal coatings and surfaces, can be chosen to regulate temperature [2].

2. METHODOLOGY

In order to design the thermal control system for a satellite, it is important to state the mission orbit of a CubeSat. In this study, it is assumed that the satellite orbits in one of the most frequently used orbits for launching nanosatellites which parameters given as a Sun Synchronous Low Earth Orbit at a reference altitude of 400 km with an inclination of 97 degrees. It can be considered as the local time ascending node for this satellite is 11:00:00. Another key point for satellite thermal control design is environmental heat sources. While the satellite moves around the earth, it is exposed to variable heat loads. These heat sources expressed as solar radiation, albedo radiation, and Earth's infrared radiation. **Figure 1** illustrates the various heat sources that influence the satellite.

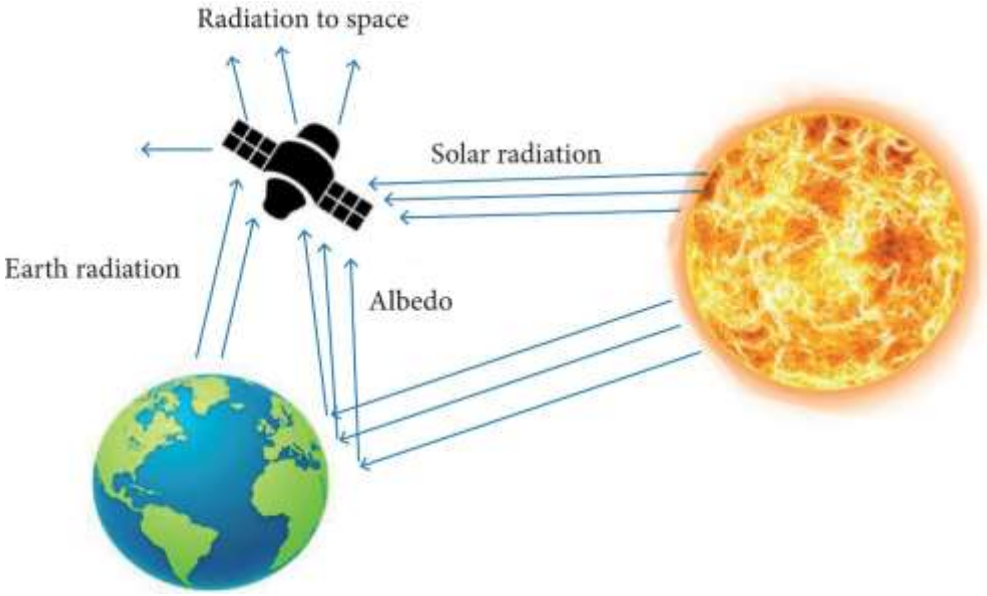


Figure 1. Heat sources in the orbit of a satellite [3]

The sun is the main source of heat in space and is essential for a CubeSat while in orbit. The impact of solar radiation on the spacecraft depends on the distance between the Earth, sun, and satellite. The intensity of sunlight at the summer solstice, when Earth is furthest from the sun, is at its lowest point at 1322 W/m^2, while it is at its highest point at 1414 W/m^2 during the winter solstice. The heat flux, which describes the amount of direct solar radiation absorbed by a flat surface area A of a spacecraft in low Earth orbit (LEO), can be calculated using an equation (1). Constant solar radiation applies to the satellite which is equal in all directions in Low Earth Orbit (LEO) [5]. In this study, the max solar flux is taken into account for the calculations.

$$Q_{solar}=Q_s A \alpha \cos\theta \quad (1)$$

The angle θ represents the angle between normal vector of a surface and the solar rays. In addition, α represents the solar absorptance of the surface. In addition to the heat from the sun, there is a second source of heat from the Earth called albedo radiation. Albedo radiation is the amount of sunlight that is reflected back into space by the Earth. This heat source can be expressed as equation (2) [5].

$$q_{albedo}=Q_s\, AF\alpha_f \cos\phi \quad (2)$$

In the equation (2), α_f is the planetary albedo coefficient and in this study the average albedo ratio of Earth is taken as 0.3 [6]. The final heat source considered in this study is the heat absorbed by the Earth and re-emitted as infrared energy into space, known as Earth's Infrared radiation. The magnitude of this heat source depends not only on the local temperature of the Earth's surface, but also on the amount of cloud coverage, as it decreases with more clouds. The earth infrared radiation is generally in between 220 and 275 W/m^2. In this study, the earth infrared radiation is taken as 237 W/m^2 [7]. It should be noted that the satellite dissipates heat to the deep space during the life cycle and the pace temperature is generally considered as 4K.

3. ANALYSIS STAGE

In this study, a system-level thermal analysis is conducted by using the Siemens NX Space Systems Thermal solver. This software offers a comprehensive set of tools for modeling orbital heating within the NX Advanced Simulation environment, a specialized application for the space industry that utilizes the full numerical capabilities of the NX Thermal solver. In order to obtain thermal mathematical model of the satellite, geometrical mathematical model and finite element model of the satellite is developed by using the same software.

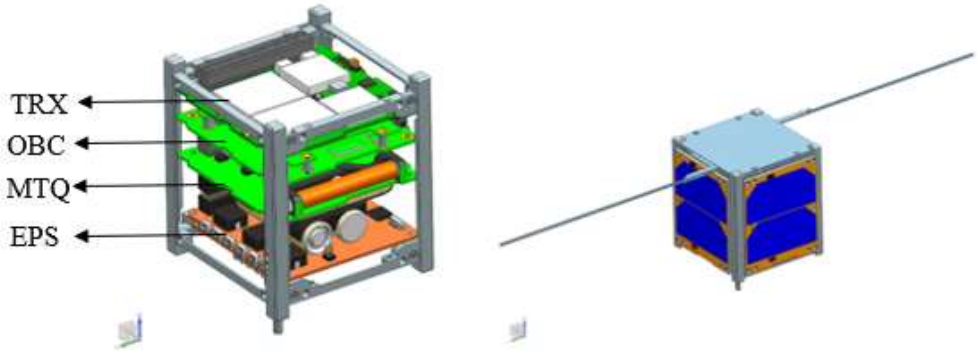


Figure 2. Internal View and the External View of the CubeSat Assembly

The thermal mathematical model was developed by incorporating the geometrical mathematical model in terms of assigning thermal properties such as received heat to nodes, conductive and radiative links between nodes, heat capacity, surface properties, and internal heat dissipation. The finite element approach is a widely accepted and commonly used technique for thermal analysis in the analysis stage. The simulation model assumes that the entire surface of each node has uniform surface properties. This study primarily focuses on heat transfer by radiation on the solar panels of the satellite and the temperature variations of each component. The basic analysis approach is thermal heat balance on the satellite outer faces. The energy balance equation is given as following equation (3).

$$Q_{solar}+q_{albedo}+q_{IR}+Q_{generated}=Q_{stored}+Q_{out} \quad (3)$$

The external faces of the CubeSat were modeled as having surfaces covered with solar panels. As a result, the thermo-optical properties of solar cells and other related component were imported to simulation model. The properties of the materials are listed in Table 1.

Table 1. Thermophysical Properties of the Materials [8]

Component	k (W/mk)	C_p (J/kg/K)	ρ (kg/m^3)	ε	α
CubeSat Structure	175	900	2770	0.88	0.76
Solar Panel	58	310	5323	0.89	0.91
Antenna Board	42	527	2715	0.6	0.8
OBC Board (On board Computer)	100	472	3720	0.6	0.8
TRX Board (Transceiver)	92	551	2430	0.6	0.8

MTQ Board (Magnetorquer)	36	536	2606	0.6	0.8
EPS Board (Battery)	20	589	2223	0.6	0.8

Once all of the boundary conditions and inputs have been assigned to the software, the NX Space Systems Thermal solver uses the finite volume technique to numerically iterate the values. The transient analysis is performed over a period of 10 orbits which is about 55,450 seconds since the satellite completes one full orbit around its related path in approximately 90 minutes. It can be expected that while the satellite orbits the earth, it will be subjected to an eclipse with a duration of 35.68 minutes. In the results the eclipse effect is clearly visible. In addition to that, the initial temperature for this transient analysis is set at 20°C. In this study, it is assumed that the satellite moves around the earth in a circular path while maintaining the same orientation towards the earth. A thermal control design for a satellite is considered as successful if all of its components, especially those that are mission-critical, are able to maintain their temperatures within their designated operating range. The operating temperatures for the internal components were determined based on the manufacturer's specifications and are listed in Table 2. It should be noted that the satellite is analyzed in a nominal mission mode therefore the heat dissipation of the components is also considered in the simulation model as shown in the Table 2.

Table 2. Operational Temperature Limits and Heat Dissipations of Components [9] [10] [11] [12].

Component	Temperature Ranges (°C)	Heat Dissipation (mW)
Magneto torquer	-40 / +70 °C	175
Transceiver	-20 / +60 °C	480
On Board Computer	-25 / +65 °C	400
Solar Panels	-40 / +125 °C	
Battery	-40 / +85 °C	160
Structure	-40 / +80 °C	
Antenna	-20 / +60 °C	

4. RESULTS AND DISCUSSION

After the 10-orbital period analysis is completed, the results for both the solar panels and the internal components are shown in Figure 3 and Figure 4. These results are calculated as the arithmetic average of all node temperatures for each internal component and solar panel. Figure 3 and Figure 4 clearly illustrates the fluctuations in sunlight and eclipse times, with an increase in panel temperatures due to the effects of IR radiation and albedo radiation as well as direct solar heating of panels exposed to the sun. During eclipse times, the panel temperatures drop due to the absence of direct solar heating and the presence of only IR radiation from the Earth. The temperature fluctuations are caused by the variations in infrared radiation that the satellite

encounters as it moves across the line separating day and night on the Earth. The solar cells, which are oriented towards the sun, experience the highest temperatures on the satellite. This is because all of the solar panels have the same thermal and optical properties. It should be noted that in the simulation model, antenna board is pointing towards to the earth and the satellite velocity vector is the +X direction.

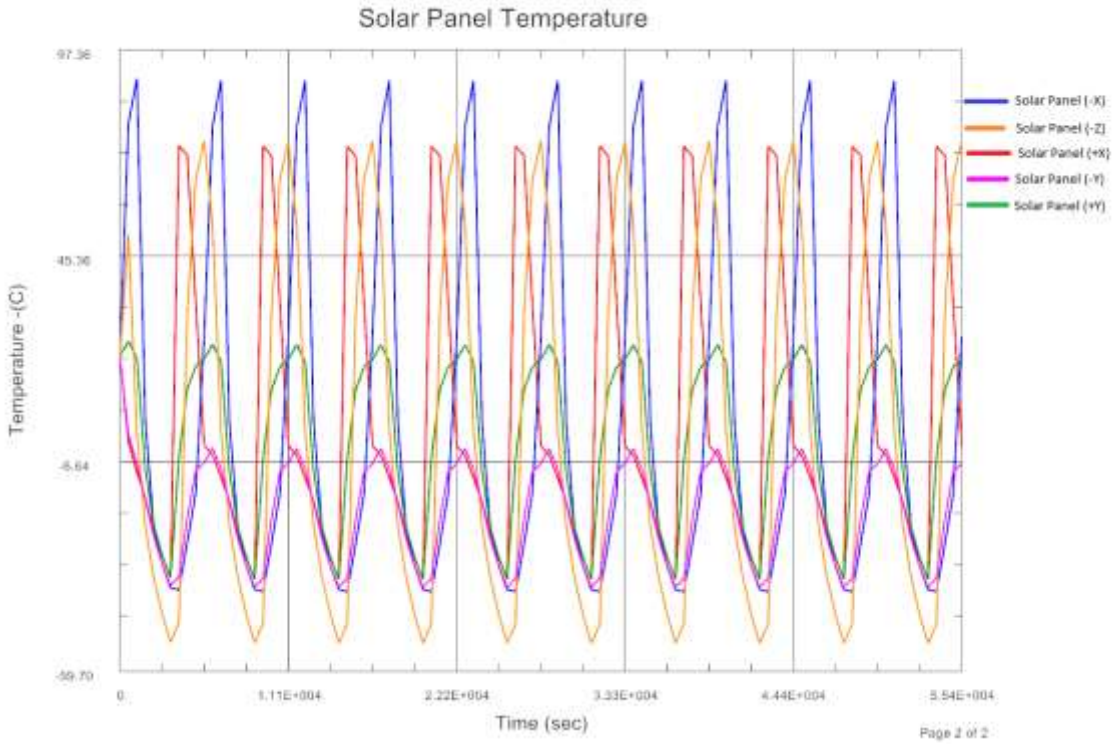


Figure 3. Solar Panel Temperatures

As shown in Figure 3, the temperature of the -X and +X surfaces appears to be shifted. This is because these two faces are not exposed to the sun at the same time. For example, the front face of the satellite (the +X face, which is normally parallel to the velocity vector) is only exposed to sunlight from the subsolar point to the point where the eclipse begins. On the other hand, the back face (-X) is exposed to sunlight from the point where the eclipse ends to the subsolar point. It can also be observed that the solar panel in the -X direction is hotter than the +X. There could be several reasons for this, but one possible explanation is the angle of incidence effect. The angle at which sunlight hits a solar panel can influence its temperature. As shown in Figure 3, the +Y side remains on the side facing the sun and therefore has higher temperatures than the -Y side. Additionally, when the satellite is at a certain angle, the faces of the satellite do not see the same amount of illuminated Earth. It can be said that the -Y face sees a smaller amount of illuminated Earth than the +Y face when the satellite is moving away from the subsolar point. This can lead to higher temperatures on the +Y face of the satellite. As shown in the Figure 3, the solar panel temperature is approaching the limit line. In this analysis, all solar panels are assumed to have the same surface characteristics. However, this does not accurately reflect reality. As shown in Figure 2, a part of the surface area of the solar panels consists of solar cells, which have different characteristics than the rest of the surface. In this study, the solar panel optical properties are assumed to be the same across the entire surface by using the solar

cell surface properties for simplicity. In order to improve the accuracy of the analysis, the surface thermo-optical properties should be updated by considering this detail, as the absorptivity and emissivity of solar cells are higher compared to the overall solar panel.

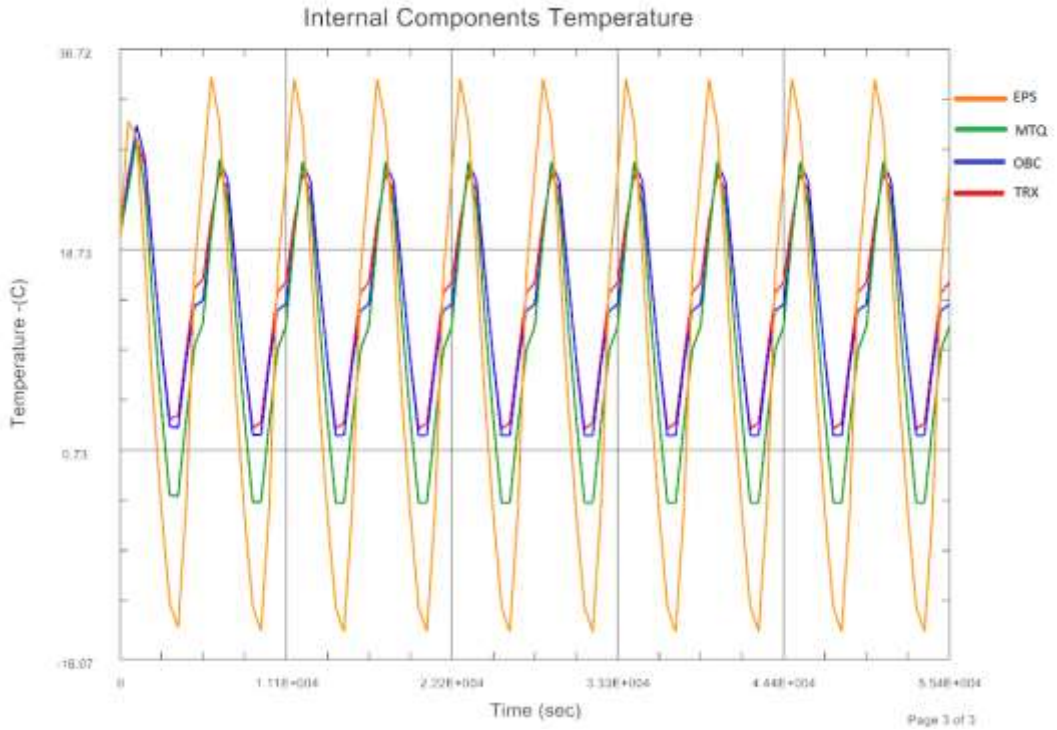


Figure 4. Internal Components' Temperatures

As shown in Figure 4, the temperature fluctuations of the EPS board are more significant than those of the other components. It can be seen in Figure 2 that the EPS board is located close to the solar panel in the -Z direction based on the arrangement of the components inside the satellite. Because there is a radiative interface between these facing surfaces inside the satellite, the EPS board is affected primarily by its own heat dissipation and the temperature changes of the solar panel in the -Z direction. The temperature range for the battery when it is charging is 0 to 45°C, while the range for discharging is -20 to 60°C. As shown in Figure 4, the EPS board temperature during the eclipse duration changes from +34 to -15.6°C. It is known that the battery is in discharging mode during the eclipse. Additionally, from -15.6 to 34°C, the battery is in charging mode. The lowest temperature occurs when the satellite is in eclipse and the battery is not being charged. However, if the battery begins charging at the end of the eclipse while outside of its optimal temperature range, it may be damaged. When considering the charging criteria for the battery, it is clear that the battery cannot be charged up to 0°C. To address this issue, a temperature-controlled heater could be installed on the battery as a design improvement.

5. CONCLUSION

The purpose of this study is to study the thermal behavior of a 1U CubeSat during a mission analysis. A comprehensive review of orbital dynamics theory is provided, along with an explanation of the relevant problems, in order to carry out this analysis. The commercial program NX Space System Thermal, which offers a wide range of orbital parameters to simulate with high reliability, is used for the simulations. This work provides a step-by-step guide to conducting a thermal analysis as a complement to the mission analysis. By using existing equations, the basic theory of satellite thermal design and the fundamental calculations for thermal balancing are explained. It is also important to note that, as the project is still in its early stages, there is an opportunity for further improvement in terms of temperature control and the possibility of modifying the thermal design of the satellite. Although the analysis was thorough, there are still many factors that need to be taken into consideration as the project progresses. The overall results show that this satellite is within the operating temperature ranges with some modifications such as using heater on the battery module and detail modelling of solar panel properties. Although a CubeSat can be designed using numerical modeling as a reference, actual thermal testing of the system is still necessary to ensure that it functions properly. Due to software limitations, current numerical simulation approaches are not able to accurately recreate all physical conditions and should only be used to supplement testing. These methods are based on a simplified model of the system.

Finally, this thesis may be a useful resource and informational tool for future research on 1U CubeSats. To obtain more accurate results, further work needs to be done to understand the specific requirements of the launch vehicle in terms of orbit. It is also strongly recommended to validate the analysis through thermal vacuum testing as a future work.

KAYNAKÇA

[1] Bulut, M., & Sözbir, N. (2021). Thermal design, analysis and test validation of TURKSAT-3USAT satellite. Journal of Thermal Engineering, 7 (3), 468–482. https://doi.org/10.18186/thermal.887316 (retrieved from 24.12.2022)

[2] Salazar-Salinas, G., Botello-Ramírez, E., & Avalos-Gauna, E. (2021). Thermal analysis of a 3U-Cubesat, a case study of Pakal Satellite. Proceedings of the 8th International Conference on Fluid Flow, Heat and Mass Transfer (FFHMT'21). https://doi.org/10.11159/ffhmt21.137 (retrieved from 24.12.2022)

[3] Abdelkhalek, H. S., Ziedan, I., & Amal, M. (2019). Simulation and prediction for a satellite temperature sensor based on Artificial Neural Network. Journal of Aerospace Technology and Management. https://doi.org/10.5028/jatm.v11.1055 (retrieved from 24.12.2022)

[4] Meseguer, J., Pérez-Grande, I., and Sanz-Andrés, A., Spacecraft thermal control, 1st Ed. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 2012

[5] Gilmore, D. G., & Donabedian, M. (2003). *Spacecraft Thermal Control Handbook*. American Institute of Aeronautics and Astronautics

[6] Goode, P. R.; et al. (2001). *Earthshine Observations of the Earth's Reflectance*. Geophysical Research Letters. 28 (9): 1671–1674. Bibcode:2001GeoRL.28.1671G. doi:10.1029/2000GL012580. S2CID 34790317.

[7] Salazar-Salinas, G., Botello-Ramírez, E., & Avalos-Gauna, E. (2021). Thermal Analysis of a 3U-Cubesat, a Case Study of Pakal Satellite. Proceedings of the 8th International Conference on Fluid Flow, Heat and Mass Transfer (FFHMT'21). https://doi.org/10.11159/ffhmt21.137

[8] Flecht, T. (2016). Thermal modelling of the Picsat nanosatellite platform and synergetic prestudies of the Circus nanosatellite (thesis).

[9] JECH. (2022, January 28). Datasheet - P31u. Retrieved November 5, 2022, from https://gomspace.com/UserFiles Subsystems / /datasheet/gs-ds-nanopower-p31u-30.pdf

[10] VHF uplink/UHF downlink full duplex transceiver. ISISPACE. (2022, October 27). Retrieved November 13, 2022, from https://www.isispace.nl/product/isis-uhf-downlink-vhf-uplink-full-duplex-transceiver/

[11] IMTQ Magnetorquer Board. ISISPACE. (2022, June 28). Retrieved November 13, 2022, from https://www.isispace.nl/product/isis-magnetorquer-board/

[12] *ISIS on board computer*. ISISPACE. (2022, November 18). Retrieved December 3, 2022, from https://www.isispace.nl/product/on-board-computer/

TAMAMEN ELEKTRİKLİ BİR ARABANIN ULUSLARARASI UYUMLU HALE GETİRİLMİŞ HAFİF ARAÇLAR TEST PROSEDÜRÜ (WLTP) İLE ÖLÇÜLMÜŞ ENERJİ TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ

Makine Mühendisi, Enes Muhammed KAPLAN [1], Makine Mühendisi, Prof. Dr. Hakan ÇALIŞKAN [2]

[1] Uşak Üniversitesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Lisansüstü Enstitüsü, enesmkaplan@gmail.com - 0000-0003-1998-628X

[2] Uşak Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, hakan.caliskan@usak.edu.tr - 0000-0002-6571-0965

ÖZET

Yaşadığımız dünyanın en temel problemlerinden birisi olan küresel ısınmanın sonucunda oluşabilecek olumsuz etkilerin önüne geçmek için 2021 yılında İskoçya'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP26) sonrasında küresel ısınma sonucu meydana gelen yıllık ortalama sıcaklık değişiminin maksimum +1,5°C'de tutulması hedeflenmiştir [1]. Bu karar, otomotiv endüstrisini doğrudan ilgilendirmektedir, çünkü günümüzde kullanılan yol araçlarının büyük bir çoğunluğunu içten yanmalı motorlara sahip araçlar oluşturmaktadır. Bu araçların atmosfere saldıkları zararlı egzoz gazları sebebiyle, hükümetlerin de yönlendirmesiyle son yıllarda elektrikli araçların tercih edilmesinde gözle görülür şekilde bir artış mevcuttur. Elektrikli araçları tercih eden kullanıcıların tercih ettikleri araçların ortalama enerji tüketimleri hakkında yeterli bilgiye sahip olması önemlidir. Bu çalışmada araç kullanıcılarını bilgilendirmek amacıyla sürücülerin kentsel alan, kırsal alan ve otoyoldaki sürüş karakteristikleri göz önüne alınarak, 40 kWh batarya kapasitesine sahip, 150 hp güç üretebilen tamamen elektrikli bir aracın 20°C'de Uluslararası Uyumlu Hale Getirilmiş Hafif Araçlar Test Prosedürü (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure-WLTP) ile ölçülmüş enerji tüketimi incelenmiştir. Aracın kliması kapalı durumdayken, kapalı bir ortamda şasi dinamometresi üzerinde gerçekleştirilen testte sürücünün kentsel alan, kırsal alan ve otoyoldaki sürüş karakteristiği WLTP gereği göz önüne alınmış ve aracın enerji tüketimi bu bölgeler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalar, test esnasında ölçülen verilerin bilgisayar ortamına aktarılmasıyla yapılmıştır. Çalışma sonucunda, kullanılan test aracının ortalama enerji tüketiminin sürüş karakteristiği olarak sırasıyla en yüksek otoyolda, sonrasında kentsel alanda ve son olarak kırsal alanda gerçekleştiği görülmüştür. Bu çalışmanın sonucunun araç kullanıcıları ve üreticileri açısından faydalı olabileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araçlar, Uluslararası Uyumlu Hale Getirilmiş Hafif Araçlar Test Prosedürü, WLTP, Enerji tüketimi.

1. GİRİŞ

Küresel ısınma, küresel çapta artan hava kirliliğinin sonucunda meydana gelmiş ve önümüzdeki yıllarda dünyada yaşayan tüm insanları ve canlıları doğrudan etkileyecek olumsuz sonuçlar doğuracağı öngörülen bir felakettir. Bu felaketin olumsuz etkilerinden kaçınabilmek ya da bu etkileri en aza indirebilmek için hükümetler belirli zamanlarda bir araya gelerek belirli kararlar almaktadırlar. Alınan kararların sonucuna göre, otomotiv endüstrisi bu kararlardan en çok etkilenen endüstrilerin başında gelmektedir. Günümüzde kullanılan bir çok otomobil, içten yanmalı motorlarla çalışmakta olup çevreye insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek zararlı gazlar yaymaktadır. Tarihsel gelişimi 19. yüzyılda başlayan elektrikli araçlar, günümüzde özellikle, içten yanmalı motorların sebep olduğu sera gazlarının ve hava kirliliğinin artmasıyla popüler hale gelmiştir [2].

Elektrikli araçların bakım masrafları, içten yanmalı motorlu araçların bakım masraflarına oranla çok daha düşüktür. Çünkü elektrikli araçlarda daha az mekanik aksam bulunmaktadır ve vites kutusu, egzoz sistemi, motor bloğu, yağlama gibi kısımlara ihtiyaç duyulmamaktadır [3]. Bu sebeplerden ötürü tercih edilen elektrikli araçların kullanıcıyı en çok ilgilendiren özelliklerinden birisi enerji tüketimidir. Ülkemizde de kullanım geçmişi çok eski yıllara dayanmayan elektrikli araçların enerji tüketimi hakkında kullanıcının bilgi sahibi olması önemlidir. Çünkü kullanıcının, araç tercihinde bulunurken ilk dikkat ettiği noktalardan birisi aracın ne kadar ekonomik olduğudur. Elektrikli araçların enerji tüketimi belirli prosedürler sonucu hesaplanmaktadır. AB yasaları tarafından tanımlanan koşullar altında, Uluslararası Uyumlaştırılmış Hafif Araç Test Prosedürü (WLTP) laboratuvar testi, binek araçlardan kaynaklanan yakıt tüketimini, CO_2 emisyonlarını ve bunların kirletici emisyonlarını ölçmek için kullanılır [4]. Elektrikli araçların enerji tüketimini hesaplamak için kullanılan en yaygın prosedürlerden birisi WLTP'dir.

Bu çalışmada, 40 kWh saat batarya kapasitesine sahip, 150 hp motor gücü üretebilen tamamen elektrikli bir aracın kliması kapalı haldeyken 20°C ortam sıcaklığında Uluslararası Uyumlu Hale Getirilmiş Hafif Araçlar Test Prosedürü (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure – WLTP) ile ölçülmüş enerji tüketimi incelenmiştir. WLTP gereği aracın kentsel alan, kırsal alan ve otoyoldaki sürüş karakteristiğine göre ayrı ayrı enerji tüketimi hesaplanmış sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

WLTP test yönteminde kullanılan araç 40 kWh batarya kapasitesine, 150 hp motor gücü üretebilen tek elektrikli motora, 1505 kg ağırlığa, 4490 mm uzunluğa, 1788 mm genişliğe ve 1530 mm yüksekliğe sahiptir. Araç önden çekiş sistemine sahip olup, üzerinde tek vitesli otomatik şanzıman bulunmaktadır. Kullanılan test aracı *Görsel 1*'de gösterilmiştir.

Görsel 1. Kullanılan Test Aracı

WLTP testi, özel bir firmada kapalı bir ortamda şasi dinamometresi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Test aracının elektrikli araç olması sebebiyle WLTP prosedürü gereği testler "Class 3" kategorisinde gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda aracın teste başlamadan önce tam dolu olan bataryası, "Cruise Test" uygulanarak 80%'e düşürülmüş ve WLTP testine başlanmıştır. Test için bir gün öncesinden 20°C ortam sıcaklığındaki test odası hazırlanmıştır. Teste başlamadan aracın lastik basıncı 250kPa olarak ayarlanmış ve aracın kliması kapalı konuma getirilmiştir. Test esnasında araçtan istenilen verilerin aktarımı için Hitachi HDM 9000 cihazı kullanılmıştır [5]. Bu cihazın tercih edilmesinde cihazın yüksek veri hassasiyetine sahip olması, kolay taşınabilir olması ve kullanılan test aracıyla uyumlu olması önemli rol oynamıştır. Cihaz, araçtan 0.2 saniyede bir veri aktarımı sağlamış ve elde edilen bu veriler aracın enerji tüketiminin ölçümünde kullanılmıştır. Kullanılan cihaz *Görsel 2*'de gösterilmiştir.

Görsel 2. Hitachi HDM 9000

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

20°C'de, şasi dinamometresi üzerinde gerçekleştirilen WLTP testi sonucunda;

- Kentsel alanda 18.48 km/h ortalama hız ile 3.03 km yol katedilmiştir. Bu bölümde aracın ortalama enerji tüketimi 118.58 Wh/km olarak ölçülmüştür.
- Kırsal alanda 39.17 km/h ortalama hız ile 4.69 km yol katedilmiştir. Bu bölümde aracın ortalama enerji tüketimi 114.59 Wh/km olarak ölçülmüştür.
- Otoyolda ise 55.4 km/h ortalama hız ile 7.02 km yol katedilmiştir. Bu bölümde aracın ortalama enerji tüketimi 136.26 Wh/km olarak ölçülmüştür.
- Tüm sürüş karakteristikleri bir arada değerlendirildiğinde ise 35.91 km/h ortalama hız ile 14.74 km yol katedilmiş ve aracın ortalama enerji tüketimi 125.74 Wh/km olarak ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde aracın enerji tüketiminin en yüksek olduğu bölgenin otoyol olduğu görülmüştür. Buradaki en büyük sebep aracın ortalama hızının yüksek oluşudur. Otoyol bölgesini sırasıyla kentsel alan ve kırsal alan takip etmektedir. Kentsel alanın ortalama hızının kırsal alandan daha düşük olmasına rağmen enerji tüketiminin daha yüksek olması, kentsel alanda aracın sık sık durup harekete geçmesi sebebiyle ivmelenmeyle geçirilen sürenin daha fazla olmasıdır.

Unutulmamalıdır ki bu test gerçek bir yolda değil kapalı bir ortamda şasi dinamometresi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Gerçek bir sürüş esnasında aracın yuvarlanma direncinin daha yüksek olabileceği, hava direncinin daha yüksek olabileceği, her sürücünün sürüş karakteristiğinin farklı olduğu, açık hava koşullarının kontrol edilemez olduğu, aracın kullanıldığı yolun fiziksel durumunun değişken olduğu göz ardı edilmemelidir, çünkü bu değişkenlerin tümü aracın enerji tüketimini doğrudan ya da dolaylı yoldan etkilemektedir.

.

KAYNAKÇA

(Yalnızca İnternet Ortamında Yer Alan Kaynaklar)

[1] https://ukcop26.org , (COP26 Presidency Outcomes)

[4] https://www.wltpfacts.eu/what-is-wltp-how-will-it-work/

[5] https://www.hdm.hitachi-autoparts.co.jp/hdm_usr/pdf/202208/220421_HDM-9000_leaflet.pdf?20220801

(E-dergilerdeki Makaleler)

[2] Özbay, H. , Közkurt, C. , Dalcalı, A. & Tektaş, M. (2020). Geleceğin Ulaşım Tercihi: Elektrikli Araçlar . Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi , 3 (1) , 34-50 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/jitsa/issue/53369/712337

[3] Öztürk, Zübeyde . "İstanbul'da Karayolu Yolcu Taşımacılığında Elektrikli Araç Kullanımının İncelenmesi". El-Cezeri 5 / 2 (May 2018): 367-386 . https://doi.org/10.31202/ecjse.382348

SAC KALIPLARIN PROTOTİP ÜRETİMİNDE SLS EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİSİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ

APPLICABILITY OF SLS ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY IN PROTOTYPE PRODUCTION OF SHEET METAL MOLDS

Erkan ALTINTAŞ

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, erkan-altintas@hotmail.com , ORCID : 0000-0002-0409-9015

İsmet ÇELİK

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kütahya, ismet.celik@dpu.edu.tr , ORCID: 0000-0002-6564-0880

Seray ÖDEN

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, serayoden@gmail.com , ORCID: 0000-0002-5801-8292

Özet

Günümüz ekonomik koşullarında maliyet ve zaman kavramları şirketler tarafından önemle üzerinde durulan konular arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda şirketler, pazardaki rekabet güçlerini korumak ve artırmak için sürekli yenileme ve iyileştirme çalışmaları yapmaktadırlar. Gelişen ve değişen teknolojiyi takip ederek piyasanın güncel durumuna uyum sağlamalıdır.

İmalat sektöründe hızla gelişmekte olan teknolojilerden birisi de eklemeli imalat yada diğer ismiyle 3B yazıcılardır. Endüstriye dahil olan bu teknoloji geleneksel imalat yöntemlerinden farklı olarak katman katman ekleyerek parça üretimini gerçekleştirmektedir. Bu imalat yöntemiyle karmaşık yapıda tasarlanan parçaların, üretim kolaylığı seri üretimlerinden önce hızlı bir şekilde prototip elde edilmesi sağlanabilmektedir. Böylelikle gerçek prototip parça üzerinde karşılaşılabilecek tasarım hatalarını görme kolaylığı, farklı sektör ve alanlarda kullanımı gibi avantajları bulunmaktadır.

Yapılan çalışmada belilenen bir sac metak kalıbının prototipi SLS (Selctive Laser Sintering) teknolojisi kullanılarak imal edilmiş ve üretilen kalıbın prototip olarak kullanılabilirliği uygulamlı olarak test edilmiştir. Bu teknoloji ile toz halindeki polimer malzeme, lazer ışını yardımıyla oluşan ısı kaynağıyla katman katman sinterlenerek toz parçacıkları ergiterek parça imalatı gerçekleştirilir. Çalışma sürecinde SLS teknolojisinin, otomotiv sektöründe kullanılması ve bu sektörde ihtiyaç duyulan prototip sac kalıp imalatına uygulanabilirliği araştırılmıştır. Uygun bir parça seçilerek bu parçaya ait prototip plastik kalıp plakaları SLS teknolojisi ile imal edilmiştir. Daha sonra üretilen bu prototip kalıplar kullanılarak sac pres üretimi ile sac parça üretimi gerçekleştirilmiştir. Basılan parçaların ölçüsel doğrulamaları yapılarak ölçüm sonuç grafikleri oluşturulmuş ve yorumlanmıştır. Yapılan hesaplamalar ve değerlendirmeler sonucunda SLS teknolojisinin ile imal edilen sac kalıplarının prototiplerinin, belirli kalınlığa kadar saclardan parça üretiminde kullanılabileceği görülmüştür. Ancak hızlı

prototipleme teknolojilerinin, şuan ki üretim alanı boyutlarının kısıtlı olması, büyük parçaların basımı için gereken kalıpların üretimine imkan vermemektedir.

Anahtar kelimeler: Hızlı Prototipleme, Prototip Sac Kalıbı, SLS, Eklemeli İmalat.

Abstract

In today's economic conditions, the concepts of cost and time are among the issues that are emphasized by companies. In this direction, companies are constantly working on renewal and improvement in order to maintain and increase their competitiveness in the market. It should adapt to the current situation of the market by following the developing and changing technology.

One of the rapidly developing technologies in the manufacturing sector is additive manufacturing or 3D printers by another name. This technology, which is included in the industry, realizes the production of parts by adding layer by layer, unlike traditional manufacturing methods. With this manufacturing method, it is possible to obtain prototypes of parts designed in a complex structure quickly before their mass production for ease of production. Thus, it has advantages such as the ease of seeing the design errors that can be compared on the real prototype part, its use in different sectors and areas.

The prototype of a sheet metal mold specified in the study was manufactured using SLS (Selective Laser Sintering) technology and the usability of the produced mold as a prototype was practically tested. With this technology, the powdered polymer material is sintered layer by layer with the heat source formed with the help of a laser beam and the production of parts is carried out by melting the powder particles. During the study process, the use of SLS technology in the automotive sector and its applicability to the production of prototype sheet metal molds needed in this sector were investigated. By selecting a suitable part, the prototype plastic mold plates belonging to this part were manufactured with SLS technology. The production of sheet metal parts was carried out with sheet metal press production using these prototype molds produced later. Dimensional verifications of the printed parts were made and measurement result graphs were created and interpreted. As a result of the calculations and evaluations made, it has been seen that the prototypes of sheet metal molds manufactured with SLS technology can be used in the production of parts from sheet metal up to a certain thickness. However, the limited production area sizes of rapid prototyping technologies do not allow the production of molds required for printing large parts.

Keywords: Rapid Prototyping, Prototype Sheet Mold, SLS, Additive Manufacturing.

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca insanoğlu ihtiyaçlarını karşılamak ve hayatlarını kolaylaştırmak için doğayı ve doğal kaynakları kullanmıştır. İnsanlığın ihtiyaçları arttıkça kaynaklar yetersiz kalarak üretim sistemlerini gelişmeye sürüklemiştir. Üretim sistemlerindeki gelişmeler, ihtiyaçları daha hızlı, daha ucuz ve daha iyi karşılamak amacına yoğunlaşarak birçok farklı imal usullerini de beraberinde getirmiştir. Son yıllarda bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler;

üretimlerin geleneksel yöntemlerin aksine, daha hızlı ve kolay yapılabileceğinin göstergesi olmuş ve hızlı prototipleme çalışmaları bu gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır [1].

Günümüzde şirketler, pazardaki rekabet güçlerini korumak ve artırmak için; ürünlerinde, üretim süreçlerinde ve hizmetlerinde sürekli yenileme ve iyileştirme çalışmaları yapmaktadırlar. Yapılan süreç iyileştirme çalışmaları sonucu hızlı prototip üretim (HPÜ) teknolojileri; uzay/otomotiv sanayinde, imalat uygulamalarında, hızlı kalıp imalatında, kavramsal modellemede, doğrudan döküm kalıbı ve parça üretiminde, hassas döküm tekniği ile parça ve prototip üretiminde, medikal/dental implant yapımında, mimari uygulamalarda, eğitim amaçlı her türlü donanımın yapımında ve takı sektörü gibi bir çok alanda kendilerine yer bulmuşturlar [2].

Ozsoy ve arkadaşları SLS yöntemiyle lazer ile ilgili gücü,lazer ışın çapı, tarama stratejisi, hızı, tarama mesafesi gibi faktörlerin kullanılan Ti6Al4V toz malzemesinin sinterleme kalitesine etkisini incelemişler [3].

Karagöz ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada 3B yazıcı teknolojilerindeki kullanılan yöntemler ve gelişmelerden ve bu teknolojiler içinde yer alan SLS'den ve diğer yöntemlerle karşılaştırılmasından da bahsederler [4].

Güden, otomotiv sektründe prototip oluşturmada parçaların en çok termoplastik malzeme tercih edildiğini ve yapmış olduğu çalışmada ABS M30 malzemesi kullanarak eklemeli imalatla üretilen parçalarda sürtünme karıştırma kaynağının kaynak parametreleri araştırılmıştır [5].

Salifu ve arkadaşları, otomotiv sektöründe eklemeli imalatın gelişmekte olduğunu, kullanılan eklemeli imalat çeşitlerinden ve bu imalat türünde karşılan zorluklardan bahsederek geleneksel imalat tekniklerinin varlığının ortadan kaldırılamıyacağının iki yöntemin birbirini tamamlayıcı olarak birlikte uygulanması gerektiğine dikkat çekmektedir [6].

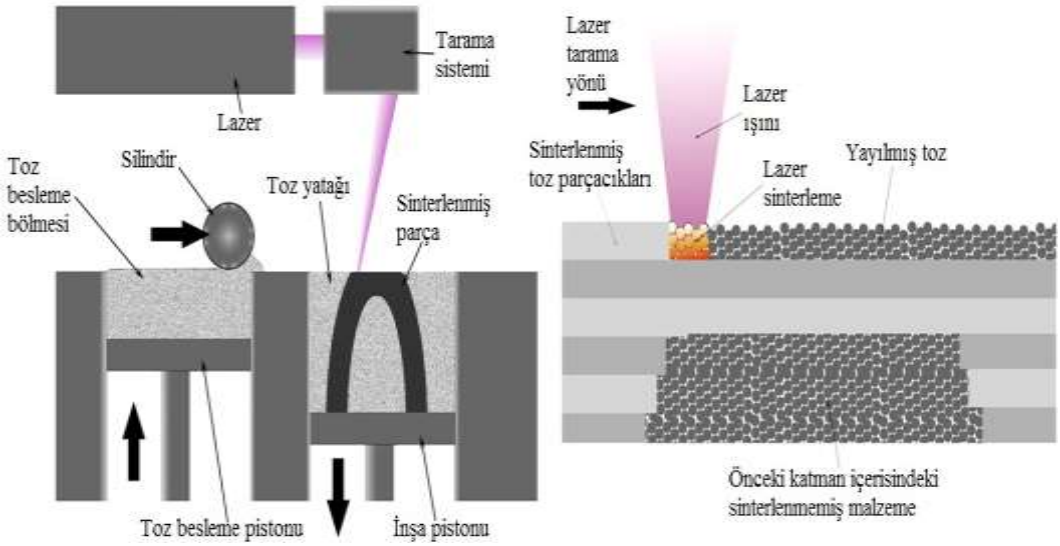
Bu çalışmada, SLS teknolojisinin otomotiv sektöründe ihtiyaç duyulan prototip sac kalıp imalatına uygulanabilirliği irdelenmiş ve bu doğrultuda SLS teknolojisinin üretim unsurlarına uygun bir model seçilmiştir. Üretim problemleri oluşturmayacak özelliklere sahip bir malzeme tercih edilmiş ve tasarlanan prototip sac kalıp plakaları inşa edilerek üretilmiştir. Üretilen sac kalıp plakları ile elli adet numune parça basımı başarı ile gerçekleştirilmiş ve belirli numunelerin ölçüsel doğrulamaları yapılmıştır. Elde edilen sapma sonuçları grafiklerde gösterilmiş ve grafikler değerlendirilerek yorumlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1.SLS Teknolojisi Ve Kullanılan Malzemelerin Teknik Özelikleri

SLS teknolojisinde toz halindeki termoplastik malzeme, işleme bölümünden bir silindir yardımıyla platform üzerine ince bir katman şeklinde yayılmakta ve parçanın mevcut katman kesitine uygun bölümler bir lazer ışını ile taranmaktadır. Lazer ışının temas ettiği yüzeylerde oluşan ısı, toz parçacıklarının ergiyerek birbirlerine yapışıp bir katı kütle oluşturmasına neden olmaktadır. Bu katı kütle oluşumuna sinterleme adı verilmektedir. Mevcut yüzeyin sinterlenmesinin ardından inşa platformu katman kalınlığı kadar aşağıya inerek inşa süreci

devam etmektedir. Bu işlem modele ait tüm katmanlar tamamlanana kadar sürmektedir. Tüm katmanlar şekillendiğinde bitmiş parça, doğal bir destek yapısı oluşturan ve tekrar kullanıma uygun sinterlenmemiş serbest tozların içerisinde gömülü olarak bulunmaktadır. Parça daha sonra platform üzerinden alınarak bu destek görevini üstlenen sinterlenmemiş tozlardan, vakum veya fırça yardımı ile temizlenmektedir. Görsel 1'de SLS teknolojisinin çalışma prensibi gösterilmektedir. İş/zaman oranı yüksek olan SLS teknolojisi ile toz malzeme kolay ve hassas bir şekilde işlenebildiğinden yöntem oldukça verimlidir. SLS teknolojisi ile mukavemetli parçalar üretilebildiğinden konsept model üretiminde, fonksiyonel parçaların üretiminde, hızlı döküm ve hızlı kalıp için gerekli parçaların üretiminde kullanılabilmektedir. Kumlama gibi bitmiş parçaya uygulanan son işlemler minimum seviyede uygulanmaktadır. Lazerle sinterlenmiş parçalar katıdır ve fırınlayarak sertleştirme gibi bir işlem gerektirmemektedir [7].



Görsel 1. SLS teknolojisi çalışma prensibi [8].

Çizelge 1'de SLS teknolojisinde kullanılan bazı malzemelere ait mekanik ve kimyasal özellikler verilmiştir. Seçilecek malzeme özelliklerine göre; yüksek sertlikte, mekanik özellikleri iyi, yüksek detay çözünürlüğüne sahip, ölçüsel doğruluğu kusursuz, besin sektöründe kullanılabilen, yüksek sıcaklıkta boya ve metal kaplama dayanımına sahip, işlenebilir, aşınma direnci yüksek, yüzey kalitesi temiz, yüksek dayanımlı, sınırlı ısı ve elektrik iletkenliğine sahip, yanıcı olmayan, tasarım kalitesinde; vakumlu döküm kalıplar, bitmiş nihaiyi ürünler, döküm modelleri, görsel prototipler, fonksiyonel parçalar, termal yüklemeli parçalar, işleme gerektiren parçalar, tıp, uzay, elektrik-elektronik ve otomotiv endüstrisinin birçok alanında kullanılan parçalar üretilebilmektedir [9]

2.2 Sac Parça Malzeme Seçimi Ve Teknik Özellikleri

HPÜ teknolojilerin inşa alanları, geleneksel yöntemlerin üretim alanları kadar büyük ebatlara sahip değildir. Bu doğrultuda SLS teknolojisinin üretilebilirlik kapasitesi dikkate alınarak CAD data resmi Görsel 2'de gösterilen prototip braket parçası tercih edilmiş ve çalışmada kullanılmıştır.

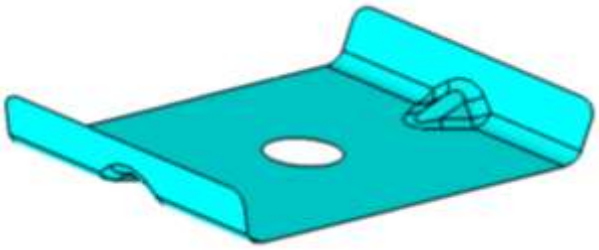
Parçaların malzeme kaliteleri, yapılan simülasyonlar, yapısal analizler, çarpışma testleri ve benzeri gibi ürün geliştirme faaliyetleri sonucu, parçaların kullanılacağı bölgelerde ihtiyaç duyulan teknik ve mekanik özelliklere göre belirlenmektedir. Bu çalışma kapsamında tercih edilen braket parçasının malzemesi, DIN EN 10130 standardında DC04 kalitesinde olup, Çizelge 2'de kimyasal bileşim değerleri, Çizelge 3'te ise mekanik özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 1. SLS teknolojisinde kullanılan bazı malzemelerin mekanik ve kimyasal özellikleri [10].

Malzeme Adı	**Yığın Yoğunluğu (g/cm^3)**	**Sinterlenmiş Parça Yoğunluğu (g/cm^3)**	**Çekme Modülleri (MPa) (x,y)**	**Çekme Gerilmesi (MPa) (x,y)**	**Kopma Uzaması (%) (x,y)**	**Ergime Noktası (°C)**
PA 2200 / PA 2201	0,45	0,90-0,95	1700	48	20	172-180
PrimePart®	0,47	0,93	1700	50	20	172-180
PrimePart® DC	0,41	0,96	1550	48	48	186
PrimePart PLUS	0,44	0,93	1650	47	15	176
PA 3200 GF	0,64	1,25	3000	49	8	172-180
ALUMIDE®	0,67	1,36	3800	48	4	172-180
CarbonMide®	0,50	1,04	6100 / 3400	72 / 56	4,1 / 6,3	172-180
PA 2210 FR	0,52	1,06	2500	45	4,7	172-180
PrimeCast® 101	0,61	0,70-0,85	1600	5,5	0,4	250
EOS PEEK HP3	0,43 ± 0,01	1,315 ± 0,01	4250 ± 150	90 ± 5	2,8 ± 0,2	372

2.2 Sac Parça Malzeme Seçimi Ve Teknik Özellikleri

HPÜ teknolojilerin inşa alanları, geleneksel yöntemlerin üretim alanları kadar büyük ebatlara sahip değildir. Bu doğrultuda SLS teknolojisinin üretilebilirlik kapasitesi dikkate alınarak CAD data resmi Görsel 2'de gösterilen prototip braket parçası tercih edilmiş ve çalışmada kullanılmıştır.



Görsel 2. Prototip braket parçası.

Parçaların malzeme kaliteleri, yapılan simülasyonlar, yapısal analizler, çarpışma testleri ve benzeri gibi ürün geliştirme faaliyetleri sonucu, parçaların kullanılacağı bölgelerde ihtiyaç duyulan teknik ve mekanik özelliklere göre belirlenmektedir. Bu çalışma kapsamında tercih edilen braket parçasının malzemesi, DIN EN 10130 standardında DC04 kalitesinde olup, Çizelge 2'de kimyasal bileşim değerleri, Çizelge 3'te ise mekanik özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 2. DC04 kalite malzemenin kimyasal bileşimi (%) [11].

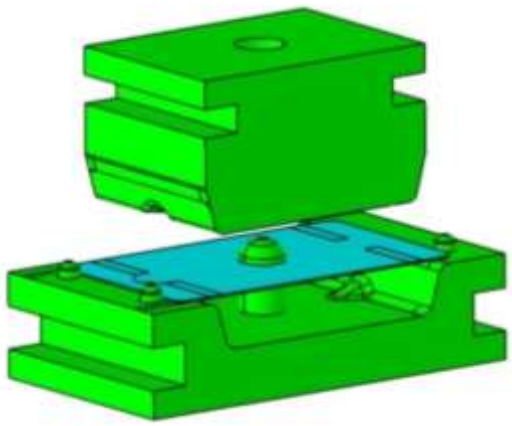
Standart Karşılığı		**C**	**Mn**	**P**	**S**
Standart	**Kalite**	**maks.**	**maks.**	**maks.**	**maks.**
DIN EN 10130	DC04	0,08	0,40	0,03	0,03

Çizelge 3. DC04 kalite malzemenin mekanik özellikleri [11].

Standart Karşılığı		**R_e** **N/mm^2** **maks.**	**R_m** **N/mm^2**	**A_{80}** **(%)** **min.**
Standart	**Kalite**			
DIN EN 10130	DC04	210	270-350	38

2.3 Sac Parça Prototip Bükme Kalıbı Tasarımı

Prototip sac kalıpları, otomotiv sektöründe yeni ürün devreye alma aşamasında önemli bir role sahiptirler. Firmalar, piyasaya sürecekleri ürünlerini ve bu ürünlerin montaj hatlarını, seri üretim öncesi birçok teste tabi tutmaktadır. Bu testler sonucunda ortaya çıkan ve seri üretimi etkileyecek olumsuzluklara bağlı olarak, mevcut ürünlerde değişiklikler yapılmaktadır. Ortaya çıkan bu değişiklikler nedeniyle yapım süresi ve maliyeti yüksek olan seri üretim kalıpları proje başlangıçlarında tercih edilmemektedir. Üretim süresi kısa ve yapım maliyeti seri kalıplara göre çok daha makul olan prototip kalıplar, 200-300 adet parça basımına imkan veren basit bir yapıda imal edilmektedirler. Görsel 3'te gösterilen prototip bükme kalıbı, dayanım, pres bağlantı yüzeyleri, kalıp plakalarının merkezlemeleri ve benzeri gibi ihtiyaçları karşılayacak şekilde CAD programı yardımıyla tasarlanmıştır [12], [13].



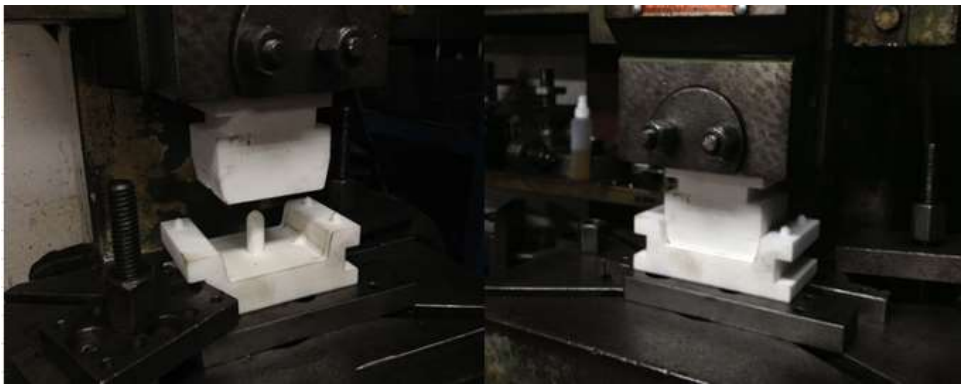
Görsel 3. Sac parça prototip bükme kalıbı tasarımı.

2.4 SLS Teknolojisi İle Üretilen Prototip Bükme Kalıbı ve Parça Basımı

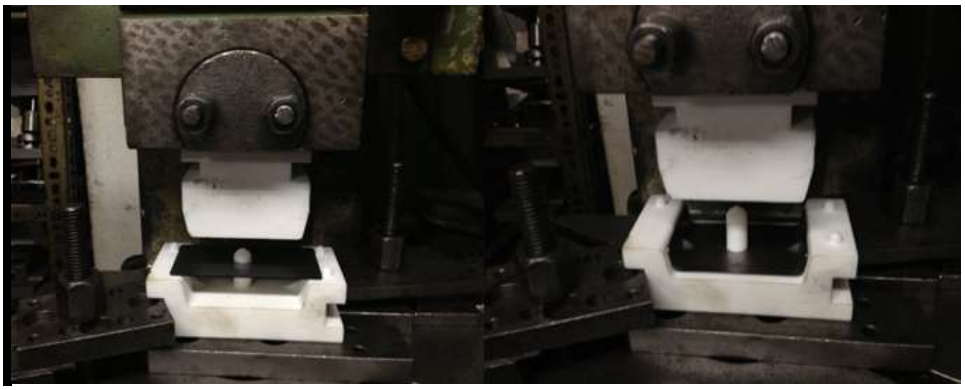
Poliamid malzeme kullanılarak SLS teknolojisi ile üretilen braket parçasına ait prototip bükme kalıp plakaları Görsel 4'te gösterilmektedir. Kalıp üst plakasını prese bağlamak ve alt plaka ile merkezlenmesini sağlamak için tasarlanan 12,5 mm çapındaki deliğe, Görsel 5'te gösterildiği gibi pres tablasına temas edeceği yüzeyde diş açma işlemi gerçekleştirilmiş ve kalıp bağlantı elemanı olan mapa montajı yapılmıştır. Kalıp alt ve üst plakaları, Görsel 6'da gösterildiği gibi bağlantı elemanları yardımıyla prese sabitlenmiş ve kalıbın çalışma yüksekliği yani strok ayarlanmıştır. Malzeme kalitesi DC04 ve kalınlığı 0,7 mm olan 50 adet sac parçanın basımı Görsel 7'de gösterildiği gibi 12 tonluk pres ile gerçekleştirilmiştir.

Görsel 4. SLS teknolojisi ile üretilmiş prototip bükme kalıp plakaları.

Görsel 5. Üst kalıp plakasına diş açma ve mapa montajı.

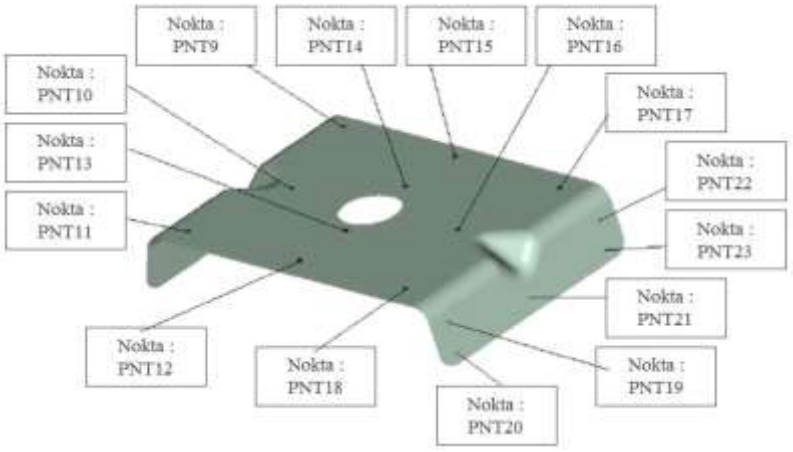


Görsel 6. Prototip kalıp plakalarının prese bağlanması ve strok ayarının yapılması.

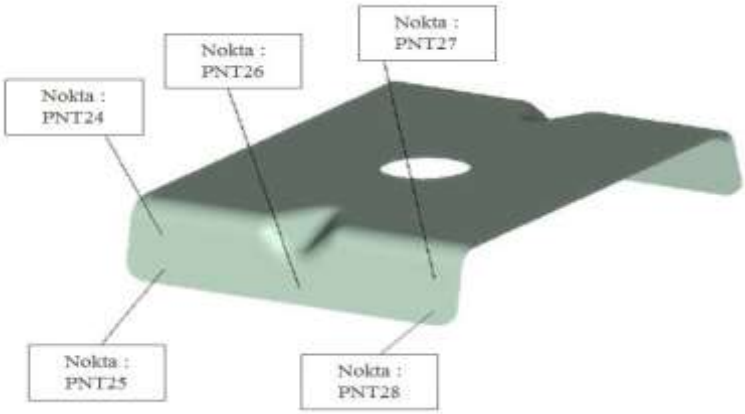


Görsel 7. Prototip kalıp plakaları ile parça basımı.

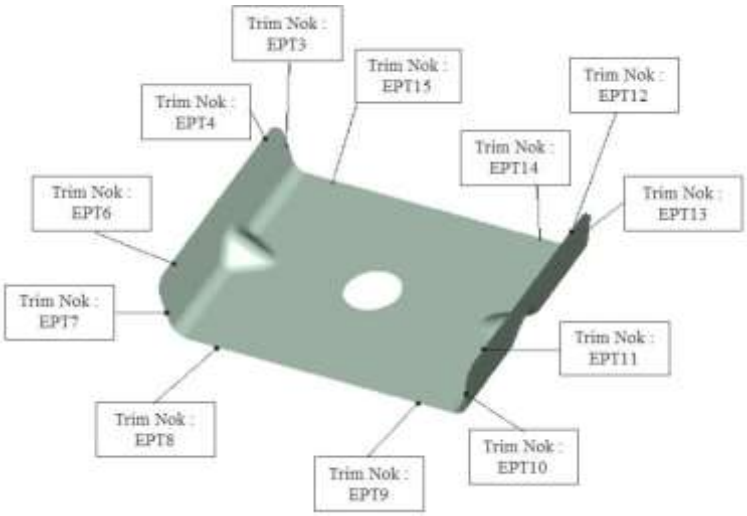
SLS teknolojisi kullanılarak inşa edilen prototip kalıp plakaları ile form verme işlemi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Basılan birinci, yirmi beşinci ve ellinci numuneler üzerindeki ölçüm referans noktalarının sapma değerleri üç boyut ölçüm cihazı ile ölçülerek elde edilmiştir. Görsel 8'de ve Görsel 9'da form toleransı ölçüm referans noktaları, Görsel 10'da ise trim toleransı ölçüm referans noktaları gösterilmektedir. Bu referans noktalarındaki ölçüm sapma değerlerine istinaden, Görsel 11'de +-0,75 mm toleransa göre form referans noktaları ölçüm sonuçları grafiği ve Görsel 12'de ise +-1 mm toleransa göre trim referans noktaları ölçüm sonuçları grafiği oluşturulmuştur.



Görsel 8. Form toleransı ölçüm referans noktaları 1.

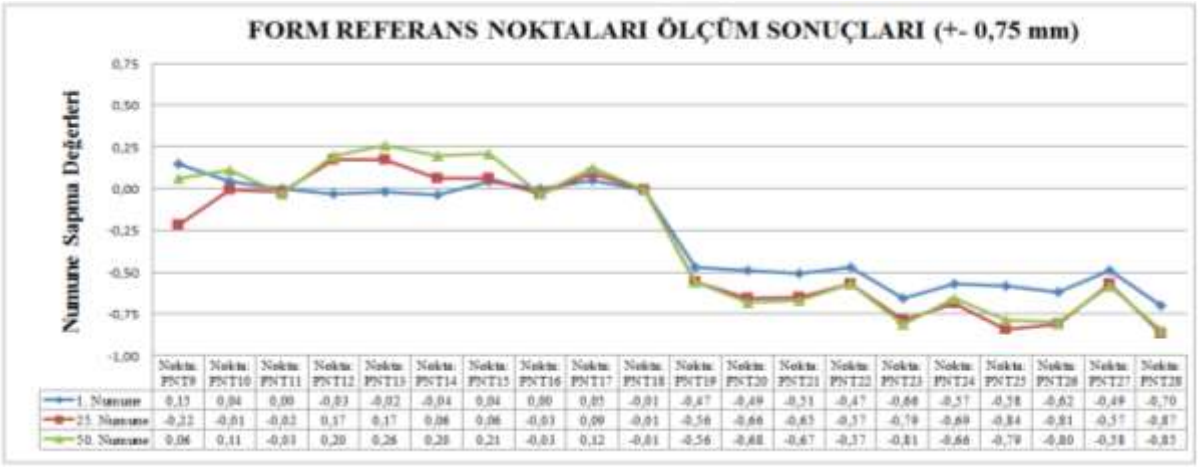


Görsel 9. Form toleransı ölçüm referans noktaları 2.



Görsel 10. Trim toleransı ölçüm referans noktaları.

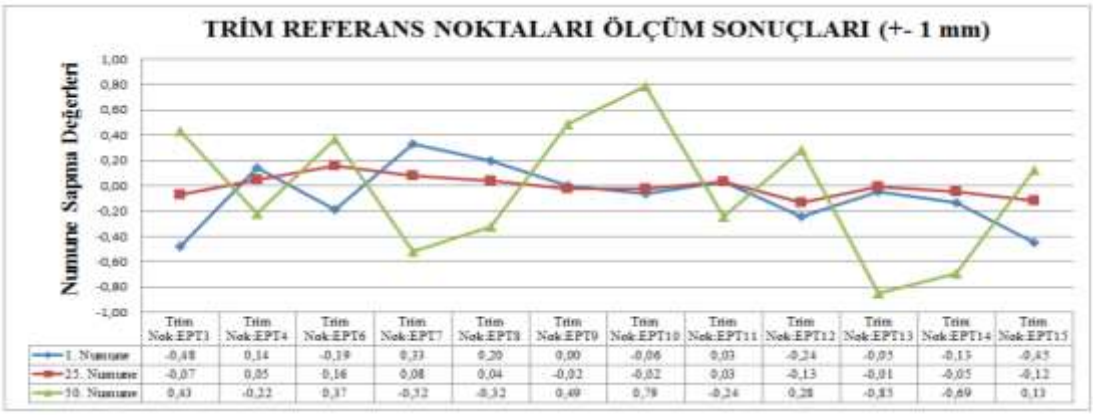
Görsel 11'deki form referans noktaları ölçüm sonuçları grafiği, parça üzerindeki Görsel 8'de ve Görsel 9'da gösterilen referans noktalarının uzaydaki konumlarının nominal değerlerinde meydana gelen sapmalar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Ölçüm sonuçlarında, konum değerlerinin olması gereken değerlerden ne kadar saptığı yorumlanmaktadır. Form referans noktaları ölçüm sonuçları grafiği irdelendiğinde, bazı referans noktası ölçüm değerlerinin tolerans aralığı dışında kaldığı görülmektedir. Bu referans noktaları parçanın büküm yüzeylerinde yer almakta ve bu durum kalıbın, bükme işlemi sırasında esneme yapması veya bükme yüzeylerinin hatalı dizayn edilmesi sonucunda parçaların büküm yüzeylerinin doğru açıda bükülememesi sonucu oluşmaktadır. Başka bir ifadeyle parçanın bükülen kısımları, büküm radyüslerinden istenilen formu alamayarak ölçüsel doğruluğundan sapmaktadır.



	Nokta: PNT9	Nokta: PNT10	Nokta: PNT11	Nokta: PNT12	Nokta: PNT13	Nokta: PNT14	Nokta: PNT15	Nokta: PNT16	Nokta: PNT17	Nokta: PNT18	Nokta: PNT19	Nokta: PNT20	Nokta: PNT21	Nokta: PNT22	Nokta: PNT23	Nokta: PNT24	Nokta: PNT25	Nokta: PNT26	Nokta: PNT27	Nokta: PNT28
1. Numune	0,15	0,04	0,00	-0,03	-0,02	-0,04	0,04	0,00	0,05	-0,01	-0,47	-0,49	-0,51	-0,47	-0,66	-0,57	-0,58	-0,62	-0,49	-0,70
25. Numune	-0,22	-0,01	-0,02	0,17	0,17	0,06	0,06	-0,03	0,09	-0,01	-0,56	-0,66	-0,65	-0,57	-0,79	-0,69	-0,84	-0,81	-0,57	-0,87
50. Numune	0,06	0,11	-0,01	0,20	0,26	0,20	0,21	-0,03	0,12	-0,01	-0,56	-0,68	-0,67	-0,37	-0,81	-0,66	-0,79	-0,80	-0,38	-0,85

Görsel 11. Form referans noktaları ölçüm sonuçları grafiği.

Görsel 12'deki trim referans noktaları ölçüm sonuçları grafiği, parça üzerindeki Görsel 10'da gösterilen referans noktalarının uzaydaki konumlarının nominal değerlerinde meydana gelen sapmalar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Trim referans noktaları ölçüm sonuçları grafiği irdelendiğinde, trim toleransına göre uygun ölçülere sahip bir form verme işlemi gerçekleşmiştir. Grafikte özellikle ellinci numune de belirgin olan dalgalı görünüm, bükme işlemi sırasında parçanın kalıba yeterli seviyede sabitlenememesi sonucunda, istenilen konumdan farklı bir konumda form vermeye maruz kalması ve bu nedenle ölçüm noktası değerlerinin + ve - yönde değişkenlik göstermesine bağlı olarak oluşmaktadır. Basılan parçaların sabitlenme sorunu olmasına rağmen, ölçüm sonuçları tolerans aralığı içinde kalmıştır. Parçanın kalıba doğru bir şekilde konumlanması ile daha istikrarlı ölçüm sonuçlarına ulaşılması mümkün olacaktır.



	Trim Nok:EPT1	Trim Nok:EPT4	Trim Nok:EPT6	Trim Nok:EPT7	Trim Nok:EPT8	Trim Nok:EPT9	Trim Nok:EPT10	Trim Nok:EPT11	Trim Nok:EPT12	Trim Nok:EPT13	Trim Nok:EPT14	Trim Nok:EPT15
1. Numune	-0,48	0,14	-0,19	0,33	0,20	0,00	-0,06	0,03	-0,24	-0,05	-0,15	-0,45
25. Numune	-0,07	0,05	0,16	0,08	0,04	-0,02	-0,02	0,03	-0,13	-0,01	-0,05	-0,12
50. Numune	0,43	-0,22	0,37	-0,32	-0,32	0,49	0,79	-0,24	0,28	-0,85	-0,69	0,13

Görsel 12. Trim referans noktaları ölçüm sonuçları grafiği.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

HPÜ teknolojilerinin kullanım alanları oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir. Farklı HPÜ teknolojileri, çalışma prensipleri ve malzeme kullanımları yönleriyle kullanıcılara değişik alternatifler sunabilmektedirler. Bu teknolojilerin otomotiv sektöründe kullanılmasına yönelik yapılan bu çalışmada, SLS teknolojisi ile poliamid malzeme kullanılarak üretilmiş olan prototip bükme kalıp plakaları ile kalınlığı 0,7 mm olan sac parçanın form verme işlemi başarıyla

gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen parça basımları sonucunda belirlenen numuneler üzerinde ölçüsel doğrulamalar yapılarak grafikler oluşturulmuştur. Grafikler incelendiğinde bazı noktalarındaki ölçüm sonuçlarının, tolerans aralık değerlerinin dışında kaldığı görülmektedir. Bu ölçüsel sapmalara, SLS ile üretilmiş kalıbın parça basımı sırasında esnemesi ve parçaların kalıba yeterince sabitlenememesi neden olmaktadır. Kalıbın esnemesi, kalıp üretiminde kullanılan poliamid malzemenin basma yüzeyinde yeterli mukavemeti sağlayamamasından kaynaklanmaktadır. Karbon dolgulu poliamid ya da EOS firmasının geliştirdiği PEEK isimli daha mukavim malzemeler kullanılarak ve ya kalıp üretimi öncesinde ön metod ve yüzey çalışmaları yapılarak bu bozulmaların büyük bir kısmının önüne geçilebilir. Bu ve buna benzer problemler geleneksel yöntemlerle üretilen kalıplarda da görülmekte ve günümüz şartlarında kalıpçılık sektöründe oldukça fazla kullanılan simülasyon yazılımları sayesinde bu tip sorunlar minimize edilebilmektedir. Yapılan çalışmada basılan parçaların prototip seviyede üretilmesinden dolayı, ölçülerde meydana gelen bu sapmalar kabul edilebilir düzeydedir. Müşteriler üretim seviyelerine göre oluşturdukları kabul kriterlerini tedarikçilere şartnameler ile sunmaktadırlar. Şartnamelerdeki kriterler, parçaların üretim seviyelerine, kullanım yerlerine, büyüklüklerine, üzerlerindeki farklı form yapılarına ve bunlara benzer birçok değişkene göre farklılık gösterebilmektedir. Sonuçlar SLS teknolojisinin; ölçüsel uygunluk, malzeme özellikleri, parça form yapısı ve benzeri gibi uygun kriterlere sahip prototip parçaların basımında kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Ancak SLS ve diğer tüm HPÜ teknolojilerinin, şuan ki üretim alanı kapasitelerinin kısıtlı olması, otomotiv sektöründeki büyük boyutlu parçaların basımı için gereken kalıpların üretimine imkan vermeyecektir.

KAYNAKÇA

[1] S. Apak, “Farklı hızlı prototipleme cihazlarında üretilen parçaların üretim zamanı ve maliyet açısından karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi, Gazi Üniversitesi, 2010.

[2] K. Lokesh ve P. K. Jain, “Selection of rapid prototyping technology”, *Adv. Prod. Eng. Manag.*, c. 5, sayı 2, ss. 75–84, 2010.

[3] K. Ozsoy, B. Duman, ve M. C. Kayacan, “Seçici lazer sinterleme (Sls) ile işleme parametrelerin Ti6Al4V toz malzemenin sinterleme kalitesine etkisi”, *ResearchGate*, 2018.

[4] İ. Karagöz, A. Danış Bekdemir, ve Ö. Tuna, “3D Yazıcı Teknolojileri”, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknol. Derg.*, c. 9, ss. 1186–1213, 2021, doi: 10.29130/dubited.877423.

[5] Ş. Güden, “Eklemeli imalatla üretilen termoplastik parçaların sürtünme karıştırma kaynağı ile birleştirme performansının incelenmesi ve optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa Uludağ Üniversitesi, 2022.

[6] S. Salifu, D. Desai, O. Ogunbiyi, ve K. Mwale, “Recent development in the additive manufacturing of polymer-based composites for automotive structures—a review”, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, c. 119, sayı 11–12, ss. 6877–6891, 2022, doi: 10.1007/s00170-

021-08569-z.

[7] İ. Çelik, F. Karakoç, M. C. Çakır, ve A. Duysak, "Hızlı prototipleme teknolojileri ve uygulama alanları", *J. Sci. Technol. Dumlupinar Univ.*, c. 31, sayı 8, ss. 53–70, 2013.

[8] "Selective laser sintering - Wikipedia". https://en.wikipedia.org/wiki/Selective_laser_sintering#/media/File:SLS_schematic.svg (erişim 24 Aralık 2022).

[9] M. E. Hoque, *Advanced Applications of Rapid Prototyping Technology in Modern Engineering*. Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia: In Tech, 2011.

[10] "3D yazıcılar için plastik malzemeler | EOS". https://www.eos.info/en/additive-manufacturing/3d-printing-plastic/sls-polymer-materials (erişim 24 Aralık 2022).

[11] OYAK Maden Metalürji Grubu, "Yassı Ürün Kataloğu 2020", 2017. www.erdemironline.com (erişim 24 Aralık 2022).

[12] "Bükme Kalıpları 1", Ankara, 2013.

[13] "Soğuk Şekillendirme Kalıpları", Ankara, 2013.

OBTAINING OF VELOCITY AND ACCELERATION OF POINT C OF THE FOUR-BAR MECHANISM VIA VELOCITY AND ACCELERATION COEFFICIENTS

Asst. Prof. Dr. Muhammet AYDIN [1]

[1] Firat University, Faculty of Engineering, Mechatronics Engineering,

muhammeta@firat.edu.tr – ORCID: 0000-0003-2746-9477

ABSTRACT

The four-bar mechanism's limb velocities and accelerations were calculated analytically in this study using the velocity and acceleration coefficients technique. It is essential to perform a normal position analysis of the mechanism before using the velocity and acceleration coefficients approach. Using the velocity and acceleration coefficients, it was possible to calculate the velocity and acceleration of the mechanism's point C at the same time. With the input limb of the mechanism being increased by 1 degree from 0 to 720 degrees, graphs of the velocity and acceleration equations were created using Matlab software employing the analytically determined velocity and acceleration equations. The input limb's velocity was recorded at a fixed 2 rad/s. Based on how the input limb changed, all numbers for velocity and acceleration were plotted on graphs.

Keywords: Velocity Coefficients, Acceleration Coefficients, Four-Bar Mechanism.

1. INTRODUCTION

Four-bar mechanisms are within the category of closed kinematic chain mechanisms. The nonlinear planar paths of these simple one-degree-of-freedom systems can be specified. Due to their lower cost, improved sensitivity when tracking the trajectory, high power transmission capabilities, and simplicity, four-bar mechanisms are preferred to serial mechanisms [1]. Because of this, these mechanisms are the most often used ones in the industry and machine design [2, 3]. Four-bar systems with four stiff links and four revolute joints are also often used in real-time applications. Additionally, several different sectors make substantial use of these techniques. Among these areas, the aerospace, automotive, machinery, and robotics industries are well-known. Numerous industrial applications, such as reciprocating compressors, rotary motors, scotch yokes, rope-climbing robots, and robot gripper tips, use four-bar systems [4-6]. When performing a specific motion task, such as rigid body guidance or path construction, these techniques are widely used [4, 7, 8]. For example, they are used in biomedical engineering to execute extremely precise movements, such as in microsurgery [9].

To arrive at the equation of motion, it is crucial to calculate the velocities and accelerations of the mechanisms. The four-bar mechanism has to have its velocity and acceleration examined for this reason. Studies that use velocity and acceleration coefficients to determine the velocities and accelerations of mechanisms can be found in the literature. Some of these are employed in studies that use velocity and acceleration effect coefficients to derive the equation of motion for the four-bar mechanism [10], velocity and acceleration effect coefficients to analyze the

kinematics of single-degree-of-freedom planar mechanisms [11], and velocity and acceleration effect coefficients to analyze the kinematics of multi-degree-of-freedom planar mechanisms [12].

The velocity and acceleration analyses of point C of a typical four-bar mechanism were performed with the help of the velocity and acceleration coefficients method, and the outcomes were illustrated. As a result, this study gives the results of the mechanism's point C's velocity and acceleration as determined by the velocity and acceleration coefficients technique.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. Velocity Analysis with Velocity Coefficients of Four-Bar Mechanism

Fig.1 shows the four-bar mechanism's limbs, vectorial representation, and limb indices used in the calculations. To calculate the velocity and acceleration of the C point of the mechanism with the velocity and acceleration effect coefficients, the position analysis of the mechanism should be done first.

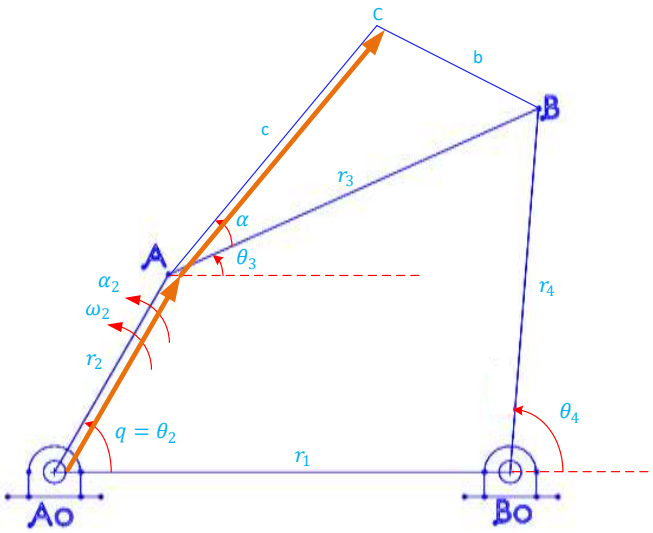


Figure 1. Four-Bar Mechanism

Vector closed loop equation of the mechanism:

$$\overrightarrow{A_0A} + \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{A_0B_0} + \overrightarrow{B_0B} \quad \textbf{(1)}$$

Constraint equations:

$$f_1(q, \theta_3, \theta_4) = r_2 \cos\theta_2 + r_3 \cos\theta_3 - r_1 - r_4 \cos\theta_4 = 0 \quad \textbf{(2)}$$

$$f_2(q, \theta_3, \theta_4) = r_2 \sin\theta_2 + r_3 \sin\theta_3 - r_4 \sin\theta_4 = 0 \quad \textbf{(3)}$$

Position analysis must be completed to determine the velocity and acceleration expressions. Before using this approach, a position study was conducted, and the results were used.

$$\vec{g} = -\overrightarrow{J^{-1}f'} \quad \textbf{(4)}$$

The velocity coefficients of the third and fourth limbs of the mechanism are shown here by the line vector g. The constraint equations are represented by f, whereas J stands for the Jacobian matrix. The product of the constraint equations of the inverse of the Jacobian matrix to the main coordinate gives rise to the vector of velocity coefficients g, which is equal to the negative sign.

$$\vec{g} = \begin{bmatrix} g_{\theta_3} \\ g_{\theta_4} \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$\overrightarrow{f'} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial q} \\ \frac{\partial f_2}{\partial q} \end{bmatrix} \tag{6}$$

$$\vec{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \theta_3} & \frac{\partial f_1}{\partial \theta_4} \\ \frac{\partial f_2}{\partial \theta_3} & \frac{\partial f_2}{\partial \theta_4} \end{bmatrix} \tag{7}$$

If the f' matrix is calculated, Eq.8 is obtained.

$$\overrightarrow{f'} = \begin{bmatrix} -r_2 \sin\theta_2 \\ r_2 \cos\theta_2 \end{bmatrix} \tag{8}$$

Eq.9 is produced if the Jacobian matrix is calculated.

$$\vec{J} = \begin{bmatrix} -r_3 \sin\theta_3 & r_4 \sin\theta_4 \\ r_3 \cos\theta_3 & -r_4 \cos\theta_4 \end{bmatrix} \tag{9}$$

Eq. 10 is reached if the Jacobian matrix's inverse is computed.

$$\overrightarrow{J^{-1}} = \begin{bmatrix} \frac{-\cos\theta_4}{r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4)} & \frac{-\sin\theta_4}{r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4)} \\ \frac{-\cos\theta_3}{r_4 \sin(\theta_3 - \theta_4)} & \frac{-\sin\theta_3}{r_4 \sin(\theta_3 - \theta_4)} \end{bmatrix} \tag{10}$$

The velocity coefficients are found as follows if the formulas in Eq.9 and 10 are substituted in Equation 4.

$$\vec{g} = \begin{bmatrix} g_{\theta_3} \\ g_{\theta_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-r_2 \sin(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4)} \\ -\frac{r_2 \sin(\theta_2 - \theta_3)}{r_4 \sin(\theta_3 - \theta_4)} \end{bmatrix} \tag{11}$$

$$g_{\theta_3} = \frac{-r_2 \sin(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4)} \tag{12}$$

$$g_{\theta_4} = -\frac{r_2 \sin(\theta_2 - \theta_3)}{r_4 \sin(\theta_3 - \theta_4)} \tag{13}$$

Eq. 14 and Eq. 15 are used to switch to velocity expressions using the velocity coefficients found.

$$\dot{\theta}_3 = g_{\theta_3}\dot{\theta}_2 \quad \textbf{(14)}$$

$$\dot{\theta}_4 = g_{\theta_4}\dot{\theta}_2 \quad \textbf{(15)}$$

The velocity expressions of the mechanism were found as follows using velocity coefficients.

$$\dot{\theta}_3 = \frac{-r_2 \sin(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4)}\dot{\theta}_2 \quad \textbf{(16)}$$

$$\dot{\theta}_4 = -\frac{r_2 \sin(\theta_2 - \theta_3)}{r_4 \sin(\theta_3 - \theta_4)}\dot{\theta}_2 \quad \textbf{(17)}$$

2.2. Acceleration Analysis with Acceleration Coefficients of Four-Bar Mechanism

The velocity coefficients are used to calculate the acceleration coefficients. The following formulae are used to determine the acceleration coefficients.
The acceleration coefficient of limb number 3 is:

$$g'_{\theta_3} = \frac{\partial g_{\theta_3}}{\partial q} + \frac{\partial g_{\theta_3}}{\partial \theta_3} g_{\theta_3} + \frac{\partial g_{\theta_3}}{\partial \theta_4} g_{\theta_4} \quad \textbf{(18)}$$

The acceleration coefficient of limb number 4 is:

$$g'_{\theta_4} = \frac{\partial g_{\theta_4}}{\partial q} + \frac{\partial g_{\theta_4}}{\partial \theta_3} g_{\theta_3} + \frac{\partial g_{\theta_4}}{\partial \theta_4} g_{\theta_4} \quad \textbf{(19)}$$

The equation for the acceleration coefficients of limbs 3 and 4 can be found by calculating and replacing the partial derivatives in the equations.

$$g'_{\theta_3} = -\frac{r_2 \cos(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4)} - \frac{r_2^2 sin^2(\theta_2 - \theta_4)\cos(\theta_3 - \theta_4)}{r_3^2 sin^3(\theta_3 - \theta_4)} + \frac{r_2^2 sin^2(\theta_2 - \theta_3)}{r_3 r_4 sin^3(\theta_3 - \theta_4)} \quad \textbf{(20)}$$

$$g'_{\theta_4} = -\frac{r_2 \cos(\theta_2 - \theta_3)}{r_4 \sin(\theta_3 - \theta_4)} - \frac{r_2^2 sin^2(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 r_4 sin^3(\theta_3 - \theta_4)} + \frac{r_2^2 sin^2(\theta_2 - \theta_3)\cos(\theta_3 - \theta_4)}{r_4^2 sin^3(\theta_3 - \theta_4)} \quad \textbf{(21)}$$

The accelerations of limbs 3 and 4 are determined using the acceleration coefficients and the equations shown below.

$$\ddot{\theta}_3 = g'_{\theta_3}\dot{\theta}_2^{\,2} + g_{\theta_3}\ddot{\theta}_2 \quad \textbf{(22)}$$

$$\ddot{\theta}_4 = g'_{\theta_4}\dot{\theta}_2^{\,2} + g_{\theta_4}\ddot{\theta}_2 \quad \textbf{(23)}$$

2.3. Velocity and Acceleration of point C of the Four-Bar Mechanism

To calculate the velocity and acceleration of the C point of the mechanism with the velocity and acceleration effect coefficients, the position analysis of the mechanism should be done first. Calculating the velocities and accelerations of the mechanisms is important in terms of obtaining the equation of motion. For this reason, velocity and acceleration analysis of the four-bar mechanism is required.

The vector expression giving the location of point C is given below.

$$\overrightarrow{r_C} = \overrightarrow{A_0A} + \overrightarrow{AC} \quad \textbf{(24)}$$

As x and y components, the above position can be written separately.

$$x_C = r_2 \cos\theta_2 + c.\cos(\theta_3 + \alpha) \quad \textbf{(25)}$$

$$y_C = r_2 \sin\theta_2 + c.\sin(\theta_3 + \alpha) \quad \textbf{(26)}$$

$$r_C = \sqrt{(x_C^2 + y_C^2)} \quad \textbf{(27)}$$

If we take the derivative of the x_c and y_c equations to find the velocity expressions:

$$\dot{x}_C = -r_2 \sin\theta_2\dot{\theta}_2 - c.\sin(\theta_3 + \alpha)\,\dot{\theta}_3 \quad \textbf{(28)}$$

$$\dot{y}_C = r_2 \cos\theta_2\dot{\theta}_2 + c.\cos(\theta_3 + \alpha)\dot{\theta}_3 \quad \textbf{(29)}$$

$$V_C = \sqrt{(\dot{x}_C^2 + \dot{y}_C^2)} \quad \textbf{(30)}$$

Finding the acceleration expressions requires taking the derivative of the acquired velocity equations.

$$\ddot{x}_C = -r_2 \cos\theta_2\dot{\theta}_2{}^2 - r_2 \sin\theta_2\ddot{\theta}_2 - c.\cos(\theta_3 + \alpha)\,\dot{\theta}_3{}^2 - c.\sin(\theta_3 + \alpha)\,\ddot{\theta}_3 \quad \textbf{(31)}$$

$$\ddot{y}_C = -r_2 \sin\theta_2\dot{\theta}_2{}^2 + r_2 \cos\theta_2\ddot{\theta}_2 - c.\sin(\theta_3 + \alpha)\,\dot{\theta}_3{}^2 + c.\cos(\theta_3 + \alpha)\,\ddot{\theta}_3 \quad \textbf{(32)}$$

$$a_C = \sqrt{(\ddot{x}_C^2 + \ddot{y}_C^2)} \quad \textbf{(33)}$$

In the above equations, unknown velocities and accelerations will be calculated with velocity and acceleration coefficients and substituted.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results have been obtained using numerical values. For this purpose, limb dimensions were taken as r_1=70mm, r_2=35 mm, c=126.6 mm, α=35.54°, r_3=62.3 mm, and r_4=56 mm. From 0 to 720 degrees, 1 degree was added to the principal coordinate, theta2. Additionally, the input limb's velocity is measured at a constant rate of 2 rad/s.

Fig.2 shows how the position of the other limbs and the position of the C point change to the input limb of the mechanism.

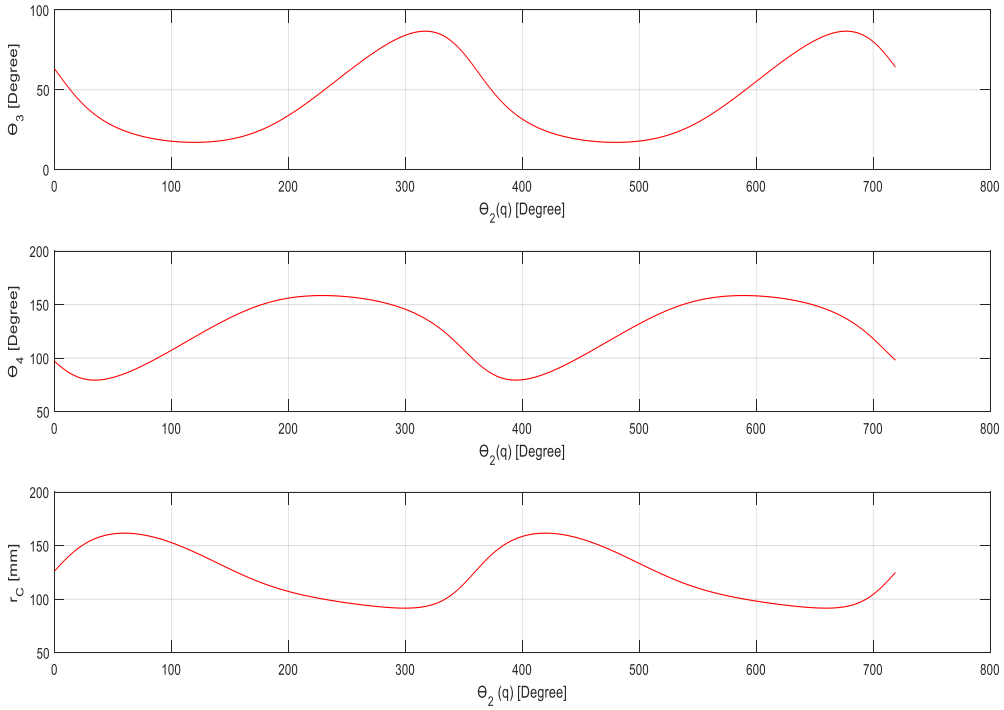


Figure 2. Limb and Point C Positions of Four-Bar Mechanism

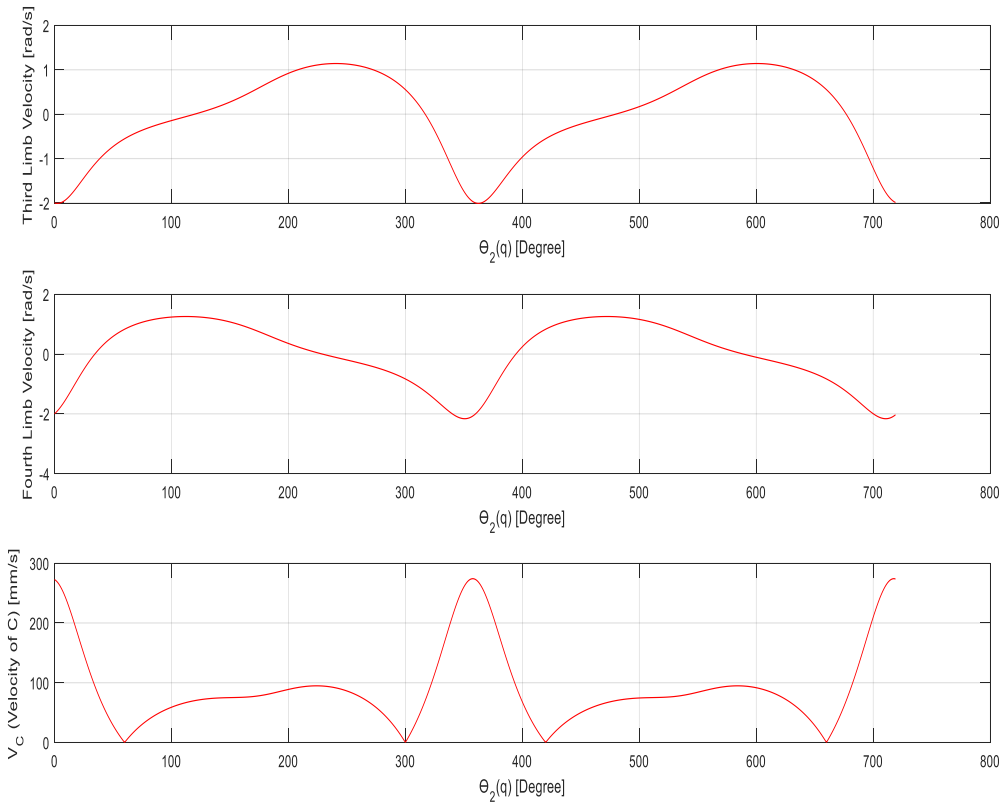


Figure 3. Limb and Point C Veocitiess of Four-Bar Mechanism

Fig.3 gives the variation of the velocity of the other limbs and the velocity of the C point to the input limb of the mechanism. While calculating these velocity values, velocity effect coefficients were used.

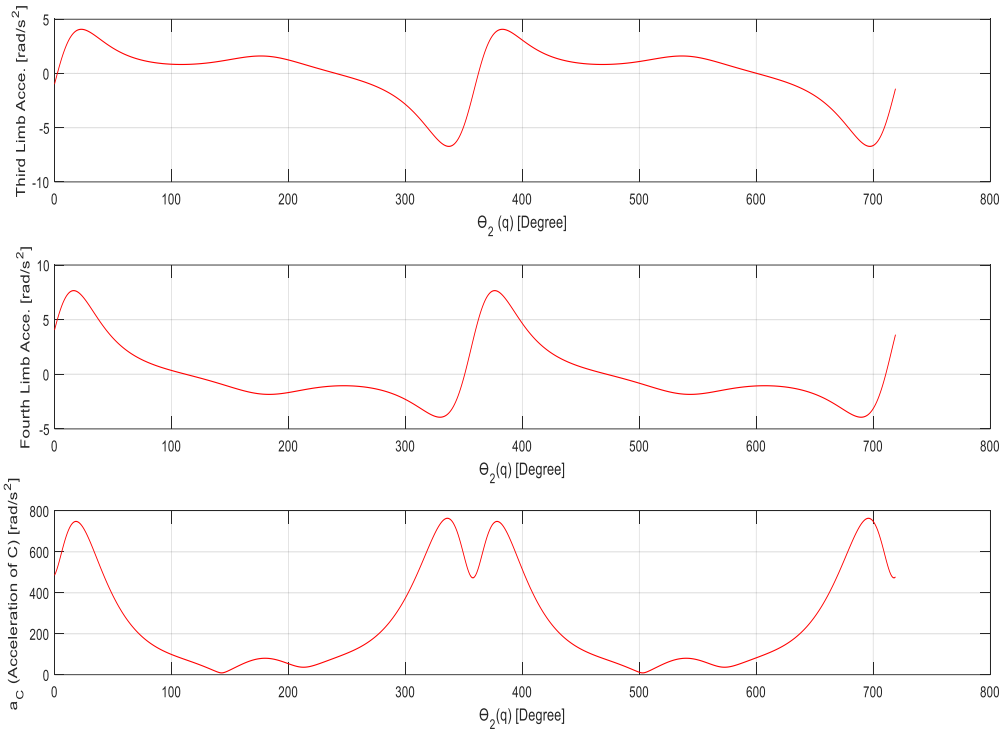


Figure 4. Limb and Point C Accelerations of Four-Bar Mechanism

When the graph in Fig.4 is examined, the change in the acceleration of the other limb and the change in the acceleration of the C point according to the input limb of the mechanism are seen. The acceleration values obtained by the method of acceleration coefficients were used when calculating the acceleration of point C.

4. CONCLUSION

This study presents the standard velocity and acceleration analysis in the four-bar mechanism with the velocity and acceleration obtained using velocity and acceleration coefficients. In addition, the velocity and acceleration values of a C point on the mechanism were found by using the velocity and acceleration coefficients method. The position, velocity, and acceleration values of the analytically obtained mechanism are plotted depending on the change of the input limb.

REFERENCES

[1] Erdman AG, Sandor GN. Mechanism design: analysis and synthesis, vol. 1. New Jersey: Prentice-Hall; 1997.

[2] Kim, J-W., Lee, S., Seo, T, Kim, J., A new non-servo motor type automatic tool changing mechanism based on rotational transmission with dual four-bar linkages, Meccanica, 53 (9), 2447–59, 2018.

[3] Yoon, D., Choi, Y., Underactuated finger mechanism using contractible slider-cranks and stackable four-bar linkages, IEEE/ASME Trans Mechatron, 22(5), 2046–57, 2017.

[4] Zhang, W. J., Chen, X. B., Mechatronics design for a programmable closed-loop mechanism, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, Vol.205, No.3, pp. 365–375, 2001.

[5] Kanna, G. R., Ashik, M., Design, and development of a rope climbing robot using four bar mechanism with wireless control using TX2/RX2 RF module, IEEE International Conference on Signal Processing, Informatics, Communication, and Energy Systems (SPICES), Feb. 2015.

[6] Hassan, A., Abomoharam, M., Design of a single DOF gripper based on the four-bar and slider-crank mechanism for educational purposes, 24th CIRP design conference, Procedia CIRP, Vol.21, pp. 379 – 384, 2014.

[7] Gundogdu, O., Erenturk, K., Fuzzy control of a dc motor driven four-bar mechanism, Mechatronics, Vol.15, No.4, pp. 423-438, 2005.

[8] Ebrahimi, S., Payvandy, P., Efficient constrained synthesis of path generating four-bar mechanisms based on the heuristic optimization algorithms, Mechanisms and Machine Theory, Vol.85, pp. 189-204, 2015.

[9] Liaw, H. C., Shirinzadeh, B., Enhanced adaptive motion tracking control of piezo actuated flexure-based four-bar mechanisms for micro/nano manipulation, Sensors, and Actuators A: Physical, Vol.147, pp.254-262, 2008.

[10] Çakar, O., Tanyıldızı, A. K., Application of moving sliding mode control for a DC motor driven four-bar mechanism. Advances in Mechanical Engineering, 10:3, 2018.

[11] Di Gregorio, R., Systematic use of velocity and acceleration coefficients in the kinematic analysis of single-DOF planar mechanisms. Mechanism and Machine Theory, 139, pp.310-328, 2019.

[12] Di Gregorio, R., Kinematic analysis of multi-DOF planar mechanisms via velocity-coefficient vectors and acceleration-coefficient Jacobians. Mechanism and Machine Theory, 142, 2019.

COMPARISON OF THE LIMB VELOCITIES AND ACCELERATIONS OF THE FOUR-BAR MECHANISM BY CALCULATING WITH DIFFERENT METHODS

Asst. Prof. Dr. Muhammet AYDIN [1]

[1] Firat University, Faculty of Engineering, Mechatronics Engineering,

muhammeta@firat.edu.tr – ORCID: 0000-0003-2746-9477

ABSTRACT

In this study, the limb velocities and accelerations of the four-bar mechanism were obtained analytically by two different methods. The first of the methods takes the derivative of the constraint equations and finds the necessary velocity and acceleration expressions in a classical way depending on the velocity and acceleration of the input limb. In the other method, the velocity and acceleration of the limbs of the mechanism were calculated by using the velocity and acceleration coefficients. Graphs of velocity and acceleration equations were drawn with the program written in Matlab by using both velocity and acceleration equations obtained analytically, increasing the input limb of the mechanism by 1 degree from 0 to 720 degrees. The velocity of the input limb has been taken at a constant 2 rad/s. It was seen from the graphs that the velocity and acceleration values of the third and fourth elements of the mechanism were precisely the same in both methods.

Keywords: Velocity Coefficients, Acceleration Coefficients, Four-Bar Mechanism.

1. INTRODUCTION

The category of closed kinematic chain mechanisms includes four-bar mechanisms. These straightforward, one-degree-of-freedom mechanisms are capable of following predetermined nonlinear planar trajectories. The four-bar mechanisms are chosen over serial mechanisms due to their reduced cost, greater sensitivity when tracking the trajectory, high power transmission capabilities, and simplicity [1]. These mechanisms are the most common ones utilized in industry and machine design because of this [2, 3]. In real-time applications, four-bar mechanisms with four stiff links and four revolute joints are also frequently utilized. Additionally, a variety of industries use these methods extensively. The aerospace, automotive, machinery, and robotics industries are prominent among these sectors. Four-bar mechanisms are employed in a variety of industrial applications, including reciprocating compressors, rotary motors, scotch yokes, rope climbing robots, and robot gripper tips [4-6]. These methods are frequently used to carry out a particular motion task, such as rigid body guidance or path development [4, 7, 8]. They are employed in biomedical engineering, for instance, to carry out highly precise movements, such as in microsurgery [9].

Calculating the velocities and accelerations of the mechanisms is important in terms of obtaining the equation of motion. For this reason, velocity and acceleration analysis of the four-bar mechanism is required. In the literature, there are studies using velocity and acceleration coefficients when calculating the velocity and acceleration of mechanisms. Some of these are

used to derive the equation of motion of the four-bar mechanism via the velocity and acceleration coefficients method [10], used in the kinematic analysis of single-degree-of-freedom planar mechanisms by velocity and acceleration effect coefficients [11], used in the kinematic analysis of multi-degree-of-freedom planar mechanisms via velocity and acceleration effect coefficients [12] are studies.

Considering a standard four-bar mechanism, the velocity and acceleration analyzes of the mechanism were obtained with two different methods and the results were compared. The first method is the classical method and the second method is the velocity and acceleration coefficients method. Thus, this study presents the velocity and acceleration results of the mechanism obtained by two different methods.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. Standard Velocity Analyze of Four-Bar Mechanism

The limbs, vectorial representation, and limb indices of the four-bar mechanism used in the calculations are given in Fig.1.

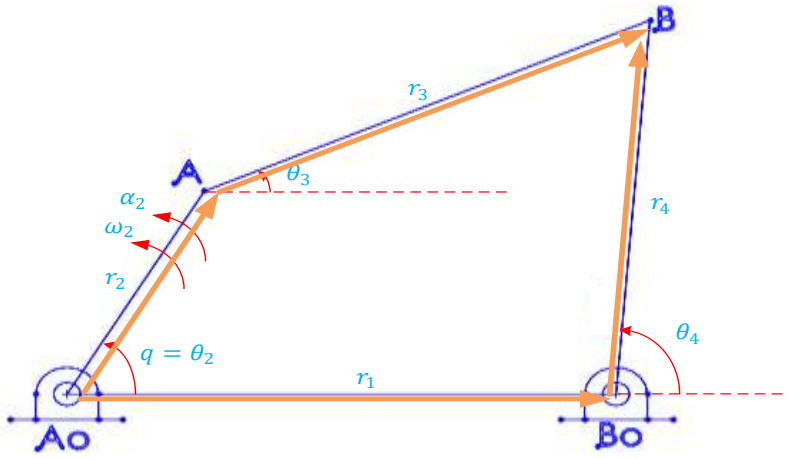


Figure 1. Four-Bar Mechanism

Vector closed loop equation of the mechanism:

$$\overrightarrow{A_0A} + \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{A_0B_0} + \overrightarrow{B_0B} \quad \textbf{(1)}$$

Constraint equations:

$$f_1(q, \theta_3, \theta_4) = r_2 \cos\theta_2 + r_3 \cos\theta_3 - r_1 - r_4 \cos\theta_4 = 0 \quad \textbf{(2)}$$

$$f_2(q, \theta_3, \theta_4) = r_2 \sin\theta_2 + r_3 \sin\theta_3 - r_4 \sin\theta_4 = 0 \quad \textbf{(3)}$$

To calculate the velocity and acceleration expressions, position analysis must be done. Position analysis of this mechanism has been done beforehand and these results have been used. If the derivative of the constraint equations is taken to find the velocity equations of the mechanism, the following expressions are obtained.

$$-r_2 \sin\theta_2\dot{\theta_2} - r_3 \sin\theta_3\dot{\theta_3} + r_4 \sin\theta_4\dot{\theta_4} = 0 \quad \textbf{(4)}$$

$$r_2 \cos\theta_2 \dot{\theta}_2 + r_3 \cos\theta_3 \dot{\theta}_3 - r_4 cos\theta_4 \dot{\theta}_4 = 0 \quad \textbf{(5)}$$

The velocity equations of the third and fourth limbs are drawn from the above equations and found as follows, depending on the velocity of the second limb, that is, the main coordinate.

$$\dot{\theta}_3 = -\frac{r_2 \sin(\theta_4 - \theta_2)}{r_3 \sin(\theta_4 - \theta_3)} \dot{\theta}_2 \quad \textbf{(6)}$$

$$\dot{\theta}_4 = -\frac{r_2 \sin(\theta_3 - \theta_2)}{r_4 \sin(\theta_4 - \theta_3)} \dot{\theta}_2 \quad \textbf{(7)}$$

2.2. Standard Acceleration Analyze of Four-Bar Mechanism

Similarly, if the derivative equations are taken to time to find the acceleration expressions, the following results are obtained.

$$-r_2 \cos\theta_2 \dot{\theta}_2^{\,2} - r_2 \sin\theta_2 \ddot{\theta}_2 - r_3 \cos\theta_3 \dot{\theta}_3^{\,2} - r_3 \sin\theta_3 \ddot{\theta}_3 + r_4 \cos\theta_4 \dot{\theta}_4^{\,2} + r_4 \sin\theta_4 \ddot{\theta}_4 = 0 \quad \textbf{(8)}$$

$$-r_2 \sin\theta_2 \dot{\theta}_2^{\,2} + r_2 \cos\theta_2 \ddot{\theta}_2 - r_3 \sin\theta_3 \dot{\theta}_3^{\,2} + r_3 \cos\theta_3 \ddot{\theta}_3 + r_4 \sin\theta_4 \dot{\theta}_4^{\,2} - r_4 \cos\theta_4 \ddot{\theta}_4 = 0 \quad \textbf{(9)}$$

Using the above two equations, the acceleration expressions are obtained as follows.

$$\ddot{\theta}_3 = \frac{r_2 \cos(\theta_2 - \theta_4)\dot{\theta}_2^{\,2} - r_2 \sin(\theta_4 - \theta_2)\ddot{\theta}_2 + r_3 \cos(\theta_3 - \theta_4)\dot{\theta}_3^{\,2} - r_4 \dot{\theta}_4^{\,2}}{r_3 \sin(\theta_4 - \theta_3)} \quad \textbf{(10)}$$

$$\ddot{\theta}_3 = \frac{r_2 \cos(\theta_2 - \theta_3)\dot{\theta}_2^{\,2} + r_2 \sin(\theta_2 - \theta_3)\ddot{\theta}_2 - r_4 \cos(\theta_4 - \theta_3)\dot{\theta}_4^{\,2} + r_3 \dot{\theta}_3^{\,2}}{r_4 \sin(\theta_4 - \theta_3)} \quad \textbf{(11)}$$

2.3. Velocity Analysis with Velocity Coefficients of Four-Bar Mechanism

$$\vec{g} = -\overrightarrow{J^{-1}} \overrightarrow{f'} \quad \textbf{(12)}$$

Here, the line vector g represents the velocity coefficients of the third and fourth limbs of the mechanism. J corresponds to the Jacobian matrix and f to the constraint equations. The vector of velocity coefficients g is equal to the minus sign of the product of the constraint equations of the inverse of the Jacobian matrix to the main coordinate.

$$\vec{g} = \begin{bmatrix} g_{\theta_3} \\ g_{\theta_4} \end{bmatrix} \quad \textbf{(13)}$$

$$\overrightarrow{f'} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial q} \\ \frac{\partial f_2}{\partial q} \end{bmatrix} \quad \textbf{(14)}$$

$$\vec{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \theta_3} & \frac{\partial f_1}{\partial \theta_4} \\ \frac{\partial f_2}{\partial \theta_3} & \frac{\partial f_2}{\partial \theta_4} \end{bmatrix} \quad \textbf{(15)}$$

If the f' matrix is calculated, Eq.16 is obtained.

$$\overrightarrow{f'} = \begin{bmatrix} -r_2 \sin\theta_2 \\ r_2 \cos\theta_2 \end{bmatrix} \quad \textbf{(16)}$$

If the Jacobian matrix is calculated, Eq. 17 is obtained.

$$\vec{J} = \begin{bmatrix} -r_3 \sin\theta_3 & r_4 \sin\theta_4 \\ r_3 \cos\theta_3 & -r_4 \cos\theta_4 \end{bmatrix} \quad \textbf{(17)}$$

If the inverse of the Jacobian matrix is calculated, Eq. 18 expression is reached.

$$\overrightarrow{J^{-1}} = \begin{bmatrix} \dfrac{-\cos\theta_4}{r_3 \sin(\theta_3-\theta_4)} & \dfrac{-\sin\theta_4}{r_3 \sin(\theta_3-\theta_4)} \\ \dfrac{-\cos\theta_3}{r_4 \sin(\theta_3-\theta_4)} & \dfrac{-\sin\theta_3}{r_4 \sin(\theta_3-\theta_4)} \end{bmatrix} \quad \textbf{(18)}$$

If the expressions in Eq. 16 and Eq. 18 are replaced in Eq. 12 and calculations are made, the velocity coefficients are obtained as follows.

$$\vec{g} = \begin{bmatrix} g_{\theta_3} \\ g_{\theta_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dfrac{-r_2 \sin(\theta_2-\theta_4)}{r_3 \sin(\theta_3-\theta_4)} \\ -\dfrac{r_2 \sin(\theta_2-\theta_3)}{r_4 \sin(\theta_3-\theta_4)} \end{bmatrix} \quad \textbf{(19)}$$

$$g_{\theta_3} = \frac{-r_2 \sin(\theta_2-\theta_4)}{r_3 \sin(\theta_3-\theta_4)} \quad \textbf{(20)}$$

$$g_{\theta_4} = -\frac{r_2 \sin(\theta_2-\theta_3)}{r_4 \sin(\theta_3-\theta_4)} \quad \textbf{(21)}$$

Eq. 22 and Eq. 23 are used to switch to velocity expressions using the velocity coefficients found.

$$\dot{\theta}_3 = g_{\theta_3}\dot{\theta}_2 \quad \textbf{(22)}$$

$$\dot{\theta}_4 = g_{\theta_4}\dot{\theta}_2 \quad \textbf{(23)}$$

The velocity expressions of the mechanism were found as follows using velocity coefficients.

$$\dot{\theta}_3 = \frac{-r_2 \sin(\theta_2-\theta_4)}{r_3 \sin(\theta_3-\theta_4)}\dot{\theta}_2 \quad \textbf{(24)}$$

$$\dot{\theta}_4 = -\frac{r_2 \sin(\theta_2-\theta_3)}{r_4 \sin(\theta_3-\theta_4)}\dot{\theta}_2 \quad \textbf{(25)}$$

2.4. Acceleration Analysis with Acceleration Coefficients of Four-Bar Mechanism

While calculating the acceleration coefficients, the velocity coefficients are used. The equations for calculating the acceleration coefficients are shown below.

The acceleration coefficient of limb number 3 is:

$$g'_{\theta_3} = \frac{\partial g_{\theta_3}}{\partial q} + \frac{\partial g_{\theta_3}}{\partial \theta_3} g_{\theta_3} + \frac{\partial g_{\theta_3}}{\partial \theta_4} g_{\theta_4} \quad \textbf{(26)}$$

The acceleration coefficient of limb number 4 is:

$$g'_{\theta_4} = \frac{\partial g_{\theta_4}}{\partial q} + \frac{\partial g_{\theta_4}}{\partial \theta_3} g_{\theta_3} + \frac{\partial g_{\theta_4}}{\partial \theta_4} g_{\theta_4} \quad \textbf{(27)}$$

If the partial derivatives in the equations are calculated and replaced, the equation of acceleration coefficients of limbs 3 and 4 is obtained as follows.

$$g'_{\theta_3} = -\frac{r_2 \cos(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4)} - \frac{r_2^2 sin^2(\theta_2 - \theta_4)\cos(\theta_3 - \theta_4)}{r_3^2 sin^3(\theta_3 - \theta_4)} + \frac{r_2^2 sin^2(\theta_2 - \theta_3)}{r_3 r_4 sin^3(\theta_3 - \theta_4)} \quad \textbf{(28)}$$

$$g'_{\theta_4} = -\frac{r_2 \cos(\theta_2 - \theta_3)}{r_4 \sin(\theta_3 - \theta_4)} - \frac{r_2^2 sin^2(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 r_4 sin^3(\theta_3 - \theta_4)} + \frac{r_2^2 sin^2(\theta_2 - \theta_3)\cos(\theta_3 - \theta_4)}{r_4^2 sin^3(\theta_3 - \theta_4)} \quad \textbf{(29)}$$

The equations given below are used to calculate the accelerations of limbs 3 and 4 using the acceleration coefficients.

$$\ddot{\theta}_3 = g'_{\theta_3} \dot{\theta}_2^{\,2} + g_{\theta_3} \ddot{\theta}_2 \quad \textbf{(30)}$$

$$\ddot{\theta}_4 = g'_{\theta_4} \dot{\theta}_2^{\,2} + g_{\theta_4} \ddot{\theta}_2 \quad \textbf{(31)}$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results of both methods were compared using numerical values. For this purpose, limb dimensions were taken as r_1=70mm, r_2=35 mm, r_3=62.3 mm, and r_4=56 mm. The main coordinate, Θ_2, was used by increasing 1 degree from 0 to 720 degrees. Also, the velocity of the input limb is taken at a constant speed of 2 rad/s.

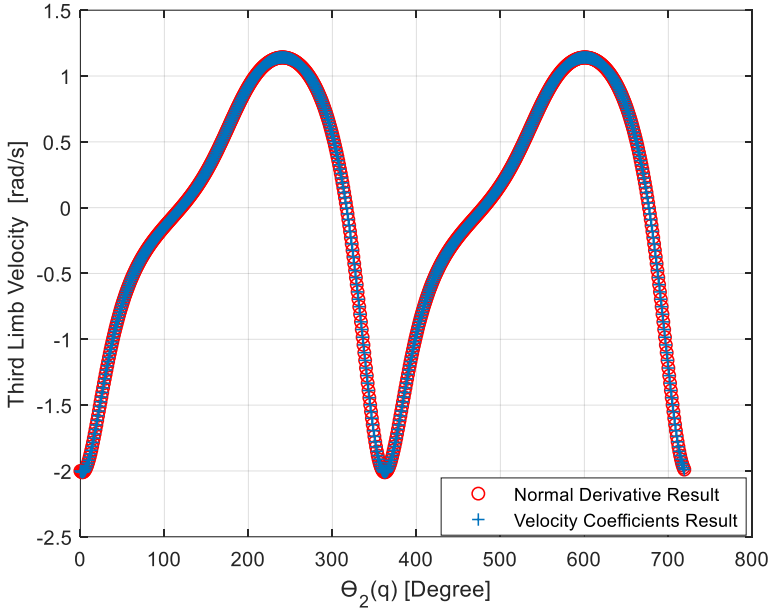


Figure 2. Third Limb Velocity of Four-Bar Mechanism

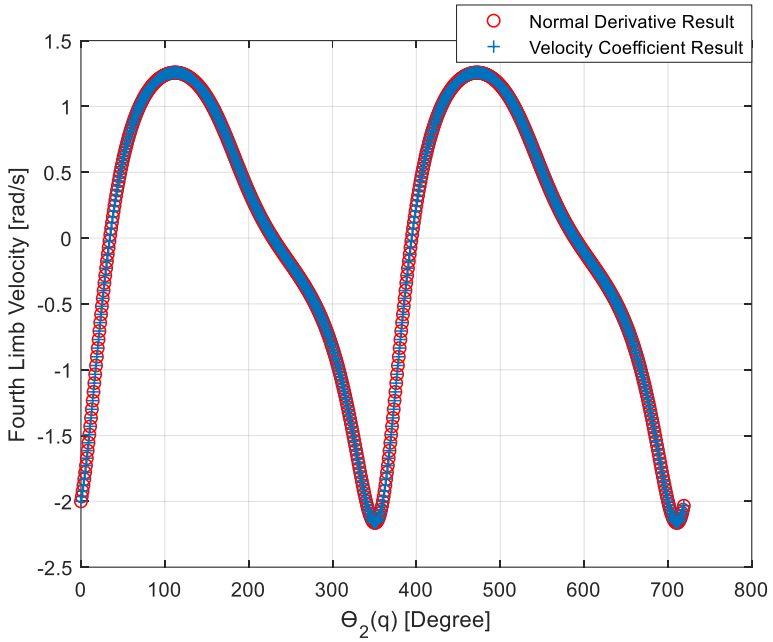


Figure 3. Fourth Limb Velocity of Four-Bar Mechanism

When the velocities of the third and fourth limbs in Fig.2 and Fig.3 are examined, it is seen that the results obtained by both methods overlap.

Table 1. Numerical Values for Calculated Velocities with Two Methods

Θ_2 (q) Values	**$\dot{\theta}_3$ Values (Normal Derivative)**	**$\dot{\theta}_3$ Values (Velocity Coefficients)**	**$\dot{\theta}_4$ Values (Normal Derivative)**	**$\dot{\theta}_4$ Values (Velocity Coefficients)**
0	-2,00000000000000	-2,00000000000000	-2,00000000000000	-2,00000000000000
1	-2,00678678606040	-2,00678678606040	-1,96283790164096	-1,96283790164096
2	-2,00996567542874	-2,00996567542874	-1,92215641890509	-1,92215641890509
3	-2,00960857783361	-2,00960857783361	-1,87811511901837	-1,87811511901837
4	-2,00581259680396	-2,00581259680396	-1,83089707274870	-1,83089707274870
5	-1,99869807280645	-1,99869807280645	-1,78070610007051	-1,78070610007051
6	-1,98840625809574	-1,98840625809574	-1,72776370257813	-1,72776370257813

7	-1,97509669993200	-1,97509669993200	-1,67230577420529	-1,67230577420529
8	-1,95894441488590	-1,95894441488590	-1,61457918520025	-1,61457918520025
9	-1,94013693900797	-1,94013693900797	-1,55483833333656	-1,55483833333656
10	-1,91887133686876	-1,91887133686876	-1,49334175135996	-1,49334175135996
11	-1,89535124729476	-1,89535124729476	-1,43034885126790	-1,43034885126790
12	-1,86978403563053	-1,86978403563053	-1,36611687494268	-1,36611687494268
13	-1,84237811226059	-1,84237811226059	-1,30089810775631	-1,30089810775631
14	-1,81334046568366	-1,81334046568366	-1,23493739789589	-1,23493739789589
15	-1,78287444638973	-1,78287444638973	-1,16847001013645	-1,16847001013645
16	-1,75117782582355	-1,75117782582355	-1,10171982932552	-1,10171982932552
17	-1,71844114339648	-1,71844114339648	-1,03489791651633	-1,03489791651633
18	-1,68484634427729	-1,68484634427729	-0,968201409916627	-0,968201409916627
19	-1,65056570185753	-1,65056570185753	-0,901812753871284	-0,901812753871284
20	-1,61576101152615	-1,61576101152615	-0,835899232087904	-0,835899232087904

To better understand that the graphics overlap one by one, numerical values obtained by both methods of the limbs are given for the first 20 values in Table 1.

In the same way, when the accelerations of the third and fourth limbs in Fig.4 and Fig.5 are examined, it is seen that the results obtained by both methods overlap.

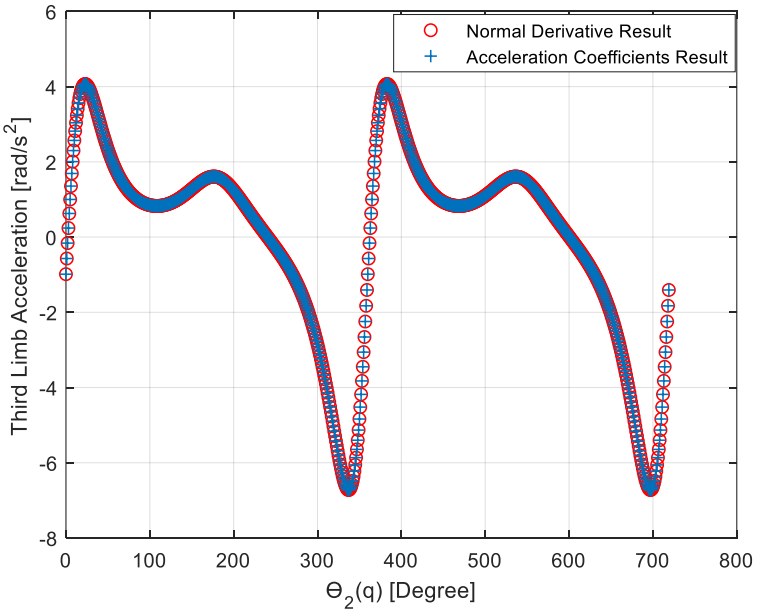


Figure 4. Third Limb Acceleration of Four-Bar Mechanism

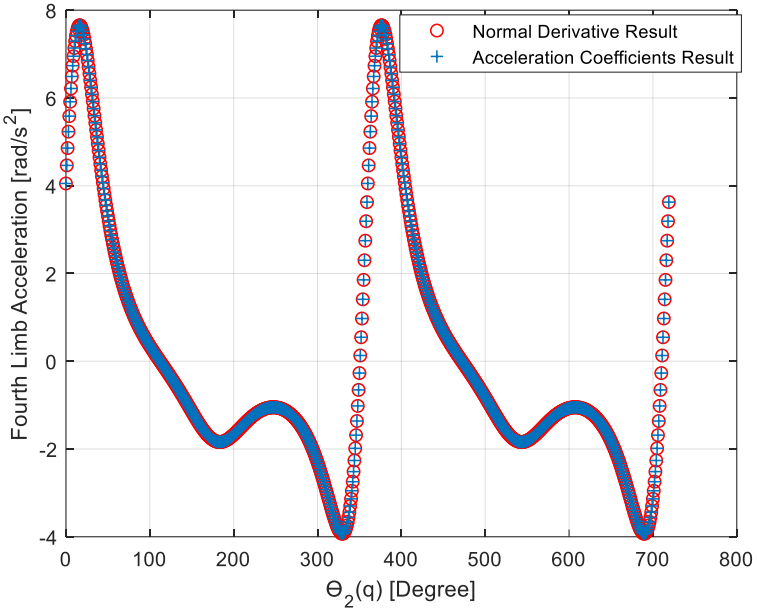


Figure 5. Fourth Limb Acceleration of Four-Bar Mechanism

Table2. Numerical Values for Calculated Accelerations with Two Methods

Θ_2 (q) Values	$\ddot{\theta}_3$ Values (Normal Derivative)	$\ddot{\theta}_3$ Values (Velocity Coefficients)	$\ddot{\theta}_4$ Values (Normal Derivative)	$\ddot{\theta}_4$ Values (Velocity Coefficients)
0	-0,986413952305799	-0,986413952305799	4,05145097264720	4,05145097264720
1	-0,569867965335937	-0,569867965335939	4,46291737727625	4,46291737727625
2	-0,160056107956656	-0,160056107956655	4,85753965164846	4,85753965164846
3	0,240038551778029	0,240038551778029	5,23248110191755	5,23248110191755
4	0,627633421245546	0,627633421245545	5,58519941188966	5,58519941188966
5	1,00019263217566	1,00019263217566	5,91348752757130	5,91348752757131
6	1,35546500544239	1,35546500544239	6,21550441467354	6,21550441467354
7	1,69151280757469	1,69151280757469	6,48979504495631	6,48979504495631
8	2,00673083455204	2,00673083455204	6,73529947675274	6,73529947675274
9	2,29985581240810	2,29985581240810	6,95135137971860	6,95135137971860
10	2,56996652287814	2,56996652287814	7,13766678368294	7,13766678368294
11	2,81647542175918	2,81647542175918	7,29432418322596	7,29432418322596
12	3,03911280083923	3,03911280083923	7,42173738841774	7,42173738841774
13	3,23790474198034	3,23790474198034	7,52062267186542	7,52062267186542
14	3,41314622255087	3,41314622255087	7,59196182484417	7,59196182484417
15	3,56537075985489	3,56537075985489	7,63696270967614	7,63696270967614
16	3,69531793863327	3,69531793863327	7,65701879557517	7,65701879557517
17	3,80390006371465	3,80390006371465	7,65366900787251	7,65366900787251
18	3,89216903482181	3,89216903482181	7,62855902401257	7,62855902401257
19	3,96128436792475	3,96128436792475	7,58340493157824	7,58340493157824
20	4,01248310183864	4,01248310183864	7,51995993969487	7,51995993969487

The first 20 values in Table 2 are given numerical values produced by both methods for the limbs to let the reader better grasp how the images overlap one after the other.

4. CONCLUSION

This study compares the standard velocity and acceleration analysis in the four-bar mechanism with the velocity and acceleration obtained using velocity and acceleration coefficients. The results obtained show that the velocity and acceleration results obtained by deriving from the

constraint equations exactly coincide with the results obtained using the velocity and acceleration coefficients.

REFERENCES

[1] Erdman AG, Sandor GN. Mechanism design: analysis and synthesis, vol. 1. New Jersey: Prentice-Hall; 1997.

[2] Kim, J-W., Lee, S., Seo, T, Kim, J., A new non-servo motor type automatic tool changing mechanism based on rotational transmission with dual four-bar linkages, Meccanica, 53 (9), 2447–59, 2018.

[3] Yoon, D., Choi, Y., Underactuated finger mechanism using contractible slider-cranks and stackable four-bar linkages, IEEE/ASME Trans Mechatron, 22(5), 2046–57, 2017.

[4] Zhang, W. J., Chen, X. B., Mechatronics design for a programmable closed-loop mechanism, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, Vol.205, No.3, pp. 365–375, 2001.

[5] Kanna, G. R., Ashik, M., Design, and development of a rope climbing robot using four bar mechanism with wireless control using TX2/RX2 RF module, IEEE International Conference on Signal Processing, Informatics, Communication, and Energy Systems (SPICES), Feb. 2015.

[6] Hassan, A., Abomoharam, M., Design of a single DOF gripper based on the four-bar and slider-crank mechanism for educational purposes, 24th CIRP design conference, Procedia CIRP, Vol.21, pp. 379 – 384, 2014.

[7] Gundogdu, O., Erenturk, K., Fuzzy control of a dc motor driven four-bar mechanism, Mechatronics, Vol.15, No.4, pp. 423-438, 2005.

[8] Ebrahimi, S., Payvandy, P., Efficient constrained synthesis of path generating four-bar mechanisms based on the heuristic optimization algorithms, Mechanisms and Machine Theory, Vol.85, pp. 189-204, 2015.

[9] Liaw, H. C., Shirinzadeh, B., Enhanced adaptive motion tracking control of piezo actuated flexure-based four-bar mechanisms for micro/nano manipulation, Sensors and Actuators A: Physical, Vol.147, pp.254-262, 2008.

[10] Çakar, O., Tanyıldızı, A. K., Application of moving sliding mode control for a DC motor driven four-bar mechanism. Advances in Mechanical Engineering, 10:3, 2018.

[11] Di Gregorio, R., Systematic use of velocity and acceleration coefficients in the kinematic analysis of single-DOF planar mechanisms. Mechanism and Machine Theory, 139, pp.310-328, 2019.

[12] Di Gregorio, R., Kinematic analysis of multi-DOF planar mechanisms via velocity-coefficient vectors and acceleration-coefficient Jacobians. Mechanism and Machine Theory, 142, 2019.

DUYGUSAL ÖZGÜRLEŞME TEKNİĞİNE (EFT) DAYALI GELİŞTİRİLEN BAKIM FORMUNUN PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİNDE UYGULAMASI: OLGU SUNUMU

Yasemin ÖZEL [1]

[1] Kastamonu Üniversitesi, Tosya MYO, ORCID ID: 0000-0001-8920-8825

ÖZET

Sosyal ekonominin hızlı gelişimi ile birlikte, insanların zihinsel stresi artmaktadır. Ruhsal hastalıkların insidansı tüm dünyada giderek artış göstermektedir. Giderek artan ruh sağlığı sorunları, ruh sağlığı hizmetleri için büyük zorluklar oluşturmaktadır. Ruh sağlığı personelinin önemli bir parçası olan hemşireler, ruhsal hastalıkların tedavisinde önemli rol oynamaktadır. Enerji psikoloji son yıllarda ruh sağlığı elemanları tarafından kullanılan popüler yöntemlerden birisidir. Literatürde duygusal özgürleşme tekniği olarak ifade edilen EFT uygulaması, uygulanabilir, danışana öğretilebilir enerji psikolojisi alanında kullanılan tekniklerden biridir. Bu teknik, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu, fobiler, stres ve kaygı ile ilgili sorun yaşayan bireylerde kullanılarak etkinliği kanıtlanmıştır. Psikiyatri hemşireliği, kişilerarası sürece dayalı hasta ile işbirliğinin üzerinde özellikle duran hemşirelik alanlarından birisidir. Bu doğrultuda, EFT Modeli temel alınarak, depresyon tanısıyla birinci basamak sağlık hizmetinden yararlanan 38 yaşındaki bireyin içsel, kişilerarası, kişi dışı faktörlerin yarattığı olumsuz duygulanıma odaklanarak, bu duygulanımdan etkilenme düzeyi incelenmiş ve hemşirelik bakım planı oluşturulmuştur. Bu çalışmanın amacı; depresyon olgusunda, EFT tekniğine temellendirilmiş şekilde bütüncül bir bakış açısıyla psikiyatri hemşireliği bakımında kullanılması için materyal hazırlanmıştır. Bu doğrultuda psikiyatri hemşireliği bakım sürecinde, terapötik uygulamada kullanılması mümkün, uygun bir yöntem oluşturmak amacıyla geliştirilen müdahale aracının, danışan tarafından özgün bir araç olarak yazılan tıbbi kayıtlarla müdahale etkinliğini incelemektir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, psikiyatri hemşireliği, bireysel davranışçı model, olgu sunumu

1. GİRİŞ

Duygusal özgürleşme ya da özgürlük tekniği (EFT) olarak ifade edilen kavram, enerji psikolojisi (EP) alanında uygulanan terapi tekniklerinden birisidir. Terapistlerin uygulamalarda EFT tekniğini yaygın kullanım nedenleri arasında, hız, etkinlik, kullanım kolaylığı, güvenlik ve güvenilirlik yer almaktadır (Feinstein, 2012). Ruhsal bozukluklarda EFT uygulaması son yıllarda depresif bozukluk (Church, et al., 2012), travma sonrası stres bozukluğu (Church et al., 2016), fobiler ve psikolojik travmalar (Church at al., 2013) da etkililiği kanıtlanmış uygulamalar arasında sayılmaktadır. Bunların yanı sıra ağrı, stres gibi çeşitli fiziksel belirtiler için de EFT yönteminin olumlu etkileri olduğu çalışmalarda kanıtlanmıştır (Church & Brooks, 2010). EFT, en çok ziyaret edilen beş EFT web sitesine ayda yaklaşık altı milyon ziyaretçi ile tarihteki en popüler kendi kendine yardım tekniklerinden biridir. Son on yılda, çevrimiçi EFT kılavuzları iki milyondan fazla kişi tarafından indirilirken, afetlerin ardından bir milyondan fazla kişi EFT tedavisi görmüştür (Feinstein, 2010). APA Division 12 Task Force'un araştırma standartlarıyla uyumlu EFT uygulamasına "klinik EFT" denir (Church, 2013). Bu uygulama, maruz kalma, bilişsel terapi ve yüz ve vücuttaki akupresür noktalarının somatik stimülasyonunu birleştiren kısa bir müdahale tekniğidir. EFT uygulayıcıları, akapunktur noktalarına hafifçe vurmanın, bu yerleşmiş terapötik tekniklerle birleştirdiklerinde duygulanımda hızlı bir düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Üzüntü, beden ve zihni etkileyen, birkaç saniyeden birkaç saate kadar sürebilen yaygın olarak yaşanan bir duygudur. Kaynakları, statüyü, arkadaşları, çocukları veya romantik partnerleri kaybetme gibi kayıplarla başa çıkmamızı sağlayan uyumsal bir işleve sahip olduğu için filum boyunca evrim tarafından korunmuş olabilecek uyumsal bir duygudur (Arias et al., 2020). İnsanlarda üzüntü, belirli davranışlar (sosyal geri çekilme, düşük ödül arayışı, yavaş yürüme), tipik bir yüz ifadesi (sarkık göz kapakları, yere bakan gözler, alçaltılmış dudak köşeleri, çekik iç kaşlar), fizyolojik değişiklikler (kalp atış hızı, cilt iletkenliği) ile karakterize edilir. Bunun yanı sıra yalnızlık, sıkıntı, depresyon, endişe, keder ve ıstırap duygularının eşlik ettiği psikolojik bir acı olarak da tanımlanabilir. Üzüntünün ifade ediliş biçiminin depresif bozukluklarda bireysel farklılık gösterdiği kabul edilmektedir. Bunlar anhedoni, değersizlik ve suçluluk duyguları, intihar düşüncesi ile heterojen halde bulunurken, yorgunluk, aşırı uyuma veya uykusuzluk, iştahta artış/azalma ve kilo değişiklikleri, bilişsel bozulmalar gibi fiziksel belirtilerle de kendini gösterebilmektedir (Malhi & Mann, 2018). Literatür üzüntüyü, beyindeki alan-genel sistemlerden özellikle vücuttan ve dış çevreden gelen bilgiler önceki deneyimlerin temsilleriyle bağlamsallaştırıldıktan sonra insanlarda oluşan bir duygu olarak nitelendirmiştir (Barrett, 2017).

Literatüre göre, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu, fobiler, stres ve kaygı ile ilgili sorun yaşayan bireylerde EFT kullanılmış ve etkinliği kanıtlanmıştır. Psikiyatri hemşireliği, kişilerarası sürece dayalı hasta ile işbirliğinin üzerinde özellikle duran hemşirelik alanlarından birisidir. Bu doğrultuda EFT tekniğine temellendirilmiş şekilde bütüncül bir bakış açısıyla psikiyatri hemşireliği bakımında kullanılması için materyal hazırlanmıştır.

Hazırlanan EFT Modeli temel alınarak, psikiyatri hemşireliği bakım sürecinde, terapötik uygulamada kullanılması mümkün, uygun bir yöntem oluşturmak amacıyla geliştirilen müdahale aracının, danışan tarafından özgün bir araç olarak yazılan tıbbi kayıtlarla müdahale etkinliğini incelemiştir. Bu bağlamda çalışmada, majör depresyon tanısı alan olgu çalışma kapsamına alınarak, uygulanan EFT tekniği sunulmuştur.

2. EFT Müdahale Aşamaları

2.1.Ölçüm araçları

Oxford mutluluk ölçeği (OMÖ), 29 maddeden oluşan 6'lı likert tipi bir ölçektir. Ölçekten en düşük 29, en yüksek 174 puan elde edilmektedir. Bireyin mutluluk düzeyi ölçekten aldığı puanla doğru orantılıdır.

Depresyon Anksiyete Stres (DASS-21) ölçeği depresyon, anksiyete ve stresi değerlendiren 21 maddelik kısa formdur. Bu ölçek 4'lü Likert tipi ölçek olup "depresyon, stres ve anksiyete boyutlarını" ölçen yedişer sorudan oluşmaktadır. Bireyin depresyon alt boyutundan 5 puan ve üzeri, anksiyeteden 4 puan ve üzeri, stresten 8 puan ve üzeri alması ilgili probleme sahip olduğunu göstermektedir (Sarıçam, 2018).

2.2.Olgu

Adı: A.Ş.
Yaş: 38
Cinsiyet: Kadın
Tanısı: Majör Depresyon

Hasta öyküsü: A.Ş. ilk kez (1 ay önce) uzun süredir uykusuzluk, sürekli ağlama krizi, mutsuzluk, iştah kaybı ve boğuluyormuş hissi nedeniyle bir devlet hastanesinin psikiyatri kliniğine başvurmuş ve majör depresyon tanısı alarak tedavi görmeye başlamış.

Sosyo-demografik özellikler: 38 yaşında K.D. kadın, lise mezunu, 9 ve 16 yaşlarında iki kızı vardır. Eşini 1 yıl önce trafik kazasında kaybetmiş. Tekstil firmasında vardiyalı olarak çalışmaktadır. İlk belirtilerini eşinin ölümü üzerine yaşamış ancak herhangi bir tedavi almamıştır. Eşinin ölümü üzerine sigaraya başlamış ve halen günde 1 paket sigara tüketmektedir. Son zamanlarda iştahının azaldığını, yemek yemek istemediğini ve son 1 ayda 10 kilo verdiğini ifade etti.

Geçmiş sağlık öyküsü: Danışanın daha önce aldığı bir psikiyatrik tanısı ya da eşlik eden herhangi bir hastalık olmadığını belirtti.

Kullandığı İlaçlar: Xanax 0.5 mg (1x1), Lustral 50 mg (1x1).

2.3.EFT Müdahalesi Öncesi Hazırlık Aşaması

EFT uygulaması için, araştırmacı Clinical EFT konusunda eğitilmiş ve sertifikalandırılmıştır. Katılımcıya müdahale programı açıklanarak, onamı alınmıştır. Uygulanacak olan ölçeklerin kullanım izinleri araştırmacılardan alınmıştır. Katılımcıya müdahale öncesinde "Oxford Mutluluk Ölçeği", "Depresyon Anksiyete Stres (DASS-21)" uygulanmıştır. Bakım planında kullanılmak üzere EFT uygulama prosedürü (genel EFT uygulaması, akciğer meridyeni, dalak meridyeni, bağırsak meridyeni, kalp meridyeni ve karaciğer meridyenleri EFT uygulama alanları) tüm alanlarla ilgili ayrıntılı olarak oluşturulmuştur.

2.4.Uygulama aşaması (EFT Müdahalesi)

EFT uygulamasında, katılımcı tipik olarak teknikle ele almak istedikleri bir endişeyi veya sorunu tanımlarlar. Öncelikle sıkıntı düzeylerini 10 üzerinden Likert tipi bir ölçekte derecelendirirler (10, maksimum sıkıntı miktarıdır ve 0, minimum veya nötr bir durumu temsil eder). Buna Öznel Sıkıntı Birimi (SUDS) ölçeği denir ve uzun süredir bir katılımcının terapideki rahatsızlığının öznel bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Katılımcı daha sonra endişelerini, kendi sıkıntı seviyesini dönüştürmeye yardımcı olan bir "Kurulum cümlesi" ile EFT'ye başlar. Bu genellikle şu formatta ifade edilir: "Bu soruna (örn. öfke) sahip olsam da kendimi derinden ve tamamen kabul ediyorum." Kurulum ifadesinin ilk yarısı maruz kalmayı vurgularken, ikinci yarısı travma yaratan olayı kendini kabul bağlamında çerçeveler. Katılımcı daha sonra bedendeki akupunktur noktalarına somatik vuruş işlemi uygularken, kısaltılmış bir cümleyi tekrarlar (örneğin, kızgın hissetmek). Buna "Hatırlatma Cümlesi" denir. Vurma sekansı yüz ve vücudun üst kısmında 8 akupunktur noktası kullanır ve normalde SUDS derecesi çok düşük olana kadar (1 veya 0) tekrarlanır.
Danışana ev ziyaretleri yaparak depresyon düzeyi değerlendirilme fırsatı bulunmuştur. Görüşme esnasında A.Ş.'nin duygusal, psikolojik ve fizyolojik durumu, ilaç kullanım durumu tek tek ele alınmıştır. Yetersiz görülen durumlarda ilgili konularda eğitimler planlanmış ve uygulanmıştır. A.Ş.'ye EFT konusunda bilgilendirme ve uygulama konusunda eğitim verildi. Duygu durum değişikliğinde çıktı olarak verilen EFT uygulama prosedürünü o günkü duygu durumuna uygun olan meridyene göre doldurması ve uygulaması istenmiştir.

2.5.Sonlandırma aşaması

6 ay boyunca on beş günde bir kırk beş dakikalık bireysel motivasyonel görüşmeler yapılmıştır. Her görüşmede ölçümler tekrarlanmıştır.

BULGULAR

Danışana verilen eğitim sonucunda, OMÖ, DAS-21 ve EFT uygulama yönergesi verilmiş ve her EFT uygulaması öncesi ve sonrası kendisini değerlendirmesi istenmiştir. 6 ay boyunca danışanın paylaştığı doküman analizlerinin sonuçları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir. İki ölçüm arasında, en az 5 en fazla 15 gün bulunmaktadır. Danışanın paylaştığı toplam 10 analiz değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 1. Müdahale öncesi ve sonrası OMÖ ölçek sonuçları karşılaştırması

Ölçekler	Zaman	Ön test ortalama	Son test ortalama
OMÖ	1	63	96
	2	60	87
	3	59	90
	4	62	94
	5	65	95
	6	58	98
	7	62	87
	8	59	99
	9	63	96
	10	55	100

Çizelge 2. Müdahale öncesi ve sonrası DAS-21 ölçek sonuçları karşılaştırması

Ölçekler		Zaman	Ön test puanı	Son test puanı
Depresyon Anksiyete Stres (DASS-21)	Anksiyete	1	13	8
		2	15	7
		3	16	9
		4	18	8
		5	20	6
		6	15	9
		7	12	8
		8	14	7
		9	18	9
		10	10	7
	Depresyon	1	18	10
		2	16	12
		3	19	12
		4	14	9
		5	13	12
		6	10	10
		7	17	8
		8	13	9
		9	15	12
		10	18	8
	Stres	1	14	11
		2	11	8
		3	16	10
		4	18	8
		5	12	6
		6	10	6
		7	16	12
		8	15	9
		9	14	10
		10	11	9

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Literatürde EFT uygulamasının bir müdahale aracı olarak kullanıldığı incelemelerde ve meta-analizlerde, tekniğin kanıta dayalı bir uygulama olduğunu ve kaygı, depresyon, fobiler ve TSSB için etkinliğinin olumlu yönde olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlarda danışanın mutluluk, depresyon, anksiyete ve stres ölçek puanlarında olumlu sonuçlar izlendiği görülmüştür. EFT müdahalesinden sonraki bireyde meydana gelen duygusal değişimler literatürle benzer sonuçlar göstermektedir. Bu nedenle çalışma, duygu düzenlemede kullanılması olumlu indikatör olarak kullanılması literatüre katkı sağladığı düşülmektedir. Sonuç olarak, EFT modeli göz önünde bulundurularak hazırlanan formun, danışanın bütüncül değerlendirme sağlamaya farklı örneklem ve popülasyonda uygunluğu test edilmelidir. Bu çalışma, depresif hastaların hemşirelik tanıları, evde bakım süreci ve kanıta dayalı uygulama yönünden alan yazıya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Ev ziyaretinde bulunduğum danışana katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

Arias, J., Williams, C., Raghvani, R., Aghajani, M., Baez, S., Belzung, C., . . . Kemp, A. (2020). The neuroscience of sadness: A multidisciplinary synthesis and collaborative review. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 111, 199-228.

Barrett, L. (2017). How emotions are made: The secret life of the brain. Pan Macmillan.

Church , D., Sparks, T., & Clond, M. (2016). EFT (Emotional Freedom Techniques) and Resiliency in Veterans at Risk for PTSD: A Randomized Controlled Trial. Explore, 12(5), 355-365.

Church, D. (2013). Clinical EFT as an evidence-based practice for the treatment of psychological and physiological conditions. Psychology, 4(08), 645.

Church, D., & Brooks, A. (2010). The effect of a brief EFT (emotional freedom techniques) self-intervention on anxiety, depression, pain and cravings in healthcare workers. Integr Med, 9(4), 40-44.

Church, D., De Asis, M., & Brooks, A. (2012). Brief group intervention using emotional freedom techniques for depression in college students: a randomized controlled trial. Depression research and treatment., 1-7.

Church, D., Hawk, C., Brooks, A. J., Toukolehto, O., Wren, M., Dinter, I., & Stein, P. (2013). Psychological trauma symptom improvement in veterans using emotional freedom techniques: a randomized controlled trial. . (2013). The Journal of nervous and mental disease, 201(2), 153-160.

Church, D., Hawk, C., Brooks, A., & Toukolehto, O. (2013). Psychological trauma symptom improvement in veterans using emotional freedom techniques: a randomized controlled trial. The Journal of nervous and mental disease, 201(2), 153-160.

Feinstein, D. (2010). Rapid treatment of PTSD: why psychological exposure with acupoint tapping may be effective. Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training., 47(3), 385.

Feinstein, D. (2012). Acupoint stimulation in treating psychological disorders: Evidence of efficacy. Review of General Psychology,, 16(4), 364-380.

Malhi, G., & Mann, J. (2018). Depression. Lancet, 392, 2299-2312.

Saricam H. (2018). The psychometric properties of Turkish version of Depression Anxiety Stress Scale-21 (DASS-21) in health control and clinical samples. Journal of CognitiveBehavioral Psychotherapy and Research, 7(1), 19-30.

PSİKİYATRİ HEMŞİRELERİ TARAFINDAN DENEYSEL ARAŞTIRMALARDA KULLANILAN BİLİŞSEL DAVRANIŞÇI UYGULAMALARIN ETKİNLİĞİ

Öğr. Gör. Dr. Yasemin ÖZEL[1], Doç. Dr. Birgül ÖZKAN [2]

[1] Kastamonu Üniversitesi, Tosya MYO, ykeskin@kastamonu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-8920-8825

[2]Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık bilimleri Fakültesi, ozkanbirgul7@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1271-8007

ÖZET

Psikiyatri hemşireliği, mesleki bilginin, klinik becerilerin, kişilerarası ilişkilerin ve deneyimlerin bütünleştirilmesini gerektiren bir sağlık disiplinidir. Psikiyatri hemşireliğinin merkezi, terapötik ilişkiler oluşturmak ve sürdürmektir. Amaç: psikiyatri hemşireleri tarafından yapılan bilişsel davranışçı terapinin tüm sağlık koşulları, hasta grupları ve ortamları üzerindeki etkinliğini bu sistematik incelemeden elde edilen kanıtlar yoluyla güvenilirliğini betimlemek, sentezlemek ve değerlendirmektir. Yöntem: Çalışma kapsamına son 5 yılda yayınlanan, İngilizce ve Türkçe dillerinde yazılmış, tam metin erişim sağlanan makaleler dahil edilmiştir. İnceleme, Eylül-Aralık 2022 tarihleri arasında TR Dizin, Cochrane Library, PubMed, Web of Science üzerinde anahtar kelimeler kullanılarak ve çalışmalara odaklanılarak yapılmıştır. Bulgular: Çalışma ile ilgili taramalar ulusal ve uluslararası veri tabanlarında ilgili başlıklar/özetler incelenmeye alınmıştır. Taramalarda çalışmanın amacına uygun olanlar kapsama alınmıştır. Farklı veri tabalarında yinelenen çalışmalar tespit edilmiş ve silinmiştir. Dahil edilen çalışmaların tam metin erişimleri elde edildikten sonra ölçütlere uygun olan makaleler seçilmiştir. PİCOS'a uygun olmayan çalışmalar çalışma dışında tutulmuştur. Uygulama çıkarımları: Bilişsel davranışçı uygulamalar uzman ruh sağlığı profesyonelleri tarafından etkin olarak kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Psikiyatri hemşireliği, bireysel davranışçı model

1. GİRİŞ

Bilişsel davranışsal kuramlar düşünme ve davranış şeklimizin duygusal ve fiziksel refahımızı, dolayısıyla genel yaşam kalitemizi etkileyeceği yönünde teori sunmaktadır. Bu teoride, bilişler, davranışlar, duygular ve fiziksel tepkiler arasındaki ilişkilerin tümünün çift yönlü olduğu kabul edilmektedir (Fordham ve ark, 2018). Bilişsel-davranışçı terapi, kişinin düşünce ve davranış kalıpları ile ilgili farkındalığını vurgulayan ve etkili problem çözme stratejileri geliştirmesine yardımcı olan terapötik bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Gertz & Culbert, 2009). Psikiyatri alanında, bilişsel davranışçı tedavi yöntemleri pek çokülkede uzun süredir yaygın olarak uygulanmaktadır (Yoshinaga ve ark, 2015). Depresyon, anksiyete bozuklukları, uyku bozuklukları, alkol ve madde kullanım bozuklukları, yeme bozuklukları gibi ruhsal hastalıklarda medikal yöntemin yanı sıra tedavide etkili olduğu kanıtlanmış bir

yöntemdir (Asarnow & Mander, 2019; Agras, 2019; Andrews, ve ark., 2018; Mesrahi ve ark., 2016). Bilişsel davranışçı terapi (BDT) tekniklerinden biri olan ev ödevleriyle bireyin kendi ortamındaki biliş ve davranışlarını değiştirmek için belirli stratejileri öğrenmesine ve uygulamasına yardımcı olan, sınırlı zaman, şimdi ve burada ilkesine odaklı ve hedefe yönelik bir psikoterapi yöntemidir (Yoshinaga ve ark., 2015).

Dünya genelinde, sağlık hizmetlerinin sunumunda yalnızca etkili olduğu kanıtlanmış yöntemlerin uygulanmasına yönelik talep bulunmaktadır. Bu kanıta dayalı uygulama şeklinde de ifade edilmektedir (Elder ve ark., 2005). Kanıta dayalı uygulama, bilimsel yöntemler kullanılarak onaylanmış gözlemlenebilir uygulamalar olarak tanımlanabilir; kanıta dayalı uygulama profesyonellerin uzman bilgisinden doğrulanabilir (Elder ve ark., 2005). Bilişsel davranışçı terapi uygulaması sonucu elde edilen bulguların göstergesi de bu yöntemin kanıta dayalı uygulama olduğunu ifade ettiği söylenebilir. Psikiyatri hemşireliği, mesleki bilginin, klinik becerilerin, kişilerarası ilişkilerin ve deneyimlerin bütünleştirilmesini gerektiren bir sağlık disiplinidir (Elder ve ark., 2005). Psikiyatri hemşireliğinin merkezi, "terapötik ilişkiler" oluşturma ve sürdürmektir. "Ruh sağlığı hemşireliği bu nedenle ilk önce kendini hemşire-hasta ilişkilerini geliştirme ve sürdürme aracı olarak kullanan kişilerarası bir süreçtir" (Elder ve ark., 2005).

Literatüre bakıldığında, 1975 yılında Londra'da bir psikiyatrist ve araştırmacı olan Isaac Marks tarafından, hemşirelerin bilişsel davranışçı terapist olmasını sağlayacak olan ilk programın kurulduğu görülmektedir (Stuart & Laraia, 2001). O dönemde eğitim alan psikiyatri hemşireleri, Londra'da Maudsley Hastanesi'nde sistematik bilişsel davranışçı terapi eğitimi alan psikiyatristlerin veya psikologların dışındaki ilk grup olmuştur (Yoshinaga ve ark., 2015). Bu hemşirelerin elde ettiği klinik sonuçların en azından diğer profesyoneller tarafından elde edilenler kadar iyi olduğu rapor edilmiştir. Nicols'ın ifadesine göre, Marks tarafından hemşirelerin terapist olarak kullanılmasının maliyet-fayda oranı hesaplanmıştır (Nichols, 2019). Psikiyatri hemşireler tarafından tedavi edilen kişilerin tedaviden sonra öncekinden daha az sağlık bakımı kaynağı kullandığını ve kaynakların tasarrufuna neden olduğu tespit edilmiştir (Nichols, 2019). Bu bulgular sonucunda bilişsel davranışçı terapi uygulayan psikiyatri hemşirelerin, özellikle birinci basamak sağlık kurumlarında ruh sağlığı hizmeti sunumunda önemli katkılarının olduğu belirtilmiştir (Yoshinaga ve ark., 2015; Nichols, 2019; Stuart & Laraia, 2001). Bu sistematik derleme sonucunda, Dünya'da ve Türkiye'de psikiyatri hemşireleri tarafından yapılan bilişsel davranışçı uygulamalara ait çalışmaların sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir. Bu özden hareketle derlemenin amacı, psikiyatri hemşireleri tarafından yapılan bilişsel davranışçı terapinin tüm sağlık koşulları, hasta grupları ve ortamları üzerindeki etkinliğini bu sistematik incelemeden elde edilen kanıtlar yoluyla güvenilirliğini betimlemek, sentezlemek ve değerlendirmektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Veri kaynakları

Bu sistematik derlemede İngilizce anahtar kelimeler için MeSH (Medical Subject Headings), Türkçe anahtar kelimeler için ise Türkiye Bilim Terimleri dizini kullanılmıştır. Sonuncusu Aralık 2022'te yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Uluslararası Cochrane, Science direct, Web of Science, Pubmed veri tabanlarından "cognitive behavioral therapy"

(bilişsel davranışçı terapi), "cognitive behavioral therapy and nursing" (bilişsel davranışçı terapi ve hemşirelik), "cognitive behavioral therapy and psychiatric nurses" (bilişsel davranışçı terapi ve psikiyatri hemşireliği) "cognitive behavioral model and psychiatric nurses" (bilişsel davranışçı model ve psikiyatri hemşireliği) anahtar kelimelerinin kombinasyonları kullanılarak tarama yapılmıştır.

2.2. Dahil edilme ölçütleri

Çalışma kapsamına son 5 yılda yayınlanan, İngilizce ve Türkçe dillerinde yazılmış, tam metin erişim sağlanan makaleler dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen diğer ölçütler, katılımcılar (P: population), müdahaleler (I: İntervention), karşılaştırma grupları (C: comparators), sonuçlar (O: Outcomes) ve araştırma desenleri (S: study designs) Tablo 1'de belirtilmiştir.

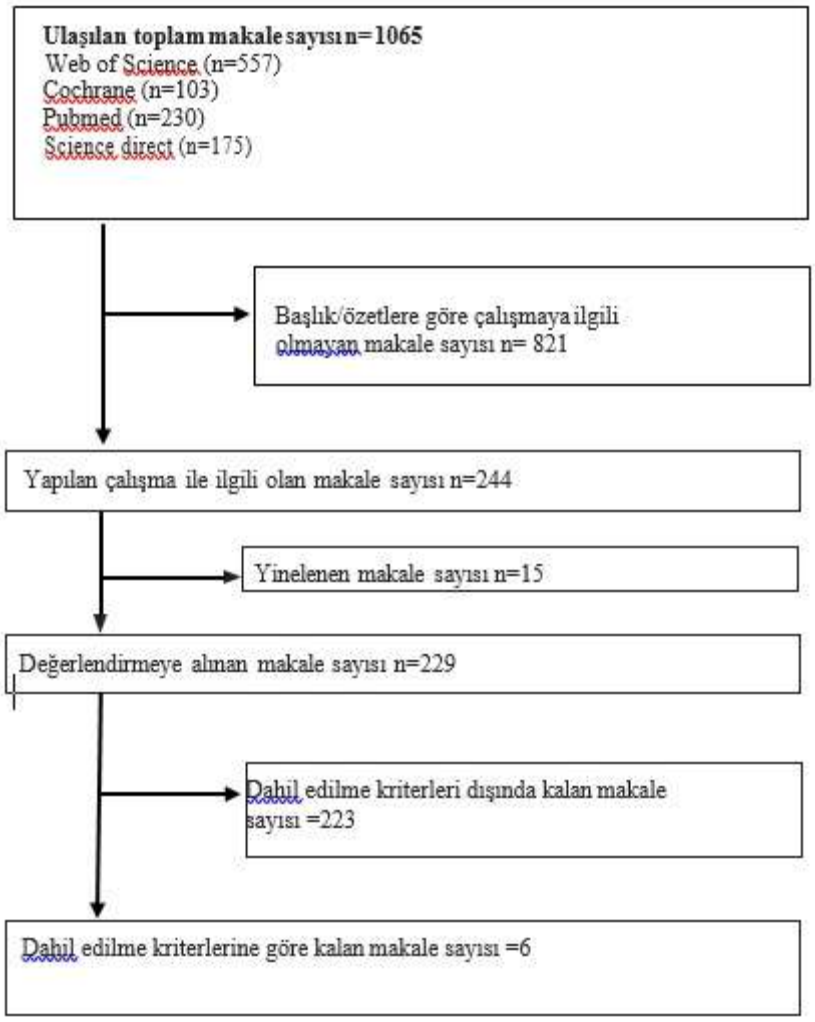
Çizelge 1. PİCO araştırmasında kullanılan kriterler

PİCO	**Arama Terimleri**
P (Population)	Psikiyatri hastaları
İ (İntervention)	Bilişsel davranışçı kuram Bilişsel davranışçı model Bilişsel davranışçı terapi Bilişsel davranışçı tedavi
C (Comparators)	Hemşirelik öğrencileri Ruhsal hastalıklar
O (Outcomes)	Hastalık belirtileri Hastaneye yatış tekrarı Müdahale etkililiği
S (Araştırma deseni)	Randomize kontrollü çalışmalar Yarı deneysel çalışmalar Ön test son test kontrollü araştırmalar Tanımlayıcı çalışmalar Nitel çalışmalar

2.3. Makale seçim yöntemi

Çalışma ile ilgili taramalar ulusal ve uluslararası veri tabanlarında ilgili başlıklar/özetler incelenmeye alınmıştır (n=1065). Taramalarda çalışmanın amacına uygun olanlar kapsama alınmıştır (n=244). Farklı veri tabalarında yinelenen çalışmalar tespit edilmiş ve silinmiştir (n=229). Dahil edilen çalışmaların tam metin erişimleri elde edildikten sonra ölçütlere uygun olan makaleler seçilmiştir (n=6). PİCOS'a uygun olmayan çalışmalar çalışma dışında tutulmuştur (n=223). Makale seçim aşamaları Şekil 1'de gösterildiği biçimde yapılmıştır.

Şekil 1. Makale Seçim Aşamaları



3. BULGULAR

Çalışma kapsamına uygun olmayan makaleler çıkarılarak toplam 6 makale incelemeye alınmıştır. Çalışma kapsamına dahil edilen verilerden elde edilen bulgular, ***"yazarlar, yıl, metodoloji, örneklem, ölçüm araçları ve elde edilen sonuçlar"*** başlıkları altında Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Araştırmaya dahil edilen çalışmalar (1)

Yazarlar	Yıl	Metodoloji	Örneklem	Ölçüm araçları	Elde edilen sonuçlar
Mathavan ve ark.	2022	RKÇ	230 cerrahi menapoz olan kadınlar	Duygusal iyi oluş ölçeği ve sosyal ilgi ölçeği	BDT programı, cerrahi menopozdaki kadınlar arasında sosyal ve duygusal refahı iyileştirmek için etkili bir terapötik müdahaledir.

Meng ve ark.	2021	RKÇ	30 Depresif hastalar	Hamilton Depresyon Ölçeği	BDT'den sonra depresif semptomların azaltıldığı, beyin bölgelerinin yapısal ve işlevsel farklılıklar olduğu saptanmış.
Musa ve ark.	2021	RKÇ	101 zihinsel engelli depresif bireyler	Beck Depresyon Shaheen Engellilik Ölçeği	Müdahaleden sonra depresyon ve yetersizliklerde meydana gelen değişiklikler, MBCT'nin depresif semptomları ve yetersizlikleri azaltmada güvenilir olduğunu göstermektedir.
Wesner ve ark.	2019	Yarı deneysel çalışma	Panik bozukluğu olan 100 birey	Panik Bozukluk Şiddet Ölçeği Hamilton Anksiyete ölçeği	Panik bozukluğu olan kişilerde bilişsel davranışçı grup terapisi, kaygı ve depresif semptomları azaltmada etkili bir yöntemdir.

Çizelge 2. Araştırmaya dahil edilen çalışmalar (2)

Yazarlar	Yıl	Metodoloji	Örneklem	Ölçüm araçları	Elde edilen sonuçlar
Nasution ve ark.	2019	Yarı deneysel çalışma	86 lise son sınıf öğrenciler	Beck İntihar Düşüncesi Ölçeği	Ruh sağlığı hemşireleri tarafından alınan eğitimin ergenler arasında intihar düşüncesini azalttığını gösterdi ($p < 0.05$). Daha fazla bilişsel davranışçı terapi ve akran liderliği müdahalelerinden sonra, intihar düşüncesi düşük orandan sıfıra düştü
Ata ve Doğan	2018	Yarı deneysel çalışma	61 şizofreni hastalarına bakım verici	Zarit Bakıcı Yükü Ölçeği, Başa Çıkma Tutumları Değerlendirme Ölçeği, Stres Göstergeleri Ölçeği ve Genel Sağlık Anketi-28	Kısa Bilişsel Davranışsal Stres Yönetimi Programı, problem ve duygu odaklı başa çıkma ile ilgili becerileri artırır.

3.1.Çalışmalarda kullanılan örneklem özellikleri

Derlemenin içleme kriterlerini karşılayan çalışmalar, 2018-2022 yılları arasında hemşireler tarafından yapılmıştır. Kriterleri karşılayan çalışmaların örneklemleri, 25 yaş ile 60 yaş arasında değişkenlik göstermektedir. Çalışmalarda örneklem grubu en az 30 (Meng ve ark., 2021), en fazla 230 (Mathavan ve ark., 2022) kişiden oluşmaktadır. Araştırmalar, randomize kontrollü ve ön test- son test yarı deneysel desen modelinde planlanmıştır. Araştırmalar, yürütüldüğü yerler; Hindistan (Mathavan ve ark., 2022), Çin (Meng ve ark., 2021), Malezya (Musa ve ark., 2021), Brezilya (Wesner ve ark., 2019), Endonezya (Nasution ve ark., 2019) ve Türkiye (Ata ve Doğan, 2018)'dir.

3.2.Çalışmalarda kullanılan ölçüm araçları

İncelenen çalışmalarda çeşitli ölçüm araçları kullanılmıştır. Mathavan ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada "Duygusal İyi Oluş Ölçeği" ve "Sosyal İlgi Ölçeği", Meng ve ark., (2021) tarfından yapılan çalışmada "Hamilton Depresyon Ölçeği", Musa ve ark. (2021), tarafından yapılan çalışmada "Beck Depresyon" ve "Shaheen Engellilik Ölçeği" Wesner ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada "Panik Bozukluk Şiddet Ölçeği" ve "Hamilton Anksiyete ölçeği",

Nasution ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada "Beck İntihar Düşüncesi Ölçeği", Ata ve Doğan, (2018) tarafından yapılan çalışmada ise "Zarit Bakıcı Yükü Ölçeği, Başa Çıkma Tutumları Değerlendirme Ölçeği, Stres Göstergeleri Ölçeği ve Genel Sağlık Anketi-28" ölçekleri kullanılmıştır.

3.3.Çalışmaların müdahale yöntemleri ve elde edilen sonuçlar

Mathavan ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışma, toplam 9 ay sürmüştür. Müdahalede Psikoeğitim , Formülasyon, Davranış-Duygusal-Bilişsel Bağlantı, Davranış Terapisi, Bilişsel yeniden yapılandırma ve Nüksetmeyi önleme programı uygulanmıştır. Uygulama protokolü, yedi ay süren ve altı seansın tamamını içeren Bilişsel Davranış Terapisi programının birer parçası olarak belirlenmiştir. Her seansta altı gün boyunca, her gün tekniğin doğasına ve talebine bağlı olarak grup ve bireysel seanslarla karıştırıldı. Her bir katılımcı grubuna oturumları uygulamaları için iki ay süre verildi. Bu süre zarfında katılımcılar doğrudan ve telefonla izlenmiştir. Her grup için BDT oturumlarına ek olarak, iki aylık uygulamayı tamamlayanlara bir son test uygulanmıştır. Dokuzuncu ayda kontrol grubuna aynı araçla son test uygulanmıştır. Katılımcıların yaşları her iki grup için 25 ile 55 arasındadır. Ön testin sosyal kaygı ölçeği gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Deney ve kontrol gruplarının ameliyat sonrası sosyal ilgi ölçek puanlarının son test düzeylerinde anlamlı bir fark olduğu, deney grubundaki katılımcıların %59.13'ü normal puan düzeyine sahip, %40.87'si hafif derecede etkilenmiş puan düzeyine sahip olduğu ancak mkontrol grubunda anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir. Kontrol grubundaki katılımcıların hiçbirinin puanı normal düzeyde olmayıp, %50.43'ü hafif derecede etkilenmiş, %49.57'si orta düzeyde etkilenmiştir. Duygusal iyi oluş düzeyleri arasında da anlamlı bir fark saptanmıştır. Deney grubunun müdahaleden önce %41.74 iken, müdahale sonrasında %58,26 fark olduğu saptanmıştır (Madhavan ve ark., 2022). Meng ve ark., (2021) tarfından yapılan çalışmada müdahale, seans başına 60-80 dakika yüz yüze psikoterapi seansı verilmiştir. On altı hafif veya orta şiddette depresyon hastası, temel manyetik rezonans görüntüleme taramalarından sonra 4 hafta boyunca BDT seansına dahil edilmiştir. 14 hasta, 8 hafta boyunca BDT seansı almıştır. Deney grubunda, başlangıçtan BDT müdahalesinin sonuna kadar HAMD-24'te önemli ölçüde iyileşme gösterdiği ($p < 0.05$) ve 8 haftalık müdahalenin ardından ortalama HAMD skoru <7 idi olduğu belirtilmiştir. Subkortikal hacim değişikliklerinin ise, 8 haftalık müdahaleden sonra deney grubunda HAMD skoru değişiklikleri ile negatif korelasyon gösterdiği saptanmıştır ($r = -0.577$, $p = 0.031$) (Meng ve ark., 2021).

Musa ve ark. (2021), tarafından yapılan çalışmada 50 depresyon hastasına kadar 2 saat 15 dakikalık grup eğitim oturumları şeklinde 8 haftada eğitmen tarafından uygulanmıştır. Arka arkaya 8 hafta boyunca 2 saatlik seanslar, ardından bir sonraki yılda dört takip seansı gerçekleştirilmiştir. Her seansın başında, terapist hastalardan ders sırasında farkındalık becerileri yapmalarını istedi ve bir kişinin sınıf dışında farkındalıkla ilgili bireysel deneyimini anlatması istenmiştir. Katılımcılar ayrıca tedaviden 2 ay sonra hastalıklarının ciddiyetini tedavi öncesi kullanılan aynı enstrümanı kullanarak değerlendirmek için takip edilmiştir. Kontrol grubuna herhangi bir müdahale yapılmamıştır. Deney grubu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında katılımcıların daha düşük depresyon seviyelerine ulaştığı belirtilmiştir.

Ayrıca, hem müdahale hem de kontrol gruplarında zamanın istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu belirtilmiştir (Wilks lambda = 0.300, $F(2,37) = 43.080$, p = 0.000) (Musa ve ark., 2021). Wesner ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, kontrol grubu ($n = 50$) 12 BDT seansına katılırken müdahale grubu ($n = 50$) bu seanslara ek olarak dört dayanıklılık ve başa çıkma stratejisi seansı almıştır. Kontrol grubu, dört ay boyunca standart BDT seansına katılmıştır. Önceden BDT deneyimi olan iki hemşire ve bir psikiyatri asistanı tarafından on iki 90 dakikalık seans (haftada 8 ve iki haftada bir 4) gerçekleştirildi. Şu BDT öğeleri kullanılmıştır: psikoeğitim , kaygı yönetimi teknikleri, bilişsel yeniden yapılandırma, içsel ve doğal maruz kalmadır. İlk seanslar, korkunun bilişsel modeli ve kaygıyla başa çıkma teknikleri (kas gevşemesi ve diyafragmatik nefes alma gibi) hakkında eğitim içeriyordu. İkinci aşama, otomatik düşüncelerin tanımlanması ve değerlendirilmesini ele içermektedir. Tedavi sonrası seanslar, nüksetmeyi önleme odaklıdır. Müdahale grubu için tedavi süresi de dört ay olarak belirlenmiştir. Her iki grup da aynı tarihlerde terapiye başlamış ve sonlandırmıştır. 12 standart BDT seansı haftalık olarak planlanmış ve bilişsel başa çıkma stratejilerini kapsayacak şekilde haftalık 90 dakikalık fazladan dört seans düzenlenmiştir. Toplam 100 danışan (50 müdahale grubu ve 50 kontrol grubu) dahil edilmiş ve her birinde ortalama 8 katılımcı bulunan 12 terapi grubuna ayrılmıştır. Müdahale ve kontrol grupları arasında sosyodemografik/klinik özellikler ve başlangıçtaki semptom şiddeti açısından anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir. Ancak BDT sonrası müdahale grubunda anksiyete ve depresyon belirtileri anlamlı olarak daha düşük olduğu saptanmıştır (Wesner ve ark., 2019).

Nasution ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, bilişsel davranışçı terapi ve akran liderliğinin lise son sınıftaki ergenler arasında intihar düşüncesi üzerindeki etkilerini belirlemek için 86 lise son sınıf öğrenci ile çalışılmıştır. Çalışmada, ruh sağlığı hemşireleri tarafından alınan eğitimin ergenler arasında intihar düşüncesini önemli oranda azalttığını göstermiştir. Ergen intihar düşüncesinin önlenmesi için ruh sağlığı hemşireleri tarafından alınan eğitim, bilişsel davranışçı terapi ve akran liderliğinin önemine vurgu yapılmıştır (Nasution, Keliat, & Wardani, 2019).

Ata ve Doğan, (2018) tarafından yapılan çalışmada ise, bir toplum ruh sağlığı merkezinde şizofreni hastalarına bakım veren toplam 61 kişi çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma grubundaki bakım verenler yedi hafta boyunca haftada bir seans (her seans 120 dakika sürmüştür) "Kısa Bilişsel Davranışsal Stres Yönetimi Programı" na alınmıştır. Program sonrasında çalışma grubunda stres göstergelerinin, psikolojik rahatsızlık geliştirme riskinin ve bakım yükünün azaldığını ve stresin hem probleme yönelik hem de duyguya yönelik yönüne ilişkin becerilerin arttığı saptanmıştır (Ata & Doğan, 2018).

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu sistematik derlemede, psikiyatri hemşireleri tarafından yapılan bilişsel davranışçı terapinin tüm sağlık koşulları, hasta grupları ve ortamları üzerindeki etkinliğini, incelemeden elde edilen kanıtlar yoluyla güvenilirliğini betimlemek, sentezlemek ve değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Derleme kapsamına BDT müdahale programını kullanan altı çalışma dahil edilmiştir. İncelenen çalışmaların tamamı yarı deneysel ve randomize kontrollü çalışmalardır. Bu sistematik derlemede de görüldüğü gibi psikiyatri hemşireleri tarafından BDT uygulamalarına yönelik son beş yılda yapılan deneysel çalışmaların yetersiz ve yapılan çalışma

sonuçlarının genellikle benzer olduğu görülmüştür. Derleme kapsamına alınan çalışmalarda örneklemin en az 30 (Meng ve ark., 2021), en fazla 230 (Mathavan ve ark., 2022) kişiden oluştuğu görülmüştür. Çalışmaların örneklem genişliği olarak oldukça geniş bir popülasyonu kapsadığı görülmektedir. Popülasyon olarak, depresif hastalar, zihinsel engelli depresif hastalar, cerrahi menapoz olan kadınlar, lise öğrencileri ve şizofren hastalarına bakım verenler oluşturmaktadır.

Bilişsel davranışçı terapinin genel popülasyonda depresyon tedavisinde etkili olduğu gösterilmiştir. Derlememizde, depresyonu değerlendiren çalışmalar, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında müdahale grubunda BDT'nin anlamlı bir olumlu etkisi olduğunu bildirmiştir (Musa ve ark., 2021; Meng ve ark., 2021). Sonuç, subklinik veya klinik depresyon semptomları olan bireyler arasında yürütülen daha önce yapılan bir gözden geçirme ile uyumludur (Oud ve ark., 2019). Literatürde on üç randomize kontrollü çalışmayı dahil eden analiz sonucunda, BDT müdahale programının kontrol durumuna göre deney grubunda tedavi sonrasına depresyon tedavisinde pozitif sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Li ve ark., 2023).

BDT'nin aynı zamanda duygusal iyilik hali üzerindeki etkililiğini, ön test ve son test puanları arasındaki azalmanın farklılıklarını ve genellemesini göstermektedir. Benzer sonuçlar deney grubunda sosyal iyi oluş için de gözlemlenmiştir, müdahale sonrası son testte ortalama olarak sosyal değişim düzeyi ön test puanına göre ortalama %20,65 puana düşürülmüştür (Mathavan ve ark, 2022).

Sonuçların ölçüldüğü zamanlar dahil edilen çalışmalar arasında farklılık gösterse de, çalışmaya dahil edilen tüm çalışmalar da müdahalenin sonunda depresyon, duygusal iyi oluş düzeyi, panik bozukluk, stres, anksiyete, intihar düşüncesi, bakım yükü üzerinde BDT'nin olumlu sonuçları olduğu söylenebilir. Dahil edilen çalışmaların kısıtlılığı, popülasyon ve rahatsızlıklarda kesin bir sonuca ulaşamamasıdır. Bu nedenle, gelecekte büyük örneklemlerle çok merkezli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Küçük örneklem büyüklüğüne ek olarak, yaş, cinsiyet, yöntem, bakım planları ve ek terapi uygulamaları dahil olmak üzere farklı çalışmalara yer verilebilir. Bu incelemenin bir sınırlaması, heterojenliğin moderatörlerinin meta-regresyon analizi ile ayrıştırılmamış olmasıdır. Dahil edilen çalışma sayısının az olması nedeniyle yayın yanlılığı neredeyse kaçınılmazdır (n = 6). Genel olarak, BDT'nin psikiyatri hemşireleri tarafından farklı terapötik müdahale aracı olarak kullanımı ile ilgili kanıtlar karışıktır. Sonuç olarak gelecekte, prospektif randomize klinik çalışmalarda psikiyatri hemşireleri tarafından uygulanan bilişsel davranışçı müdahalelerin en iyi şekilde nasıl kullanılacağını belirlemek için araştırmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

Agras, W. (2019). Cognitive Behavior Therapy for the Eating Disorders. Psychiatric Clinics of Nort America, 42(2), 169-179.

Andrews, G., Basu, A., Cuijpers, M., McEvoy, P., English, C., & Newby, J. (2018). Computer therapy for the anxiety and depression disorders is effective, acceptable and practical health care: An updated meta-analysis. Journal of Anxiety Disorders, 55, 70-78.

Asarnow, L., & Mander, R. (2019). Cognitive Behavioral Therapy for Insomnia in Depression. Sleep Medicine Clinics, 14(2), 177-184.

Ata, E., & Doğan, S. (2018). The Effect of a Brief Cognitive Behavioural Stress Management Programme on Mental Status, Coping with Stress Attitude and Caregiver Burden While Caring for Schizophrenic Patients. Archives of Psychiatric Nursing, 32(1), 112-119.

Elder, R., Evans, K., & Nizette, D. (2005). Psychiatric and Mental Health Nursing. Australia.: Elsevier, 4.

Fordham, B., Sugavanam, T., Hopewell, S., Hemming, K., Howick, J., & Kirtley, S. (2018). Effectiveness of cognitive–behavioural therapy: a protocol for an overview of systematic reviews and meta-analyses. BMJ Journals, 8(12), e025761.

Gertz, D., & Culbert, T. (2009). Pediatric Self- Regulation. W. Carey, A. Crocker, W. Coleman, E. Elias, & H. Feldman içinde, Developmental-Behavioral Pediatrics (s. 911-922). The fourth edition, Elsevier.

Li, D., Sang, Y., Zhang, S., Qui, J., Zhang, R., Wu, J., . . . Li, X. (2023). Cognitive behavior therapy for depression in people with epilepsy: A systematic review and meta-analysis. Epilepsy&Behavior, 138, 109056.

Madhavan, S., Armugham, I., Binti Abdullah, H., Hemanathan, R., Shareef , S., Vji, A., . . . Anjani, N. (2022). Assessment of Cognitive Behaviour Therapy utility on emotional and social well beingness among women with surgical menopause. Clinical Epidemiology and Global Health, 15, 101034.

Meng, Y., Li, H., Wang, J., Xu, Y., & Wang, B. (2021). Cognitive behavioral therapy for patients with mild to moderate depression: Treatment effects and neural mechanisms. Journal of Psychiatric Research, 136, 288-295.

Mesrahi, T., Sedighi, M., & Shirali, M. (2016). The Effect of Cognitive-Behavioral Group Therapy on Decrease in Addiction Relapse in Randomly Assigned Addicts under Drug Therapy: A Statistical Analysis. İnternational Journal of Neurorehabilitation, 3: 214.

Musa, Z., Lam Soh, K., Mukhtar, F., Yan Soh, K., Oladele, T., & Geok Soh, K. (2021). Effectiveness of mindfulness-based cognitive therapy among depressed individuals with disabilities in Nigeria: A randomized controlled trial. Psychiatry Research, 296, 113680.

Nasution, R., Keliat, B., & Wardani, I. (2019). Effect of Cognitive Behavioral Therapy and Peer Leadership on Suicidal Ideation of Adolescents in Bengkulu. Comprehensive Child and Adolescent Nursing, 42(1), 90-96.

Nichols, J. (2019, Ocak 8). The Use of Cognitive Behaviour Therapy by Community Mental Health Nurses: A review of the literature . Semanticscholar: https://pdfs.semanticscholar.org/ae92/bacd05a0ebadbe8bad5ede3c115a748fda36.pdf adresinden alındı

Oud, M., De Winter, L., Vermeulen-Smit, E., Bodden. (2019). Effectiveness of CBT for children and adolescents with depression: A systematic review and meta-regression analysis. European psychiatry, 57, 33-4.

Stuart, G., & Laraia, M. (2001). Principles and Practice of Psychiatric Nursing (7th ed.). St. Louis : Mosby.

Wesner, A., Behenck, A., Finkler, D., Beria, P., Guimaraes , S., Manfro, G., . . . Heldt, E. (2019). Resilience and coping strategies in cognitive behavioral group therapy for patients with panic disorder. Archives of Psychiatric Nursing, 33(4), 428-433.

Yoshinaga, N., Nosaki, A., Hayashi, Y., Tanoue, H., Shimizu, E., & ve ark. (2015). Cognitive Behavioral Therapy in Psychiatric Nursing in Japan. Nursing Research and Practice, 2015, 529107.

Yoshinaga, N., Nosaki, A., Hayashi, Y., Tanoue, H., Shimizu, E., Kunikata, H., . . . Shiraishi, Y. (2015). Cognitive Behavioral Therapy in Psychiatric Nursing in Japan. Nursing Research and Practice, 2015, 529107.

NAZOKOMİAL İDRAR YOLU ENFEKSİYONLARINA NEDEN OLAN ETKENLERİN BEŞ YILLIK DAĞILIMI

Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji,**Uz. Dr. Rezan Harman Günerkan**

Toros Devlet Hastanesi MERSİN, drrezanharman@gmail.com - ORCİD ID: 0000 0003 4342 6741

ÖZET: Tüm enfeksiyon hastalıkları içinde idrar yolu enfeksiyonları sık görülen enfeksiyonlar arasında yer almaktadır. Klinik bulgular ateş, dizüri, pollaküri, idrar kaçırma, kosta vertebral açı hassasiyeti gibi farklı olabilmektedir. Akut gelişen enfeksiyonlarda toplum kökenli idrar yolu enfeksiyonlarında E.Coli en sık izole edilen etkendir. Nazokomiyal idrar yolu enfeksiyonlarında da etken olarak en çok E.Coli olarak saptanmaktadır. Bu çalışmanın amacı hastanemizde nazokomiyal idrar yolu enfeksiyonu tanısı alan hastaların idrar kültürlerinden izole edilen bakterileri saptamaktır. Aynı zamanda bu bakterilerin antibiyogram sonuçlarını da inceleyerek antibiyotiklere karşı duyarlılıklarını ve direnç durumlarını araştırmaktır.

Bu çalışma 610 yatak kapasitesi olan hastanemizde Ağustos 2010- Ocak 2015 yılları arasında, yatmakta olan ve hastane kökenli olan idrar yolu enfeksiyonu tanısı alan hastalarla yapılmıştır. Etkenler hastanenin klinik mikrobiyoloji laboratuvarına gönderilen idrar kültürleri retrospektif olarak incelenerek seçilmiştir. Tam otomatik idrar tetkikinde piyürisi, kültürde üremesi ve idrar yolu enfeksiyonu tanısı konmuş hastalar çalışmaya alınmıştır. Üreyen etkenlerin tanımlanması ve antibiyotik duyarlılık testleri disk difüzyon yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Toplam 103 suş tespit edilmiş ve çalışmaya alınmıştır. Bu hastaların idrar kültür sonucu incelenmiş ve en sık izole edilen etken E.Coli (38) olarak tespit edilmiştir. Bu suşların antibiyogramı incelendiğinde, genişlemiş spektrumlu beta-laktamaz (GSBL)-pozitif E.coli sayısı 22 (%58) olarak saptanmıştır.

Anahtar kelime: Nazokomial idrar yolu enfeksiyonu, idrar yolu enfeksiyonu, GSBL pozitif E.Coli

GİRİŞ

Hastaların hastaneye başvurduktan sonra gelişen enfeksiyonlar hastane enfeksiyonları olarak tanımlanır. Ancak yatışı esnasında gelişen enfeksiyonun başvuru anında inkübasyon döneminde olmaması gereklidir. Ayrıca bazen taburcu olduktan sonra inkübasyon peryodu nedeni ile taburcu olduktan sonra ortaya çıkabilen enfeksiyonlardır. Genellikle hastaneye yattıktan 48-72 saat sonra ve taburcu olduktan sonra ilk 10 gün içinde gelişir. Hastanede yatan hastaların % 5-10 kadarında görülmektedir. Yoğun bakım ünitesinde yatan hastalarda görülme oranı % 20-30 dolayındadır. Yoğun bakımda yatan hastalarda fazla görülme sebebi, hastaya uygulanan girişimlerin fazla olması, yoğun ilaç kullanımı, bilinç kaybı, bu hasta grubunun hastanede yatış süresinin uzun olması sebepler arasında yer alır. Özellikle nazokomiyal idrar yolu enfeksiyonlarının (İYE) gelişiminde en önemli sebep üriner kateterizasyondur.

MATERYAL METOD

Bu çalışma 610 yatak kapasitesi olan hastanemizde Ağustos 2010- Ocak 2015 yılları arasında, yatmakta olan ve hastane kökenli olan idrar yolu enfeksiyonu tanısı alan hastalarla yapılmıştır. Etkenler hastanenin klinik mikrobiyoloji laboratuvarına gönderilen idrar kültürleri retrospektif olarak incelenerek seçilmiştir. Tam otomatik idrar tetkikinde piyürisi, kültürde üremesi ve nazokomial idrar yolu enfeksiyonu tanısı konmuş hastalar çalışmaya alınmıştır. Üreyen etkenlerin tanımlanması ve antibiyotik duyarlılık testleri disk difüzyon yöntemiyle değerlendirilmiştir. Nazokomial İYE tanısı günsel CDC rehberine göre konulmuştur.

BULGULAR

Yıllara göre izole edilen etken sayıları ve isimleri Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1.

	2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**Ocak 2015**
E. Coli	3	**8**	**7**	**9**	**7**	2
Klepsiella spp.	**4**	5	4	5	5	1
Candida spp	1	4	5	4	5	1
Psödomonas spp.		1	1	1	3	1
Acinetobacter spp.		1	1	1	2	
Enterococcus spp.		2	4	2	2	
Diğer				1		
Toplam Sayı	8	21	22	23	24	5

Çalışmaya alınan hastaların hepsi idrar sondası olan hastalardı. Etkenler incelendiğinde E.Coli 36 (%35), Klebsiella 24 (%23), Candida spp. 20 (%19), Enterococcus spp 10(%10) , Psödomonas spp 7(% 7) , Accinetobacter spp. 5 (%6) olarak saptandı. En sık etken E.Coli olarak saptandı. Antibiyogramları incelendiğinde %65 oranında Genişlemiş spektrumlu beta

laktamaz (GSBL) salgılıyordu. Klebsiella spp 24 suş (%23) ile 2. sırada idi. Antibiyogramları incelendiğinde GSBL oranı %55'ti. En sık izole edilen 3. etken ise Candida'lardı . Etkenlerin %95'i albikans dışı idi. Tek gram pozitif etken olan Enterococcus spp. İse 4. Sırada yer aldı . Tüm etkenler oksasilin dirençliydi. Psödomonas spp. Ve Acinetobacter spp son iki etken olarak izole edildi. Psödomnaslar karbapenemlere duyarlı iken, Acinetobacterler Sefaperazon-sulbactam hariç tüm antibiyotiklere dirençlilerdi.

SONUÇ

İdrar yolu enfeksiyonuna en sık neden olan mikroorganizmalar başta E. coli olmak üzere K. pneumoniae, P. mirabilis, E. faecalis ve Staphylococcus saprophyticus'dur (1). Bir çalışmada idrar yolu enfeksiyonlarında en sık izole edilen etken E. coli (%66) olup 2.sırada Klebsiella oxytoca'dır (%15) (2). Yurtdışında idrar kültürlerinden izole edilen E. coli oranı %67, ülkemizde ise %35-80 olarak bildirilmiştir (3). Ülkemizde yapılan bir çalışmada da idrar kültürlerinden izole edilen E. coli oranı %71,3 olarak bulunmuştur (4). Bizim çalışmamızda da E.Coli en sık izole edilen etken olmuştur.

Üriner kateterin hastaneye yatan hastaların yaklaşık % 15-25'inde olduğu bildirilmektedir. Yoğun bakımda yatan hastalarda ise bu oran %90'lara çıkmaktadır. YBÜ'de gelişen üriner sistem enfeksiyonlarının %95'inden üriner kateterizasyonun sorumludur. Bizim çalışmamızda da İYE tanısı alan hastaların hepsinde üriner kateter vardı. Bu nedenle yoğun bakımda yatan ve yoğun bakım ihtiyacı biten hastanın en kısa zamanda üriner kateterinin çıkarılarak servise alınması gereklidir. Ancak hasta yoğun bakımda yatsa da üriner katater kullanım endikasyonunu günlük olarak değerlendirilmelidir. Bu şekilde yoğun bakımda gelişen üriner sistem enfeksiyonlarında azalma olacaktır. Enfeksiyonların azalması, gereksiz antibiyotik kullanımının azalmasına, dolayısıyla ilaca karşı direnç gelişiminin azalmasına ve nozokomiyal enfeksiyonlara bağlı mortalite ve morbiditede azalma sağlayacaktır. Hastanelerde enfeksiyon kontrol komitelerinin, sürekli sürveyans yapması, hastane enfeksiyonu etkenlerinin direnç profillerinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Aktif enfeksiyon kontrol programı yürütülmesi ile hastane enfeksiyonları azaltılabilir(5,6,7).

KAYNAKLAR

1. Flores-Mireles AL, Walker JN, Caparon M, Hultgren SJ. Urinary tract infections: epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. Nat Rev Microbiol 2015 ;13(5): 269–84.

2. Cortes-Penfield NW, Trautner BW, Jump RLP. Urinary tract infection and asymptomatic bacteriuria in older adults. Infect Dis Clin N Am, 2017; 31: 673–88.

3.Wright SW, Wrenn KD, Haynes ML. Trimethoprimsulfamethoxazole resistance among urinary coliform isolates. J Gen Intern Med, 1999;14:606- 9.

4. Saraçoğlu KT, Fidan V, Pekel Ö, Saraçoğlu A, Kalkandelen S, Arpalı E. İdrar kültürlerinde izole edilen bakterilerin antibiyotik duyarlılıkları. J Clin and Exp Invest 2013; 4 (3): 356-9.

5.Yalçın NA, Köse Ş, Erbay RH (ed): Yoğun bakım ünitesinde infeksiyonlar. 2. baskı. İzmir: Buhasder Yayınları, 2015.

6. Erdinç FŞ, Yılmaz GR, Dizbay M, Bayazıt N, Kalkancı A. Kateter ilişkili üriner sistem infeksiyonları-CDC 2014. Flora Derg 2014; 19(3):105-17.

7. Gastmeier P, Geffers C, Brandt C, Zuschneid I, Sohr D, Schwab F, Behnke M, Daschner F, Rüden H. Effectiveness of a nationwide nosocomial infection surveillance system for reducing nosocomial infections. J Hosp Infect 2006; 64(1):16-22.

PROBİYOTİKLERLE İLGİLİ SAĞLIK ALANINDA YAPILAN DOKTORA TEZLERİNİN İNCELENMESİ

Arş. Gör. Meryem PELİN[1], Doç. Dr. Havva SERT[2]

[1]Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, meryemilmek@sakarya.edu.tr - https://orcid.org/0000-0003-3310-9400

[2]Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, hsert@sakarya.edu.tr - https://orcid.org/0000-0002-1658-6515

ÖZET

Probiyotik kelimesi "pro" ve "bios" hecelerinin birleşiminden meydana gelmekte olup "yaşam için" anlamına gelmektedir. Birçok tanımı yapılan probiyotiklerin en kabul gören tanımı "yeterli miktarda alındığında konakçı üzerinde sağlığa faydalı etkiler sağlayan mikroorganizmalar"'dır. Probiyotiklerin allerji, astım, diyare, çölyak, laktoz intoleransı, enflamatuvar ve irritabl bağırsak sendromu, *Helicobacter pylori* ve HIV enfeksiyonlarının tedavi süreçlerinde, ağız, ürogenital ve vajinal sağlık üzerinde yararlı olduğu bildirilmektedir. Literatüre bakıldığında Türkçe sayfalarda aratılınca 5.000'in üzerinde probiyotikler ile ilgili çalışmaya rastlanmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada da Türkiye'de sağlık alanında probiyotiklerle ilgili yapılan doktora tez çalışmalarının incelenmesi amaçlanmıştır. 34 doktora tezinin dahil edildiği çalışmada tezlerin çoğunluğunun 2018 yılında tamamlandığı, en çok veterinerlik ile beslenme ve diyetetik alanlarında probiyotik ile ilgili tezler üretildiği ve bunu da diş hekimliğinin izlediği, hemşirelik alanında doktora tezi olmadığı görüldü. Probiyotikler sağlık üzerinde; toksik maddelerin uzaklaştırılması, kabızlık sorununun giderilmesi, ağız kokusunun giderilmesi, bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri ile bağışıklık yanıtının artması ve bu sayede de solunum yolu hastalıklarının önlenmesi, serum kolesterol düzeylerinin düşürülmesi, vajinal florayı olumlu etkileyerek patojenlerin gelişmesinin engellenmesi, alerjik belirtilerin azaltılması, E.coli gibi idrar yolu enfeksiyonu ve seyahatler sırasında diyareye (ishal) sebep olan patojenlerin engellenmesi gibi birçok olumlu etkiye sahiptir. İncelenen tez çalışmalarında da probiyotik takviyesinin HOMA-IR düzeyini düşürdüğü, insülin düzeyi, hiperlipidemi ve glisemik kontrol üzerine olumlu sonuçları olabileceği ancak obezite ile ilişkisinin net olmadığı, karaciğer yağlanmasında probiyotik kullanımının koruyucu etkisi olabileceği, oksidatif stresi azalttığı, bağırsak laktobasillerini arttırarak depresyon durumunu iyileştirebileceği, periodontal sağlığın geliştirmede etkili olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle probiyotiklerin sağlık üzerindeki bu etkileri göz önüne alındığında insan sağlığının primer koruyucu ve geliştiricilerinden olan hemşirelerin de bu konuda araştırmalar yapması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, doktora tezleri, hemşirelik

GİRİŞ

Probiyotik kelimesi “pro” ve “bios” hecelerinin birleşiminden meydana gelmekte olup “yaşam için” anlamına gelmektedir. Birçok tanımı yapılan probiyotiklerin en kabul gören tanımı “yeterli miktarda alındığında konakçı üzerinde sağlığa faydalı etkiler sağlayan mikroorganizmalar”’dır. Probiyotikler gastrointestinal sistemde kolonileşerek patojenlere karşı bariyer görevi görür ve vücuda yerleşmelerine engel olurlar. Antibiyotik kullanımı, beslenmede dengesizlik, stres, enfeksiyöz hastalıklar, kemoterapi gibi faktörler insan vücuduna yararlı olan mikroorganizmaların zarar görmesine ve zararlı mikroorganizmaların da bağırsak florasında çoğalmasına neden olur. Bu noktada da probiyotik mikroorganizmalar bağırsak mukozasını güçlendirerek ve geçirgenliği azaltarak alerjik maddelerin kana geçişini engeller ve mikrobiyata dengesinin yeniden sağlanmasına yardımcı olur (Zemzemoğlu ve ark 2019; Özmen ve Aydınlı 2020). Probiyotiklerin allerji, astım, diyare, çölyak, laktoz intoleransı, enflamatuvar ve irritabl bağırsak sendromu, *Helicobacter pylori* ve HIV enfeksiyonlarının tedavi süreçlerinde, ağız, ürogenital ve vajinal sağlık üzerinde yararlı olduğu bildirilmektedir (Şengün ve ark 2020; Horasan ve ark 2021). Fermante süt ürünleri ile kefirin doğal olarak probiyotik mikroorganizmalar barındırdığı bilinmektedir. Ancak, bir gıda ürününe probiyotik denilebilmesi için en az 106 kob/g seviyesinde canlı probiyotik içermesi gereklidir (Şengün ve ark 2020). Bunun yanında mikroorganizmaların probiyotik sayılması için insan ve hayvanlarda yan etki oluşturmaması, bağırsaklarda kolonize olabilmesi ve burada hücrelere tutunabilmesi, besinlere eklendiğinde canlılığını yitirmemesi, bağırsak florasını bozmaksızın patojenlere etki edebilmesi, antibiyotiklere karşı dirençli olması gerekmektedir (Horasan ve ark 2021).

Literatüre bakıldığında Türkçe sayfalarda aratılınca 5.000’in üzerinde probiyotikler ile ilgili çalışmaya rastlanmaktadır. Türel 2018’in çalışmasında 1973 yılından beri probiyotiklerin etkisi ile ilgili 500’den fazlası randomize kontrollü olmak üzere 5.000’e yakın makale yayınlandığı bildirilmiştir (Türel 2018). Konunun özgün ve yaratıcı olması ve yaygın etkisi ön planda olan doktora tezleri bilime önemli katkı sağlamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada da Türkiye’de sağlık alanında probiyotiklerle ilgili yapılan doktora tez çalışmalarının incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ YÖNTEM

Türkiye’de sağlık alanında probiyotiklerle ilgili yapılan doktora tez çalışmalarının incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada tezlere ulaşmak için Türkiye Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Veri tabanı kullanılmıştır. Yıl sınırlaması yapılmayan çalışmada, tez türü doktora ve grubu tıp olarak seçilerek ilk aşamada 35 tez çalışmasına ulaşılmıştır. Ancak bir tez çalışmasının tam metin ulaşımı kısıtlı olduğundan 34 tez çalışması dahil edilmiştir. Verilerin

analizinde sayısal değerlendirmeler kullanılmış, sonuçlar frekans ve yüzde şeklinde belirtilmiştir. Bu çalışma bir literatür taraması olduğu için etik kurul izni alınmamıştır.

BULGULAR

Yapılan incelemede çalışmaya 34 tez dahil edildi. Tezlerin yıl dağılımına bakıldığında 1995 ve 2022 yılları arasında ve %2,9'unun 1995, %2,9'unun 2005, %2,9'unun 2007, %2,9'unun 2009, %2,9'unun 2011, %2,9'unun 2012, %8,8'inin 2014, %8,8'inin 2016, %5,9'unun 2017, %17,6'sının 2018 yılında, %11,8'inin 2019, %8,8'inin 2020, %11,8'inin 2021 ve %8,8'inin 2022 yılında olduğu görüldü (tablo 1).

Tablo 1. Probiyotikler ile ilgili yapılan doktora tezlerinin özellikleri

Özellikler		Sayı	%
Tezlerin Yılı	1995	1	2,9
	2005	1	2,9
	2007	1	2,9
	2009	1	2,9
	2011	1	2,9
	2012	1	2,9
	2014	3	8,8
	2016	3	8,8
	2017	2	5,9
	2018	6	17,6
	2019	4	11,8
	2020	3	8,8
	2021	4	11,8
	2022	3	8,8
Tezlerin Dili	İngilizce	5	14,7
	Türkçe	29	85,3

Bu tezlerin %29,4'ü Veterinerlik, %29,4'ü Beslenme ve Diyetetik, %26,5'i Diş, %8,8'i Mikrobiyoloji, %2,9'u Halk Sağlığı ve %2,9'u da Eczacılık alanlarında yapılmıştır. İncelenen tezler; 16 tanesi (%47) randomize kontrollü olmak üzere, içerisinde kültür çalışmaları ve hayvan deneylerinin de yer aldığı deneysel çalışmalardır (Tablo 2).

Tablo 2. Tezlerin örneklem özellikleri

Özellikler		Sayı	%
Örneklem	İnsan	15	44,1
	Hayvan	13	38,2
	Kültür	6	17,7

İncelenen 34 tezin sonuçlarına bakıldığında probiyotiklerin kullanıldığı hayvan deneylerinde bir çalışmada balık larvalarının yaşama oranlarını arttırdığı, bir başka hayvan deneyinde de besi performansını iyileştirdiği gösterilmiştir. Tezlerde probiyotik takviyesinin insülin üzerinde olumlu etkisi olduğu, HOMA-IR düzeyini düşürdüğü, düzenli kullanımda hiperlipidemi ve glisemik kontrol üzerine olumlu sonuçları olabileceği ancak obezite ile ilişkisinin net olmadığı ve bu kapsamda daha geniş çaplı araştırmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Ayrıca tezlerde karaciğer yağlanmasında probiyotik kullanımının koruyucu etkisi olabileceği, omega 3 ile de birleştirildiğinde de hastalığın remisyonunda etkili olabileceği, oksidatif stresi azalttığı belirtilmektedir. Probiyotik takviyesinin bağırsak laktobasilllerini arttırarak depresyon durumunu iyileştirebileceği de belirtilmiştir. Periodontal sağlık açısından bakıldığında tez sonuçlarına göre probiyotik takviyesinin kolonizasyonu geciktirdiği ve periodontal sağlığın geliştirmede etkili olduğu, alveol kemik kaybını yavaşlattığı, gingivitiste de subklinik yarar sağladığı gösterilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ile Türkiye'de probiyotikler ile ilgili yapılmış olan doktora tezleri incelenmiştir. Araştırma ile probiyotikler konusunda yapılan tez çalışmalarının genel hatları ile belirlenmesi, ileride planlanacak çalışma ve lisansüstü tezlere yol göstermesi amaçlanmıştır.

Araştırmada probiyotik anahtar kelimesi ile tez adına, doktora tez türü ve tıp grubuna göre yapılan tarama sonucunda tezlerin çoğunlukla veterinerlik ve beslenme diyetetik alanlarında yapıldığı ve bunu da diş hekimliğinin izlediği görüldü. Hemşirelik anabilim dallarının hiçbirinde probiyotik ile ilgili yapılmış doktora tez çalışmasına rastlanmamıştır. Dolayısı ile bu durum Hemşirelik alanında bu kapsamda olan çalışmalara ihtiyaç olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Probiyotikler sağlık üzerinde; toksik maddelerin uzaklaştırılması, kabızlık sorununun giderilmesi, ağız kokusunun giderilmesi, bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri ile bağışıklık yanıtının artması ve bu sayede de solunum yolu hastalıklarının önlenmesi, serum kolesterol düzeylerinin düşürülmesi, vajinal florayı olumlu etkileyerek patojenlerin gelişmesinin engellenmesi, alerjik belirtilerin azaltılması, E.coli gibi idrar yolu enfeksiyonu ve seyahatler sırasında diyareye (ishal) sebep olan patojenlerin engellenmesi gibi birçok olumlu etkiye sahiptir (Aksu 2010; İmamlı ve Akça 2018). Bu nedenle probiyotiklerin sağlık üzerindeki bu etkileri göz önüne alındığında insan sağlığının primer koruyucu ve geliştiricilerinden olan hemşirelerin de bu konuda araştırmalar yapması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Zemzemoğlu, T. E. A., Uludağ, E., & Uzun, S. (2019). Üniversite Öğrencilerinin Probiyotik Bilgi Düzeyi ve Tüketim Durumlarının Belirlenmesi. *Gıda*, *44*(1), 118-130.
2. Ozmen, H., & Aydınlı, B. (2020). Bir Probiyotik Olarak Kefir'İn Günlük Besin Desteğinden Yoğun Bakımda Kullanımına Uzanan Öyküsü. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 10(3), 295-301.
3. Şengün, İ. Y., Kırmızıgül, A., Özaydın, İ., & Yarım, H. (2020). Tüketicilerin Probiyotik ve Prebiyotik Gıdalara Yönelik Bilgi Düzeyleri ve Tüketim Durumlarının Belirlenmesi: İzmir/Bornova Örneği. Gıda/The Journal of FOOD, 45(1).
4. Horasan, B., Sevinç, Ö., & Çelikyürek, N. A. (2021). Üniversite Öğrencilerinin Probiyotik Bilgi Düzeyi ve Tüketim Durumlarının Belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (31), 446-453.
5. Türel, Ö. (2018). Hastane Enfeksiyonlarının Önlenmesinde Probiyotiklerin Rolü Nedir?. Klinik Tıp Pediatri Dergisi, 10(5), 14-18.
6. Aksu, F. Y., Altunatmaz, S. S., & Kahraman, T.(2010). Probiyotik gıdalar ve insan sağlığı üzerindeki etkileri. Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, (19), 90-95.
7. İmamli, H., & Akça, F. (2018). Probiyotik kullanımının sağlığa ve sportif performansa etkileri. SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 16(2), 196-208.

TÜRKİYE'DE AROMATERAPİ KULLANIMINA YÖNELİK YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ

Arş. Gör. Büşra GÜRÇAY[1], Arş. Gör. Meryem PELİN[2], Doç. Dr. Havva SERT[3]

[1] Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, busragurcay@subu.edu.tr - https://orcid.org/0000-0001-5443-2691

[2]Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, meryemilmek@sakarya.edu.tr - https://orcid.org/0000-0003-3310-9400

[3]Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, hsert@sakarya.edu.tr – https://orcid.org/0000-0002-1658-6515

ÖZET

Amaç: Bu araştırma Türkiye'de aromaterapinin kullanımı değerlendirmek üzere yapılmış tüm lisansüstü tez çalışmalarının incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu derleme çalışmasında Türkiye Ulusal Tez Veri Tabanı'nda "aromaterapi" ve "non farmakolojik yöntemler" kelimeleri kullanılarak detaylı tarama yapılmıştır. Tarama sonucunda 71 teze ulaşılmıştır. Tezlerden 4'ü aromaterapi konusunu incelemediği için değerlendirmeye alınmamış, böylece çalışmaya toplam 67 tez dahil edilmiştir.

Bulgular: Tezlerin 34'ü yüksek lisans, 33'ü doktora tezidir. Aromaterapi ile ilgili yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu (%62,7) son beş yılda yapılmıştır. Tezlerin araştırma desenleri incelendiğinde; tanımlayıcı (%9,0), yarı deneysel (%20,9) ve deneysel yöntemlerle (%70,1) yapıldığı belirlenmiştir. Türkiye'de aromaterapi kullanılarak yapılan çalışmaların yarısından fazlasının (n=55) hemşirelik ve hemşireliğe ait alt anabilim dallarında yapıldığı saptanmıştır. Diğer alanlardaki tezlerin ise; ebelik, klinik eczacılık, kimya mühendisliği, veteriner hekimlik, biyoteknoloji, biyoloji, giyim endüstrisi ve moda tasarımı, farmakognozi, beden eğitimi ve spor, biyomühendislik ve malzeme mühendisliği ana bilim dallarında yürütüldüğü saptanmıştır. Aromaterapi kullanımı kapsamında araştırmalara dahil edilen örneklem grubunu; kanser, demans, romatoid artrit, hemodiyaliz, hipertansiyon, osteoartrit tanısı alan ve cerrahi operasyon geçirecek hastalar, gebeler ve yaşlılar oluşturmaktadır. İncelemeye alınan tezlerde aromaterapi uygulamasının hissedilen ağrı, anksiyete ve yorgunluk düzeyini, bulantıyı, kronik non-malign ağrı şikayetlerini, bakım verenlerinin yükünü, konstipasyon şikayetlerini azalttığı; yaşam

kalitesi, uyku, memnuniyet ve konfor düzeyini arttırdığı, fonksiyonel durumlarını, sağlık algısını, vital bulgularını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Sonuç: Son yıllarda çeşitli meslek profesyonellerinin araştırma alanları arasında önemli bir yer tutan aromaterapi, birçok hastalığın tedavi ve semptom yükünün hafifletilmesi amacıyla en çok kullanılan non farmakolojik uygulamalardan biridir. Araştırmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde aromaterapi uygulamasını ele alan tezlerin sayısının son yıllarda artış göstermekte olduğu; ilgili konuya ilişkin farklı disiplinlerin yapacağı akademik çalışmaların nicelik ve niteliğinin artmasının diğer araştırmalara yol gösterebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aromaterapi, lisansüstü tez incelemesi, hemşirelik

GİRİŞ

Aromaterapi kelimesi hoş koku anlamındaki “aroma” ve tedavi anlamına gelen “terapi” kelimelerinden türetilmiştir. Tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemlerinden biri olan aromaterapi; bazı bitkilerin yaprak, kök, çiçek, ağaç kabuğu ve meyve gibi bölümlerinden elde edilen konsantre esansiyel uçucu yağların fizyolojik ve psikolojik iyilik hali için terapötik amaçla kullanılmasıdır (1,2). Aromaterapi, bitkilerden elde edilen esansiyel yağların dahili (dokunma, banyo, kompres, krem, losyon) topikal (gargara, ovül, vajinal duşlar ve supozituvarlar), oral (jelatin kapsüller) ve inhalasyon (buharlı veya buharsız olarak kullanılan difüzörler, direkt veya indirekt koklama, aromastickler) gibi kullanım yolları ile absorbe edilmesi ve dolaşım sistemine taşınması aracılığıyla etki etmektedir (3). Aromaterapide; lavanta, melisa, limon, melekotu, fesleğen, sedir ağacı, bergamot, papatya, çay ağacı, kakule, zencefil, sardunya, anason tohumu, tarçın ve okaliptüs gibi birçok uçucu aromatik yağ kullanılmaktadır (4). Koku duyusunun algılanması ile hipotalamusa ve limbik sisteme kadar uzanan nöronlar aracılığıyla beyin korteksine sinyaller gönderilmektedir. Kortekse ulaşan koku uyaranları birey üzerinde ruhsal, fiziksel, davranışsal ve emosyonel etkiler yaratmaktadır. Esansiyel yağların içerisinde bulunan maddelerin beyin sapındaki dopamin, endorfin, norepinefrin ve serotonin gibi nörotransmitterlerin salınımını uyardığı ve bu uyarılmanın sonucunda da analjezik ve anksiyolitik etkilerinin ortaya çıktığı ifade edilmektedir (5,6).

Literatürde konu ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde; aromaterapinin osteoartirit, fibromiyalji, romatoid artrit hastalarının fonksiyonel durumlarını iyileştirmede, kanser hastalarında kemoterapiye bağlı semptomların kontrolünde, ağrı, yorgunluk, anksiyete, fizyolojik parametreler, uykusuzluk, demans, enfeksiyon ve yara bakımı, dermatit gibi çok çeşitli semptomların hafifletilmesinde ve iyileştirilmesinde kullanıldığı görülmektedir (7,10,20,55). Sonuç olarak aromaterapi; hekim, hemşire, eczacı, fizyoterapist gibi farklı sağlık profesyonellerinin bireylerin sağlığını geliştirmek, semptomlarını hafifletmek, tedavi sürecinde fiziksel, emosyonel ve zihinsel iyilik hallerini desteklemek amacıyla kullandığı alternatif ve tamamlayıcı bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda non

farmakolojik tedavi yöntemlerinin yaygınlaşması ve bireyler üzerinde olumlu etkilerinin belirlenmesi ile çeşitli hasta gruplarında aromaterapi kullanılarak yapılan çalışmaların sayısı artış göstermektedir. Bu çalışma ile Türkiye'de aromaterapinin kullanıldığı lisansüstü tez çalışmalarından elde edilen sonuçları incelenmek ve gelecekte konu ile ilgili yapılacak çalışmalara sistematik bir kaynak sağlamak amaçlanmıştır.

GEREÇ- YÖNTEM

Bu derleme çalışması, Türkiye'de aromaterapi üzerine yazılmış lisansüstü tez çalışmalarını değerlendirmek amacıyla döküman analizi yöntemi kullanılarak 15/03/2022-20/04/2022 tarihleri arasında yapılmıştır. Arama motoru olarak Türkiye Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Veri tabanı kullanılarak gerçekleştirilen taramada yıl sınırlaması yapılmadan tüm lisansüstü tezler taranmıştır. Taramalarda kullanılan anahtar kelimeler Medical Subject Headings (MESH)'ten seçilen "aromaterapi", "nonfarmakolojik yöntemler" ve bu kelimelerin kombinasyonlarından oluşmuştur. Bu derlemede incelenen tezlerin araştırmaya alınma kriterleri; araştırmada aromaterapi kullanımının incelenmesi ve tam metin erişiminin açık olmasıdır. Tarama sonucu 71 teze ulaşılmış ve bu çalışmalar dahil edilme kriterlerine göre değerlendirildiğinde başlığında 'aromaterapi' ve 'non farmakolojik yöntemler' anahtar kelimeleri geçmesine rağmen aromaterapi kullanımı ile ilgili olmaması nedeniyle 4 makale çalışmaya dahil edilmemiştir. Araştırma, dahil edilme kriterlerine uyan toplam 67 tezin incelenmesiyle yürütülmüştür. Verilerin analizinde sayısal değerlendirmelerden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları frekans ve yüzde değerleri kullanılarak ele alınmıştır. Araştırmaya dahil edilen tez çalışmaları; yazar, tezin türü ve yayınlanma yılı, çalışmanın amacı, uygulanan grup, örneklem sayısı ve araştırmanın sonuçları şeklinde özetlenmiştir (Çizelge 5). Bu çalışma bir literatür derleme araştırması olduğu için etik kurul raporu bulunmamaktadır.

BULGULAR

Yapılan literatür incelenmesi sonucunda, dâhil edilme kriterlerini karşılayan toplam 67 adet tez değerlendirmeye alınmıştır. Tezlerden %50,7'sinin yüksek lisans, %49,3'ünün ise doktora düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Aromaterapi ile ilgili yapılmış tezlerin %7,4'ünün 2005-2010, %29,9'unun 2011-2016 yılları arasında, büyük çoğunluğunun (%62,7) ise son 5 yılda yapılmış olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Çalışmalar incelendiğinde; yazılan tezlerin tanımlayıcı (%9,0), yarı deneysel (%20,9) ve deneysel yöntemlerle (%70,1) yapıldığı saptanmıştır (Çizelge 3).

Çalışmada incelenen tezlerin yarısından fazlasının (n=55) hemşirelik ve hemşireliğe ait alt ana bilim dallarında yürütüldüğü tespit edilmiştir. Tezlerin %44,8'i hemşirelik ana bilim dalında, %20,9'u iç hastalıkları hemşireliği, %6,0'ı cerrahi hastalıkları hemşireliği, %1,5'i hemşirelik esasları, %6,0'ı çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği, %3'ü ise ruh sağlığı ve hastalıkları hemşireliği ana bilim dallarında yürütülmüştür. Diğer alanlardaki tezler incelendiğinde; %1,5'inin ebelik, %1,5'inin klinik eczacılık, %1,5'inin kimya mühendisliği, %1,5'inin veteriner hekimlik, %1,5'inin biyoteknoloji, %1,5'inin biyoloji, %1,5'inin giyim endüstrisi ve moda tasarımı, %4,5'inin farmakognozi, %1,5'inin beden eğitimi ve spor, %1,5'inin

biyomühendislik ve malzeme mühendisliği ana bilim dallarında yürütüldüğü saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 5'te tezlerin yazarı, yazım yılı, türü, amacı, uygulandığı grup, örneklem sayısı ve sonuçları yer almaktadır. Çizelge 5 incelendiğinde, araştırmaya dahil edilen tezlerin çeşitli örneklem ve çeşitli meslek grupları ile yürütüldüğü tespit edilmiştir. Hemşirelik alanındaki aromaterapi çalışmalarına dahil edilen örneklem grubunu; çocuk onkoloji hastaları, preterm yenidoğanlar, gastroenteroloji kliniğindeki hastalar, kronik otitis media, kanser, demans, hemodiyaliz, romatoid artrit, hipertansiyon, osteoartrit tanısı alan hastalar, premenstrüel, kronik non malign ve miyofasial ağrı sendromu olan bireyler, yoğun bakım hastaları, cerrahi operasyon geçirecek hastalar, gebeler, acil servis sağlık çalışanları ve cerrahi hemşireleri oluşturmuştur. Aromaterapide kullanılan bitkiler ve esansiyel yağlar üzerinde araştırma yapan tezlerin ise farmakognozi, kimya mühendisliği, biyoteknoloji, biyoloji, biyomühendislik ve malzeme mühendisliği gibi farklı ana bilim dallarından olduğu saptanmıştır. Hemşirelik dışındaki ana bilim dallarının örneklem gruplarını ise; aromaterapi uygulayıcıları, eczaneye gelen bireyler, kediler ve erkek sporcular oluşturmaktadır.

Yapılan doktora tezleri değerlendirildiğinde bazı çalışmalarda aromaterapinin klasik masaj, Su Jok, refleksoloji, müzik terapi, vibrasyon, gevşeme tekniği, reiki ve terapötik dokunma gibi farklı tamamlayıcı tedavilerle kullanıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 5). Hemşirelik alanında yapılmış tezler incelendiğinde; kaygı/anksiyete, ağrı, bulantı-kusma, konfor, deri nemliliği, deri pH'sı, kortizol düzeyi, plazma beta-endorfin düzeyi, ajitasyon düzeyi, yaşamsal bulgular, yaşam kalitesi, yorgunluk, bilişsel fonksiyonlar, uyku kalitesi, bakım vericilerin bakım yükü, premenstrual şikayetler, konstipasyon, solunum fonksiyonları, kaşıntı, sigara içme alışkanlıkları gibi farklı pek çok alanda aromaterapinin kullanıldığı saptanmıştır.

Yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, aromaterapi uygulamasının hissedilen ağrı, anksiyete ve bulantı düzeyini, ajitasyonu, premenstrual semptomları, konstipasyon ile ilişkili şikayetleri ve bakım vericilerin bakım yükünü azalttığı; uyku ve yaşam kalitesini, konfor düzeyini, fonksiyonel kapasiteyi, memnuniyet düzeyini arttırdığı ve vital bulguları, fiziksel fonksiyonları olumlu yönde etkilediği saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 1. İncelenen tezlerin türlerine göre dağılımı

Tez türü	**Tez sayısı (n)**	**%**
Yüksek lisans	34	50,7
Doktora	33	49,3

Çizelge 2. İncelenen tezlerin yayınlanma yıllarına göre dağılımı

Yayınlanma yılı	**Tez sayısı (n)**	**%**
2005-2010	5	7,4
2011-2016	20	29,9
2017-2022	42	62,7

Çizelge 3. İncelenen tezlerin araştırma türlerine göre dağılımı

Araştırma türü	**Tez sayısı (n)**	**%**
Deneysel	47	70,1

Yarı deneysel	14	20,9
Tanımlayıcı	6	9,0

Çizelge 4. İncelenen tezlerin yapıldığı ana bilim dallarına göre dağılımı

Ana bilim dalı	**Tez sayısı (n)**	**%**
Hemşirelik	30	44,8
İç hastalıkları hemşireliği	14	20,9
Cerrahi hastalıkları hemşireliği	4	6,0
Hemşirelik esasları	1	1,5
Çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşireliği	4	6,0
Ruh sağlığı ve hastalıkları hemşireliği	2	3,0
Ebelik	1	1,5
Klinik eczacılık	1	1,5
Biyoteknoloji	1	1,5
Veteriner hekimlik	1	1,5
Biyoloji	1	1,5
Kimya mühendisliği	1	1,5
Giyim endüstrisi ve moda tasarımı	1	1,5
Farmakognozi	3	4,5
Beden eğitimi ve spor	1	1,5
Biyomühendislik ve malzeme mühendisliği	1	1,5

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi

Yazar/Yıl	Amaç	Uygulanan Grup	Araştırmanın tipi	Örneklem sayısı	Sonuç
Arıcıoğlu Sülün A., 2022 (Doktora) (8)	Aromaterapinin kanserli çocukların uykularına etkisini belirlemek	Çocuk onkoloji-hematoloji hastaları	Randomize kontrollü deneysel	70 kişi Deney grubu:35 Kontrol grubu:35	Aromaterapi uygulamasının kanserli çocukların uykuları üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.
Onaran Bilgin N., 2022 (Yüksek lisans) (9)	Cerrahide aromaterapinin yerini ve cerrahi hemşirelerinin aromaterapiye yönelik tutum ve deneyimlerini belirlemek	Cerrahi hemşireleri	Tanımlayıcı	398 hemşire	Aromaterapinin cerrahide bireylerin iyilik halini ve memnuniyetlerini etkilediği, aromaterapi uygulamalarının yaygınlaşması için hemşirelerin bu konularda yasal düzenlemelerdeki yerinin genişletilmesi gerektiği belirlenmiştir.
Terzi A., 2021 (Doktora) (10)	Karaciğer hastalığı olan kişilerde aromaterapi masajının deri pH'ı, kaşıntı, konfor ve deri nemliliği üzerine etkisini incelemek	Gastroenteroloji kliniğinde yatan hastalar	Randomize kontrollü deneysel	36 kişi Aromaterapi: 11 Plasebo: 12 Kontrol: 13	Aromaterapi masajının karaciğer hastalığına sahip bireylerde konfor düzeyini ve deri nemlilik oranını arttırabileceği; kaşıntı şikayetlerini ve deri pH düzeylerini azaltabileceği bulunmuştur.
Keşer E., 2021 (Doktora) (11)	Reiki ve aromaterapi uygulamalarının üst gastrointestinal endoskopi işlemi yapılacak hastalardaki anksiyete ve vital bulguları üzerindeki etkisini değerlendirmek	Üst gastrointestinal endoskopi işlemi yapılacak hastalar	Randomize kontrollü deneysel	100 kişi Reiki: 34 Aromaterapi: 33 Kontrol: 33	Reiki ve inhaler lavanta uygulamalarının üst gastrointestinal endoskopisi yapılacak hastaların işlem öncesinde anksiyete düzeylerini azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Selçuk B., 2020 (Yüksek lisans) (12)	Katılımcıların aromaterapi bilgi düzeyini tespit etmek ve aromaterapiyi tercih etme durumlarına yönelik bilgi toplamak	Semt eczanesine gelen 18 yaş ve üzeri kişiler	Tanımlayıcı	101 kişi	Çalışma sonucunda aromaterapinin, diğer tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemlerine göre bilinirliği daha yüksek bulunmuştur.
Metin Karaaslan M., 2020 (Doktora) (13)	Aromaterapi ve klasik abdominal masaj uygulamalarının konstipasyonu olan anne ve bebekleri üzerindeki etkisini belirlemek	Konstipasyon tanılı bebekler ve anneleri	Yarı deneysel	69 kişi Klasik masaj: 23 Aromaterapi: 23 Kontrol: 23	Aromaterapi ve klasik abdominal masajın, konstipasyonu olan bebeklerin semptomlarını azalttığı; annelerinin anksiyete seviyelerini düşürdüğü ve bu etkinin aromaterapi uygulanan grupta daha yüksek olduğu bulunmuştur.
Tesfu Gebreselassıe H., 2020 (Yüksek lisans) (14)	Kronik non-malign ağrısı olan yaşlı bireylerde aromaterapili el masajının ağrı ve vital bulgular üzerindeki etkisini değerlendirmek	Kronik non-malign ağrısı olan bireyler	Randomize kontrollü deneysel	66 kişi Aromaterapi: 22 Plasebo: 22 Kontrol: 22	Kronik non-malign ağrısı olan yaşlı bireylere uygulanan aromaterapi el masajının ağrı şiddeti ve yaşamsal bulguları üzerinde olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir.
Coşar Baykal F., 2019 (Yüksek lisans) (15)	Aromaterapi masajının kronik non-malign ağrısı olan bireylerde uyku kalitesi, ağrı ve kaygı düzeyi üzerindeki etkisini değerlendirmek	Kronik nonmalign ağrı tedavisi gören hastalar	Randomize kontrollü deneysel	40 kişi Aromaterapi: 20 Kontrol: 20	Kronik non-malign ağrısı olan bireylerde aromaterapi masajının ağrı şiddeti, anksiyete düzeyi, uyku kalitesi ve ağrıyı giderme oranı üzerinde etkisinin olduğu belirlenmiştir.
Öz M., 2019 (Yüksek lisans) (16)	Aromaterapi masajının huzurevinde kalan ve uyku problemi yaşayan yaşlılardaki uykululuk düzeyine ve uyku kalitesine etkisini incelemek	Huzurevinde kalan yaşlılar	Yarı deneysel	62 yaşlı birey	Huzurevinde yaşayan yaşlıların uykuyla ilgili sorunlar yaşadıkları ve aromaterapi masajı sonrası yaşadıkları uyku sorunu üzerinde olumlu etkisinin olduğu saptanmıştır.
Sayın Kasar K., 2018 (Doktora) (2)	Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS) olan kişilerde tetik nokta enjeksiyonu sırasında uygulanan aromaterapinin	Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS) olan bireyler	Randomize kontrollü deneysel	66 kişi Aromaterapi: 22 Plasebo: 22 Kontrol: 22	İlgili örneklem grubunda inhaler aromaterapi uygulamasının anksiyete, stres düzeyi ve ağrı şiddetini azaltabildiği, hasta memnuniyetini ve konfor düzeyini ise arttırdığı görülmüştür.

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi (devam)

	ağrı, konfor, anksiyete ve kortizol düzeyine etkisini belirlemek				
Gülşen G., 2018 (Yüksek lisans) (17)	Müzik terapi ve inhaler aromaterapi uygulanan üst gastrointestinal endoskopi işlemi yapılan hastaların vital bulgularının ve oksijen satürasyonunun değerlendirilmesi	Üst gastrointestinal endoskopi işlemi yapılan hastalar	Randomize kontrollü deneysel	90 kişi Aromaterapi: 30 Müzik: 30 Aromaterapi+müzik: 30	Müzik eşliğinde inhaler aromaterapi uygulamasının endoskopi işlemi sırasında kalp atım hızı ve arteriyel kan basıncını olumlu etkilediği, oksijen satürasyonunun düşmesini engellediği belirlenmiştir.
Genç H., 2017 (Yüksek lisans) (18)	Lavanta yağının postoperatif dönemde benign prostat hiperplazili hastaların yaşamsal bulguları ve anksiyete düzeyine etkisini incelemek	Benign prostat hiperplazili hastalar	Yarı deneysel	110 kişi Aromaterapi: 55 Kontrol: 55	BPH'lı hastaların postoperatif dönemde kaygı düzeyini azaltmada lavanta yağı inhalasyonun etkisinin olduğu ve yaşam bulgularına stabilize ettiği saptanmıştır.
Gürakan G., 2016 (Yüksek lisans) (19)	Palyatif bakım ihtiyacı olan kanser hastalarında kullanılan aromaterapinin ağrı ve plazma beta-endorfin düzeyleri üzerindeki etkisini değerlendirmek	Palyatif bakım alan kanser hastaları	Deneysel	31 kişi Aromaterapi: 11 Masaj: 10 Kontrol: 10	Aromaterapi sırt masajının palyatif bakım alan kanser hastalarında ağrı düzeyini azalttığı ve plazma beta-endorfin düzeyinde artış sağladığı belirlenmiştir.
Aslan D., 2016 (Doktora) (20)	Aromaterapinin osteoartrit tanılı bireylerdeki diz ağrısı şiddetine ve fonksiyonel durumlarına etkisini değerlendirmek	Osteoartriti olan bireyler	Deneysel	95 kişi Klasik masaj: 30 Aromaterapi: 33 Kontrol: 32	Aromaterapi masajının klasik masaja göre daha etkin bir yöntem olduğu belirlenmiş, aromaterapi masajının osteoartritli bireylerde diz ağrısını ve sabah katılığını azalttığı, fonksiyonel durumu geliştirdiği saptanmıştır.
Türten Kaymaz T., 2016 (Doktora) (21)	Aromaterapinin demans hastalarının ajitasyon seviyeleri ve hastalara bakım vericilerin bakım yükü üzerine olan etkisini incelemek	Demans hastaları ve hastaların bakım verenleri	Randomize kontrollü deneysel	28 kişi Deney: 14 Kontrol: 14	El masajı ve inhalasyon ile uygulanan aromaterapinin, demans hastalarında ajitasyonunu azaltmada ve bakım vericilerin bakım yükünü azaltmada etkili bulunmuştur.
Zorba P., 2016 (Doktora) (22)	Kemoterapiye bağlı olarak gelişen akut bulantı-kusmaya masaj ve inhalasyon ile uygulanan aromaterapinin etkisini karşılaştırmak ve değerlendirmek	Meme kanserli kadın hasta	Randomize kontrollü deneysel	75 kişi İnhalasyon: 25 Masaj: 25 Kontrol: 25	Aromaterapi masaj grubunun 3. ve 4. kemoterapi kürlerinde bulantı yaşama durumunun diğer gruplara göre düşük olduğu; masaj ve inhaler aromaterapi gruplarının ise bütün kürlerde bulantı şiddetinin azaldığı gözlemlenmiştir.
Pehlivan S., 2015 (Doktora) (23)	Aromaterapi masajının diz osteoartrit tanılı yaşlı bireylerde ağrı, fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesi üzerine etkisini incelemek	Diz osteoartritli yaşlı bireyler	Randomize kontrollü deneysel	90 kişi Aromaterapi: 30 Plasebo: 30 Kontrol: 30	Diz osteoartrit tanılı yaşlı bireylere uygulanan aromaterapi masajının fonksiyonel kapasite, ağrı ve yaşam kalitesi üzerine olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir.
Gök Metin Z., 2015 (Doktora) (24)	Aromaterapinin ve refleksolojinin romatoid artrit tanılı hastalardaki ağrı ve yorgunluk düzeyine etkilerini incelemek	Romatoid artrit hastaları	Randomize kontrollü deneysel	51 kişi Refleksoloji: 17 Aromaterapi:17 Kontrol: 17	Romatoid artrit hastalarına uygulanan aromaterapi masajının ağrı ve yorgunluğu azaltmada ve sağlık algılarını geliştirmede etkili olduğu fakat sabah tutukluğunu azaltmada etkisinin olmadığı belirlenmiştir.
Özdemir H., 2012 (Doktora) (25)	Esansiyel hipertansiyonlu kadın hastalara uygulanan aromaterapinin kan basıncı, kalp hızı ve kaygı düzeyine etkisini belirlemek	Esansiyel hipertansiyonlu kadın hastalar	Deneysel	40 kişi Aromaterapi: 20 Kontrol: 20	Esansiyel hipertansiyonlu kadınlara inhalasyon yöntemiyle uygulanan aromaterapinin kan basıncı, nabız ve kaygı düzeyi üzerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.
Ovayolu Ö., 2011 (Doktora) (26)	Kemoterapi tedavisi alan meme kanserli hastalarda aromaterapinin semptom kontrolüne ve yaşam kalitesine etkisini değerlendirmek	Meme kanserli hastalar	Deneysel	210 kişi Aromaterapi: 70 Klasik masaj: 70 Kontrol: 70	Meme kanseri tanılı kadınlara inhalasyon ve masaj yoluyla uygulanan aromaterapinin olumsuz bir etkisinin olmadığı ve güvenle uygulanabileceği belirlenmiştir.
Elmalı Şimşek H., 2020 (Doktora) (27)	Postoperatif dönemdeki ağrının azaltılması aromaterapi ve Su Jok	Sezaryen ile doğum yapan kadınlar	Randomize kontrollü deneysel	120 kişi Aromaterapi: 30	Aromaterapinin, Su Jokun ve her iki yöntemin birlikte uygulanmasının, postoperatif ağrı şiddetinin

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi (devam)

	yöntemlerinin etkinliğinin belirlenmesi			Su jok: 30 Aromaterapi+su jok: 30 Kontrol: 30	azaltılmasında hastanede uygulanan standart bakıma göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.
Sezgin Y., 2020 (Yüksek lisans) (28)	Arterio-venöz fistül (AVF) kanülasyonu uygulanan hastalara işlem öncesi uygulanan aromaterapi ve el masajının ağrı ve stres düzeylerine etkisini değerlendirmek	Hemodiyaliz hastaları	Randomize kontrollü deneysel	159 kişi El masajı: 53 Aromaterapi: 53 Kontrol: 53	Hemodiyaliz ünitelerinde görev yapan hemşirelerin AVF kanülasyonu öncesi hastalara aromaterapi ve el masajı uygulamasının hastaların ağrısını azaltmada etkisinin olduğu bulunmuştur.
Şimşek P., 2019 (Doktora) (29)	Acil servis sağlık personellerinde kalabalıklaşmayla ilişkili anksiyete düzeyine lavanta yağı aromaterapisinin etkisini değerlendirmek	Acil servis sağlık çalışanları	Deneysel	35 kişi	Acil servis sağlık çalışanlarının servisin kalabalıklaşma oranı ile anksiyete düzeylerinin ilişkili olduğu ve bu anksiyetenin azaltılmasında lavanta yağının kullanıldığı aromaterapinin uygun bir yöntem olduğu belirlenmiştir.
İzgü N., 2017 (Doktora) (30)	Aromaterapi masajının oksaliplatin tedavisi alan kanser hastalarında kemoterapiye bağlı periferal nöropatik ağrıları ve yorgunluk düzeylerine etkisini incelemek	Meme kanseri tanılı kadın hastalar	Randomize kontrollü deneysel	40 kişi Deney: 20 Kontrol: 20	Aromaterapi masajının yorgunluk şiddetine bir etkisinin olmadığı; periferal nöropatik ağrı yaşama sıklığını ve ağrı şiddetini ise azalttığı belirlenmiştir.
Ayık C., 2016 (Yüksek lisans) (31)	Postoperatif periyotta aromaterapi uygulamasının hastaların kaygı ve uyku kalitesi üzerine etkisini belirlemek	Kolorektal cerrahi geçirecek hastalar	Randomize kontrollü deneysel	80 kişi Deney: 40 Kontrol: 40	Lavanta yağıyla uygulanan aromaterapi masajının kolorektal cerrahi geçirecek postoperatif dönemdeki hastalarda anksiyetelerini azalttığı, uyku kalitesini artırdığı belirlenmiştir.
Muz G., 2015 (Doktora) (32)	İnhaler aromaterapinin hemodiyaliz tedavisi gören hastalarda yorgunluk ve uyku kalitelerine etkisini değerlendirmek	Hemodiyaliz hastaları	Randomize kontrollü deneysel	62 kişi Deney: 27 Kontrol: 35	Hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda inhalasyon aromaterapisinin yorgunluğu azalttığı ve uyku kalitesini yükselttiği belirlenmiştir.
Turkay M., 2020 (Yüksek lisans) (33)	Abdominal bölgeye uygulanan aromaterapi masajının yoğun bakım ünitesinde nazogastrik tüp ile beslenen hastalarda gastrointestinal semptomlara etkisini incelemek	Yoğun bakım hastaları	Yarı deneysel	129 kişi Abdominal aromaterapi: 43 Abdominal masaj: 43 Kontrol: 43	Abdominal aromaterapi masajının, nazogastrik tüp ile beslenen hastalarda gastrointestinal semptomlar olarak kabul edilen abdominal distansiyon, diyare, konstipasyon ve kusmayı azalttığı; defekasyon sıklığını ise arttırdığı belirlenmiştir.
Karabulut H., 2014 (Yüksek lisans) (34)	Doğum eylemi sırasında uygulanan aromaterapinin etkisini incelemek	Gebe kadınlar	Randomize kontrollü deneysel	60 kişi Deney: 30 Kontrol: 30	Doğum eylemi esnasında uygulanan aromaterapi müdahalesinin; kadının anksiyete düzeyi ve doğum ağrısını algılamasını azalttığı, ağrı eşiğini yükselttiği, doğumun süresini ise kısalttığı saptanmıştır.
Tosun Ö., 2013 (Doktora) (35)	Aromaterapi, müzik terapi ve vibrasyon uygulamasının preterm yenidoğanlarda stres ve davranışlar üzerine etkisini belirlemek	Preterm yenidoğanlar	Randomize kontrollü deneysel	80 kişi Aromaterapi: 20 Vibrasyon: 20 Müzik terapi: 20 Kontrol: 20	Aromaterapinin preterm yenidoğanların stres düzeyini düşürdüğü ve davranışlarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.
Aykut E., 2010 (Yüksek lisans) (36)	Aromaterapist Eğitim Programı içeriğinde yer alması gereken ders müfredatının ve bu derslerin konu başlıklarının belirlemek	Aromaterapi uygulayıcıları, öğretim görevlileri, branş öğretmenleri	Tanımlayıcı	124 kişi	Aromaterapist Eğitim Programının içeriği için önerilen ders içeriklerinin, araştırmaya katılan kişilerin çoğunluğu tarafından müfredata uygun bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi (devam)

Çetin T., 2022 (Yüksek lisans) (37)	Aromaterapi uygulamasının hemşirelik öğrencilerinin sınav kaygısı üzerindeki etkisini incelemek	İkinci sınıf hemşirelik öğrencileri	Yarı deneysel	42 kişi Lavanta yağı: 13 Karanfil yağı: 15 Kontrol: 14	Aromaterapi uygulamasının öğrenci hemşirelerin sınav kaygılarını azalttığı belirlenmiştir.
Kayım İ., 2022 (Yüksek lisans) (38)	Aromaterapi uygulamasının primipar gebelerde aktif fazda doğum ağrısı ve anksiyeteleri üzerine etkilerini değerlendirmek	Gebe kadınlar	Randomize kontrollü deneysel	45 kişi Ylang ylang yağı: 15 Limon yağı: 15 Kontrol: 15	Doğumda inhalasyon yoluyla uygulanan aromaterapinin doğumda ağrı algısını azaltırken anksiyete üzerinde etkisi olmadığı saptanmıştır.
Şancı Y., 2021 (Doktora) (39)	Aromaterapi difüzörü ile ortama verilen nane limon aromasının bulantı-kusma ve yaşam kalitesi üzerine etkisini incelemek	Kemoterapi alan 2-12 yaş arası çocuklar	Deneysel	90 kişi Deney: 30 Plasebo: 30 Kontrol: 30	İnhalasyon yolu ile nane-limon aromaterapi uygulamasının kemoterapiye bağlı bulantı-kusma semptomunun yönetiminde etkili olduğu belirlenmiştir.
Arslan Işık N., 2019 (Doktora) (40)	Üniversite öğrencilerinin sigara içme alışkanlıklarına yönelilk aromaterapinin etkisini belirlemek	Hemşirelik bölümü öğrencileri	Yarı deneysel	58 kişi Deney: 39 Kontrol: 19	Aromaterapinin güvenli, uygulanabilir ve sigara içme davranışları üzerinde etkililiği bulunan bir yöntem olduğu görülmüştür.
Koç E., 2019 (Yüksek lisans) (41)	Lavanta yağının Kronik Otitis Media hastalarının postoperatif dönemde vital bulguları ve kaygı düzeyine etkisini belirlemek	Kronik Otitis Media hastaları	Yarı deneysel	88 kişi Deney: 44 Kontrol: 44	Lavanta yağı inhalasyonu KOM hastalarının postoperatif dönemde kaygı düzeylerini ve yaşamsal bulgularını olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
Cenkci Z., 2017 (Yüksek lisans) (42)	Aromaterapinin doğum eyleminin I. fazındaki ağrı, memnuniyet ve konfor düzeyleri üzerine etkisini belirlemek	Gebe kadınlar	Yarı deneysel	60 kişi Deney: 30 Kontrol:30	Aromaterapinin doğum eyleminin I. fazındaki ağrı şiddetini azalttığı, memnuniyet ve konfor düzeylerini arttırdığı bulunmuştur.
Gürler M., 2017 (Yüksek lisans) (43)	Menopoz dönemindeki kadınlara uygulanan aromaterapinin uyku ve yaşam kalitesine etkisini incelemek	Menopoz dönemindeki kadınlar	Deneysel	57 kişi Deney: 27 Kontrol: 30	Menopoz dönemindeki kadınlarda aromaterapinin uyku kalitelerini artırdığı belirlenmiştir.
Uzunçakmak T., 2016 (Doktora) (44)	Premenstruel sendrom (PMS) şikayeti olan üniversite öğrencilerine uygulanan aromaterapinin PMS ile baş etmedeki etkinliğini değerlendirmek	PMS olan öğrenciler	Randomize kontrollü deneysel	77 kişi Deney: 40 Kontrol: 37	İnhalasyon aromaterapisinin PMS semptomlarının hafşfletilmesinde etkin bir yöntem olduğu belirlenmiştir.
Taşdemir N., 2012 (Doktora) (45)	Postoperatif dönemde ağrının azaltılmasında aromaterapinin, gevşeme tekniğin ve her ikisinin birlikte kullanımının etkisini belirlemek	Laparoskopik kolesistektomi ameliyatı olan hastalar	Deneysel	100 kişi Deney: 75 Kontrol: 25	Postoperatif dönemde ağrının azaltılmasında tedaviye ek olarak uygulanan aromaterapi, gevşeme ve her ikisinin birlikte kullanımının analjezik miktarında azalma sağladığı belirlenmiştir.
Yaman S., 2011 (Yüksek lisans) (46)	Lavanta yağı kullanılarak yapılan sırt masajının yaşlıların uyku kalitesi üzerine etkisini incelemek	Yaşlı bireyler	Yarı deneysel	68 kişi Aromaterapi: 34 Masaj grubu: 34	Yatmadan önce yapılan klasik sırt masajının yaşlıların uyku kalitesini yükseltirken, aromaterapi masajının yaşlıların uyku kalitesi üzerinde daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir.
Çetinkaya B., 2007 (Doktora) (47)	Aromaterapi masajının bebeklerde görülen koliğin iyileştirilmesi üzerine etkisini incelenmek	Kolikli bebekler ve anneleri	Yarı deneysel	40 kişi Deney: 20 Kontrol: 20	Aromaterapi masajı uygulaması sonrası yapılan son izlemde, aromaterapi uygulanan ve uygulanmayan bebeklerin ağlama süreleri arasında fark olduğu ve aromaterapinin etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir.
Arslan A., 2007 (Doktora) (48)	Yoğun bakım hastalarına uygulanan müzik, dokunma ve aromaterapinin fizyolojik durumlarına etkisini incelemek	Yoğun bakım hastaları	Yarı deneysel	72 kişi Deney: 36 Kontrol: 36	Aromaterapi uygulamasının hastaların kalp atım hızı üzerinde etkisi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi (devam)

Bulut E., 2020 (Doktora) (49)	Aromaterapisinin açık kalp ameliyatı sonrası dönemdeki hastaların ağrı, anksiyete ve inspiratuar kapasiteleri üzerine etkisini değerlendirmek	Kardiyovasküler cerrahi kliniğindeki hastalar	Deneysel	60 kişi Deney: 30 Kontrol: 30	Hastalara uygulanan lavanta yağı aromaterapisinin ağrı ve kaygının azaltılmasında etkin bir yöntem olarak hemşirelik uygulamaları kapsamında kullanılabileceği belirlenmiştir.
Beyliklioğlu A., 2017 (Yüksek lisans) (50)	Mastektomi öncesi hastaların anksiyete düzeyini azaltmada inhalasyon aromaterapisinin etkisini incelemek	Meme kanseri hastaları	Yarı deneysel	80 kişi Deney: 40 Kontrol: 40	Aromaterapinin mastektomi öncesi dönemde hastaların anksiyetelerini azalttığı belirlenmiştir.
Mutluay Yayla E., 2016 (Doktora) (51)	İmplante edilebilir venöz port kateter iğne girişine bağlı ağrı ve anksiyetenin azaltılmasında inhaler yolla uygulanan lavanta ve okaliptüs yağlarının etkisini incelemek	Kanser hastaları	Randomize kontrollü deneysel	123 kişi Okaliptüs: 41 Lavanta: 41 Kontrol: 41	İnhalasyon yoluyla uygulanan lavanta esansiyel yağı aromaterapisinin implante edilebilir venöz port katetere iğne giriş işlemi öncesinde hissedilen ağrı düzeyini azalttığı belirlenmiştir.
İlter SM., 2016 (Yüksek lisas) (52)	İnhaler aromaterapinin port kateterizasyonu işleminde sırasında hissedilen ağrıyı azaltmadaki etkisini incelemek	Port kateterizasyonu yapılacak hastalar	Randomize kontrollü deneysel	60 kişi Deney: 30 Kontrol: 30	İnhaler aromaterapi uygulamasının hastaların özellikle port kateterizasyonu işlemi sırasında hastaların yaşadıkları ağrıyı azalttığı ve işleme uyumlarının arttığı belirlenmiştir.
Özfenerci M., 2021 (Yüksek lisans) (53)	Aromaterapide en sık kullanılan uçucu yağların ve aromaterapötik GX ve MX kodlu uçucu yağ kombinasyonlarının anti-biyofilm, antimikrobiyal, anti-QS	-	Deneysel araştırma	-	Uçucu yağların ve farklı kombinasyonlarının antimikrobiyal, anti-QS, antibiyofilm etkilerinin varlığı kanıtlanmış, böylece aromaterapinin etkililiği bir kez daha ortaya konmuştur.
Bayer Y., 2021 (Doktora) (54)	Sporcuların yorgunluk düzeyi ve uyku kalitesi üzerinde farklı türdeki aromaterapi yağları ile yapılan masajın etkisini incelemek	Erkek sporcular	Deneysel araştırma	24 kişi Deney: 12 Kontrol: 12	Erkek sporcularda uyku paternlerini düzenlemek ve egzersiz sonrası toparlanma sürecini kısa tutmak amacıyla masaj uygulamalarında lavanta, sarı kantaron ve kayısı yağlarının kullanılabileceği belirlenmiştir.
Kanca C., 2019 (Yüksek lisans) (55)	Isırgan-zencefil aromatik yağlarıyla yapılan buz uygulamasının ve masajın diz osteoartrit tanılı hastalarda ağrı düzeyleri üzerine etkisini belirlemek	Ortopedi polikliniğine başvuran hastalar	Randomize kontrollü deneysel	66 kişi Aromaterapi: 22 Buz uygulaması: 22 Kontrol: 22	Esansiyel yağlarla yapılan masajın diz osteoartrit tanılı hastalar için tamamlayıcı ve etkili bir tedavi olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.
Tüzün Özdemir S., 2019 (Yüksek lisans) (56)	Hemodiyaliz hastalarına uygulanan aromaterapinin AVF işlemi esnasında oluşan ağrıya etkisini değerlendirmek	Hemodiyaliz hastaları	Randomize kontrollü deneysel	90 kişi Topikal lavanta: 30 İnhaler lavanta: 30 Kontrol: 30	İnhaler ve topikal olarak uygulanan lavanta yağının AVF girişimi esnasında ağrı kontrolü için güvenilir ve etkin bir uygulama olduğu belirlenmiştir.
Aydın Yıldırım T., 2017 (Doktora) (57)	Huzurevinde yaşayan yaşlı bireylerde aromaterapi uygulamasının bilişsel fonksiyonları ve gündüz uykululuk durumuna etkisini değerlendirmek	Huzurevinde yaşayan yaşlı bireyler	Yarı deneysel	Deney: 39	Biberiye-limon yağı karışımının ve lavanta yağının yaşlılarda bilişsel düzeyde olumlu etkisinin olduğu, lavanta yağının yaşlılarda gündüz uykululuk durumunu azalttığı belirlenmiştir.
Barış N., 2015 (Yüksek lisans) (58)	Aromaterapinin yoğun bakım hemşirelerinin stres ve anksiyete düzeylerine etkisini değerlendirmek	Yoğun bakım hemşireleri	Yarı deneysel	35 kişi Deney: 28 Kontrol: 17	Aromaterapinin hemşirelerin kaygı düzeyini azaltmada olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir.
Cürcani M., 2012 (Doktora) (59)	Aromaterapinin hemodiyaliz hastalarında görülen bir semptom olan kaşıntı üzerine etkisini incelemek	Hemodiyaliz hastaları	Deneysel	80 kişi Deney: 40 Kontrol: 40	Hemodiyaliz hastalarının kaşıntı şikayetlerini azaltmada aromaterapinin etkili olduğu ve hastaların kaşıntıyla ilgili bazı laboratuvar parametrelerinde olumlu değişimler sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi (devam)

Taşan E., 2018 (Yüksek lisans) (60)	Hemodiyaliz hastalarında intravenöz kateterizasyon işlemi esnasında oluşan ağrının azaltılmasında inhaler lavantanın etkisini değerlendirmek	Hemodiyaliz hastaları	Randomize kontrollü deneysel	60 kişi Deney: 30 Kontrol: 30	Hemodiyaliz tedavisi alan hastaların intravenöz kateterizasyon sırasında yaşadıkları ağrı şiddetini düşürdüğü belirlenmiştir.
Yılmazoğlu E., 2022 (Doktora) (61)	Sarı kantarondan kalitesi yüksek yağların üretilmesi ve başta hiperisin olmak üzere katma değeri yüksek bileşenlerin saf hâlde elde edilmesini sağlamak	Sarı kantaron	Deneysel	-	Çalışma sonucunda piyasadaki ürünlerle yarışabilecek kalitede yüksek oranda hiperisin maddesi içeren yağlar üretilmesi hedeflenmiştir.
Yardımcı Buran B., 2021 (Yüksek lisans) (62)	Ülkemizde doğal olarak yetişmeyen fakat ticari amaçla kültürü yapılan H. italicum türüne ait uçucu yağ analiz etmek	H. italicum (Roth) G.Don bitkisi	Deneysel	-	Ülkemizde yetiştirilen H. italicum uçucu yağının tıbbi amaçlarla kullanılabilecek kalitede bir bitki olduğu belirlenmiştir.
Nizam N., 2021 (Yüksek lisans) (63)	Melissa officinalis L.'den elde edilen etanol ekstraktının lipozom yapılarıyla enkapsülasyonu sonucu oluşacak formülasyonun antimikrobiyal ve	M. officinalis	Deneysel	-	lipozomal formülasyonun sitotoksik olmadığı, Lipozomal formülasyon ile formüle edilecek az miktarda etken maddenin (M. Officinalis) antimikrobiyal etki için yeterli olduğu belirlendi.
Aydınlı A., 2020 (Doktora) (64)	Lavanta ve zencefil yağı kullanılarak uygulanan abdominal masajın yaşlı bireylerde görülen konstipasyona etkisini incelemek	Yaşlı bireyler	Randomize kontrollü deneysel	40 kişi Deney: 20 Kontrol: 20	Yaşlı bireylerde konstipasyon tedavisinde zencefil ve lavanta yağlarıyla yapılan abdominal masajın gayta kıvamını yumuşattığı, konstipasyon şiddetini ve konstipasyon ile ilişkili semptomları azalttığı belirlenmiştir.
Çomak C., 2019 (Doktora) (65)	Kedilerde muayene sırasında görülen stres seviyesinin, kedi stres skoru ile belirlenmesi ve stres üzerinde aromaterapötiklerin etkisinin değerlendirilmesi	42 kedi	Deneysel araştırma	42 kişi Deney: 21 Kontrol: 21	Aromaterapötik olan Pet Remedy maddesi, veteriner kliniklerinde muayene sırasında kedilerdeki stres skorunu azaltmıştır ve kliniklerde kullanılabilir olduğu görülmüştür.
Türer G., 2019 (Yüksek lisans) (66)	Pelargonium graveolens L'Her türünün uçucu yağ izolasyonunu ve bu yağın kimyasal analizini yapmak, yağın antimikrobiyal aktivitesini değerlendirmek	Itır bitkisi	Deneysel	-	Antimikrobiyal etkisi olan uçucu yağın Gram pozitif bakteriler üzerinde daha yüksek etkisinin olduğu görülmüş, ıtır bitkisinin uçucu yağlarından anti mikrobiyal maddelerin geliştirilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir.
Efe Ertürk N., 2019 (Doktora) (67)	Kemoterapi tedavisi alan kanser hastalarına uygulanan nane yağı aromaterapisinin bulantı, kusma ve öğürme semptomları üzerine etkisini belirlemek	Kemoterapi alan hastalar	Randomize kontrollü deneysel	80 kişi Deney:36 Kontrol: 44	Nane yağı uygulaması sonrası hastaların bulantı, kusma ve öğürme semptomlarında azalma olduğu ve hastaların daha az bulantı giderici ilaç kullandıkları belirlenmiştir.
İpek H., 2017 (Yüksek lisans) (68)	Karabaş otu bitkisinin sulu özütündeki inflamasyonda etkili olabilecek aktif fitokimyasal bileşenleri tanımlamak, iyileştirici etkileri belirlemek	Lavandula stoechas-Karabaş otu	Deneysel	-	L. stoechas bitkisinin içeriğindeki anti-inflamatuar özellikte etken saf maddelerin tanımlanmasının terapötik amaçla kullanımı açısından ve diyet takviye ürünlerinin geliştirilebilmesi için önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Kılavuz M., 2017 (Yüksek lisans) (69)	Gebelik döneminde kadınların non farmakolojik sağlık uygulamalarını kullanımlarını belirlemek	25. haftasını geçen gebe kadınlar	Tanımlayıcı	350 kişi	Tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemleri kullanmak isteyen gebeler konu hakkında bilgilendirilmeli, kadın doğum hemşiresiyle birlikte gebeye en uygun yaklaşım seçilmelidir.

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi (devam)

Sümer Dalkıran S., 2017 (Yüksek lisans) (70)	Preoperatif dönemde kanser hastalarına lavanta kullanılarak yapılan sırt masajının uyku kalitesine etkisini değerlendirmek	Kanser hastaları	Yarı deneysel	80 kişi Deney: 40 Kontrol: 40	Kanser hastalarına yatmadan önce yapılan sırt masajının uyku kalitesini arttırdığı belirlenmiştir.
Şentürk A., 2015 (Yüksek lisans) (71)	Hemodiyaliz hastalarına inhalasyon yöntemi ile uygulanan aromaterapinin anksiyete düzeyleri ve uyku kaliteleri üzerindeki etkisini incelemek	Hemodiyaliz hastaları	Deneysel	34 kişi Deney:17 Kontrol:17	İnhalasyon yolu ile uygulanan lavanta yağı aromaterapisinin hastaların gündüz uykululuk durumlarını azalttığı ve anksiyete düzeyini düşürdüğü belirlenmiştir.
Işık N., 2007 (Yüksek lisans) (72)	Anksiyeteyi gidermek amacıyla kullanılan Melissa officinalis' Passiflora incarnata ve Valeriana officinalis bitkilerini incelemek	Melissa officinalis' Valeriana officinalis, Passiflora incarnata, bitkileri	Tanımlayıcı	-	Çalışma sonucunda üç bitkinin de sedatif, hipnotik ve anksiyolitik etkinliği belirlenmiştir. Bitkisel ürünlerin kullanımında tüketim bilincini geliştirmek için etkili, kaliteli, güvenli ürün seçilmesi ve kullanım şekline dikkat edilmesi gerekmektedir.
Karagöz G., 2006 (Yüksek lisans) (73)	Kronik bel, sırt ve boyun ağrısı olan nöroşirurji hastalarının ağrıyı azaltmada kullandıkları tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin hemşirelik süreci sırasında belirlemek	Nöroşirürji kliniğinde yatan hastalar	Tanımlayıcı	96 hasta	Hastaların, tamamlayıcı ve alternatif tedavileri kullanma oranlarının yüksek olduğu sonucuna ulaşılmış, hemşirelik tanılaması aşamasında bireyleri tamamlayıcı ve alternatif tedaviler konusunda bilgilendirmek gerektiği belirlenmiştir.

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi (devam)

Çizelge 5. Dahil edilen tezlerin incelenmesi (devam)

TARTIŞMA

Tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemler kapsamında uygulanan aromaterapi, sinir veya dolaşım sistemine katılarak tüm vücut sistemlerini etkilemeleri dolayısıyla non-farmakolojik yöntemler olarak son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır. Aromaterapide kullanılan esansiyel yağların bireyler üzerinde fiziksel, psikolojik, emosyonel ve davranışsal olarak birçok etkisi mevcuttur (10- 55).

Mevcut çalışmada aromaterapi uygulaması ile ilgili yapılan tezlerin sonuçları incelendiğinde, çoğunlukla kanser hastaları (n=10), yaşlı hastalar (n=4), osteoartrit (n=2), romatoid artrit tanılı hastalar (n=1), hemodiyaliz hastaları (n=6), yoğun bakım ünitelerindeki hastalar (n=4) ve hemşireler (n=2) ile yapıldığı belirlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen tezlerde aromaterapinin; yorgunluk, ağrı düzeyi, fonksiyonel kapasite, stres, ajitasyon, anksiyete, premenstruel sendrom ile baş etme, konstipasyon, uyku kalitesi, konfor, memnuniyet, vital bulgular, oksijen satürasyonu, endorfin ve kortizol seviyeleri üzerine olan etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanıldığı görülmektedir. İncelenen tez çalışmalarının tamamına yakınında farklı yollarla uygulanan aromaterapinin yorgunluk (24,30,32), ağrı (2,14,15,19,23,24,28,30,38,42,49,51,52,55,56,60), anksiyete, kaygı, ajitasyon ve stres (2,11,15,18,21,25,28,29,31,34,35,37,38,41,49-51,65,71) düzeyini azalttığı, konfor düzeyini (2,10,42) ve uyku kalitesini (8,15,16,31,32,43,46,57,70,71) arttırdığı, bulantı-kusmada etkili olduğu (22,33,39,67), vital bulguları üzerinde olumlu etkilerinin olduğu (11,14,17,18,25,41,48) belirlenmiştir.

Aromaterapinin kullanıldığı farklı hasta gruplarından biri de erkek sporculardır. Bayer'in (2021) doktora tezinde sporcularda uyku kalitelerini arttırmak ve egzersiz sonrası toparlanma süresini hızlandırmak amacıyla masaj uygulamalarında lavanta, sarı kantaron ve kayısı yağları kullanılmış ve bu yağların olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir (54). Selçuk'un (2020) bir eczaneye gelen 18 yaş ve üstü bireyleri dahil ederek yaptığı yüksek lisans tezinde aromaterapinin diğer tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemlerine göre bilinirliği daha yüksek bulunmuştur (12). Çomak'ın (2019) bir aromaterapötik olan Pet Remedy'nin, veteriner kliniklerinde muayene sırasında kedilerdeki stres düzeyini düşürmesi nedeniyle kliniklerde kullanılmasının yarar sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, aromaterapinin sadece hasta bireyler üzerinde değil sağlıklı bireyler ve hayvanlar üzerinde de olumlu etkilerinin olduğu söylenebilir.

Bu derlemeye dahil edilen bazı tez çalışmalarının sonuçları incelendiğinde, H. italicum (Roth) G.Don bitkisi, sarı kantaron, ıtır, Passiflora incarnata, Valeriana officinalis, Melissa officinalis' gibi bitkilerin laboratuvar ortamlarında incelenmesi ve analiz edilmesi sonucunda aromaterapi alanında kullanılabilir bitkiler olduğu, antibakteriyel ve antiinflamatuar etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (55,61,62,66,72). Bu sonuçlar bitki özütleri ile ilgili yapılan çalışmalar arttıkça aromaterapide kullanılabilecek bitki çeşitlerinin artacağı şeklinde yorumlanabilir.

Çalışmaya dahil edilen tezlerin araştırma türlerinin tanımlayıcı, yarı deneysel ve deneysel araştırma deseninde olduğu görülmektedir. Deneysel çalışmalarda temel amaç yeni bir ürün ya da sonuç ortaya koymak, hastalıkların nedenini belirleyerek tedavisine yönelik ilaç bulmak ve uygulamaların etkinliğini değerlendirmektir. Bu araştırma desenlerinden randomizasyon kontrollü deneysel yöntem bulguların kanıt düzeyini yükseltmektedir (74). Araştırmada yer

aşan tezlerin çoğunun randomize kontrollü olarak yürütülmesi aromaterapinin etkinliğinin kanıt değeri yüksek bilgiler ışığında değerlendirilmesine olanak sunmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda çeşitli meslek profesyonellerinin araştırma alanları arasında yer alan aromaterapi, birçok hastalığın tedavi ve semptom yükünün hafifletilmesi, sağlıklı bireylerin sağlık düzeyinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılan non farmakolojik, tamamlayıcı ve alternatif uygulamalardan biridir. Çalışma sonucunda; Türkiye'de aromaterapi uygulamasının kullanımını değerlendiren lisansüstü tez çalışmalarının aromaterapinin birçok semptomun yönetiminde, sağlığın geliştirilmesinde ve iyileştirilmesinde etkili bir uygulama olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre aromaterapi uygulamasını konu alan tezlerin sayısının son yıllarda artış göstermekte olmasına rağmen hala nicelik açısından yetersiz olduğu; konuya ilişkin akademik araştırmaların sayısının artmasının diğer araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Laboratuvar ortamlarında deneysel yollarla bitkilerin incelenmesi, çeşitli hasta gruplarında uygulanmasının yaygınlaşması ve ülkemizde aromaterapi uygulayıcı sertifika programlarının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Gültekin, E. Ethical ıssues in aromatherapy courses in Turkey, Turkiye Klin. J. Med. Ethics-Law Hist. 28, 273–278, 2020.
2. Sayın Kasar, K. *Miyofasiyal Ağrı Sendromu Olan Bireylerde Tetik Nokta Enjeksiyonu Sırasında Uygulanan İnhaler Aromaterapinin Ağrı, Anksiyete, Konfor ve Kortizol Düzeyine Etkisi,* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, *2018.*
3. Gnatta, J. R., Kurebayashi, L.F., Turrini, R. N., Silva, M. J. Aromatherapy and nursing: historical and theoretical conception. Rev Esc Enfermü USP, 50,1,127-33, 2016.
4. https://www.nccih.nih.gov/health/aromatherapy Son Erişim Tarihi: 19.12.2022
5. Gül, A., & Eti Aslan, F. Ağrı Kontrolüne Kanıt Temelli Yaklaşım; Masaj ve Aromaterapi. Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri, 4,1, 2012.
6. Zor, M., Şimşek Küçükkelepçe, D., Gölbaşı, Z. Türkiye'de aromaterapinin etkisine yönelik yapılan hemşirelik tezlerinin incelenmesi. Turkish Journal of Clinics and Laboratory, 1, 77-94, 2021.
7. https://www.hopkinsmedicine.org/health/wellness-and-prevention/aromatherapy-do-essential-oils-really-work - :~:text=What Is Aromatherapy%3F,emotional center of the brain. Son Erişim Tarihi: 18.12.2022
8. Arıcıoğlu Sülün, A., *Kanserli Çocuklara Uygulanan Aromaterapi ve Müzik Dinletisinin Uykuya Etkisi,* Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2022.
9. Onaran Bilgin, N., *Cerrahide Aromaterapinin Yeri ve Hemşirelerin Aromaterapi Konusunda Tutum ve Deneyimlerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2022.
10. Terzi, A., *Karaciğer Hastalıklarında Aromaterapi Masajının Kaşıntı, Konfor, Deri Ph Düzeyi Ve Deri Nemliliğine Etkisi,* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2021.

11. Keşer, E., *Üst Gastrointestinal Endoskopi İşlemi Yapılan Hastalara Uygulanan Reiki Ve Aromaterapinin Vital Bulgular, Oksijen Saturasyonu Ve Kaygı Düzeyine Etkisi*, Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 2021.
12. Selçuk, B., *Eczaneye Başvuran Hastaların Klinik Aromaterapiye Bakış Açısının Belirlenmesi Ve Klinik Eczacının Aromaterapi Uygulamalarındaki Rolü*, Yüksek Lisans Tezi, Medipol Üniversitesi, İstanbul, 2020.
13. Metin Karaaslan, M., *Bebeklere Uygulanan Aromaterapi Ve Abdominal Masajın Konstipasyon Ve Annenin Kaygı Düzeyine Etkisi,* Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi,Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2020.
14. Tesfu Gebreselassıe, H., *Kronik Non-Malign Ağrısı Olan Yaşlı Bireylerde Aromaterapi El Masajının Ağrı Düzeyi Ve Yaşamsal Bulgulara Etkisi,* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2020.
15. Coşar Baykal, F., *Aromaterapi Masajının Kronik Nonmalign Ağrısı Olan Hastalarda Ağrı, Anksiyete Ve Uyku Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2019.
16. Öz, M., Yaşlılarda *Aromaterapi Masajının Uyku Kalitesi Ve Uykululuk Düzeyine Etkisi,* Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.
17. Gülşen, G., *Üst Gastrointestinal Endoskopi İşlemi Yapılan Hastalara Müzik Eşliğinde Uygulanan İnhaler Aromaterapinin Vital Bulgulara Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 2018.
18. Genç, H., *Lavanta Yağının Benign Prostat Hiperplazili Hastaların Ameliyat Öncesi Yaşam Bulguları Ve Kaygı Düzeyine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2017.
19. Gürakan, G., *Palyatif Bakım Alan Kanser Hastalarında Aromaterapi Sırt Masajının Ağrı Ve Plazma Beta Endorfin Düzeyine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2016.
20. Arslan, D., *Osteoartritli Bireylerde Aromaterapi Masajının Diz Ağrısı Ve Fonksiyonel Duruma Etkisi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2016.
21. Türten Kaymaz, T., *Orta Ve İleri Evre Demans Hastalarına Uygulanan Aromaterapinin Ajitasyon Ve Bakım Verenin Yüküne Etkisi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2016.
22. Zorba, P., *Masaj Ve İnhaler Yollarla Uygulanan Aromaterapinin Kemoterapiye Bağlı Akut Bulantı Kusmaya Etkisinin Karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2016.
23. Pehlivan, S., *Diz Osteoartritli Yaşlı Bireylere Uygulanan Aromaterapi Masajının Ağrı, Fonksiyonel Durum Ve Yaşam Kalitesine Etkisi*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2015.
24. Gök Metin, Z., *Romatoid Artritli Hastalarda Aromaterapi Masajı Ve Refleksoloji Uygulamalarının Ağrı Ve Yorgunluğa Etkileri,* Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2015.
25. Özdemir, H., *Esansiyel Hipertansiyonlu Kadınlara İnhalasyon Yoluyla Uygulanan Aromaterapinin Arteriyel Kan Basıncı, Nabız ve Kaygı Düzeyine Etkisi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2012.

26. Ovayolu, Ö., *Kemoterapi Alan Meme Kanserli Kadınlara Uygulanan Aromaterapinin Semptomlara Ve Yaşam Kalitesine Etkisi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2011.
27. Elmalı Şimşek, H., *İlaç Dışı Uygulamalardan Aromaterapi Ve Su Jok'un Postoperatif Ağrıya Etkisi*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2020.
28. Sezgin, Y., *Arterio-Venöz Fistül Kanülasyonu Öncesi Uygulanan Aromaterapi Ve El Masajının Ağrı Ve Stres Düzeylerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 2020.
29. Şimşek, P., *Lavanta Yağı Aromaterapisinin Acil Servis Sağlık Çalışanlarında Kalabalıklaşmayla İlişkili Anksiyete Düzeyi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2019.
30. İzgü, N., *El Ve Ayağa Uygulanan Aromaterapi Masajının Kemoterapi İlişkili Periferal Nöropatik Ağrı Ve Yorgunluk Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017.
31. Ayik, C., *Ameliyat Öncesi Dönemde Aromaterapi Masajının Anksiyete Ve Uyku Kalitesine Etkisinin İncelenmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir, 2016.
32. Muz, G., *Hemodiyaliz Tedavisi Alan Bireylerde İnhalasyon Yoluyla Uygulanan Aromaterapinin Uyku Kalitesi ve Yorgunluk Düzeyine Etkisi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2015.
33. Turkay, M., *Yoğun Bakımda Nazogastrik Tüp İle Beslenen Hastalara Uygulanan Abdominal Aromaterapi Masajının Gastrointestinal Semptomlara Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2020.
34. Karabulut, H., *Doğum Eyleminde Aromaterapinin Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014.
35. Tosun, Ö., *Aromaterapi, Müzikterapi Ve Vibrasyon Uygulamalarının Yenidoğanın Stres Ve Davranışları Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2013.
36. Aykut, E., *Aromaterapist Eğitim Programı İçeriğinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
37. Çetin, T., *Hemşirelik Öğrencilerine Uygulanan Aromaterapinin Sınav Kaygısına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 2022.
38. Kayım, İ., *Primipar Gebelerde Ylang Ylang Yağı Ve Limon Yağı İnhalasyonunun Aktif Fazda Doğum Ağrısı Ve Anksiyete Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2022.
39. Şancı, Y., *Kemoterapi Alan Çocuklara Uygulanan Aromaterapinin Bulantı-Kusma Yönetimine Ve Yaşam Kalitesine Etkisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2021.
40. Arslan Işık, N., *Üniversite Öğrencilerinin Sigara İçme Alışkanlıkları Üzerinde Aromaterapinin Etkisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2019.

41. Koç, E., *Lavanta Yağının Kronik Otitis Media Hastalarının Ameliyat Öncesi Yaşam Bulguları Ve Kaygı Düzeyine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2019.
42. Cenkci, Z., *Aromaterapinin Doğum Eylemindeki Ağrı, Konfor Ve Memnuniyet Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2017.
43. Gürler, M., *Menopozal Dönemdeki Kadınlara Uygulanan Aromaterapinin Uyku Ve Yaşam Kalitesine Etkisi,* Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaşi Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir, 2017.
44. Uzunçakmak, T., *Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Aromaterapinin Premenstruel Sendrom İle Baş Etmeye Etkisi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2016.
45. Taşdemir, N., *Gevşeme Tekniği, Aromaterapi Ve Her İki Yöntemin Birlikte Uygulanmasının Ameliyat Sonrası Ağrıya Etkisi*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2012.
46. Yaman, S., *Lavanta Yağıyla Uygulanan Sırt Masajının Yaşlıların Uyku Kalitesine Etkisinin Güncellenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Ensititüsü, Elazığ, 2011.
47. Çetinkaya, B., *Aromaterapi Masajının Bebeklerde Koliğin Giderilmesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2007.
48. Arslan, S., *Dokunma, Müzik Terapi Ve Aromaterapinin Yoğun Bakım Hastalarının Fizyolojik Durumlarına Etkisi*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2007.
49. Bulut, E., *Açık Kalp Ameliyatı Olan Hastalarda Lavanta Yağı Aromaterapisinin Ağrı, Anksiyete Ve İnspiratuar Kapasite Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2020.
50. Beyliklioğlu, A., *Aromaterapinin Mastektomi Öncesi Hastaların Anksiyeteleri Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2017.
51. Mutluay Yayla, E., *İnhaler Yolla Uygulanan Aromaterapinin İmplante Edilebilir Venöz Port Kateter İğne Girişine Bağlı Prosedürel Ağrı Ve Anksiyete Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2016.
52. İlter, SM., *Onkoloji Hastalarına Port Kateterizasyonu İşlemi Sırasında Uygulanan İnhaler Aromaterapinin Ağrıya Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 2016
53. Özfenerci, M., *Aromaterapide Kullanılan Bazı Uçucu Yağların Ve Kombinasyonlarının Antı-Quorum Sensıng Etkilerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2021.
54. Bayer, R., *Farklı Aromaterapi Yağları İle Yapılan Masajın Yorgunluk Ve Uyku Kalitesine Etkisi*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2021.
55. Kanca, C., *Diz Osteoartriti Olan Hastalarda, Isırgan-Zencefil Esansiyel Yağlarıyla Yapılan Masajın Ve Buz Uygulamasının Ağrı Üzerine Etkinliğinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 2019.

56. Tüzün Özdemir, S., *Hemodiyaliz Hastalarında Av Fistül Uygulaması Sırasında Oluşan Ağrıyı Gidermede Lavanta Aromaterapinin Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2019.
57. Aydın Yıldırım, T., *Huzurevinde Yaşayan Yaşlılarda Aromaterapi Uygulamasının Bilişsel Fonksiyonlar Ve Gündüz Uykululuk Durumuna Etkisi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017.
58. Barış, N., *Aromaterapinin Yoğun Bakım Ünitesinde Çalışan Hemşirelerin Stres Ve Anksiyeteleri Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2015.
59. Cürcani, M., *Hemodiyaliz Hastalarına Uygulanan Aromaterapinin Kaşıntı Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2012.
60. Taşan, E., *İnhaler Lavantanın Hemodiyaliz Hastalarında Damara Ulaşım Sırasında Oluşan Ağrıya Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 2018.
61. Yılmazoğlu, E., *Sarı Kantaron Otunun (Hypericum Perforatum L.) Batarya Tipi Bir Ekstraktörde Ekstraksiyonu Ve Hiperisin'in Saflaştırılmasının İncelenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2022.
62. Yardımcı Buran, B., *Türkiye'de Yetiştirilen Helıchrysum Italıcum (Roth) G.Don Kültürünün Uçucu Yağ Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2021.
63. Nizam, N., *Melıssa Offıcınalıs L. Bitkisinin Etanol Ekstraktının Nanolipozomal Formülasyonunun Antimikrobiyal Ve Sitotoksik Etkilerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2021.
64. Aydınlı, A., *Yaşlı Bireylere Lavanta Ve Zencefil Yağıyla Uygulanan Abdominal Masajın Konstipasyon Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2020.
65. Çomak, C., *Kedilerde Genel Muayene Sırasında Oluşan Stresin Davranış Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019.
66. Türer, G., *Pelargonium gravolens L'Her. Bitkisi Yapraklarından Uçucu Yağlarının İzolasyonu, Analizi Ve Antimikrobiyal Aktivitesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.
67. Efe Ertürk, N., *Kemoterapi Alan Hastalara Uygulanan Nane Yağının Bulantı, Kusma Ve Öğürme Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2019.
68. İpek, H., *Makrofaj Hücrelerinde Karabaş Otu (Lavandula Stoechas) Özüt Ve İkincil Metabolitlerinin Anti- İnflamatuar Etkisinin Moleküler Düzeyde İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2017.
69. Kılavuz, M., *Tamamlayıcı Ve Alternatif Sağlık Yaklaşımlarının Gebelikte Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017.
70. Sümer Dalkıran, S., *Preoperatif Dönemdeki Kanser Hastalarında Lavanta Yağı İle Yapılan Sırt Masajının Uykuya Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017.

71. Şentürk, A., *Hemodiyaliz Hastalarına İnhalasyon Yolu İle Lavanta Yağı Uygulamasının Anksiyete Düzeyi Ve Uyku Kalitesine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2015.
72. Işık, N., *Anksiyete Tedavisinde Kullanılan Bitkisel İlaçlar Üzerine Yapılan Çalışmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
73. Karagöz, G., *Sırt, Boyun, Bel Ağrıları Olan Ve Ameliyat Programına Alınan Nöroşirürji Hastalarının Ağrı Gidermede Kullandıkları Tamamlayıcı Ve Alternatif Tedaviler*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
74. Akın B, Koçoğlu D. Randomized controlled trials. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi. 4,1,73-92, 2017.

CERRAHİ DUMAN

Öğr. Gör., Songül GÜNGÖR [1]

[1] Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

songulgungor06@gmail.com - ORCID ID 0000-0003-2814-5378

ÖZET

'Duman' terimi, herhangi bir gazın canlı ve cansız materyaller dahil bio-aerosol içeren yan ürününü ifade etmek için kullanılır. Türk Dil Kurumu'na göre bir maddenin yanması ile çıkan ve içinde katı zerrelerle buğu bulunan değişik renklerde gazdır. Medikal literatürde ise; lazer doku ablasyonu ve elektrokoterin yan ürünü olarak 'duman', 'bulut' ve bazen aerosol ifadeleri kullanılır. Ultrasonik neşterlerin ürünü olarak yine sıklıkla 'bulut', aerosol ve buhar ifadeleri kullanılır. Cerrahi prosedürler sırasında hemostazı ve doku diseksiyonunu sağlayan birincil mekanizma, ısı üreten cihazlardır. Bu cihazlar; lazerler, elektro cerrahi ürünleri, ultrasonik üniteler, yüksek hızlı matkaplar ve testerelerdir. Bu aletlerin kullanımı ile hücrelere aktarılan enerji; ısı açığa çıkarır. Elektro cerrahide doku ısısı aniden 37 C°'den 100 C°'ye çıkartıldığında hücreler termal nekroza uğrar. Proteinler 70 C°'de, orijinal yapılarını kaybeder ve katılaşırlar.200 C'de hücre kömürleşir. Hücre sıvısı buharlaşır ve hücrenin bütünlüğü bozulur. Bunun sonucunda kesi ve cerrahi duman oluşur. Cerrahi duman; %95 su ya da buhardan, %5 hücre debrisi sonucu oluşan partiküllerden (kimyasallar, kan ve doku parçacıkları, virüsler ve bakterilerden) meydana gelir. Cerrahi dumanda yer alan kimyasalların çeşidi oldukça fazla olmakla birlikte ameliyathanelerde hasta ve çalışan güvenliğini tehdit etmektedir. Bu nedenle cerrahi dumanın ameliyathane çalışanları tarafından yan etkilerinin bilinmesi yöneticilerin ise bu dumanın ameliyathaneden tahliye edilmesi konusunda farkındalıkları önemli bir konudur.

Anahtar Kelimeler: Cerrahi duman, ameliyathane, hasta ve çalışan güvenliği

GİRİŞ

'Duman' terimi, herhangi bir gazın canlı ve cansız materyaller dahil bio-aerosol içeren yan ürününü ifade etmek için kullanılır (1). Türk Dil Kurumu'na göre bir maddenin yanması ile çıkan ve içinde katı zerrelerle buğu bulunan değişik renklerde gazdır (2). Medikal literatürde ise; lazer doku ablasyonu ve elektrokoterin yan ürünü olarak 'duman', 'bulut' ve bazen aerosol ifadeleri kullanılır. Ultrasonik neşterlerin ürünü olarak yine sıklıkla 'bulut', aerosol ve buhar ifadeleri kullanılır (1).

Cerrahi prosedürler sırasında hemostazı ve doku diseksiyonunu sağlayan birincil mekanizma, ısı üreten cihazlardır. Bu cihazlar; lazerler, elektrocerrahi ürünleri, ultrasonik üniteler, yüksek hızlı matkaplar ve testerelerdir. Bu aletlerin kullanımı ile hücrelere aktarılan enerji; ısı açığa çıkarır. Elektrocerrahide doku ısısı aniden 37 ºC den 100 ºC'ye çıkartıldığında hücreler termal nekroza uğrar. Proteinler 70 ºC de, orijinal yapılarını kaybeder ve katılaşırlar.200 ºC'de hücre

kömürleşir. Hücre sıvısı buharlaşır ve hücrenin bütünlüğü bozulur. Bunun sonucunda kesi ve cerrahi duman oluşur (3,4,5,6,7).

Endoskopik ve açık cerrahi işlemlerin yaklaşık %90 'ı bir miktar cerrahi duman oluşturur. Cerrahi duman 40 yıl önce ameliyathanelerin normal bir parçası gibi kabul edilirken, araştırmalar cerrahi dumanın sitotoksik, genotoksik ve mutajenik olduğunu, duman solunmasının olumsuz sağlık etkilerine yol açabileceğini açıkça göstermektedir. Elektrokoter ve lazerin dokuları disseke etmesi veya koagüle etmesi sırasında dokulardaki termal yıkıma bağlı oluşan duman içeriğindeki gaz ve partiküller (benzen, hidrokarbon, hidrojensiyanid, formaldehit, yağ asitleri, fenoller ve virüsler) solunum sistemi epitelinde irritasyona neden olarak öksürük, akut pulmoner yetmezlik, astım, kronik bronşit, baş ağrısı, bulantı, kusma, gözde yanma/yaşarma HIV, hepatit, kanser, dermatit, kardiovasküler disfonksiyon gibi çeşitli sorunlara yol açabilmektedir(6,8,9).

CERRAHİ DUMANIN BİLEŞENLERİ :

Cerrahi duman; %95 su ya da buhardan, %5 hücre debrisi sonucu oluşan partiküllerden (kimyasallar, kan ve doku parçacıkları, virüsler ve bakterilerden) meydana gelir (7,9).

Parçacık Boyutu:

Her tür ısı üreten cerrahi aletler; çeşitli boyutlarda partikül içeren cerrahi duman ya da bulut üretir. İçeriğinde daha küçük boyutlarda partikül barındıran cerrahi duman daha fazla hareket edebilir ve işlem sırasında cerrahi ekipte sadece scrup değil sirküle üyeleri (sirküle hemşire, anestezist gibi) de etkileyebilir. Bu nedenle aerosolize parçacık boyutunun belirlenmesi önemlidir. Havada kalan parçacıkların çapı 100 mikrometreden küçüktür. Çapı 5 mikrometre veya daha büyük olan parçacıklar burun, farenks, trakea ve bronş duvarlarında; çapı 2 mikrometre boyuttan daha küçük olan parçacıklar akciğerlerin gaz değişim bölgesi olan bronşiyollerde ve alveollerde birikir (10).

Her Tür Isı Üreten Cihaz İçin Ortaya Çıkan Cerrahi Dumanda Parçacık Boyutu

Alet	**Ortalama aerodinamik parçacık büyüklüğü**
Elektrocerrahi Ünitesi	0.07 mikrometre
Laser	0.31 mikrometre
Ultrasonik Neşter	0.35-0,65 mikrometre

Çizelge 1. Her Tür Isı Üreten Cihaz İçin Ortaya Çıkan Cerrahi Dumanda Parçacık Boyutu

Kimyasal Bileşim ve Olumsuz Etkileri: Cerrahi dumanda yer alan kimyasal maddeler oldukça fazladır. Sadece birkaç kimyasal bileşenin etkisinden bahsedilecektir. Tüm kimyasalların yarattığı sağlık problemleri tablo halinde verilmiştir.

İlgili kimyasalların ikisi, akrilonitril ve hidrojen siyanürdür. Akrilonitril cilt ve akciğerlerden absorbe edilebilir uçucu, renksiz kimyasal bir bileşendir. Akrilonitril 40 ppm (parts per million) solunduğunda burun ve boğazda tahrişe sebep olmakla beraber yapılan hayvan deneylerinde karaciğer ve böbrek hasarına da sebep olduğu belirtilmiştir. Akrilonitril, hidrojen siyanürü serbest bırakır. Hidrojen siyanür ise toksik ve renksizdir; ayrıca vücutta akciğerlere, cilt yoluyla ve gastrointestinal sistem yoluyla absorbe olur (10,11).

Benzen cerrahi dumanda tanımlanan kimyasallardan bir diğeridir ve Occupational Safety and Health Administration (OSHA), çalışanları benzen solumayla ilişkili tehlikelerden korumak için sets permissible exposure limits (PELs) olarak tanımlanan benzeni inhale etmenin sınırlarını belirler. Yani uzun süreli maruz kalma sınırlarını ortaya koyar. Benzen 1ppm (3mg/m3) solunduğunda baş ağrısı, halsizlik, iştahsızlık, kemik iliği hasarına (düşük seviyelerde uzun süre solunması kan hücrelerinin üretimini baskılar) neden olur. Solunum benzenine karşı korunma OSHA ‘nın önem verdiği bir konudur. Çünkü benzenin lösemi için tetikleyici olduğu kanıtlanmıştır. Yine OSHA’ya göre cerrahi duman içersinde yer alan asetaldehitin 15 dk boyunca 50 ppm (parts per million) solunması olumsuz etkileri başlatmakta göz, deri ve solunum sisteminde irritasyona, pulmoner ödeme, öksürüğe yol açabilmektedir (10,11).

Asetaldehit cerrahi dumanda yer alan bir kimyasal bileşendir ve göz, cilt ve solunum yolunu tahriş edicidir. Buharına maruz kalmak da eritem, öksürük, akciğer ödemini tetikler aynı zamanda teratojendir. Asetaldehite 15 dakika boyunca 50 ppm'ye maruz kaldıktan sonra olumsuz etkiler başlar (10,11).

Asetilen; baş ağrısına, baş dönmesine, azalmış görme keskinliğine, karar verme yetisinde azalmaya, hafıza ve koordinasyon bozukluklarına, güçsüzlüğe, bilinç kaybına, taşikardiye, hiperventilasyona, siyanoza neden olur (10,11).

Cerrahi Dumanın Kimyasal Bileşenleri		
Asetonitril	1-Decene	4-Metil Fenol
Asetilen	2,3-Dihidro İnden	2-Metil Propanol
Acroloin	Etan	Metil Pirazin
Akrilonitril	Etil Benzen	Fenol
Alkil Benzen	Etilen	Propen
Benzaldehyde	Formaldehit	2-Propilen Nitril
Benzen	Furfural	Piridin
Benzonitril	Hekzadekanoik Asit	Pirol
Bütadien	Hidrojen Siyanür	Stiren
Büten	İndol	Tolüen
3-Butennitril	Metan	1-Undesen
Karbonmonoksit	3-Metil Butenal	Ksilen
Kreozol	6-Metil İndol	

Çizelge 2. Cerrahi Dumanın Kimyasal Bileşenleri

Diğer Komponentler: Cerrahi dumanda kimyasal bileşenlerin yanı sıra bakteri, virüs, kan partiküllerinin de olması bu dumanın solunmasının tehlikeli olduğunu tekrar göstermektedir. Cerrahi duman 1980'lerin başı 1990'ların sonunda insan papilloma virüsü (HPV) ve HIV enfektivitesi yönünden çeşitli gruplarca incelenmiştir. Araştırmacılar, hastalık bulaştırabilen patojenlerin cerrahi duman içinde bulunduğunu belirlemişlerdir (10).

Cerrahi Dumanın Cerrahi Personele Zararları: Cerrahi duman rahatsız edici kokusunun yanı sıra çeşitli sağlık problemlerine de yol açar. Bu sağlık problemlerine aşağıdaki tabloda yer verilmiştir (9,10,11).

Cerrahi Dumanın Oluşturabileceği Sağlık Sorunları

- Akut ve kronik inflamatuar solunum değişiklikleri (örneğin, amfizem, astım, kronik bronşit)
- Anemi
- Anksiyete
- Kanser
- Kardiyovasküler fonksiyon bozukluğu
- Kolik
- Dermatit
- Göz tahrişi
- Baş ağrısı
- Hepatit
- HIV
- Hipoksi veya baş dönmesi
- Gözyaşı
- Lösemi
- Baş dönmesi
- Nazofarengeal lezyonlar
- Mide bulantısı ya da kusma
- Hapşırma
- Boğaz tahrişi
- Halsizlik

Çizelge 3. Cerrahi Dumanın Oluşturabileceği Sağlık Sorunları

Alınacak Önlemler:

- Ameliyathanelerde hava sirkülasyonunun her saat başı en az 15 dk sağlanması,
- Ameliyathanedeki tüm odaların pozitif basınçlı olması (Genel havalandırma sistemi için, sistem üreticisinin önerdiği doğrultuda filtrelerin değiştirilmesini sağlamak gerekir. Çünkü kirli hava filtreleri odadaki hava değişimlerini engeller. Cerrahi duman oluştuğunda, bireysel ya da merkezi 0.1 mikronu filtre edebilen (ULPA) veya yüksek verimli partiküllü hava filtresi (HEPA) olan duman tahliye ünitesi kullanılmalıdır. Duman tahliye sisteminin vakum cihazı mümkün olduğunca yakına (5 cm) yerleştirilmelidir.
- Cerrahi ekibin, lazer filtreleri olarak da adlandırılan yüksek filtrasyon maskeleri kullanması (Ameliyat maskesinin asıl amacı, hastaları cerrahi ekip üyeleri tarafından barındırılan enfeksiyonlardan korumaktır. Ancak sağlık profesyonellerinin de atmosfere salınan aerosollerden korunmaya ihtiyacı vardır. Cerrahi maskeler genellikle parçacıkları yaklaşık 5 mikrometreye kadar filtreler. Lazer filtreleri olarak da adlandırılan yüksek filtrasyon maskeleri, partikülleri yaklaşık 0.1 mikrometre boyutuna kadar filtreler. Dumandaki partikül maddenin yaklaşık %77'si 1,1 mikrometre ve daha küçüktür) (6,10,11).

Sonuç ve Öneriler

- Uygulama ortamında oluşan cerrahi dumanla ilgili olası zararların tespit edilmesi ve güvenli uygulamaların belirlenmesi;
- Cerrahi ekibin konu ile ilgili eğitim ve sertifika almasını; yeni ekipman, alet, malzeme alındığında bunların çalışmasıyla ilgili eğitimler alması;
- Dumanın bazı kimyasal bileşenlerinin, önerilen maruz kalma sınırlarının ve ilgili sağlık etkilerinin farkındalığı, cerrahi personeli eğitirken üzerinde durulması,
- Cerrahi personel ve hastanın akut ve kronik sağlık riskinin korunması için duman tahliye sisteminin birincil kontrol olarak kullanılması,
- Cerrahi işlem sayısı sadece ameliyathanelerde değil günü birlik cerrahi merkezleri, klinikler ve doktor ofislerinde artmaya devam ediyor, cerrahi dumanın var olduğu her klinikte önlem alınması,
- Türkiye'de cerrahi dumanın olumsuz etkileri ya da alınması gereken önlemler hakkında yapılan çalışmaların arttırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Alp, E., Bijl, D., Bleichrodt, R. P., Hansson, B., & Voss, A. (2006). Surgical smoke and infection control. *The Journal of hospital infection*, *62*(1), 1–5. https://doi.org/10.1016/j.jhin.2005.01.014

2. http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&kelime=DUMAN erişim tarihi 02.05.2019
3. Usta, E., Aygin, D., Bozdemir, H,. Uçar, N. Ameliyathanelerde cerrahi dumanın etkileri ve korunmaya yönelik alınan önlemler. Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi 2019; 6(1): 17-24.

4. Karjalainen, M., Kontunen, A., Saari, S., Rönkkö, T., Lekkala, J., Roine, A., & Oksala, N. (2018). The characterization of surgical smoke from various tissues and its implications for occupational safety. *PloS one*, *13*(4), e0195274. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274

5. Okgün Alcan, A., Yavuz Van Gıersbergen, M., Tanıl, V., Dinçarslan, G., Hepçivici, Z., Kurcan, Ç., Arıkan, E. & Dere, T. (2017). Bir Üniversite Hastanesinde Cerrahi Duman Riskleri ve Koruyucu Önlemlerin İncelenmesi. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi ,33 (2), 27-35. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/egehemsire/issue/32885/327169

6. Öğce F. Radyasyon-Laser Cerrahi ve Güvenlik. 2. Ulusal Sterilizasyon Ameliyathane Dezenfeksiyon Kongresi Kitabı.223-227.

7. https://www.researchgate.net/publication/265081394_Surgical_Smoke_What_Do_We_Know erişim tarihi: 02. 05.2019

8. Fencl JL. Guideline implementation: surgical smoke safety. AORN J. 2017; 105(5): 488-97.

9. Van Giersbergen, M. Y., Alcan, A. O., Kaymakci, S., Ozsaker, E., & Dirimese, E. (2019). Investigation of surgical smoke symptoms and preventive measures in Turkish operating rooms. *International Journal of Health Sciences and Research*, *9*(1), 138-144.

10. Ulmer BC. The hazards of surgical smoke. 2008; AORN J 87:721–734.

11. Okoshi K, Kobayashi K, Kinoshita K,Tomizawa Y, Hasegawa S, Sakai Y. Health risks associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel. Surg Today. 2015; 45 (8): 957–65.

Gebelik Döneminde Alt Üriner Sistem Semptomları ve Ebelik Bakımı

Sevgi AKBUZ
Develi 1 Nolu Aile Sağlığı Merkezi, Kayseri, TURKEY
sevgimerva@gmail.com
ORCİD ID: 0000-003-4703-1878

Öğr. Gör. Feray BUCAK
Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Şanlıurfa, TURKEY
feraykabalcioglu@hotmail.com
ORCİD ID: 0000-0002-2453-8310

ÖZET

Epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre üriner inkontinans için risk faktörlerinin; cinsiyet, genetik, yaş, yaşam tarzı, sigara içme, obezite, tıbbi durumlar ve bazı kronik hastalıklar (diyabet gibi), yetersiz fiziksel aktivite ve egzersiz yapmama, aşırı miktarda sıvı alımı, geçirilen pelvik cerrahi müdehaleleri, sık konstipasyon, gebelik ve doğum olduğu belirlenmiştir. Kadınlarda gebelik ile birlikte üriner sistemde, anatomik, fizyolojik ve mental olarak belirgin değişiklikler meydana gelir. Gebelik döneminde uterusun büyümesine bağlı olarak mesane, öne ve yukarı doğru itilir. Bu nedenle mesane 3. trimesterde pelvik organdan ziyade abdominal bir organ haline gelir. Gebelik döneminde, fizyolojik ve biyokimyasal birçok değişiklikler oluştuğu görülmektedir. Gebelikteki bu değişiklikler, östrojen ve progesteron hormonlarının etkisi ile gerçekleşmektedir. Gebelikte üriner sistem enfeksiyonları prevalansı sosyoekonomik faktörlerle de yakından ilişkilidir. Üriner sistem enfeksiyonu (ÜSE) gebelikte en sık görülen enfeksiyon hastalığıdır. Gebelikte meydana gelen anatomik, fizyolojik, hormonal ve mekanik değişikliklere bağlı olarak üretra ile mesane boynunun çalışmasını kontrol eden nöromüsküler ve konnektif dokularda, pelvik tabanın kas, sinir, ligament ve fasyalarında gerilmeler sonucunda hasarlanmalar meydana gelebilmektedir. Gebelik sürecinde meydana gelen bu değişiklikler alt üriner sistem semptomlarının (AÜSS) depolama semptomlarından olan noktüri, üriner inkontinans, artmış günlük idrar sıklığı ve acil idrar yapma isteğine neden olabilmektedir. AÜSS hastaların kendisi veya bakım veren kişilerin ifadesi ile tespit edilebilen bir durumdur. AÜSS depolama, boşaltım ve postmiksiyon olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır. AÜSS'nin gelişmesinde yaş, obezite, hareketsiz yaşam, diyabet, tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonları ve gebelik gibi risk faktörleri rol almaktadır. Gebeler zaten fizyolojik olarak enfeksiyona açık ve hassas oldukları bu dönemde risk faktörlerinin de etkisiyle enfeksiyon geçirmekte ve genellikle bu enfeksiyon tekrarlayıcı olmaktadır. Gebelikte görülen ve tekrarlayabilen bu enfeksiyonlar, sosyoekonomik gelir düzeyi düşük olan kadınlar arasında daha yaygındır. Kadınların enfeksiyona yatkınlığının arttığı gebelik sürecinde AÜSS'yı önlemek için yapılabilecek en iyi uygulama olası risk faktörlerini azaltarak, önlem almaktır. Gebeler, gebeliğin doğal fizyolojisi, olası risk faktörleri, üriner sistem enfeksiyonları, enfeksiyondan korunma yöntemleri konusunda eğitim ve danışmanlık hizmeti alarak bilgilendirilmelidir. Gebe, kendi öz bakım aktivitelerinin doğru uygulanışlarını bilmeli ve buna uygun şekilde davranışlarını geliştirerek enfeksiyona karşı önlem almalıdır. Gebelikte AÜSS'lerini azaltmak için; başta ebeler olmak üzere sağlık çalışanlarında gebelikte AÜSS ile ilgili farkındalık oluşturulması, ebelerin AÜSS olan gebelere risk faktörlerini

önlemeye yönelik eğitim, danışmanlık ve nitelikli bir doğum öncesi bakım hizmeti almasını sağlaması, sık sık AÜSS problemi olan gebelerin sağlık kuruluşlarına başvurmalarının sağlanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alt Üriner Sistem Semptomları, Ebelik Bakımı, Gebelik,

ABSTRACT

According to the results obtained from epidemiological studies, the risk factors for urinary incontinence; gender, age, genetics, lifestyle, obesity, smoking, medical conditions and some chronic diseases (such as diabetes), excessive fluid intake, insufficient physical activity and not exercising, previous pelvic surgery, frequent constipation, pregnancy and childbirth. Anatomical, physiological and mental changes occur in the urinary system in women with pregnancy.In this process, the bladder is pushed forward and upward due to the enlargement of the uterus and becomes an abdominal rather than a pelvic organ in the 3rd trimester. During pregnancy, many physiological and biochemical changes occur. These changes in pregnancy occur with the effect of estrogen and progesterone hormones. The prevalence of urinary tract infections during pregnancy is also closely related to socioeconomic factors. Urinary tract infection (UTI) is the most common infectious disease in pregnancy. Depending on the anatomical, physiological, hormonal and mechanical changes that occur during pregnancy, damage may occur as a result of stretching in the neuromuscular and connective tissues that control the functioning of the urethra and bladder neck, and in the muscles, nerves, ligaments and fascia of the pelvic floor. These changes that occur during pregnancy can cause nocturia, urinary incontinence, increased daily urinary frequency and urgency to urinate, which are among the storage symptoms of lower urinary tract symptoms (LUTS). LUTS is a condition that can be detected by patients themselves or by the statements of caregivers. LUTS are divided into three main groups: storage, excretion, and post-micturition. Risk factors such as age, obesity, sedentary life, diabetes, recurrent urinary tract infections and pregnancy play a role in the development of LUTS. During this period, when pregnant women are physiologically vulnerable and susceptible to infection, they become infected with the effect of risk factors, and this infection is usually recurrent. These recurrent infections during pregnancy are more common among women with low socioeconomic income. The best practice to prevent LUTS during pregnancy, when women's susceptibility to infection increases, is to take precautions by reducing possible risk factors. Pregnant women should be informed about the natural physiology of pregnancy, possible risk factors, urinary system infections, and infection prevention methods by receiving training and consultancy services. Pregnant women should know the correct application of their self-care activities and should take precautions against infection by developing their behaviors accordingly To reduce LUTS during pregnancy; It is necessary to raise awareness about LUTS in pregnancy among health workers, especially midwives, to ensure that pregnant women with LUTS receive education, counseling and a qualified prenatal care service to prevent risk factors, and to ensure that pregnant women with LUTS problems frequently apply to health institutions.

Keywords: Midwifery Care, Lower Urinary Tract Symptoms, Pregnancy

Giriş

Alt üriner sistem semptomları (AÜSS), postmiksiyon, depolama ve boşaltım semptomlarını da içeren "hastanın kendisi, bakıcısı ve eşleri tarafından algılanan ve sağlık profesyonellerinden yardım almayı gerektiren bir hastalık durumu" olarak tanımlanmaktadır (Abrams ve ark. 2003). Depolama semptomları, frequency (artan idrar sıklığı), urgensi (acil idrar yapma isteği), noktüri (gece bir veya daha fazla idrar yapma isteği duyma), nokturnal enürezis (uyku esnasında görülen idrar kaçırma), üriner inkontinans (Üİ; istemsiz idrar kaçırma), ve mesanede hassasiyet şeklinde görülmektedir. Boşaltım semptomları yavaş ve aralıklı idrar akışı, zayıf, çatallı, tereddütlü idrar yapma, hesitensi (duraksama), idrar yaparken zorlanma-ıkınma gibi belirtilerle ortaya çıkmaktadır. Postmiksiyon semptomlar ise işeme sonrası mesanenin tam olarak boşaltılamadığı hissi ya da işeme bittikten sonra damla damla idrar yapma şeklinde görülmektedir. AÜSS bu üç ana başlık altında sınıflandırılmakla birlikte, cinsel ilişkiyle (disparoni, vajinal kuruluk, cinsel ilişki sırasında veya sonrasında ağrı) ve pelvik organ prolapsusu ile ilişkili (bel ağrısı, sürüklenme hissi, ağırlık vs.) semptompları, genital ve alt üriner sistem ağrısına yönelik sorunları da kapsamaktadır (Abrams ve ark. 2003). AÜSS'nin gelişmesinde yaş, obezite, hareketsiz yaşam, diyabet ve tekrarlayan üriner enfeksiyonlar gibi bir çok risk faktörü rol almaktadır (Basak ve ark. 2013). Bunun yanı sıra gebeliğin de AÜSS' ye neden olan etkenler arasında olduğu belirtilmektedir. AÜSS gebelerde oldukça yaygın rastlanan ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen bir durumdur. Yapılan bir çalışmada gebelerin AÜSS prevalansı %81.6 olarak bulunmuştur (Balık ve ark. 2016). Gebelik ile birlikte gelişen hormonal değişiklikler ve mekanik baskılar bu durumun gerçekleşmesindeki en önemli etkenlerden biridir (Feleke ve ark. 2012). Gebelik döneminde artış gösteren östrojen ve progesteron hormonlarının etkisiyle bazı değişiklikler meydana gelmektedir. Artan östrojen hormonu ile birlikte vajen Ph'ı da artar ve bunun sonucunda vajinal flora olumsuz etkilenerek hem vajinal glikojen konsantrasyonunda artışa hemde hücresel bağışıklığın azalmasına neden olduğundan fırsatçı enfeksiyonlara zemin hazırlamaktadır (Torgerson ve ark. 2006). Gebelikte progesteron seviyesinin artması ise üreterler ile üretranın gevşemesine ve mesanenin detrüsör kasında hipotoni oluşmasına neden olabilmektedir. Üreterlerin peristaltizmindeki azalma ile üretero-vezikal sfinkter ve mesanede gevşemenin etkisi sonucunda rezidüel idrarda artış olması gebeyi üriner enfeksiyonlar açısından riskli hale getirmektedir (Helli ve ark. 2011). Gebelikte meydana gelen anatomik, hormonal, fizyolojik, ve mekanik değişikliklerden dolayı üretra ile mesane boynunun çalışmasını kontrol eden nöromüsküler ve konnektif dokularda, pelvik tabanın kas, sinir, ligament ve fasyalarında gerilmeler sonucunda hasarlanmalar meydana gelebilmektedir (Kocaöz ve Eroğlu, 2009). Gebelik sürecinde meydana gelen bu değişiklikler alt üriner sistem semptomlarının (AÜSS) depolama semptomlarından olan noktüri, üriner inkontinans, artmış günlük idrar sıklığı ve acil idrar yapma isteğine neden olabilmektedir (Wijma ve ark. 2001). Frequency (artan idrar sıklığı) ve noktüri (gece idrar yapma isteği) semptomları gebelikte en sık ve en erken dönemde karşılaşılan durumlardır (Saidi ve ark. 2005). Bu duruma ilk trimesterde artmış glomerüler filtrasyon hızı, son trimesterde ise büyüyüp genişleyen uterusun mesaneye yaptığı baskı sonucunda kapasitesindeki azalma nedeniyle gerçekleşmektedir. Ayrıca gebelikte idrar hacminin artması, aşırı şişmanlık, iri bebek ve karın içi basıncın artması gibi nedenlerde idrar kaçırmaya neden olan durumlardandır. Gebelerde

üriner inkontinansın önlenmesinde klinisyenler tarafından fazla kilo alımının önlenmesi ve Kegel egzersizleri önerilmektedir (Chaliha ve ark. 2002). Yapılan bir çalışmada, gebelikte AÜSS'den biri olan Üİ'sın yaygın görüldüğü ve buna bağlı olarak bu semptomun şiddeti arttıkça yaşam kalitesinin azaldığı bildirilmektedir (Güzel İnal ve Timur Taşhan, 2020). İlerleyen yaşın, çok ve sık aralıklarla doğumun pelvik taban kaslarında gevşemeye ve alt üriner sistemde işlevsel bozukluklar oluşturabileceği ve doğum sayısının artmasının AÜSS için risk faktörü olduğu bilinmektedir (Salonia ve ark. 2004). Yapılan bir araştırmada, doğumun sayısı ve şekli, iri bebek doğurma, epizyotominin açılması ile Bristol Kadın Alt Üriner Sistem Semptomları Soru Formu (BKAÜSS-SF)'ndan alınan puanlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (Timur Taşhan ve ark. 2012). Literatürde, multiparların primiparlara göre daha yaygın olarak AÜSS yaşadıkları rapor edilmiştir (Takahashi ve ark. 2016). Yapılan bir çalışmada, ikiden fazla doğum yapan kadınlarda AÜSS gelişme riskinin 3.65, depolama semptomlarının 3.73 ve işeme semptomlarının 2.43 kat arttırdığı tespit edilmiştir (Zhang ve ark. 2005). Yapılan başka bir çalışmada ise vajinal doğum yapanların sezaryen olanlara oranla dört kat daha fazla Üİ sorun yaşadığı, gebelik haftası ve sayısının artmasıyla da yine bu rahatsızlığı yaşama oranının arttığı belirlenmiştir (Güzel İnal ve Timur Taşhan, 2020).

Gebelik Döneminde Alt Üriner Sistem Semptomlarından Korunma

Vücudun dışarıya açılan kapısı olan vulva bölgesi ve dış üreme organları bedenin en sıcak ve nemli bölgesi olarak bilinmektedir. Genital bölgede yer alan vajen, üretra ve anüs anatomik y olarak birbirine çok yakın durumda bulunmaktadır. Bu yapı neticesinde dış üreme organlarının bu özelliği nedeniyle mikroorganizmaların hızlı ve kolay bir şekilde yerleşip çoğalması, üreyebilmesi ve enfeksiyon gelişimi için uygun bir alanı oluşturmaktadırlar. Gebelik sürecinde geçirilen ÜSE'nın maternal ve fetal sağlığa çeşitli ve farklı etkileri olabilmektedir. Maternal genitoüriner enfeksiyonlar abortus, erken doğum, ölü doğum ve neonatal ensefalopati gibi birçok olumsuz sonuçlar ile ilişkilendirilmiştir (Lee ve ark. 2019; Erdoğan Kunt ve Osmanağaoğlu, 2017).

Ayrıca bu risklerle birlikte gebelikte geçirilen ÜSE, preeklampsi için bir risk faktörü olarak bildirilmiştir (Klandensky, 2012; Easter ve ark. 2016).

ÜSE geçiren gebede, fetüs sadece enfeksiyon olarak etkilenmemekte aynı zamanda enfeksiyon için gebenin tedavisinde kullanılan ilaçlar da fetüsü etkileyebilmektedir. Literatür incelenmesinde kadınlarda ve gebelik sürecinde ÜSE'dan korunmaya yönelik birçok çalışma mevcut olup bu çalışmalar doğrultusunda korunma önerileri ve önlemleri belirlenmiştir (Stapleton ve Stamm, 1997; Olds, London ve Ladewig 2000; American College of Nurses-Midwives; 2005)

Çizelge1. Üriner Sistem Enfeksiyonlarından Korunma Önerileri

Stapleton ve Stamm' in (1997) üriner sistem enfeksiyonundan korunma önerileri:	• Mesane hijyeninin sağlanması ve korunması için günde en az 8 bardak su içilmeli, • Mesanenin boşaltılması ile ilgili alışkanlıklar geliştirilmeli, idrar hissedildiğinde mesane boşaltılmalı, • Cinsel ilişki sonrası mesane boşaltılmalı, • Tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonu veya atipik anatomi durumlarında sağlık uzmanına başvurulmalı. Önerisine göre antibiyotik kullanılmalı
Olds, London ve Ladewig' in (2000) üriner sistem enfeksiyonundan korunma önerileri:	• Alkol, kafein, gazlı içecekler gibi mesaneyi tahriş edebilecek meşrubatların tüketilmesinden kaçınılmalı, • Anüs çevresindeki bakterilerin mesaneye kolonizasyonunu önlemek için kadınlara genital bölge temizliğinin önden arkaya doğru yapılmasının öğretilmeli
American College of Nurses-Midwives' ın 2005 yılında üriner sistem enfeksiyonlarından korunma önerileri:	• Mesane temizliğinin sağlanabilmesi için günlük bol su tüketilmeli (6-8 bardak), • İdrarın tutulmaması, günde birkaç kez mesane boşaltılmalı (2 saatte bir), bakterilerin mesane duvarına yapışmasının önlenmeli, • Cinsel ilişki sonrası (30 dakika içinde) mesane boşaltılmalı • Cinsel ilişki sırasında su bazlı kayganlaştırıcı tercih edilebilir (bu kayganlaştırıcı üretranın zedelenmesini önleyerek bakterilerin kolonize olabilecekleri ortamı engelleyebilir), • İdrar veya defekasyon sonrasında genital bölgenin önden arkaya doğru temizlenmeli (bakterilerin üretradan uzaklaştırılmasına yardımcı olabilir), • İyi beslenilmeli, uyku düzenine dikkat edilmeli ve egzersiz yapılmalı, bu şekilde bağışıklık sisteminin güçlü kalması sağlanmalı, • Günde bir bardak kızılcık suyu içilerek bakterilerin mesane duvarına yapışması önlenebilir, ancak kızılcık suyu enfeksiyonu önlemeye yardımcı olabilir, • Üriner sistem enfeksiyonu için eğer hekim tarafından önerilmiş bir antibiyotik tedavisi var ise tedavi mutlaka tamamlanmalı, tamamlanmadığı takdirde daha ciddi bir enfeksiyona dönüşebilir.

Gebelik Döneminde Alt Üriner Sistem Semptomlarında Ebelik Bakımı

Kadın hayatının en önemli evrelerinden biri olan gebelik döneminde önemli fizyolojik değişiklikler görülmektedir. Gebelikte meydana gelen bu değişiklikler gebeyi, üriner ve genital enfeksiyonların oluşması ve ilerlemesi yönünden riskli bir grup haline getirmektedir. Gebelikte östrojen düzeyinin artmasıyla, vaginal pH'ında değişmekte, vaginal flora olumsuz etkilenmekte ve enfeksiyona yatkınlık meydana gelmektedir (Ekşi, 2019).

Gebelik sürecinde enfeksiyonun önlenebilmesi için bu konuda gebelere gerekli bilgilendirmelerin yapılması gerekmektedir.

Temel sağlık ve koruyucu sağlık hizmetleri kapsamında ebelerin danışmanlık ve eğitici rolleri ÜSE'dan korunmada oldukça önemlidir. ÜSE önlenebilir bir kadın sağlığı sorunu olduğundan, erken tanı ve tedavinin sağlanabilinmesi için doğum öncesi bakım hizmetine başvuruya gelen gebelere güncel bilgiler ışığında eğitim ve danışmanlık hizmeti verilmelidir (Morgan, 2004).

Eğitim/danışmanlık kapsamında gebe;

- ✓ Kadın anatomik ve fizyolojik doğal yapısı,
- ✓ Üriner sistem enfeksiyonunun (ÜSE) semptomları,
- ✓ ÜSE'nın fetal ve maternal etkileri
- ✓ Hekim önerisiyle verilen ilaçların etki mekanizmaları, olası yan etkileri, kullanım şekilleri hakkında kadının bilgilendirilmesi(özellikle tedaviye uyumun önemi)
- ✓ İyileşme sonrası enfeksiyonun tekrarının önlenmesi için gebenin alabileceği önlemler ve hijyen uygulamaların hakkında bilgilendirilmelidir (Çalışkan 2020, Morgan 2004).

Genital bölge enfeksiyonlarının oluşumunun engellenebilmesi için uyulması gereken hijyen kuralları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Ege ve Eryılmaz, 2005; Tann, Mpairwe, Morison, Nassimu, Hughes 2006; Taşkın 2011):

- ❖ El hijyenine dikkat edilmeli eller, her tuvalet öncesinde ve sonrasında su ve sabun ile iyice yıkanmalıdır.
- ❖ Gün aşırı olacak şekilde / haftada en az bir kez ayakta duş olacak şekilde banyo yapılmalıdır.
- ❖ Mümkün olduğunca ortak kullanılan klozet ve tuvaletlerin zorunluluk halleri dışında kullanılmamalıdır. Ortak kullanım alanı olan açık tuvaletlerde ise elle temastan kaçınılmalı, kapı kollarına, musluk başlarına ve sifona doğrudan temastan kaçınılmalı mümkün olduğunca peçete kullanılmalıdır.
- ❖ Vajinal duş, vajinal florayı bozarak enfeksiyona sebep olduğu için kesinlikle yapılmaması gerekmektedir.
- ❖ Gebeler özellikle sentetik çamaşirlardan kaçınmalı, pamuklu ve bambu özellikteki iç çamaşırları kullanmalıdır. Ayrıca iç çamaşırları kişiye özel olmalı, her gün değiştirilmeli, uygun yıkama ısısında yıkandıktan sonra güneş ışığında kurutulmalı ve özellikle ağ kısımları ütülenmelidir.
- ❖ Günlük ped kullanımı bölgenin nemli kalmasına neden olduğu için özel durumlar dışında kullanılmamalı onun yerine her gün iç çamaşırı değiştirilmelidir.

- Düzenli olarak mekanik olmayan yöntemlerle genital bölge tüy temizliği yapılmalı ve bu bölge nemli bırakılmamalıdır.
- Eliminasyon sonrası genital bölge suyla yıkanmalı, renksiz ve kokusuz olan bir tuvalet kağıdı ile kurulanması gereklidir.
- Vulva bölgesi yapısal olarak ince mukozadan meydana geldiği için tahrişi önlemek amacıyla genital bölgeye pudra, sprey, ıslak mendil, parfüm ve deodorant gibi kimyasal içerikli maddelerin kullanılmaması gereklidir.
- Bedeni çok sıkan dar kıyafetlerin kullanılması bölgede ısı artışına neden olacağından önlenmesi gerekir.
- Havuz veya denize girildikten sonra ıslak mayonun hemen çıkarılması ve duş alınması gerekmektedir..
- Güvenli bir cinsel birliktelik için kondom kullanılmalı ve tek eşli cinsel ilişki yaşanması gerekmektedir.
- Gebelere, normal vajinal akıntının özellikleri hakkında bilgilendirme yapılmalı ve bunun dışında meydana gelen durumlar ile ilgili hekime başvurması gerektiği bildirilmelidir.

KAYNAKLAR

Abrams P, Cardozo L, Fall M, et al. The standardisation of terminology in lower urinary tract function: report from the Standardisation Sub-committee of the International Continence Society. Urology. 2003; 61: 37-49.

American College of Nurses-Midwives, Urinary Tract Infections, Volume 50, No. 6, November/December 2005

Balık, G., Güven, E. S. G., Tekin, Y. B., Şentürk, Ş., Kağıtcı, M., Üstüner, I., Mete Ural, Ü., Şahin, F. K., "Lower urinary tract symptoms and urinary incontinence during pregnancy", LUTS, 8 (2), 120–124, 2016.

Basak T., Kok G. & Guvenc G. (2013) Prevalence, risk factors, and quality of life in Turkish women with urinary incontinence: a synthesis of the literature. International Nursing Review 60, 448–460

Chaliha C, Khullar V, Stanton SL, et al. Urinary symptoms in pregnancy: are they useful for diagnosis. Br J Obstet Gynaecol,2002;109:1181-3

Ege, E., Eryılmaz, G. (2006), Kadınlara verilen planlı eğitimin genital hijyen davranışlarına etkisi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(3), 8-16.

Çalışkan, E. (2020). *Gebelerde üriner sistem enfeksiyonlarına yönelik öz bakım davranışlarının geliştirilmesi programının etkililiği* (Master's thesis, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa).

Easter, SR. Cantonwine, DE. Zera, CA. Lim, KH. Parry, SI. Mcelrath, T. Urinary Tract Infection During Pregnancy, Angiogenic Factor Profiles, And Risk of Preeclampsia, Am J Obstet Gynecol. 2016 Mar;214(3): 387.e1-7. doi: 10.1016/j.ajog.2015.09.101

Ekşi, Z. (2019), Bölüm Adı: Doğum Sonu Dönem, İçinde: Hemşirelik ve Ebelik için Kadın Sağlığı ve Hastalıkları, Editör: Hediye Arslan Özkan, Ankara: Akademisyen Kitapevi, 1, s: 493-534.

Erdoğan Kunt, Ö. Osmanağaoğlu, (2017). Gebeliğinde Asemptomatik Bakteriürisi ve İdrar Yolu Enfeksiyonu Saptanan Hastalarda Kullanılan Farklı Antibiyotiklerin Etkinliği, (Uzmanlık Tezi), Yöktez (Tez no:478226)

Güzel İnal C, Timur Taşhan S. Gebelikte üriner inkontinans ve yaşam kalitesi üzerine etkisi. ADYÜ Sağlık Bilimleri Derg. 2020;6(2):150-160. doi:10.30569.adiyamansaglik.711065

Helli, A., Dolapçıoğlu, K., Çekiç, Ç. (2011), Gebelikte üriner sistemde meydana gelen anatomik ve fizyolojik değişiklikler, Türk Üroloji Seminerleri, 2, 121-123.

Kladensky, J. Urinary Tract Infections in Pregnancy: When To Treat, How To Treat, And What To Treat With, Ceska Gynekol. 2012 Apr;77(2):167-71.

Kocaöz S, Eroğlu K. Gebelik ve vajinal doğum sonrası dönemde stres üriner inkontinansın önlenmesinde konservatif tedavi yöntemleri ve hemşirenin rolleri [Conservative treatment methods of stress urinary incontinence during pregnancy and after vaginal delivery and roles of nurse: review]. Turkiye Klinikleri J Nurs Sci. 2009; 1: 94-102. Turkish.

Lee, A. Mullany, LC. Quaiyum, M. Mitra, DK. Labrique, A. Christian, P. Ahmed, P. Uddin, J. Rafiqullah, I. DasGupta,S. Rahman, M. Koumans, EH. Ahmed, S. Saha, SK. Baqui, AH. Effect Of Population-Based Antenatal Screening And Treatment Of Genitourinary Tract Infections On Birth Outcomes in Sylhet, Bangladesh (MIST): A Cluster-Randomised Clinical Trial, Lancet Glob Health 2019; 7: e148–59.

Morgan, K. L. (2004). Management of UTIs during pregnancy. *MCN: The American Journal of Maternal/Child Nursing*, *29*(4), 254-258.

Olds, S. B., London, M. L., & Ladewig, P. A. (2000). Maternal Newborn Nursing. Paramus, NJ: Prentice Hall Health.

Saidi A, Delaporte V, Lechevallier E. Urological conditions encountered during Pregnancy. Prog Urol 2005;15:1-5.

Salonia A, Zanni G, Briganti A, Fabbri F, Rigatti P, Montorsi F. (2004b). Kadın cinsel işlev bozukluklarının yönetiminde üroloğun rolü. Ürolojide Güncel Görüş; 14: 389-393.

Stapleton, A., & Stamm, W. E. (1997). Prevention of urinary tract infections. Infectious Disease Clinics of North America, 11(3), 719-730.

Takahashi S, Takei M, Nishizawa O, et al. Clinical Guideline for Female Lower Urinary Tract Symptoms. Low Urin Tract Symptoms. 2016; 8: 5-29

Tann, C.J., Mpairwe, H., Morison, L., Nassimu, K., Hughes, P., Omara, M., Mabey, D., … Elliott, A.M. (2006), Lack of effectiveness of syndromic management in targeting vaginal infections in pregnancy in Entebbe, Uganda. Sexually Transmitted Infections, 82(4):285-289.

Taşkın, L. (2011), Üreme sistemi enfeksiyonları ve cinsel yolla bulaşan hastalıklar. Doğum ve Kadın Sağlığı Hemşireliği, Sistem Ofset Matbaacılık, Ankara, IX. Baskı, 585-610.

Timur-Taşhan, S., Kızılkaya, Beji, N., Arslan, E., Yalçin, Ö., "Determining lower urinary tract symptoms and associated risk factors in young women", Int. J. Gynaecol Obstet., 118 (1), 27–30, 2012

Torgerson, R.R., Marnach, M.L., Bruce, A.J., Rogers, R.S. (2006), Oral and vulvar changes in pregnancy. Clinics in Dematology, 24(2), 122–132.

Yeshitela, B., Gebre-Selassie, S., Feleke, Y. (2012), Asymptomatic bacteriuria and symptomatic urinary tract infections (UTI) in patients with diabetes mellitus in Tikur Anbessa Specialized University Hospital, Addis Ababa, Ethiopia. Jul, 50(3), 239-49

Zhang, W., Song, Y., He, X., Xu, B., Huang, H., He, C., Hao, L., Li, Y., "Prevalence and risk factors of lower urinary tract symptoms in Fuzhou Chinese women", Eur. Urol., 48, 309–313, 2005.

Wijma, J., Weis Potters, A. E., Wolf, B. T., Tinga, D. J., Aarnoudse, J. G., “Anatomical and functional changes in the lower urinary tract during pregnancy”, BJOG, 108 (7), 726-732, 2001

Doğum- Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliğinin Rol ve Sorumlulukları

Sevgi AKBUZ
Develi 1 Nolu Aile Sağlığı Merkezi, Kayseri, TURKEY
sevgimerva@gmail.com
ORCİD ID: 0000-003-4703-1878

Öğr. Gör. Feray BUCAK
Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Şanlıurfa, TURKEY
feraykabalcioglu@hotmail.com
ORCİD ID: 0000-0002-2453-8310
TLF: 05325044523

ÖZET

Kadın sağlığı, kadınların fiziksel, duygusal, kültürel ve sosyal yönden tam bir iyilik halinde olmalarıdır. Kadın sağlığı toplum, kültürel değerler, kişiler arası ilişkiler, çalışma ortamı, sosyo-ekonomik durum ve politikalar gibi birçok faktörden etkilenen bir durumdur. Kadın sağlığı hemşireliği, kadın odaklı bütüncül bir yaklaşım sağlayan ileri düzey hemşirelik yöntemlerinin uzmanlaşmış bir alanıdır. Uygulamada, uzman kadın sağlığı hemşireleri; sağlığın geliştirilmesi, araştırma, rehberlik-danışmanlık, eğitim ve kişisel gelişim gibi pek çok farklı konuda hizmetler sunar. Bu hizmetler kadınların tüm yaşamları boyunca devam eder. Kadın sağlığı hemşireliği ve alanında uzmanlaşma programının amacı; kadın sağlığının korumasını, gebelik, doğum ve lohusalık sürecinde anne ve bebeği olası risklerden korunması, mevcut hastalık durumunda tedaviyi destekleyerek iyileşme sürecine yardımcı olunması, sağlığını geliştirici bir anlayış çerçevesinde gerekli rehabilitasyonu sağlayarak yaşam kalitesinin yükselmesini sağlamaktır. ABD'de Ulusal Kadın Sağlığı Hemşireliği Derneği (NPWH), kadın sağlığı hemşirelerinin özel alanlarda uzmanlaşmasını destekleyerek kontrasepsiyon, kanser tanılama ve önleme, menopoz, kolposkopi ve servikal hastalıkların yönetimi, cinsel yolla bulaşan hastalıklar, gebelik, kadın sağlığı, cinsellik, kadın sağlığında primer bakım, kadınlarda idrar sorunlarının yönetimi gibi konularda eğitim programları düzenlemekte veya katkıda bulunmaktadır. Ülkemizde Doğum ve Kadın sağlığı hastalıkları hemşireliği; hemşirelik eğitiminden sonra yüksek lisans programıyla edinilen bir uzmanlık alanı olmasına karşın yetkileri sınırlandırılmıştır. Kadınların yaşam süresinin uzaması ve jinekolojik hastalıkların artması kadın sağlığı hemşireliğinde özel alanları gündeme getiren bir durumdur. Fakat ülkemizde tarama, tanılama, uygulama, cinsel yolla bulaşan hastalıklara, menopoz, infertilite, jinekolojik kanser gibi dönemlere yönelik herhangi bir düzenlemenin olmadığı görülmektedir. Kadın Sağlığı Hemşireliği unvanını aldıktan sonra branşlaşmayı destekleyecek yönetmeliklerin olması gereklidir. Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi uzman hemşirelerin rol ve sorumluluklarının yeniden düzenlenmesi, geliştirilmesi ve özel alanların yasal düzenlemelerle desteklenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Kadın Sağlığı, Rol ve Sorumluk

ABSTRACT

Women's health is the state of complete physical, emotional, cultural and social well-being of women.Women's health is a situation that is affected by many factors such as society, cultural values, interpersonal relations, working environment, socio-economic status and policies. Women's health nursing is a specialized field of advanced nursing methods that provides a woman-focused holistic approach. In practice, specialist women's health nurses; provides services in many different areas such as health promotion, research, guidance-counseling, education and personal development. These services continue throughout women's entire lives. The aim of the specialization program in the field of women's health nursing; to protect women's health, to protect mother and baby from possible risks during pregnancy, childbirth and puerperium, to assist the healing process by supporting the treatment in case of existing disease, and to increase the quality of life by providing the necessary rehabilitation within the framework of a health-enhancing understanding. In the USA, the National Association of Women's Health Nursing (NPWH) supported the specialization of women's health nurses in contraception, cancer diagnosis and prevention, menopause, colposcopy and management of cervical diseases, sexually transmitted diseases, pregnancy, women's health, sexuality, primary care in women's health. organizes or contributes to educational programs on topics such as the management of urinary problems in women.Obstetrics and Gynecology Nursing in our country; Although it is an area of expertise acquired through a graduate program after nursing education, its powers are limited. The prolongation of the life expectancy of women and the increase in gynecological diseases is a situation that brings special areas to the agenda in women's health nursing. However, it is seen that there is no regulation in our country for screening, diagnosis, application, sexually transmitted diseases, periods such as menopause, infertility, gynecological cancer. After receiving the title of Women's Health Nursing, it is necessary to have regulations to support branching. As in developed countries, the roles and responsibilities of specialist

nurses need to be reorganized and developed, and special areas need to be supported by legal regulations.

Keywords: Nursing, Role And Responsibility, Women Health

GİRİŞ

Türk Hemşireler Derneği (THD) Eğitim Komisyonunun 1981 yılında yapmış olduğu tanıma göre; "Hemşirelik, bireyin, ailenin ve toplumun sağlığını ve esenliğini koruma, geliştirme ve hastalık halinde iyileştirme amacına yönelik hemşirelik hizmetlerinin planlanması, örgütlenmesi, uygulanması, değerlendirilmesinden, bu kişilerin eğitiminden sorumlu bilim ve sanattan oluşan bir sağlık disiplinidir". Hemşirelik, birey, aile ve toplumun sağlık durumu ile ilgilenen, insanı tanımayı ve insanın hayatı boyunca deneyimlediği, sağlık/ hastalık durumlarında gereksindiği bakım ve uygulamaları gerçekleştirmektedir. Ülkemizde hemşirelik okulu ilk defa 1920 yılında, Amiral Bristol Hastanesine bağlı olarak kurulmuş, Ardından, 1925 yılında Kızılay derneğine bağlı olarak Kızılay Hemşire Okulu açılmıştır (Erdil 2012; Ulusoy 1998). Lisans düzeyinde ilk olarak 1955 yılında Ege Üniversitesinde Hemşirelik Yüksekokulu açılmış ve ardından diğer üniversitelerde de hemşirelik yüksekokullarının açılmaya başlamasıyla hemşirelik eğitiminin ve mesleğinin gelişmesinde önemli ilerlemeler olmuştur (Yürügen, 2007). Ülkemizde ilk kez Hacettepe Üniversitesinde 1968 yılında Yüksek lisans ve 1972 yılında Doktora programları açılmış, zamanla bir çok üniversite de yüksek lisans ve doktora programları başlayarak halen bu alandaki eğitimler devam etmektedir. Yüksek lisans ve Doktora programları hemşirelikte; İç Hastalıkları Hemşireliği, Hemşirelik Esasları, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği, Psikiyatri Hemşireliği, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği, Halk Sağlığı Hemşireliği, Hemşirelik Öğretimi ve Hemşirelikte Yönetim olmak üzere toplam dokuz ana bilim dalında yürütülmektedir (Erdil 2012; Yürügen 2007). Türkiye'de Hemşirelikte Uzmanlaşma alanında; 2007'de yenilenen "Hemşirelik Kanunu" ile birlikte hemşirelik mesleğinde uzmanlaşma yasal olarak tanımlanmıştır. Resmi gazetede 2010 yılında yayımlanan Hemşirelik Yönetmeliği ile uzman hemşireliğin tanımı; «Uzman hemşire: Mesleğiyle ilgili lisansüstü eğitim alarak uzmanlaşan ve diploması Bakanlıkça tescil edilen hemşire» şekliyle tanımlanmıştır. Yönetmelikte, hemşirenin genel görev, yetki ve sorumluluklarının yanında kadın sağlığı hemşiresinin de görev ve sorumlulukları tanımlanmış, ancak kadın sağlığı hemşiresinin çalışması gereken özellikli birim ve alanlar tanımlanmamıştır. Yönetmelikte, kadın sağlığı hemşiresinin görev, yetki ve sorumlulukları arasında; gebelik öncesi çiftlere eğitim ve danışmanlık hizmeti verme, gebelik dönemi, doğum eylemi ve doğum sonrasında riskli durumları erkenden fark etme, önerilen tedavileri uygulama, gerektiğinde sevk etme, anne ve yenidoğanın izlem, bakım ve muayenesini yaparak son olarak da anaçocuk sağlığının korunup geliştirilmesinde kadına eğitim ve danışmanlık hizmetinin verilmesi yer almaktadır (Hemşirelik Yönetmeliği 2010).

Kadın Sağlığı Ve Hastalıkları Hemşireliği

Kadın sağlığı, kadınların duygusal, fiziksel, sosyal ve kültürel yönden tam bir iyilik halinde olması şeklinde tanımlanmaktadır. Kadın sağlığı toplum, çalışma ortamı, kültürel değerler, kişiler arası ilişkiler, sosyo-ekonomik yapı ve politikalar gibi birçok faktörden etkilenen bir durumdur (Women's Health Office, 2003;Kendig, 2012). Kadın sağlığı hemşireliği, kadın odaklı bütüncü bir yaklaşım sağlayan ileri düzey hemşirelik yöntemlerinin uzmanlaşmış bir alanıdır. Uzman kadın sağlığı hemşirelerinin sunduğu hizmetler sadece üreme ile ilgili sınırlı olmayıp kadınların tüm yaşamı boyunca devam eden sağlığın geliştirilmesi, eğitim, rehberlik/danışmanlık, araştırma ve kişisel gelişim gibi pek çok farklı konuda hizmet sunmaktadır. Kadın sağlığı ve hastalıkları alanında uzmanlaşma programının amacı; kadın sağlığı alanında uzmanlaşmış hemşireler tarafından kadın sağlığını koruyucu ve geliştirici bir anlayış çerçevesinde daha nitelikli sağlık hizmetinin sunulmasını sağlamaktır (National Organization of Nurse Practitioner Faculties in Partnership with The American Association of Colleges of Nursing, 2002; Curran, 2002; Kendig, 2012). Özellikle kadın ve çocukların yoksulluk, savaşlar, göçler ve işsizlikten da fazla etkilendiği ve bu nedenle kadın sağlığı ve çocuk hemşirelerine daha fazla rol ve sorumluluk düştüğü ve onlara daha fazla ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir (UNICEF 2014).

Dünyada Doğum, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği

Amerika Birleşik Devletlerinde Kadın Sağlığı, Obstetrik ve Yenidoğan Hemşireleri Derneği (AWHONN) ve Ulusal Kadın Sağlığı Hemşireliği Derneği (NPWH), kadın sağlığı hemşireliğine özgü hemşirelik uygulamalarını 'birey, aile ve toplumların gerçek ve potansiyel sağlık sorunlarının değerlendirilmesi, tanı ve tedavisinin sağlanması amacıyla uzmanlık bilgisi gerektiren, dinamik ve son derece özerk rolleri olan özel bir uygulama alanı olarak tanımlamaktadır' (Association of Women's Health, Obstetric and Neonatal Nurses & National Association of Nurse Practitioners in Women's Health 2000; Curran 2002). Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde kadın sağlığı alanında rol alan, hemşirelik alanında yüksek lisansını tamamlamış sertifikalı hemşireler, ebeler ya da kadın sağlığı pratisyen/uygulayıcı hemşireleri ileri düzey kadın sağlığı hemşireleridir. ABD'de Ulusal Kadın Sağlığı Hemşireliği Derneği (NPWH), kadın sağlığı hemşirelerinin özel alanlarda uzmanlaşmasını desteklemekte ve kontrasepsiyon, kanser tanılama ve önleme, menopoz, kolposkopi ve servikal hastalıkların yönetimi, cinsel yolla bulaşan hastalıklar, gebelik, kadın sağlığı, cinsellik, kadın sağlığında primer bakım, kadınlarda idrar sorunlarının yönetimi gibi konularda eğitim programları düzenlemekte veya katkıda bulunmaktadır (National Association of Nurse Practitioners in Women's Health 2014b).Sertifika programına katılarak mezunu olan hemşireler cinsel yolla bulaşan hastalıkların önlenmesi ve bakımı, aile planlaması danışmanlığı, üreme sağlığı ve gebelik, doğum- doğum sonu ve yenidoğan bakımı gibi ana çocuk sağlığı alanlarında bakım hizmeti verebilirken, uzman kadın sağlığı hemşiresi sertifikalı hemşirenin hizmet sunduğu kısıtlı alanlara ek olarak kimi tanı tetkiklerini yapılabilme, kronik ve mental sağlık problemleri yönetimi gibi daha geniş kapsamlı hizmet verebilmektedir. Lisansüstü ve sertifika programları, kadın sağlığının korunması ve geliştirilmesi konusunda hemşirelerin ilgi

ve becerilerini yükseltmek, üreme sağlığı, cinsel sağlık, meme kanseri, serviks kanseri gibi alanları kapsayan kadın sağlığı alanında teorik bilgiyi arttırmak ve bu teorik bilgiyi pratiğe döndürmek amaçlı sürdürülmektedir (Güngör ve ark. 2013). Hemşirelik eğitimi bir çok ülkeye göre daha gelişmiş olan ABD özellikle kadın sağlığı hemşireliğinde öncü olmuştur. Bu nedenle ülkemizdeki kadın sağlığı hemşirelik eğitimi programının ABD hemşirelik eğitim sistemi incelenerek yeniden düzenlenmesi hedeflenmektedir (Partovi Meran ve Hotun Şahin, 2014).

Ülkemizde Kadın Sağlığı Hemşireliği

Kadın Sağlığı Hemşireliğinin amacı; kadının yaşam dönemi boyunca sağlığını korumasını ve yükseltmesine yardımcı olmak, gebelik, doğum ve lohusalık sürecinde anne ve bebeği risklerden korumak, sağlığı korumak ve hastalık durumunda tedaviye yardımcı olup iyileşme sürecine yardımcı olmak, gerekli rehabilitasyonunu sağlamak, yaşam kalitesini yükseltmektir. Ülkemizde Doğum ve Kadın sağlığı hastalıkları hemşireliği; hemşirelik eğitiminden sonra yüksek lisans programıyla edinilen bir uzmanlık alanıdır (Karaçam ve Eroğlu, 2019). Ülkemizde Kadın Sağlığı Alanında 702 kadın sağlığı hemşireliği ile ilgili derslerin yürütülmesini sağlayan toplam 702 akademik personelin evren oluşturduğu 165 kişiyle yapılan çalışmada %45,5'i Yüksek lisansını ve %52,1'i doktorasını Doğum ve Kadın Sağlığı Hemşireliğinde, %18,8 yüksek lisansını ve %8,5'i doktorasını ebelikte yapmışlardır. %12,1'i KS Hemşireliğinde, %1,2'si Ebelikte Doçent olmuştur. Bu sayılar ülkemizde Kadın Sağlığı Hemşireliği alanında hizmet sunan akademik insan gücünün günden güne iyileşmeye doğru gittiğini göstermektedir (Şahin ve Özkan, 2018).

2011 yılında düzenlenen Hemşirelik Yönetmeliğine göre Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği nin görevleri:

Hemşirenin genel görev, yetki ve sorumluluklarının yanı sıra;

a) Çiftlere, gebelik öncesi eğitim ve danışmanlığını yapar.

b) Kadının gebelik dönemine özgü bakım ve izlemlerini yapar.

c) Gebelikte gelişebilen riskli durumları erken dönemde fark eder ve önerilen tedavileri uygular ve gerektiğinde sevk eder.

ç) Doğumun uygun koşullarda yapılması için hastayı yönlendirir.

d) Doğum eylemiyle ilgili normalden sapmaları izler ve bildirir.

e) Yeni doğan bebeğin bakımını ve muayenesini yapar.

f) Erken ve geç lohusalık döneminde anne ve yeni doğan bakımını yapar.

g) Ana çocuk sağlığının korunup geliştirilmesinde kadına eğitim ve danışmanlık yapar. (aile planlaması danışmanlığı, emzirme danışmanlığı, sağlıklı cinsel yaşam, genetik hastalık riski taşıyan ailelere danışmanlık, periyodik jinekolojik ve meme kontrolü, pap smear vb. testler için yol gösterir ve yardımcı olur) (Hemşirelik Yönetmeliği 2011).

Yönetmelikte, hemşirenin genel görev, yetki ve sorumluluklarının yanı sıra kadın sağlığı hemşiresinin de görev ve sorumlulukları tanımlanmış, ancak kadın sağlığı hemşireliğine ilişkin özellik taşıyan birim ve alanlar tanımlanmamıştır (Hemşirelik Yönetmeliği 2011).

Kadın sağlığı hemşireliğinde geliştirilmesi gereken roller, bakım verici, iletişim ve kişilerarası iletişim, sağlık eğitimi ve danışmanlık, profesyonel rol olmak üzere belli başlı dört grupta ele alınmıştır. Bu roller arasında;

- Kolposkopi uygulamak ve değerlendirmek,
- Ultrason uygulamak ve değerlendirmek,
- Post koidal test ve analiz yapmak,
- İnseminasyon işlemini uygulamak,
- Bazı ilaçların reçete edilmesi ve kullanımı ve etkilerini değerlendirmek,

gibi hemşirelik rolleri ülkemiz kadın sağlığı hemşireleri arasında henüz üzerinde durulmayan konulardır (Partovi Meran ve Hotun Şahin 2014).

Kadın sağlığı hemşireliği rol ve sorumluklarına bakıldığında yaşam boyu gebelik, doğum, postpartum, yeni doğan bakıma yönelik kapsamlı ve bütüncül bakım sağlamak olduğu görülmektedir. Kadın yaşam süresinin artması ve jinekolojik hastalıkların artması kadın sağlığı hemşireliğinde özel alanları gündeme getirmektedir. Fakat ülkemizde tarama, tanılama, uygulama, cinsel yolla bulaşan hastalıklara, menopoz, infertilite, jinekolojik kanser gibi dönemlere yönelik herhangi bir düzenlemenin olmadığı görülmektedir. Kadın Sağlığı Hemşireliği unvanını aldıktan sonra branşlaşmayı destekleyecek yönetmeliklerin olması gereklidir. Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi uzman hemşirelerin rol ve sorumlulukların yeniden düzenlenmesi, geliştirilmesi ve özel alanların yasal düzenlemelerle desteklenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak; ABD örneğinde de görüldüğü gibi kadın sağlığı hemşireliği alanında uzmanlaşma, hemşirelerin bağımsız ve profesyonel rollerini daha nitelikli bir şekilde ortaya koymalarını kolaylaştırmakta ve sağlık ekibi içinde mesleki saygınlığı arttırmaktadır. Bu bağlamda, ülkemizde de kadın sağlığı hemşireliği alanında uzmanlaşmaya yön verilmesi ve eğitim müfredatlarında gerekli düzenlemelerin ve standartların belirlenmesi için araştırma ve yayınların yapılmasına gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

Association of Women's Health, Obstetric and Neonatal Nurses & National Association of Nurse Practitioners in Women's Health (2000). The women's health nurse practitioner: Guidelines for practice and education. Washington DC.

Curran, L. (2002). The Women's Health Nurse Practitioner: Evolution of a Powerful Role, AWHONN Lifelines, 6(4): 332–337. doi: 10.1111/j.1552-6356.2002.tb00498.x.

Erdil F. (2012). Mesleğin İçin Güçlü Birliği Oluşturmaya Var Mısın? http://www.kalpdamarcerrahisihemsireleri.org.tr/index.php/ world-sports.html (10.10.2012).

Güngör İ., Rathfisch G., Kızılkaya Beji N.(2013). Kadın Sağlığı Hemşirelerinin Rol Yetki ve Sorumluluklarının Uluslararası Düzeyde İrdelenmesi. F.N. Hem. Derg (2013) Cilt 21 - Sayı 1: 49-56.

Hemşirelik Yönetmeliği: 8 Mart 2010 (2010).

http://www.turkhemsirelerdernegi.org.tr/hemsirelik-yonetmeligi. aspx (10.10.2012).

Karaçam, Z., & Eroğlu, K. (2019). Hemşirelik ve Ebelik: Görev, Yetki ve Sorumluluklardaki Benzerlik ve Farklılıklar. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 9(2), 211-227.

Kendig, S. (2012). Women's Health Nurse Practitioner. Nurses For A Healthier Tomorrow Education İnfo. http://www.nursesource.org/education_info.html

National Organization of Nurse Practitioner Faculties in Partnership with The American Association of Colleges of Nursing. (2002). Nurse Practitioner Primary Care Competenciesin Specialty Areas: Adult, Family, Gerontological, Pediatric, and Women's Health. US Department of Health and Human Services Health Resources and Services Administration Bureau of Health Professions Division of Nursing. http://c.ymcdn.com/sites/www.nonpf.org/resource/resmgr/competencies/primarycarecomps02.pdf

National Association of Nurse Practitioners in Women's Health (2014b). Special Expertise in Women's Health. http://www.npwh. org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3282 (01.11.2014)

Şahin, N. H., & Özkan, H. A. (2018). Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi Özel Sayısı-Journal Of Women's Health Nursing Special Issue. Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 1(Özel Sayı (Special Issue) 1), 1-584.

Ulusoy, F. (1998). Türkiye'de Hemşirelik Eğitiminin Tarihsel Süreci. C.Ü. Hemşirelik yüksekokulu Dergisi, 2(1): 1-8.

Yürügen B. (2007). Türkiye'de Hemşirelik ve Hemşirelik Eğitimi Tarihi, http://www.hemsirelersitesi.com/hemsitar.htm (10.10.2012).

Women's Health Office. (2003). Our definition of Women's Health. McMaster University, Faculty of Health Sciences. http://www.fhs.mcmaster.ca/women/office.html

THE COMPARATIVE STUDY OF ANTIBIOFILM PROPERTIES OF SOME HERBAL EXTRACTS TOOTHPASTES AGAINST *STREPTOCOCCUS MUTANS*

NİSA SİPAHİ [1]

[1] Düzce University, Tradinational and Complementary Medicine Research and Applied Centre, sipahi.nisa@gmail.com- 0000-0001-8915-3545

ABSTRACT

There has been a return to natural methods in recent years. In this sense, the use of natural products in oral and dental health is gradually increasing. Therefore, the number of toothpastes containing natural extracts is gradually increasing on the market. However, it is not known whether these products are really effective on pathogenic bacteria. For this reason, it was aimed to investigate the effectiveness of some natural extract-containing toothpastes that are commercially available in this study. Three different toothpastes were tested in the study (TP1, TP2, TP3). The growth inhibition rates of toothpastes against *S.mutans* were determined by microdilution method. Likewise, biofilm reduction was determined using 96 well plate and calculated according to the OD absorbance. MIC values were determined as $MIC_{1/4}$, $MIC_{1/2}$, MIC_{90}, MBC. TP3 was the most inhibitory toothpaste examined. The minimal dose, which reduced approximately 90% of the biofilm formation of streptococci cells were determined 187.5 mg/ml (±4.97, ±3.19) for TP1 and TP3, 94 mg/ml (±3.19) for TP2. The natural herbal toothpastes tested in the study have inhibitory effect against *S.mutans* biofilms. It was cocluded that these natural products have promising effects against *S. mutans.* More scientific studies should be conducted with traditional medicine products, and the findings of in vitro studies should be clinically supported.

Key Words: Antibiofilm; Antimicrobial; *S. mutans;* Medicinal plant; Toothpaste

1. INTRODUCTION

Traditional medicine practices have been coming to the forefront in recent years. In this sense, there is a return to nature life in the prevention of many diseases or in the protection of health. Especially many pharmacological effects of medicinal plants are reported [1-3]. Therefore people resort to natural antimicrobials due to increased resistance to antimicrobial agents and their negative side effects. The antimicrobial effects of medicinal plants have been studied for many years. In the conducted studies, the antimicrobial effect of many medicinal plants against gram-negative and gram-positive bacteria has been shown. Therefore, natural products or herbal extracts are important alternatives as antimicrobial agents [4]. But on the other hand, commercial products sold on the market for this purpose are released to the market without testing whether there is an effectiveness.

Nevertheless natural antimicrobial preservatives can have a high effect, especially since they are in direct contact with the causative pathogen on the oral and throat mucosa. The oral cavity is the most exposed part of the body to microbial colonization. Therefore, microbial factors are

the most important casue that impairs dental and oral health. Although its microbiota creates a balance for oral health, sometimes this can cause opportunistic species to multiply and form dental diseases with excessive reproduction and nutrition, hygiene disorders [5-7]. In particular, biofilm formation is the main reason of tooth loss [8,9]. Biofilms are stable structures formed by microorganisms attached to the surface and each other. They live in matrix embedded in the extracellular polymers they produce [10]. In general, biofilms escape from host defense mechanisms due to their natural structure and are resistant to antimicrobial agents. Biofilm also provides convenience to microorganisms in creating chronic infection [11,12]. Currently, 65% of nosocomial infections are associated with biofilm formation. Therefore, the elimination of biofilms is very important from a therapeutic point of view, both in dental diseases and in other infectious diseases. Biofilms created by bacteria, especially in the oral mucosa, cause dental plaque, and this causes tooth decay by damaging the stable, hard tissue of the teeth [13].

Streptococcus mutans are the most important species in terms of biofilm forming and dental pathogens. Its biofilms allow it to colonize the tooth. *S. mutans* is a potential cariogenic bacterium whose natural habitat is the oral flora. It has acidogenity and the ability to convert a wide variety of carbohydrates into organic acids [14,15]. Acid resistance is one of the important virulens factors. Lactic acids produced by *S. mutans* can interact with opportunistic pathogens such as *Candida* in oral flora and cause more biofilm formation [16]. Therefore, effective control of *S. mutans* in oral biofilms is highly necessary for the prevention and treatment of dental caries [17]. There are many natural products on the market that are related to elimination of biyofilm. There are herbal mixed mouthwashes and toothpastes. However, testing of their effectiveness is not mandatory. There are antimicrobial studies of plant extracts in the literature, but commercial products in paste form are not studied much. The purpose of this study is not to compare the effectiveness of natural extracts, but to investigate the effectiveness of commercial complex products sold on the market. It was aimed to investigate the effectiveness of retail natural toothpastes containing several medicinal plants against *S. mutans.*

2. EXPERIMENTAL STUDIES

2.1. Toothpastes

Three different natural herbal toothpastes used in the study were obtained from the market. Contents of products are given in Table 1. The purpose of this study is not to compare the effectiveness of natural products, but to investigate the effectiveness of commercial products sold on the market. However, the names of the companies were not given for company rights reasons. The market research was conducted under the name "commercial product".

Table 1. Ingredients of the tested toothpaste

Toothpaste	CONTENTS
TP1	*Fragaria verca* fruit extract [strawberry], *Magnolia officinalis* bark extract and inactive ingredient
TP2	*Salvadora persica* extract, propolis extract, *Ganoderma lucidium* [reishi mushroom] extract and inactive ingredient

TP3	*Vaccinium angustifolium* [blueberry] fruit extract, *Magnolia officinalis* bark extract and inactive ingredient

TP: Toothpaste

2.2. Test Bacterium

S. mutans ATCC 25175 which is the Gram-positive biofilm forming bacterium was used for the study and it cultured in Tryptic Soy Agar (TSA, from Merck) or on Tryptic Soy Broth (TSB, from Merck) supplemented with 0.2 % bovine serum (Sigma) at 37°C.

2.3. Bacterial Susceptibility Assay

The minimum inhibition concentration (MIC) of toothpastes were determined by the microdilution method. TSB was used as the test medium. Toothpastes were studied in the range of 1500 to 0.25 mg/mL. Serial dilutions of pastes and 5×10^5 CFU/mL bacteria were added to each well and incubated at 37°C. The dilution without growth was determined as MIC. To determine the minimum bactericidal concentration (MBC) of toothpastes 50 µl of each dilution showing no growth was spread on TSA plates. MBC was defined as the lowest concentration that killed more than 99.9% of initial inoculum. All assays were performed in triplicate.

2.4. Determination of Antibiofilm Effect

TSB containing 1% saccharose as the test medium used to support biofilm development. A hundered fifty µl of medium inoculated with the bacterium about $5x10^5$ CFU/mL and incubated 24 h 37˚C. Following that, 50 µl containing 11 different concentrations of the toothpastes were placed in triplicate to 96-well. After the incubation at 24 h 37˚C, bacteria were removed and the plate washed 3 times with phosphate buffered saline (PBS, from Sigma-Aldrich). Subsequently, 200 µl of 0.1% crystal violet (Merck) solution were added and well plate was incubated for 20 min at room temperature (RT). Then the solution was poured and the plate washed 3 times with PBS again. It left to dry at RT for 15 min. A hundred µl of 95% ethanol was added to remove the cells forming biofilms and trapped the dye, and transferred into a clean well. OD measured at 490 nm [18,19]. Absorbance value (OD) was read by using microplate reader (Biotek BT 800, USA) and experiments were performed in triplicates. The inhibition percentage of biofilm formation was calculated using the following formula:

$$\text{inhibition \%} = \frac{\text{OD in control} - \text{OD in treated}}{\text{OD in control}} * 100$$

2.5. Statistical Analysis

Data are given as mean [± SD]. The statistically significant differences of the groups were determined with Kruskall Wallis analysis of variance by using SPSS 15.0.

3. RESULTS

3.1. Inhibitory Effects of Toothpastes on *S. mutans*

Toothpastes exhibited inhibitory activity against *S. mutans*. The MIC and MBC values are given in Table 2. The MIC was higher for the TP1 than the other toothpastes while MBC was the same for TP1 and TP2. TP3 was the most inhibitory toothpaste examined (Fig. 1). The inhibition rates for each concentration was determined by accepting the control group as 100. Inhibition rates of toothpastes at the MIC_{90} concentrations showed a statistically significant difference. When each of the toothpastes was compared with the other, the MBC concentrations were significantly different only for TP2 ($p<0.05$).

Table 2. MIC and MBC of toothpastes

	$MIC_{1/4}$	$MIC_{1/2}$	MIC_{90}	MBC
	mg/ml [±SD]			
TP1	11.5 ±1.26	23.0 ±4.05	94 ±2.20	187.5 ±1.23
TP2	5.75 ±0.98	11.5 ±3.60	46 ±1.70	187.5 ±0.92
TP3	5.75 ±3.84	11.5 ±2.33	23 ±1.81	94 ±0.55

MIC: Minimum inhibition concentration, MBC: Minimum bactericidal concentration, TP: Toothpaste, ±SD: standart deviation

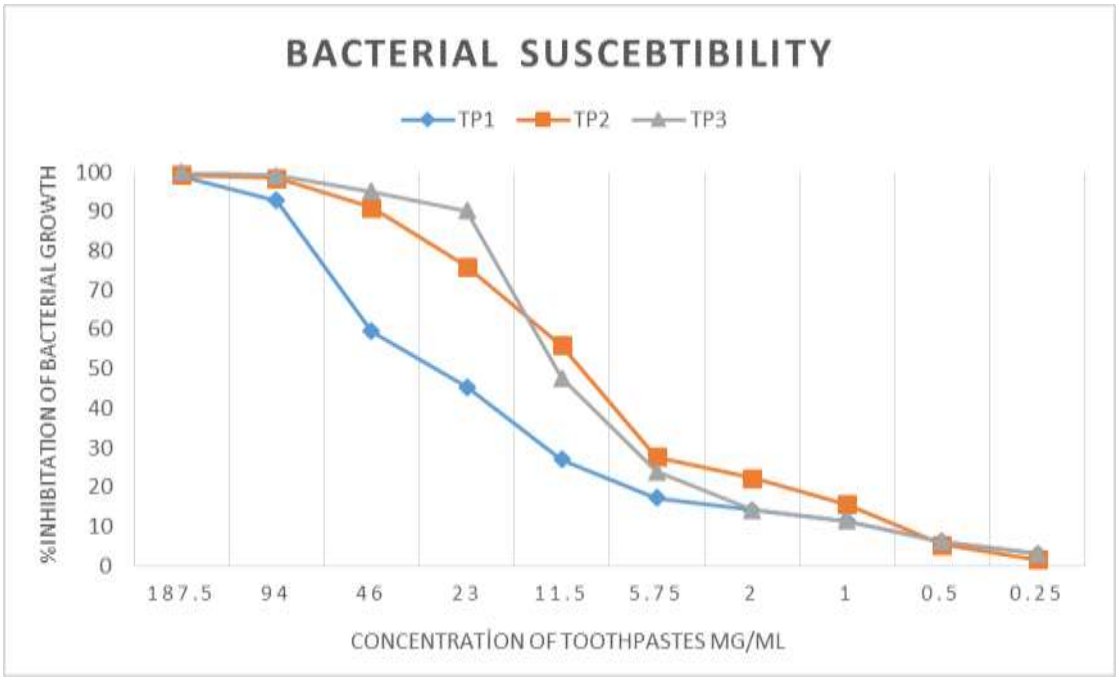


Figure 1. The effect of toothpastes on streptococcal growth

3.2. Inhibitory Effects of Toothpastes on *S. mutans* Biofilm

The antibiofilm effect was determined by accepting the untreated control group as 100%. The minimal dose, which reduced approximately 90% of the biofilm formation of streptococci cells were determined 187.5 mg/ml for TP1 and TP3, 94 mg/ml for TP2. In addition, there were observed that 11.5 mg/ml for TP2, 46 mg/ml for TP1, 94 mg/ml TP3 reduced more than 70% of biofilm formation. The biofilm mass decrease depending on the concentration is shown in

Figure 2. The biofilm blocking effect of toothpastes (it is accepted that elimination of more than %90 biofilm mass) no showed a significant difference between toothpastes. ($p>0.05$). However, when compared biomass elimination of all concentrations, TP2 was significantly different from the others.

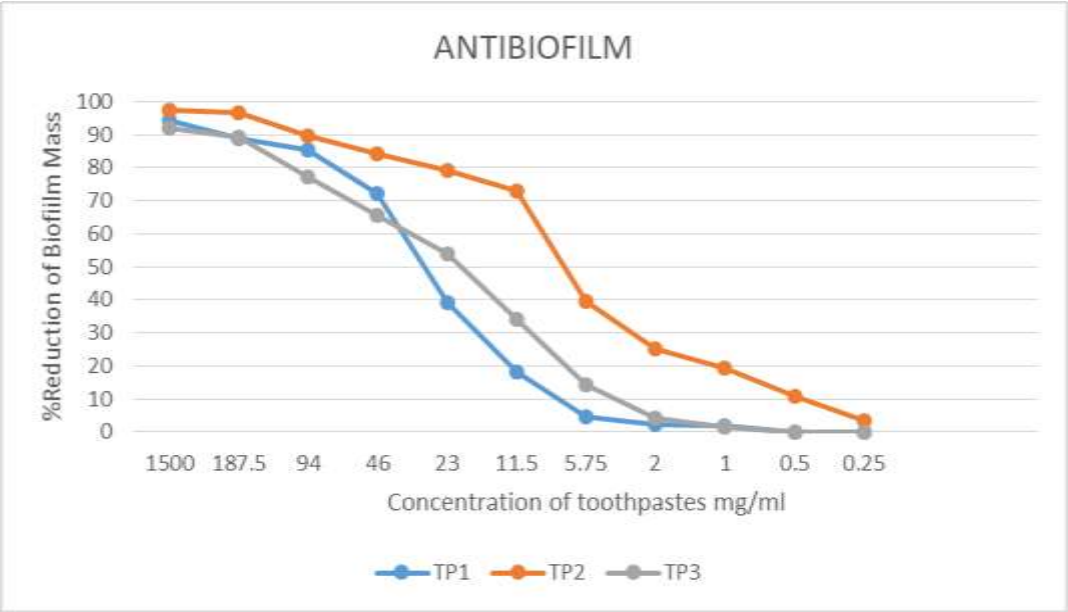


Figure 2. The effect of toothpastes against streptococcal biofilm

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

Natural products are more involved in our lives in recent years. Most products produced for various purposes, from disease prevention to hygiene and care products, find a place in the market without supervision. Considering the side effects of chemical products, it is very possible that there is a tendency towards natural products. However it should be noted that should be known the effectiveness and safety of the natural product which money and time are spent [20]. Efficacy testing is not mandatory for natural products on the market. Therefore, it is not clear whether it is effective or not.

Fluoride compounds are generally used to prevent caries, but the effectiveness of fluoride against biofilm is a matter of debate. Moreover, the development of resistance to fluoride has also been reported [21,22]. There is looking for the new products that are effective in protecting oral and dental health. In this sense, natural products have both health-beneficial effects and antimicrobial effects because the active ingredients which they have [23,24]. In addition, toothpastes containing natural compounds are increasing on the market every day [25]. Therefore it was investigated in this study, the antimicrobial properties of some natural herbal toothpates which are commercial products. Accordingly, it was concluded that toothpaste has antimicrobial effect against *S. mutans* and it contributed greatly to the reduction of biofilm formation. In recent years, the resistance of *S. mutans* to fluoride has led to the search for alternative natural products in scientific research [4,21,22]. Barosso et al. investigated the inhibitory activity of green and black tea on *S. mutans* dental plaque and determined the inhibition values as MIC 12.5 mg/ml and MBC 12.5 mg/ml [26]. Also green tea extract and

EGCG have been reported to be of interest for oral mucositis treatment [27]. In another study, it was reported that 5600 mg/ml of baicalin inhibited *S. mutans* biofilms and growth [4]. Dimou et al found that mouthwash containing basil and St. John's Wort completely inhibited biofilm formation [13]. Braga et al. 2020 reported that *M. chamomilla* has an anti-caries effect [9]. Nomura et al. showed that *Citrus unshiu* has growth inhibition and antibiofilm effect against *S. mutans* [28]. In the another study compared the antibiofilm properties of 7 different propolis and found the highest MIC values for *S. mutans* as 82.60±6.92 mg/ml and the lowest MIC ratio as 46.21±7.84 [29]. Awavdah et al. stated that propolis can be useful in root canal treatments and reported that it is effective in *Candida* biofilms and that propolis is promising endodontic in this sense [30]. In a previous study, mouthwash with propolis was compared with commercial chlorhexidine and it was seen that the product with propolis was more effective against *S.mutans*, *Enterecoccus faecalis* and *Lactobacillus acidophilus* [31]. Çakır et al tested 11 different toothpastes against *S.mutans* strains and found that the mixture containing *G.lucidum* was more effective [25]. In another study, it was reported that *S. persica* affected the growth of *S. mutans*, reduced colonization of *S.mutans* to the surface of teeth and inhibited biofilm formation [32]. The component of the toothpaste used is *S.persica* has already been used for oral and dental health since the earliest times in some folk. Scientific research also supports this. Balto et al found MIC 8mg/ml and MBC 8mg/ml of *S.persica* for *S. mutans* [33].

The ability of oral products to inhibit biofilm formation is very important because most antimicrobial agents are weak in inhibiting biofilm formation. Therefore, the addition of an antibiofilm agent to toothpaste suggests that it can contribute significantly to the protection of dental health. Because biofilm formation is a potential cause of dental caries [34]. The natural products in this study exhibited dose-dependent antibiofilm. This is also a very important finding. Natural products in toothpaste have already been studied separately in the literature. However, there are no previous studies that deal with its combine effects in this way. Propolis is an important bee product that provides beneficial effects for health. Antimicrobial effect of propolis has been shown in vitro on many Gram-positive and Gram-negative bacteria [35]. It was demonstrated that *Ganoderma lucidum* has several pharmacological effects. It is also thought to be a natural therapeutic agent for infectious diseases [36,37]. *Salvadora persica*, known as Miswak in some countries, is a tree species and has been used in oral hygiene for centuries. Antimicrobial effects have been revealed in scientific research [33]. Blueberry is a plant with most antimicrobial effect [38]. It is a medicinal plant that is effective in skin pathogens and is frequently preferred as a natural preservative in cosmetics [39]. Similarly, significant antimicrobial and antibiofilm effects of magnolia have been reported [40]. Hence, the findings of the study support the literature. TP3 had the best growth inhibitory effect, while TP2 had a better effect on biofilm formation in the study. The differences between toothpastes are probably due to the combine effects of the herbs. For this reason, it would be useful to support the findings with future studies. On the other hand, the findings of the study show that natural herbal products can be effective in oral and dental health.

The inactive ingredient in the toothpastes used in the study were exactly the same. Therefore, inactive ingredient were not taken into account. It was thought that the inhibition differences were due to herbal extracts. However, no company has declared the amount of them. Therefore, the reasons for the differences could not be fully compared. In this study, it was only shown

that products in the market may have effectiveness against *S mutans*. This is a promising situation. It seems that natural toothpastes can be chosen to protect against the side effects of fluorine. However, further more detailed work needs to be done. The amount of ingredients in the products must be specified.

Financial Resource
No financial resources have been used for this study.

Conflict of Interest
There is no conflict of interest regarding this study.

REFERANCE

[1] Ağyar Yoldaş, P., Yoldaş, T., Sipahi, N. Cytotoxicity of some retail food supplements. International Journal of Tradinational and Complementary Medicine Research, 1[3]:131-136, 2020.

[2] Ulusoy, K.G., Özdoğan, F. P., Arslan, S. O., Macit, E., Çam, S. A. Uysal F. , Doğan M. F. An Analysis of the Pharmacological Components of Herbal Teas Used for Galactagogue Effects by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences, 24[2]: 101-114, 2019.

[3] Sayın, O., Gürgen, S. G., Çetin, F., Tuç Yücel, A. İldan Çalım S. Sıçanlarda Gebelik Süresince Yeşil Çay Tüketiminin Maternal ve Neonatal Hepatositlerde Sitokeratin-18 Üzerindeki Etkisi. Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences, 26[3]: 233-238. 2021.

[4] Elango, AV., Vasudevan, S., Shanmugam, K et al. Exploring the anti-caries properties of baicalin against *Streptococcus mutans*: An in vitro study. Biofouling, 37[3]:267-275. 2021.

[5] Kilian, M., Chapple, IL., Hannig, M., et al. The oral microbiome - an update for oral healthcare professionals. Br Dent J, 221[10]:657–666, 2016.

[6] Verma, D., Garg, PK., Dubey, AK. Insights into the human oral microbiome. Arch Microbiol, 200[4]:525–540, 2018.

[7] Kaan, M., Buijs, MJ., Brandt, BW et al. Home sampling is a feasible method for oral microbiota analysis for infants and mothers. J Dent, 100:103428, 2020.

[8] Pitts, NB., Zero, DT., Marsh, P.D et al. Dental caries. Nat Rev Dis Primers, 3[1]:1-16, 2017.

[9] Braga, A. S, de Melo Simas, L L., Pires J G et al. Antibiofilm and anti-caries effects of an experimental mouth rinse containing Matricaria chamomilla L. extract under microcosm biofilm on enamel. J Dent, 99:103-415, 2020.

[10] Kvasnickova, E., Matatkova, O., Cejkova, A., Masak, J. Evaluation of baicalein, chitosan and usnic acid effect on *Candida parapsilosis* and *Candida krusei* biofilm using a Cellavista device. J Microbiol Methods, 118:106-112, 2015.

[11] Melo, AS., Bizerra, FC., Freymüller, E et al. Biofilm production and evaluation of antifungal susceptibility amongst clinical *Candida* spp. isolates, including strains of the *Candida parapsilosis* complex. Med Mycol, 49[3]:253-262, 2011.

[12] Ohadi, M., Forootanfar, H., Dehghannoudeh, G et al. Antimicrobial, anti-biofilm, and anti-proliferative activities of lipopeptide biosurfactant produced by Acinetobacter junii B6. Microb Pathog, 138:103806, 2020.

[13] Dimou, I., Dritsas, S., Aggelopoulou, P et al. Development of a herbal mouthwash containing a mixture of essential oils and plant extracts and in vitro testing of its antimicrobial efficiency against the planktonic and biofilm-enclosed cariogenic bacterium *Streptococcus mutans*. Biofouling, 37[4]:397-409, 2021.

[14] Muras, A., Mayer, C., Romero, M et al. Inhibition of Steptococcus mutans biofilm formation by extracts of Tenacibaculum sp. 20J, a bacterium with wide-spectrum quorum quenching activity. J Oral Microbiol, 10[1]:1429788, 2018.

[15] Lemos, JA., Palmer, S. R., Zeng, L et al. The biology of *Streptococcus mutans*. Microbiol Spectr, 7[1]:7-1, 2019.

[16] Janus, M., Crielaard, W., Volgenant, C et al. *Candida albicans* alters the bacterial microbiome of early in vitro oral biofilms. J Oral Microbiol, 9[1]:1270613, 2017.

[17] Ding, Y., Wang, W., Fan, M et al. Antimicrobial and anti-biofilm effect of Bac8c on major bacteria associated with dental caries and *Streptococcus mutans* biofilms. Peptides, 52:61-67, 2014.

[18] da Silva, PM., de Moura, MC., Gomes, FS et al. PgTeL, the lectin found in Punica granatum juice, is an antifungal agent against *Candida albicans* and *Candida krusei*. Int J Biol Macromol, 108:391-400, 2018.

[19] Zhang, H., Xie, L., Zhang, W., et al. The association of biofilm formation with antibiotic resistance in lactic acid bacteria from fermented foods. J Food Safety, 33[2]:114-120, 2013.

[20] Sipahi, N. Investigation of Antagonistic Effect of Probiotic Food Supplement against Different Strains of Bacteria. International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research, 2[2]:95-100, 2021.

[21] Vozza E, Cavallè D, Corridore F et al. Preventive strategies in oral health for special needs patients, Ann. Stomatol. 2015;6[3]:96–99.

[22] Liao, Y., Brandt, BW., Li, J., et al. Fluoride resistance in Streptococcus mutans: a mini review. J Oral Microbiol, 9[1]:1344509, 2017.

[23] Vieira, DRP., Amaral, FM., Maciel, MCG., et al. Plant species used in dental diseases: ethnopharmacology aspects and antimicrobial activity evaluation, J Ethnopharmacol, 155[3]:1441-1449, 2014.

[24] Tamfu, AN., Sawalda, M., Fotsing, MT., et al. A new isoflavonol and other constituents from Cameroonian propolis and evaluation of their anti-inflammatory, antifungal and antioxidant potential. Saudi J Biol Sci, 27[6]:1659-1666, 2020.

[25] Çakır, B., Eden, E., Turan, E. Evaluatıon of antibacterıal effect of toothpastes with different contents: An in vitro study. Aydın Dent J, 3[2]:13-22, 2017.

[26] Barroso, H., Ramalhete, R., Domingues, A., Maci, S. Inhibitory activity of a green and black tea blend on *Streptococcus mutans*. J. Oral Microbiol,10[1]:1481322, 2018.

[27] Vaillancourt, K., Lagha, AB., Grenier, D. A. Green tea extract and epigallocatechin-3-gallate attenuate the deleterious effects of irinotecan in an oral epithelial cell model. Arch Oral Biol,126:105135, 2021.

[28] Nomura, R., Ohata, J., Otsugu, M et al. Inhibitory effects of flavedo, albedo, fruits, and leaves of Citrus unshiu extracts on Streptococcus mutans. Arch Oral Biol, 124:105056. 2021.

[29] Ceylan, Ö., Alıç, H. Antibiofilm, antioxidant and quorum quenching activities of propolis samples from Southwest Anatolia. Bee Studies, 12[2]:49-55, 2020.

[30] Awawdeh, L., Jamleh, A., Al Beitawi, M. The antifungal effect of propolis endodontic irrigant with three other irrigation solutions in presence and absence of smear layer: An In Vitro Study. Iran Endod J, 13[2]:234, 2018.

[31] Nazeri, R., Ghaiour, M., Abbasi, S. Evaluation of antibacterial effect of propolis and its application in mouthwash production. Front Dent, 16[1]:1, 2019.

[32] Al-Sohaibani, S., Murugan, K. Anti-biofilm activity of Salvadora persica on cariogenic isolates of Streptococcus mutans: in vitro and molecular docking studies. Biofouling, 28[1]:29-38, 2012.

[33] Balto, H., Al-Sanie, I., Al-Beshri, S., Aldrees, A. Effectiveness of Salvadora persica extracts against common oral pathogens. Saudi Dent J, 29[1]:1-6, 2017.

[34] Daikh, A., Segueni, N., Dogan, NM., et al. Comparative study of antibiofilm, cytotoxic activity and chemical composition of Algerian propolis. J Apic Res, 59[2]:160-169, 2020.

[35] Sipahi, N., Göç Rasgele, P., Kaya, E. Apiterapi ürünlerinin farmakolojik özellikleri. Atayoğlu AT, editör. Apiterapi. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p.55-60

[36] Vazirian M, Faramarzi M A, Ebrahimi S E S et al. Antimicrobial effect of the Lingzhi or Reishi medicinal mushroom, Ganoderma lucidum [higher Basidiomycetes] and its main compounds. Int J Med Mushrooms, 16[1], 2014.

[37] Cör, D., Knez, Ž., Hrnčič, M. Antitumour, antimicrobial, antioxidant and antiacetylcholinesterase effect of Ganoderma lucidum terpenoids and polysaccharides: a review. Molecules, 23[3]:649, 2018.

[38] Tomar, O., Akarca, G., Başpınar, E. Determination of Antifungal Effects of Some Berry Fruits Ethanol Extracts by Disc Diffusion Method. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8[2]:442-448, 2020.

[39] Lee, YS., Lee, YJ., Park, S N. Synergistic antimicrobial effect of Lonicera japonica and Magnolia obovata extracts and potential as a plant-derived natural preservative. J Microbiol Biotechnol, 28[11]:1814-1822,2018.

[40] Fernández, CE., Aspiras, M., Dodds, M et al. Combinatorial effect of magnolia bark extract and ethyl lauroyl arginate against multi-species oral biofilms: Food additives with the potential to prevent biofilm-related oral diseases. J Funct Foods, 47:48-55, 2018.

COVİD-19 SALGINI SÜRECİNDE HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN SANAL SINIF ORTAMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ VE YAŞADIKLARI SORUNLAR

Dr. Öğr. Üyesi, Yeter KURT, [1] Arş. Gör. Dr., Çiğdem Gamze ÖZKAN [2]

[1]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ykurt6161@ktu.edu.tr- 0000-0002-3673-1417

[2] Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, cigdem.ozkan@cbu.edu.tr-0000-0003-2381-4149

ÖZET

Giriş: Pandemi sürecinde yer ve zamandan bağımsız olarak esneklik sunan çevrimiçi eğitimle, zaman tasarrufu ve müfredattaki teorik derslerin hızlı bir şekilde tamamlanması sağlanmış ve salgın önlemleri kapsamında eğitimler sanal sınıf ortamlarında yürütülmüştür.

Amaç: Bu çalışma, hemşirelik öğrencilerinin COVID 19 salgını sırasında çevrimiçi öğrenmeye ilişkin görüşleri ve yaşadıkları zorlukların belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal- Metot: Tanımlayıcı nitel tipte olan bu çalışmanın evrenini Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde yer alan bir üniversitenin Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü 4. sınıfında pandemi döneminde hemşirelik programına devam eden ve online eğitime katılan 176 öğrenci, örneklemini ise araştırmaya katılmaya gönüllü olan 157 (%71,36) öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada örneklem seçimi yapılmamış, evrenin tamamına ulaşılmaya çalışılmıştır. Veriler, araştırmacılar tarafından geliştirilen "Kişisel Bilgi Formu" ve "Sanal Sınıfa İlişkin Öğrenci Görüş Formu:" aracılığıyla toplanmış ve verilerin değerlendirilmesinde frekans, yüzde ve ortalama testleri kullanılmıştır. Açık uçlu soruların değerlendirilmesinde ise içerik analizi yapılmıştır.

Bulgular: Öğrencilerin %52,2'si sanal sınıftan memnun olduklarını, memnun olmayan öğrencilerin ise; çoğunlukla internet bağlantısı ve sistemsel kaynaklı problemler yaşadıklarını, öğretim elemanı, dersin yürütülmesi ve öğrenci kaynaklı sorunların olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin, öğretim elemanlarının dersin öğretimi, iletişim, verdikleri ödevler ve ders araları konusunda da sorun yaşadıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler, dönem boyunca kendilerini en çok zorlayan sorunun dersler olduğunu, sanal sınıfın teknik özelliklerinin eğitim ve öğrenmeye uygun olmadığını (%63,7) belirtmiş, bazı öğrencileri ise herhangi bir sorun yaşamadıklarını ifade etmişlerdir.

Sonuç: COVİD-19 pandemisi süresince hemşirelik eğitiminde derslerin yürütüldüğü sanal sınıflardan öğrencilerin yarısının sanal sınıftan memnun oldukları, çoğunluğunun teknik problemler ve öğretim elemanı kaynaklı sorunlar yaşadığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: COVİD-19, memnuniyet, öğrenci hemşire, sanal sınıf

GİRİŞ

Yeni koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19) pandemisi yalnızca küresel sağlık sistemlerine değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve eğitim sistemlerine de meydan okudu [1]. Küresel eğitim sektörü, dünyadaki öğrenci nüfusunun %90'ını etkileyen eğitim kurumlarının kapanmasıyla olağanüstü aksamalarla karşı karşıya kaldı [2]. COVID-19'un yayılmasını engellemek için sosyal mesafe politikalarının uygulanması, geleneksel eğitimden çevrimiçi eğitime hızlı bir geçişi zorladı. COVID-19, dünyadaki akademik kurumların geleneksel öğrenme yöntemini etkilemiş, geleneksel ve yüz yüze yürütülen eğitimin yerine çevrimiçi eğitim almış ve bu da beraberinde birçok zorluk ve değişimi getirmiştir. Tüm öğrenciler gibi hemşirelik öğrencileri de mevcut küresel krizin sonuçlarından etkilenmiş ve eğitimlerini okula gelmeden sanal öğrenme ortamlarında devam ettirmek zorunda kalmışlardır. Pandemiyle birlikte eğitimcinin yazarak, konuşarak ya da sunum yaparak öğretimin yapıldığı derslerin yerini çevrimiçi öğrenme ortamları almıştır. Okulların, kolejlerin ve üniversitelerin yönetimleri, çevrimiçi öğrenme ortamlarını eğitime devam etmenin alternatif bir yolu olarak tercih etmiş ve eğitimler sanal sınıflarda sürdürülmüştür [3]. Zoom, Teams, Google uygulamaları gibi birçok çevrimiçi ortamda dersler yürütülmüş ve eğitimin aksamadan devamı sağlanmıştır. Yer ve zamandan bağımsız olarak esneklik sunan çevrimiçi eğitimle, zaman tasarrufu ve müfredattaki teorik derslerin hızlı bir şekilde tamamlanması sağlanmış ve pandemi sürecinde salgın önlemleri kapsamında eğitimler yürütülmüştür [4].

Çevrimiçi eğitim, çevrimiçi dersler/kurslar, öğrenme yönetim sistemleri ve çeşitli video iletişim yazılımları gibi farklı dijital platformlara ve araçlara dayanmaktadır. Teknolojiye dayalı ve daha önce bu platformlarda deneyimi olmayan öğrenciler ve öğretmenler için birçok zorluk yaşanmasına ve birçok engelle karşılaşılmasına neden olmuştur. Çevrimiçi öğrenmenin, COVID-19 salgını sırasında öğrencilerin ve öğretim üyelerinin sağlığını korumada yardımcı olsa da, geleneksel öğrenme kadar etkili olmadığı belirtilmektedir [5]. Etkileşimli ve yüz yüze sınıf içi ve klinik eğitimlerini yürütemedikleri için çevrimiçi öğrenme, öğrencilerin stres yaşamalarına, finansal zorluklar, aile sorunları ve çevrimiçi öğrenme fırsatlarına erişimde eşit şartlarda olmama [3] gibi birçok durumla karşılaşmalarına neden olmuştur. Bununla birlikte eğitim açışından klinik uygulamaların yapılamaması, değerlendirme eksikliği, öğrenci-öğretmen etkileşiminin azalması, kişisel gelişim faaliyetlerinin aksaması ve öğretme ve öğrenme boşluğunun istenilen düzeyde geliştirilememesi gibi sonuçların da ortaya çıkmasına neden olmuştur [6]. Bu zorluklar ve olumsuz sonuçlar öğrencilerin öğrenme deneyimlerini ve eğitim kalitesini etkileyebileceğinden öğrencilerin bu süreçle ilgili görüşlerinin değerlendirilmesi bu nedenle oldukça önemlidir. Öğrencilerin sanal sınıflara ilişkin görüşlerinin belirlenmesi, çevrimiçi eğitimin uygunluğu, eksiklikleri ya da avantajları gibi konuların belirlenmesine ve hemşirelik öğrencileri için etkili çevrimiçi eğitim sistemlerinin tasarımı ve sunumu için gelecekte önemli olacaktır. Bu çalışma hemşirelik öğrencilerinin COVID 19 salgını sırasında çevrimiçi öğrenmeye ve bununla ilişkili zorlukları belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.1. Yöntem

Araştırmanın Tipi ve Amacı

COVİD-19 pandemisi sürecinde çevrimiçi eğitimle dersleri yürütülen 4. sınıf hemşirelik öğrencilerinin sanal sınıflara ilişkin düşüncelerinin belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma, tanımlayıcı nitel tipte bir çalışmadır.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde yer alan bir üniversitenin Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü 4. sınıfında öğrenim gören 176 öğrenci, örneklemini ise araştırmaya katılmaya gönüllü olan 157 (%71,36) öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada. Araştırmada örneklem seçimi yapılmamış, evrenin tamamına ulaşılmaya çalışılmıştır. Pandemi döneminde hemşirelik programına devam eden ve online eğitime katılan öğrenciler çalışmaya dahil edildi. Katılımcı grubu oluşturulurken hemşirelik bölümünde okuyan öğrenciler arasından seçkisiz örneklem oluşturma yöntemi kullanılmıştır.

Veri Toplama Araçları ve Süreci

Çalışmadaki veriler, araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Öğrencilerin çevrimiçi eğitim sürecinde derslerini sürdürdükleri sanal sınıfları değerlendirebilmeleri amacıyla dersi alan öğrencilere yarı yapılandırılmış görüşme formu doldurtulmuştur. Yanıtların güvenilir olması amacıyla formlarda özel bilgiler sorulmamıştır.

Veriler, araştırmacılar tarafından geliştirilen “Kişisel Bilgi Formu” ve “Sanal Sınıfa İlişkin Öğrenci Görüş Formu:” kullanılarak 22.10.2020’de toplanmıştır.

Kişisel Bilgi Formu: Öğrenci hemşirelerin “öğrenme ortamından memnuniyet durumları, öğretim elemanları ve online derslere ilişkin memnuniyet durumlarını içeren toplam 3 sorudan oluşan anket formudur.

Sanal Sınıfa İlişkin Öğrenci Görüş Formu: Sanal sınıf ile yürütülen derslere yönelik öğrencilerin görüşlerini tespit etmek amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen form toplam 5 maddeden oluşmaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmada daha çok öğrenciye ulaşılması amacıyla verilerin açık uçlu sorularla, online olarak toplanması araştırmanın sınırlılığıdır.

Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi

Öğrenci hemşirelerin tanımlayıcı özelliklerini ortaya koymak için frekans, yüzde ve ortalama testleri kullanıldı. Açık uçlu soruların değerlendirilmesinde içerik analizi yapılmıştır.

BULGULAR

Yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla öğrencilerden toplanan verilerin içerik analiz sonuçları aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur. Öğrencilerin %52.2’si öğrenme ortamından (sanal sınıftan) memnun olduklarını, %47.8’inin ise memnun olmadıklarını bildirmiştir.

Öğrenme ortamından (sanal sınıfınızdan) memnun olmayan öğrencilere neden memnun olmadıkları sorulmuştur. Öğrencilerden bazılarının cevapları Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Öğrencilerin öğrenme ortamından (sanal sınıfınızdan) memnun olmama nedenlerine yönelik görüşleri

Bağlantı Sorunu	…İnternet kaynaklı sorunlar yaşadığım için memnun değilim …İnternet kopuyor sistemsel olarak sürekli dersten atıyor. …Köy yerinde internet pek çekmiyor,
Sistem sorunları	…Sürekli kesik kesik, donuyor, anlaşılmıyor, hiç verimli değil …Teknik sorunlar dersi böldüğü için memnun değilim. …Ses ve görüntü problemi oluyor. …Sürekli donuyor veya ses kesiliyor. Zaten kendi internetim sorunlu olduğu için çoğunlukla giremiyorum derslere. Zorla girdiğimde de ya seste sıkıntı oluyor ya da sürekli donuyor ders. …Derslere giremiyorum daha sonra kaydedilenleri dinleyemiyorum. …Derslerime girişte çok sıkıntı yaşıyorum sistemden dolayı, hatta bir dersim sistemde 4. haftada göründü malesef şimdi de misafir girişi açık olmadığı sürece giriş yapamıyorum
Öğretim elemanı ile ilgili sorunlar	…İletişim genellikle tek yönlü gerçekleşiyor. …Ders saatleri uzun ve plandaki saatlerde işlenemeyebiliyor. …Hızlı ders anlatımı …4.sınıf bir hemşire olarak teorikten çok pratik öğrenmemin mümkün olmasını isterdim . …Hocalarımız ses tonuna hiç dikkat etmiyor kimisi bağırarak kimisi alçak sesle konuşur kimisi de mikrofonu ağzında tutar nefes sesinden başka bir şey duyulmuyor, zaten ses sürekli kesiliyor.

Dersin Yürütülmesi	…Hiçbir verimi olduğunu düşünmüyorum …Öğrenemiyoruz! Süre yetersiz …Staj derslerinin teorik olarak anlatılması …Her şey sırf yapılmak için gibi öğretme ve kalıcılık için değil gibi. Sanal olmadığı staj ve uygulamalar olduğu zaman öğreticilik seviyesini bildikten sonra sanal kısım hiç kalıyor. …Ne kadar canlı olsa da yüz yüze eğitime benzemiyor. …Sınıf ortamında aldığım eğitimi sanal ortamdan alamıyorum verimli bir öğrenme sağlayamıyorum.
Öğrenci kaynaklı	…Dikkatimi veremiyorum, düzgün göremiyorum ve sıkılıyorum …Ev ortamı müsait olmuyor, derse konsantre olamıyorum. …Güzel bir şekilde odaklanılmıyor, her şey yarım ve eksik kalıyor gibi oluyor. …Uzun saatler ekrana bakmaktan çok yoruluyorum ve dersi anlamıyorum

Öğrenci cevapları incelendiğinde çoğunlukla internet bağlantısı ve sistemsel kaynaklı problemlerin olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak öğretim elemanlarının ses tonu, ders anlatım hızı ve ders planını hakkında olumsuz görüşlere sahip oldukları, dersin yürütülmesi hakkında yüz yüze eğitim kadar verimli olmadığını belirttikleri, son olarak da ev ortamında derse katılmanın zorluklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin %63.7'si sanal sınıfın teknik özelliklerinin eğitim ve öğrenmeye uygun olmadığını bildirmişlerdir (Görsel 1).

Görsel 1. Öğrencilerin sanal sınıfın teknik özelliklerinin eğitim ve öğrenmeye uygunluğuna dair görüşleri

Öğrencilerin öğretim elemanlarının dersle ilişkili tutumları ile ilgili görüşleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Öğrencilerin öğretim elemanlarının dersle ilişkili tutumları ile ilgili görüşleri

Öğretim Yöntemi	…Bazıları direkt slaytı okuyor. …Sanal bir mecradayız ve her şey daha zor, bunun üzerine eğitmenlerin emeklerini görüyorum ama daha farklı bir yol izlemeleri gerek bence slayt okuyarak bir yere varılamıyor daha çok kalıcılık için uğraşılmalı insan bir süre sonra kelimelerden sıkılabiliyor video görsel gibi daha ağırlıklı olsa hayat hikayesi dinleme gibi bir yol ve tutum izleseler daha memnun kalırım. …Dersi dinlerken sıkılıyorum.
İletişim	…Görüntü paylaşmayanlar oluyor sadece yazılara bakmak uykumuzu getiriyor, konuşma ses tonu düşük olması …Bazı hocalarımıza kelime etmeye korkuyoruz.
Verilen Ödevler	…Öğrenciye verilen iş yükünü biraz fazla buluyorum. Örneğin ilk defa göreceğimiz derslerin uygulama notları için hayali hasta anamnezi oluşturma. …Ben derse girmekte zorlanırken sunum ödevlerinin olması bizim anlatacak olmamız çok zor. Ödev hazırlanır bir şekilde ama ders anlatmakta zorlanacağımızı düşünüyorum …Sunum yapılmasını istiyorlar fakat ev o kadar kalabalık ki nerde sunum yapacağımı düşünüyorum hem internet sorunu var hem de evde ders çalışabilecek bi odam yok ve küçük kardeşlerim var, sunum esnasında nasıl sağlıklı konu anlatabilirim bir şey yapılırsa tüm öğrencilerin durumu ele alınarak karar verilmeli.
Ders Araları	…Kargo geldiğinde telefonlarını açıp gidip kargo alıyorlar. …Dersin ara saatlerine uymaması bizi zorluyor örneğin 15 dakika ara olması gerekirken 10 dakika yapalım deyip bir çabuk çabuk işimizi halletmeye çalışıyoruz bazen hocalarımız 20 dakikada dönüyor bu konunun bir çözümü olmalı sonuçta bizde kendimizi ona göre ayarlıyoruz. …Uzun süre derslerden dolayı ekrana bakmaktan baş ve göz ağrısı yaşıyorum. …Ders araları biraz daha fazla olabilirdi.

Öğrencilere kendilerini dönem boyunca en çok zorlayan sorunun ne olduğu sorulmuş ve ilk sırayı %49,7'sinin derslerle ilgili, %33,1'inin ekonomik sorunlar ve %8,3'ünün ekonomik sorunlar yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Görsel 2. Öğrencilerin sanal eğitim dönemi boyunca en çok zorlandıkları alanlar

Öğrencilerin sanal olarak devam eden derslere ilişkin sorunları detaylandırmaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından bazıları Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Öğrencilerin sanal olarak devam eden derslerle ilgili yaşadıkları sorunlara ilişkin görüşleri.

Sistemsel Sorunlar	…Sanal derslere giremiyorum sistem hata veriyor en kısa sürede düzelir umarım ama 2 haftadır böyle. Böyle olunca kendimi geri kalmış hissediyorum., …Kayıtların bazıları açılmıyor, ses bazı derslerde çok kısık olduğu için duymakta zorluk çekiyorum …Canlı derslere girişte misafir sorunu. …Teknik problemler, konsantre olamama …Derslere girişin uzun zaman alması ya da derslere girilememesi ders esnasında öğretim elemanının sesinin ya da görüntüsünün aktarılamaması …Derslere giriş yapamıyorum sistem hata veriyor. Bazen de çalışıyorum derslere katılamıyorum tekrarlarını kaydetmeyi unutuyor hocalarımız ya da geç kaydediyor zaten bir sene ara verdiğim için uzaktan eğitime adapte olamıyorum hali hazırda maddi sorunlarında olduğu için …Hocalarımızın hangi derste olduğunu bulmakta zorlanıyorum …Adobe sisteminin, ders saatinde sisteme girerken duraksama yapıp beni online yayından geride bırakması …Sistemin çökmesi, eğitmenin internet bağlantısı zayıf olması nedeniyle sesinin kesik kesik gelmesi

İnternet Kaynaklı Sorunlar Ekipman eksikliği	…Net ve cihaz sıkıntım var …Laptop yok telefondan giriyorum ama etkili olmuyor saatlerce telefona bakıyoruz göz rahatsızlığım var birkaç saat dinledikten sonra çıkıyorum maalesef dersten …İnternet olanağı sınırlı olduğu için derslerden sürekli kopmaktayım …Benim yaşadığım yerden kaynaklı İnternet …Internet sıkıntılar köyde olduğum için çekmiyor bazen de öğretmenin internet bağlantısında sorun olabiliyor …süre kaynaklı dersin hızlı işleniyor oluşu …İnternet erişimi yok dışarda girsem bile ortam kötü olduğu için dersleri anlamıyorum dikkatim dağılıyor …Sınavda internetin çekmemesi gibi talihsizlikler. …Derse bağlanma, sürekli ya ses ya da görüntü gidiyor
İletişim	…İletişim kopukluğu …Sınıf ortamı gibi sıcak iletişim olmuyor
Dersin yönetimi	…Bölüm derslerinin uzaktan olmasını doğru bulmuyorum. …bir disiplin yok boş vermişlik duygusu içerisindeyim fakat okul olsaydı böyle olmazdı. …Bunun yanı sıra ders verimliliği az. Ders materyalleri yetersiz geliyor çoğu zaman. …bu dönemde staj yapamadığımız için pratik konusunda geride kaldığımızı düşünüyorum. …ders araları sorunu, Asla hata yapmamalıyız eksik bir şey bırakmamalıyız. Yeri geliyor hocalarımız sunumlarımda eksik şeyler yapıyor, durum bu iken bize bu kadar baskı gerçekten çok fazla. …bir konu hakkında aklıma bir şey takıldığında ben sorana kadar o konu geçiliyor. Bazı hocalar kamerayı açmıyor ve biz sadece ekranda ilerletilen slayta bakıyoruz, bunun hiç verimli olduğunu düşünmüyorum. Genel olarak sanal eğitimden memnun değilim. …süre kaynaklı dersin hızlı işleniyor oluşu …Çok saat olması

	…Pratik olarak neredeyse hiç denecek kadar az bir öğrenme gerçekleşiyor sanal sınıfın bize böyle bir imkan sağlama olanağı yok, sunum ödevleri veriliyor bizler bu ödevleri özenli bir şekilde yapmaya çalışıyoruz ancak teknik arızalar çıkarda sunamayız ve özensiz gözükürüz diye korkularımız mevcut …Aktif rol almam gereken ortamların daha öğretici olduğunu düşünüyorum …ders tekrarlarını dinlemek zorunda kalıyorum …anlamamak öğrenememek, konular üstünkörü anlatılıyor. Kısacası hiçbir şey anlamıyoruz …uzaktan eğitimde motive olamıyorum. …müsait olamama (evdeyiz) …Uygulamalı derslerin sunum şeklinde yapılması sorun tüm öğrencilerin neti mikrofonu veya pc'si olmayabilir bunun yerine bulunduğumuz şehirlerdeki hastanelerde çalışılabilir. …ödevlerimiz için aşırı derecede zorladığımızı düşünüyorum. …ev ortamının ders işlemeye uygun olmayışı
Öğretim Elemanı ile ilgili	…Sorun yok hocam mükemmelsiniz ama arada ses ve ekran donuyor …Hocalarımız sistemi tam olarak çözümleyebilmiş değiller. Notları paylaşmakta sorunlar oluyor. …derslerin bazıları saatine uygun yerlere kayıt edilmiyor,
Olumlu Görüşler	…Derslerde bir sorun yaşamıyorum gayet iyi, anlaşılır ve öğretici …Haricinde sanal derslerden memnunum. Anlayamadığım yerlerde kayıtları tekrar tekrar dinleyebiliyorum. …Sorun yok gayet güzel bu hastalık zamanı gidip okulda hastalık kapmak istemiyorum

Öğrencilerin sanal olarak devam eden derslere ilişkin sorunlarının sanal ortamdan memnun olmayan öğrencilerle benzer olduğu belirlenmiştir. Bu soruya öğrenciler genel olarak sistemsel sorunlar, internet sorunları, dersin yönetimi ile ilgili benzer görüşlerde bulunmuşlardır. Ayrıca bu soruya ekipman eksikliği, ödevlerin hazırlanması ve sunulması ile ilgili zorluklar, klinik uygulama yapılamaması, sınıf içi iletişimin olmaması gibi yanıtlar da vermişlerdir. Öğrenci ifadelerinde dersleri takip etmede, derslerin sanal ortamda yürütülmesinden ve öğretim elemanlarından memnuniyet de yer almaktadır.

TARTIŞMA

Araştırmada 4. sınıf hemşirelik öğrencilerinin sanal sınıf ortamına ilişkin yaşadığı sorunlar, internet erişimi ve kısıtlılığı, ekipman eksikliği, sistemsel sorunlar, dersin yürütülmesi, ödevler, iletişim ve öğretim elemanı kaynaklı sorunlar olarak belirlenmiştir. Kürtün ve arkadaşlarının hemşirelik öğrencileriyle yapmış oldukları çalışmada da öğrencilerin benzer olarak üniversitenin uzaktan eğitim alt yapısındaki sorunlar", "eğitimin yüz yüze olmaması", "imkân kısıtlılığı", gibi sorunlar yaşaması [7], Kaya ve Akın Işık'ın çalışmasında da yaşanan sorunların nedenleri arasında bilgisayar ve internetin olmaması ile ev ortamından kaynaklanan sorunlar [8] olması çalışma bulgularımızı desteklemektedir. Dünya genelinde eğitimin uzaktan sürdürülmesi ve öğrencilerin aynı anda interneti kullanması mevcut altyapı koşullarının yetersizliği [9] bu sorunların yaşanmasına sebep olmuş olabilir. Covid-19 pandemisi sürecinde, internet ve ekipman eksikliği olan öğrencilerin sanal sınıf ortamına ilişkin sorunlarla daha sık karşılaştığı düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışmada, öğrenme ortamından memnun olmayan öğrencilerin çoğunlukla internet bağlantısı ve sistemsel kaynaklı problemler, öğretim elemanlarının ses tonu, ders anlatım hızı ve ders planını hakkında olumsuz görüşlere sahip oldukları, dersin yürütülmesi hakkında yüz yüze eğitim kadar verimli olmadığını belirttikleri, son olarak da ev ortamında derse katılmanın zorluklarını, motive olamadıklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, bu çalışma bulgularına paralel olarak, öğrencilerin, çevrimiçi eğitimin sadece teorik konulara uygulanabilir olduğunu, çevrimiçi öğretimin özellikle hemşirelik uygulamalarında yüz yüze öğretimin yerini alamayacağını [5], sanal ortamın ders dinleme isteğini azalttığını, dikkatlerini dağıttığı, sınıf ortamı olmadığı için adapte olamadıklarını ve internet erişiminin kısıtlılığında dolayı çevrim içi öğretimden memnun olmadıklarını belirtmişlerdir [10]. Güneydoğu Asya'da hemşirelik öğrencilerinin ve öğretim üyelerinin COVID-19 sırasında çevrimiçi eğitim deneyimlerinin incelendiği bir çalışmada ise öğrenciler, çevrimiçi öğrenme sırasında daha az motive olduklarını ve odaklandıklarını ifade etmişlerdir [5].

Öğrencilerin öğretim elemanlarının derse ilişkin tutumlarına ilişkin görüşlerinde öğretim yöntemi, iletişim, ödevler ve ders molaları hakkında memnun olmadıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler öğretim elemanlarının dersi sunuş biçiminden, görüntü paylaşmamalarından öğretim elemanı ile iletişim kurmaya korktuklarından, verilen ödevlerin fazlalığından ve sunum yapmanın zorluğundan, ders molalarında verilen sürelere uyulamamasından memnun olmadıklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda da öğretim elemanlarının ders içerikleri ile ilgili yetersizlikleri, öğrencilere yeterli düzeyde açıklama yapmamaları, teknik ve zaman problemleri yaşaması gibi sorunların olduğu belirtilmektedir [11]. Dersi veren öğretim elemanının uzaktan eğitim ile ilgili deneyimsizliği, içerik hazırlamada yetkin olmayışı, derste etkileşim kurulamaması ve aktif öğrenme yöntemlerini kullanmaması gibi nedenler öğrencilerin öğrenmeleri ve düşünceleri üzerinde etkili olmuş olabilir [12]. Bunlara ek olarak, öğretim üyelerinin de COVID-19 salgınından psikolojik olarak etkilendikleri, stres ve dikkat dağınıklığı yaşadıkları [13, 14] düşünüldüğünde sürece adaptasyonlarının ders öğretimini olumsuz etkilemiş olabileceği düşünebilir.

Pandemi gibi özel süreçlerde, hemşirelik eğitimi veren kurumların öğrencilerin bilgiyi klinik uygulamayla bütünleştirebilmelerini, akademik gereklilikleri karşılayabilmelerini ve ihtiyaçlarının karşılanabilmesini sağlamaları gerekmektedir [15]. Yapılan bu çalışmada öğrencilerin dönem boyunca en çok zorlandıkları durumun derslerle ilgili olduğu ve bu durumla ilişkili olarak öğrenciler sanal sınıflarda derslere girişin uzun zaman aldığını, internet olanağı sınırlı olduğu için derslerden sürekli koptuklarını, sınıf ortamı gibi sıcak iletişim olmadığını ifade etmişlerdir. Benzer çalışmalarda da öğrencilerin derse bağlanma ve katılma süreci, internet sorunları yaşadıkları [7] bu konuda internet erişimi olmayan öğrencilerin diğerleri ile eşit eğitim alabilmesi için üniversiteler tarafından desteklenmesi [16] gerektiği de vurgulanmaktadır. Bağlantı problemlerinin yanı sıra iletişim problemlerinin çözümü için iyi bir öğrenci-öğretim üyesi iletişiminin ve iş birliğinin önemli olduğu vurgulanmaktadır [5].

Pandemi gibi eğitime ara verilmesi gereken durumlarda hemşirelik eğitiminin önemli bir bölümünü kapsayan uygulama eğitimi ve becerisinin nasıl kazandırılabileceği konusu çözümlenmesi gereken önemli bir sorundur [5]. Nitekim yapılan bu çalışmada da öğrenciler, derslerde uygulamaya yönelik öğrenmenin, uygulamalı derslerin öğrenci sunumu şeklinde yapılmasının bilgisayar, mikrofon veya internet sorunlarından dolayı yeterli olmadığını belirttikleri ve bu dönemde staj yapamadıkları için pratik uygulama konusunda geride kaldıklarını, bölüm derslerinin uzaktan olmasını doğru bulmadıklarını belirtmişlerdir. Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da çevrimiçi eğitimin pratik beceriler ve klinik yeterlilikler için öğrenmenin sürekliliğini önemli ölçüde etkilediği sonucu [17, 18] çalışma bulgularımızı desteklemektedir. Çevrimiçi eğitim ortamıyla öğrenciler klinik eğitimde kazanacakları beceri ve tutumları istenilen yeterlikte kazanamayacakları, klinik eğitimin sosyal öğrenme ortamının önemli bir parçası olduğu ve bu nedenle yerinin doldurulamayacağı aşikardır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Hemşirelik öğrencilerinin COVID 19 salgını sırasında çevrimiçi öğrenmeye ilişkin görüşleri ve yaşadıkları zorlukların belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, COVİD-19 pandemisi süresince hemşirelik eğitiminde derslerin yürütüldüğü sanal sınıflardan öğrencilerin yarısının sanal sınıftan memnun oldukları, çoğunluğunun teknik problemler ve öğretim elemanı kaynaklı sorunlar yaşadığı görülmektedir. Covid-19 pandemi sürecinde hemşirelik eğitiminin yürütüldüğü sanal sınıflar ve çevrimiçi eğitim kurumların alt yapı yetersizlikleri, öğrencilerin ve öğretim elemanlarının teknik ve bağlantı problemleri, klinik eğitimin sürdürülememesi ve hasta olma kaygısı yaşadıkları belirlenmiştir. Çevrimiçi öğretimin olumlu birçok faydası olmasına rağmen, pandemi sürecinde olumsuz etkilenen, öğrenciler ve öğretim üyeleri için hemşirelik eğitimini ve psikolojik destekleri geliştirmek için paylaşılan endişeleri dikkate almak faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Baqir, S.M. and F. Mustansir, *Online Medical Education and Examinations during COVID-19: Perspectives of a Teaching Associate.* J Coll Physicians Surg Pak, 2021. **31**(1): p. S16-s18.
2. UNESCO. *Education: From disruption to recovery*. 2020 [cited 2022 21 March]; Available from: https://www.unesco.org/en/covid-19/education-disruption-recovery.
3. Agustina, P.Z.R. and T.-H. Cheng, *How students' perspectives about online learning amid the COVID-19 pandemic?* Studies in Learning and Teaching, 2020. **1**(3): p. 133-139.
4. Seven, M. and S. Abban, *COVID-19 pandemi sürecinde uzaktan hemşirelik eğitimi: Uluslararası deneyim.* İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 2021. **6**(1): p. 29-32.
5. Kunaviktikul, W., et al., *Nursing students' and faculty members' experiences of online education during COVID-19 across Southeast Asia: A Photovoice study.* Nurse Educ Today, 2022. **111**: p. 105307.
6. Şanlı, D., G. Uyanık, and E.Ü. Avdal, *COVID-19 pandemi sürecinde dünyada hemşirelik eğitimi.* İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 2021. **6**(1): p. 55-63.
7. Kürtüncü, M. and K. Aylin, *COVID-19 pandemisi döneminde hemşirelik öğrencilerinin uzaktan eğitim konusunda yaşadiklari sorunlar.* Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 2020. **7**(5): p. 66-77.
8. Kaya, Y. and R.A. Isik, *The Contribution and Challenges of the Implemented Compulsory Distance Education System to Nursing Education in the First Period of the COVID-19 Pandemic: A Qualitative Study/COVID-19 Pandemisi'nin Ilk Doneminde Uygulanan Zorunlu Uzaktan Egitim Sisteminin Hemsirelik Egitimine Katkisi ve Zorluklari: Nitel Bir Calisma.* Journal of Education and Research in Nursing, 2021. **18**(S1): p. 76-85.
9. Sahu, P., *Closure of Universities Due to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Impact Closure of Universities Due to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Impact on Education and Mental Health of Students and Academic Staff*. 2020, Cureus.
10. Keskin Kızıltepe, S. and A. Kurtgöz, *Hemşirelik Öğrencilerinin Covid-19 Pandemisi Sürecinde Aldıkları Uzaktan Eğitime Yönelik Tutum ve Görüşlerinin Belirlenmesi.* Journal of International Social Research, 2020. **13**(74).
11. AlOsta, M.R. and I.A. Khalaf, *Nursing Students Perception of E-learning during COVID-19 Pandemic; A Literature Review.* Medico-Legal Update, 2021. **21**(4).
12. Arslan, S. and A. Bayram, *COVID-19 Pandemi Sürecinde Hemşirelik Öğrencilerinin E-Öğrenmeye İlişkin Tutumları ile Öğrenme Algıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.* Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi. **15**(4): p. 468-486.
13. Lovrić, R., et al., *Studying during the COVID-19 pandemic: A qualitative inductive content analysis of nursing students' perceptions and experiences.* Education Sciences, 2020. **10**(7): p. 188.
14. Wallace, S., et al. *Nursing student experiences of remote learning during the COVID-19 pandemic*. in *Nursing forum*. 2021. Wiley Online Library.
15. Ramos-Morcillo, A.J., et al., *Experiences of nursing students during the abrupt change from face-to-face to e-learning education during the first month of confinement due to COVID-19 in Spain.* International journal of environmental research and public health, 2020. **17**(15): p. 5519.
16. Wang, C., et al., *Risk management of COVID-19 by universities in China*. 2020, MDPI. p. 36.
17. Masha'al, D., M. Rababa, and G. Shahrour, *Distance learning–related stress among undergraduate nursing students during the COVID-19 pandemic.* Journal of Nursing Education, 2020. **59**(12): p. 666-674.
18. Bdair, I.A., *Nursing students' and faculty members' perspectives about online learning during COVID-19 pandemic: A qualitative study.* Teaching and Learning in Nursing, 2021. **16**(3): p. 220-226.

EVALUATION OF NURSING STUDENTS' PERCEPTIONS OF INSIDER STATUS TOWARDS CLINICAL INTERNSHIPS: FIRST CLINICAL EXPERIENCE

Dr. Öğr. Üyesi Yeter KURT, Yeter KURT [1]

[1] Karadeniz Technical University, Health Science Faculty, ykurt6161@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-3673-1417

ABSTRACT

Introduction: The clinical environment, which provides real experience for nursing students to develop their knowledge, skills, attitudes and values, is the place where nurses, health professionals and patients are first established. One of the most important concepts that affect the professional ties and acceptance of the students who step into nursing in clinics is the sense of 'belonging'.

Objective: This study was planned as a descriptive and cohort study to determine the perceptions of insider status of nursing students getting a clinical internship for the first time and to monitor their development.

Materials and Method: The study group consisted of first-year nursing students (N=145) at a state university in the Black Sea Region. The data were collected on the first and last day of the internship. A personal information form and the "Perceived Insider Status Scale (PISS)" were used for data collection.

Results: According to the results, 82.1% of the students were female, the mean age was 19.61±1.27 years, 72% lived in dormitories, and 89% felt ready for an internship. The highest rate of students' expectations from nurses during the first (94.5%) and last week (65.5%) of the internship was "getting opportunity". The mean score of the PISS was 2.88±0.42 in the first week and 2.94±0.47 in the last week of the internship without a statistically significant difference between the two measurements (p=0.239). The items of the PISS were compared one by one, and only the item "I feel excluded in my institution" was 2.22±0.98 in the first week and 2.48±0.94 in the last week with a statistically significant difference between the two measurements (p=0.015).

Conclusion: The students had moderate PISS scores. This may have been influenced by the fact that the students were in the first year.

Key words: Clinical experience, nursing, student, belonging

INTRODUCTION

In nursing school, clinical practice gives students the chance to master their psychomotor, cognitive, and problem-solving abilities as well as their ability to integrate what they have learned in the classroom and apply it to patient care. The clinical practice setting is a crucial learning environment where students develop analytical, problem-solving, observational, decision-making, and collaborative abilities (1).

The clinical setting, which gives nursing students practical experience to build their knowledge, skills, attitudes, and values (1), is an environment where relationships between students and nurses, other medical professionals, and patients are established. In this regard, the concept of 'perceived insider status' is among the most critical points impacting, particularly new nursing students, their relationships with nurses, and their acceptability. (2). The perceived insider status refers to a fundamental concept for mental health that provides acceptance and harmony. According to Stamper and Masterson (2002), it indicates a situation in which the employee perceives himself/herself as a part of the organization (3). To put it another way, perceived insider status is the impression that a worker has been welcomed into the company and has a personal space (4).

According to the literature, students' learning processes are greatly benefited from their sense of insider status (5, 6). It is reported that students with a sense of being insider have healthier social and cognitive development, resulting in reduced stress and anxiety (2, 7), increased student-staff relations (8, 9) self-esteem (9), confidence and motivation (5, 10), satisfaction (11), and student success (12). Lack of insider status leads to decreased motivation in students and lower confidence and learning in the clinical environment (2).

Walker et al. (2014) suggested that it is important for students to feel that they belong to a professional group in the clinical environment to form a nursing identity (13). Levett-Jones and Lathlean (2009), in their study on nursing students interning in clinics in Australia and the United Kingdom, found that a decreased sense of insider status inhibits students' motivation and learning (1). Manninen et al. argue that students can focus on learning and understanding nursing when they feel themselves an insider in a team (14). In this context, to our knowledge, a limited number of studies have been conducted with nursing students regarding the perception of clinical insider status in the international literature while none have been done in our country.

According to the literature, students' academic progress throughout their academic careers is significantly influenced by favorable clinical insider perception. Accordingly, the evaluation of nursing students' perceived insider is important in terms of their academic success and nursing care quality. Therefore, this study aimed to evaluate the insider perceptions of nursing students about the clinics and the affecting factors.

METHODS

Type of Study: This study is descriptive and cohort-type.

Population and Sample: The population of the study consisted of first-year nursing students (N=181) at a State University in the Black Sea Region. This group of nursing students was included in the study because they did their first clinical internship in the first year.

The sample of the study consisted of 145 students studying at the relevant school, who had no previous clinical experience, and who agreed to participate in the study. Ten students who graduated from health vocational high school and had previous clinical experience were excluded from the study, and 26 students could not be reached due to absenteeism.

Data Collection Tools

The data were collected in the first week (04.04.2022) and the last week of the internship (16.05.2022). A personal information form and the Perceived Insider Status Scale (PISS) were used for data collection.

A personal information form: Prepared by the researchers by examining similar studies on the sociodemographic characteristics of the students, the form includes 8 questions about the student's age, gender, educational status, and willingness to choose the nursing profession.

The Perceived Insider Status Scale (PISS): PISS was developed by Stamper and Masterson (2002) to measure the perceived organizational insider status scale (3). In this 6-item scale, items 3, 4, and 6 are reverse-coded-statements. The scale is a 5-point Likert-type scale with responses ranging from 1=Strongly Disagree to 5=Strongly Agree. The validity and reliability of the scale were determined by Mirap (2008) (15). Cronbach's alpha coefficient of the scale is 0.79-0.93 (16). In this study, Cronbach's alpha value of the scale was found to be 0.78.

Data Collection Process of the Study

After obtaining institutional permission for the study, the purpose of the study was explained to the students, and their verbal consent was obtained before administering the questionnaire. The research data were collected online in the hospital environment on the first and the last day of the student's clinical practice. It took an average of 5 minutes to administer one questionnaire.

Data Analysis

Frequency, percentage, and mean tests were used to determine the descriptive characteristics of the student nurses, t-test, and One-Way Analysis of Variance (ANOVA) tests were used to compare the demographic characteristics and scale scores. The compatibility of the data with normal distribution was examined with the Kolmogorov-Smirnov test. The results were evaluated at a 95% confidence interval and a 5% significance level. In the evaluation of the data, numbers, percentages, and mean tests were used to describe the demographic characteristics of the students. The t-test and one-way analysis of variance (ANOVA) was performed for the comparison of scale scores, the chi-square test was used for the comparison of descriptive characteristics and scale scores, and Cronbach's alpha was used for the reliability analysis of the scale.

Ethical Aspects of the Study

Permission was obtained from the management of the relevant institution, and verbal consent was obtained from the participants to conduct the study,

Limitations of the Study

The main identified limitation of the study is that it is limited to the views of nursing students studying at a university.

RESULTS

The mean age of the student nurses was 19.61±1.27, 82.1% were female, 72.4% lived in dormitories, 62.1% were graduates of Super/Anatolian high school, and 57.9% willingly chose the nursing profession. 50.3% of the students worked in surgical clinics, and 89.0% reported that they felt ready for an internship (Table 1).

Table 1: Descriptive characteristics of the students (N=145)

	min-max,	*Ort ±SD*
Age	(17-23)	19.61+1.27
Gender	*n*	*%*
• Female	119	82.1
• Male	26	17.9
Nationality		
• TR	140	96.6
• Others	5	3.4
Place of residence		
• With family at home	33	22.1
• With relatives/friends at home	8	5.5
• In a dormitory	105	72.4
Last education institute		
• Health vocational high school	6	4.1
• Super/Anatolian high school	90	62.1
• Science high school	29	20.0
• Others (associate degree/undergraduate degree)	20	13.8
Preference for Nursing		
• Willingly	84	57.9
• Unwillingly	42	29.0
• Unconsciously	19	13.1
Internship clinic		
• Internal clinics	72	49.7
• Surgical clinics	73	50.3
Readiness for internship		
• Yes	129	89.0
• No	16	11.0

There was no statistically significant difference between the total ‘Perceived Insider Status Scale’ scores on the first and last day of the internship ($p>0.05$). The comparison of the scores of the 'Perceived Insider Status Scale' sub-items between the first and last measurements showed that only the first score of the item 'I feel excluded in the institution I work' showed a statistically significant increase compared to the last score ($p<0.05$) (Table 2).

Table 2: Comparison of the Perceived Insider Status Scale scores of the students on the first and last day of the internship

Perceived Insider Status Scale items	First Day Mean ±SD (min-max)	Last Day Mean ±SD (min-max)	t, p
1. I feel like a part of the institution I work for.	3.33±0.92 (1-5)	3.28±0.98 (1-5)	t=0.391, p=0.696
2. The organization I work for makes me believe that I belong to this institution.	3.37±0.88 (1-5)	3.24±1.03 (1-5)	t=1.109, p=0.269
3. I feel excluded in the institution I work.	2.22±0.98 (1-5)	2.48±0.94 (1-5)	t=-2.465, p=0.015
4. I do not feel like a member of the institution I work for.	2.65±1.10 (1-5)	2.71±0.99 (1-5)	t=-.443, p=0.658
5. I feel that I belong to the institution I work for.	3.33±0.88 (1-5)	3.33±0.95 (1-5)	t=-0.069, p=0.945
6. The institution I work for often makes me feel as if I do not belong to it.	2.39±0.91 (1-5)	2.60±0.98 (1-5)	t=-1.834, p=0.069
Total	2.88±0.42 (1-5)	2.94±0.47 (1-5)	t=-1.183, p=0.239

The scores of the Perceived Insider Status Scale on the first and last day of the internship were compared according to the descriptive characteristics of the students, and the increase in the first score of those who willingly preferred only nursing compared to the last score was statistically significant ($p<0.05$) (Tablo 3).

Table 3: Comparison of the Perceived Insider Status Scale scores on the first and last day of the internship according to the descriptive characteristics of the students

	First Day Mean±SD	Last Day Mean±SD	t-test, p
Gender			
• Female	2.85±0.43	2.94±0.04	t=-1.694, p=0.093
• Male	3.01±0.35	2.93±0.57	t=0.610, p=0.547
t-test, p	t=-1.414, p=0.162	t=-.106, p=0.916	
Nationality			
• TR	2.88±0.42	2.94±0.04	t=-1.163, p=0.247
• Others	2.96±0.24	3.00±0.0	
t-test, p	t=0.449, p=0.655	t=-.067, p=0.947	
Place of residence			
• With family at home	2.85±0.47	2.94±0.50	t=-.747, p=0.459
• With relatives/friends at home	3.06±0.26	2.83±0.23	t=1.487, p=0.181
• In a dormitory	2.87±0.41	2.95±0.47	t=-1.248, p=0.215
Anova, p	F=0.744, p=0.479	F=0.150, p=0.479	

Preference for Nursing			
• Willingly	2.81±0.44	2.96±0.94	**t=-2.107, p=0.038**
• Unwillingly	2.94±0.40	2.91±0.30	t=0.327, p=0.746
• Unconsciously	3.08±0.26	2.92±0.66	t=1.138, p=0.270
Anova, p	F=1.309, p=0.277	F=0.048, p=0.953	
Internship clinic			
• Internal clinics	2.95±0.35	2.93±0.50	t=0.381, p=0.704
• Surgical clinics	2.81±0.47	2.95±0.446	t=-1.921, p=0.059
t-test, p	**t=2.938, p=0.005**	t=0.132, p=0.895	
Readiness for internship			
• Yes	2.86±0.43	2.93±0.48	t=-1.323, p=0.188
• No	3.04±0.24	3.0±0.32	t=0.333, p=0.743
t-test, p	t=-.713, p=0.478	t=-1.027, p=0.308	

DISCUSSION

Feeling insider is one of the most significant concepts affecting the bonds of students new to nursing with the clinical environment (2). It is among the fundamental factors that affect the quality of the clinical learning environment and the student's learning motivation positively or negatively. Accordingly, in this study, in which the insider perceptions of nursing students in their first clinical experience were evaluated, the perceived insider status of the majority of female and first-year students was found to be below the moderate level, suggesting that nursing students' perceived insider status toward the clinic are not at the desired level and need to be improved. Similarly, in a study conducted by Honda et al (2016) with 3rd and 4th-grade students in Japan, it was found that their perceived insider status was below the moderate level (17). However, in contrast to these findings, other studies conducted in Korea (18), Australia (19, 20), Iran (21), and the United Kingdom (19) reported that perceptions of insider status were above the moderate level, which may be the result of cultural differences and the diversity of clinical learning environments.

At the first-year level, it is particularly crucial to have a favorable sense of being an insider in the clinic because clinical experiences have a significant impact on how students view the nursing profession (22). In this sense, institutions or educators should monitor and support students' adaptation processes. Our study showed that students' perceptions of insider increased on the last day of their clinical internships, but it was not statistically significant ($p>0.05$). This may have resulted from the fact that the students attended the clinics for a short period within the scope of the course and that they had not yet completed the process of insider development in clinical practice areas, because one of the two basic elements involved in the formation of the sense of insider is 'adaptation' (7). Especially the first year of university education is a period in which students have difficulty in orientation and adaptation processes (23). It is expected to take time for them to develop an insider feeling for both the university environment and the clinical environment. Among the sub-items of the perceived insider scale, the mean score of the item 'I feel excluded in the institution I work' is statistically significantly higher on the last day than on the first day ($p<0.05$). In other words, on the last day of the clinical internship, students felt less excluded from the institution than on the first day of the internship.

A positive perceived insider status is closely related to students' feelings of belonging or commitment to their environment (2). In the study, the perceived insider status at the end of the internship of those who preferred nursing willingly was significantly higher than on the first day of the internship ($p<0.05$). In other words, the perceived insider status of students who have the chance to practice the nursing profession they had willingly chosen in the clinical learning environment was also high. Sedgwick and Round (2010) reported that interaction with the nurse in the clinic had a significant effect on whether students felt themselves to be insiders or not (24). Students who spent interactive time with their colleagues in the clinic felt themselves a member of the team and developed a sense of insider or commitment and self-esteem. Adaptation was challenging for students who did not have the chance to build supportive relationships with their nursing teams. To make a student feel accepted as a professional, a positive role model is essential (13). Another finding of this study supports that students interning in internal clinics have more insider feelings than those interning in surgical clinics because health professionals working in surgical clinics cannot provide adequate communication with students due to high bed turnover and treatment and care may be variable.

CONCLUSION

In this study, which evaluated the perceived insider status of first-year nursing students toward the clinics, the perceived insider status of the students was lower than moderate level. The perception of insider status at the end of the internship of those who chose the nursing profession willingly was significantly higher than on the first day. These results highlight the significance of improving first-year students' perceptions of their first-ever clinical internship participation. Collaboration and communication in the learning environment have a significant role in the formation of students' insider perspectives on the clinic. As a result, for nursing students' insider perception of the clinic to be more positive, regular meetings should be held to listen to students' requests, expectations, wishes, and complaints, orientation programs should be organized, and various organizations should be carried out to increase communication with clinical professionals.

References

1. Levett-Jones T, Lathlean J. Belongingness: A prerequisite for nursing students' clinical learning. Nurse education in practice. 2008;8(2):103-11.

2. Levett-Jones T, Lathlean J, Higgins I, McMillan M. Staff–student relationships and their impact on nursing students' belongingness and learning. Journal of advanced nursing. 2009;65(2):316-24.

3. Stamper CL, Masterson SS. Insider or outsider? How employee perceptions of insider status affect their work behavior. Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior. 2002;23(8):875-94.

4. Masterson SS, Stamper CL. Perceived organizational membership: An aggregate framework representing the employee–organization relationship. Journal of Organizational

Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior. 2003;24(5):473-90.

5. Gerrard S, Billington J. The perceived benefits of belonging to an extra curricular group within a pre-registration nursing course. Nurse Education in Practice. 2014;14(3):253-8.

6. Gilbert J, Brown L. The clinical environment-do student nurses belong?: A review of Australian literature. Australian Journal of Advanced Nursing, The. 2015;33(1):23-8.

7. Hagerty BM, Patusky K. Developing a measure of sense of belonging. Nursing research. 1995;44(1):9-13.

8. Sedgwick M, Oosterbroek T, Ponomar V. "It all depends": How minority nursing students experience belonging during clinical experiences. Nursing Education Perspectives. 2014;35(2):89-93.

9. Begen FM, Turner-Cobb JM. The need to belong and symptoms of acute physical health in early adolescence. Journal of Health Psychology. 2012;17(6):907-16.

10. Grobecker PA. A sense of belonging and perceived stress among baccalaureate nursing students in clinical placements. Nurse education today. 2016;36:178-83.

11. Borrott N, Day GE, Sedgwick M, Levett-Jones T. Nursing students' belongingness and workplace satisfaction: Quantitative findings of a mixed methods study. Nurse education today. 2016;45:29-34.

12. Mohamed Z, Newton JM, McKenna L. Belongingness in the workplace: a study of M alaysian nurses' experiences. International Nursing Review. 2014;61(1):124-30.

13. Walker S, Dwyer T, Broadbent M, Moxham L, Sander T, Edwards K. Constructing a nursing identity within the clinical environment: The student nurse experience. Contemporary nurse. 2014;49(1):103-12.

14. Manninen K, Henriksson EW, Scheja M, Silén C. Authenticity in learning–nursing students' experiences at a clinical education ward. Health education. 2013.

15. Mirap SO. Algılanan aidiyet durumunun görev performansı, bağlamsal performans ve toplam performans üzerine etkilerini ölçmeye yönelik özel sağlık kurumlarında bir araştırma. 16 Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi Bildirileri. 2008:16-8.

16. Köksal O. Sosyal değişim teorisi çerçevesinde güven ve algılanan aidiyet durumunun örgütsel vatandaşlık davranışı ve saldırgan davranışlar üzerine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. 2012:142-3.

17. Honda K, Levett-Jones T, Stone T, Maguire J. Japanese nursing students' sense of belonging: A story of Uchi (insider) and Soto (outsider). Nurse Education in Practice. 2016;20:85-92.

18. Kim M, Jung D. Reliability and validity of the Korean version of belongingness scale-clinical placement experience. Asian nursing research. 2012;6(4):137-42.

19. Levett-Jones T. Belongingness: a pivotal precursor to optimising the learning of nursing students in the clinical environment: University of Newcastle; 2007.

20. McKenna L, Gilmour C, Biro MA, McIntyre M, Bailey C, Jones J, et al. Undergraduate midwifery students' sense of belongingness in clinical practice. Nurse Education Today. 2013;33(8):880-3.

21. Ashktorab T, Hasanvand S, Seyedfatemi N, Zayeri F, Levett-Jones T, Pournia Y. Psychometric testing of the Persian version of the belongingness scale–clinical placement experience. Nurse Education Today. 2015;35(3):439-43.

22. Oermann MH, De Gagne JC, Phillips BC. Teaching in nursing and role of the educator. 3 ed. United States of America: Springer Publishing Company; 2021.

23. Al-Mahrooqi R, Denman C. Issues in English education in the Arab world: Cambridge Scholars Publishing; 2014.

24. Sedgwick MG, Rougeau J. Points of tension: a qualitative descriptive study of significant events that influence undergraduate nursing students' sense of belonging. Rural and Remote Health. 2010;10(4):199-210.

ZAYIF OVERYAN YANITLI VE AÇIKLANAMAYAN İNFERTİL KADINLARIN SERUMDA VE FOLİKÜL SIVISINDA DENDRİTİK HÜCRE İLİŞKİLİ SİTOKİNLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uzman Doktor FİLİZ YILMAZ[1], Doktor Öğretim Üyesi ERCAN AYAZ[2]

[1]Hitit Üniversitesi Erol Olçok Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tüp Bebek Merkezi, Çorum, drfilizyilmaz@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0505-3905

[2] Hitit Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Çorum ercanayaz21@hotmail.com

ÖZET

İnfertil hastalarda immün sistemle ilgili farklı hücreler ve sitokinler araştırılmış, infertilite etyolojisinde rolleri tartışılmıştır. Dendritik hücreler (DC), en güçlü profesyonel antijen sunan hücrelerdir. DC'ler dokularda ve dolaşımda bulunurlar, fagositoz için yüksek kapasiteye sahiptirler ve lenf düğümlerinde T lenfositlerine sunulmak üzere antijenleri yakalayıp işleyebilirler. Daha önceki çalışmalarda infertilite patogenezinde dendritik hücre ilişkili sitokinlerinin rolü araştırılmamıştır. Biz ise çalışmamızda açıklanamayan infertilite ve zayıf ovaryen yanıtlı hastalarda dendritik hücre ilişkili sitokinlerinin (IL-23, IL-27) rolünü araştırmayı hedefledik. İnfertil tanısı alan hastalar etyolojilerine göre gruplandırıldı, IL-23 ve IL-27 sitokinlerin konsantrasyonları serum ve folikül sıvısında ölçüldü. Aynı zamanda, infertil hastaların folikül sıvısı ve serumundaki sitokin (IL-23, IL-27) düzeyleri arasında korelasyon olup olmadığını değerlendirdik. Bu prospektif çalışma Hitit Üniversitesi Erol Olçok Eğitim Araştırma Hastanesi Tüp Bebek Merkezinde ICSI/ET siklusu sırasında yumurta toplama işlemi yapılan hastalardan elde edilen folikül sıvısı ve serum örnekleri ile gerçekleştirildi. Çalışmaya 22-44 yaşlara arasında, çeşitli infertilite nedenleriyle ICSI/ET kararı alınmış primer veya sekonder infertil 45 hasta kabul edildi. Çalışmada yer alan hastalar, kontrol grubu (n:15), açıklanamayan infertil grubu (n:15) ve zayıf overyen yanıt grubu (n:15) olarak ayrıldı. Seçilen sitokinlerin (IL-23 ve IL-27) konsantrasyonları ELISA yöntemi ile ölçüldü. Folikül sıvısında IL-23, IL-27 ve serumda IL-23, IL-27 ölçüm sonuçları gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi ($p>0,05$). İnfertilite patogenezinde IL-23 ve IL-27 sitokinlerin rolü olmadığı düşünüldü. Ayrıca folikül sıvısı ile serum IL-23 ve IL-27 değerleri arasında korelasyon izlenmedi. Herhangi bir hastalıkta patogenezi tanımlamak, hem tedavi yöntemi geliştirilmesinde hemde tanı yöntemi geliştirilmesinde yol göstericidir. Çalışmamızda infertilite patogenezinde rolü olmadığı düşünülen IL-23 ve IL-27 sitokinleri dışlanarak, farklı sitokinlere yönelik yeni bir tedavi yöntemi geliştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Folikül sıvısı; sitokin; dendritik hücre; IL-23; IL-27.

GİRİŞ

12ay boyunca düzenli korunmasız cinsel ilişkiye rağmen gebeliğin oluşmaması infertilite olarak tanımlanmaktadır. Evli çiftlerin yaklaşık olarak %15'i infertiliteden etkilenmiştir. Üremeye yardımcı tekniklere ilgi artarak devam etmekte ve bugünde gelişimini sürdürmektedir. Zayıf overyan yanıt (ZOY), reprodüktif çağda olan düzenli adet gören ancak over stimülasyonuna cevap verme açısından yaşıtlarından geride kalan hastalar şeklinde tariflenmektedir. 2010 yılında European Society of Human Reproduction and Embryology (ESHRE) tarafından organize edilen konsensusla ortak bir tanımda ve kriterlerde uzlaşılmıştır. Üç özellikten en az 2'si olmalı: 1. İleri kadın yaşı (≥ 40) veya ZOY için bir risk faktörü), 2. Önceki bir ZOY (konvansiyonel stimülasyon protokolü ile ≤ 3 oosit), 3. Herhangi anormal ovaryan rezerv test (ör: AFC< 5-7 ve ya AMH < 0.5-1.1 ng/ml). İnfertil çiftlere yapılan muayeneler ve testler sonucunda infertiliteyi açıklayacak bir neden bulunamadığı durumda ise tanı açıklanamayan infertilite olarak konulur. Bu durum infertil çiftlerin yaklaşık olarak %15'ini etkilemektedir.

Foliküler sıvısı, oogenez boyunca oositin içinde bulunduğu ortamdır ve oosit gelişiminde önemlidir. Folikül sıvısı, ya plazmadan folikül içine giren ya da tekal ve granüloza hücreleri gibi yerleşik foliküler hücrelerden ya da muhtemelen oositin kendisinden salgılanan moleküller içerir. Hormonlar ve büyüme faktörleri ile birlikte folikül sıvısında bir dizi sitokin tanımlanmıştır. Folikül sıvısı oosit toplama işlemi sırasında oositle beraber aspire edilmektedir. Bu nedenle foliküler sıvının analizi ile oosit ve çevresindeki hücrelerin moleküler ilişkisi de değerlendirilebilmektedir. Bu sıvıdan elde edilen parametreler IVF'deki fertilizasyonu, embriyo klivajını, embriyo morfolojisini ve gebelik hızlarını belirlemede kullanılmıştır (1). Folikül sıvısında immünolojik faktörlerin anormal ekspresyonun, infertil hastalarda gözlenen düşük kaliteli oositlere sebep olabileceğini düşünülmektedir.

Sitokinler, çok sayıda işlevi olan bağışıklık hücresi aracılarıdır; örneğin, hücre büyümesini uyardıkları veya inhibe ettikleri, hücre göçünü tetikledikleri ve bir inflamatuar yanıtın başlatılmasına yardımcı oldukları bilinmektedir. Yumurtalıkta sitokinler, folikül büyümesi, steroidogenez, ovulasyon ve luteinizasyon süreçlerinde rol oynar. Üreme bozuklukları, sitokin seviyelerinin düzensizliği ile ilişkilendirilmiştir ve son yıllarda çeşitli sitokinlerin folikül sıvı seviyeleri, oosit kalitesi ve IVF/ICSI döngüsü başarı oranı ile ilişkilendirilmiştir (2). Granülosit-Koloni Uyarıcı faktör (G-CSF), başarılı implantasyonun kanıtlanmış bir noninvaziv folikül sıvı biyobelirteçidir. Yakın tarihli bir retrospektif çalışma, folikül sıvı G-CSF düzeylerinin ölçülmesinin, embriyo seçimini iyileştirerek, taze embriyo transferlerinde devam eden gebelik oranlarını %37,5'e kadar artırabileceğini öne sürülmüş (3). Bununla birlikte, ek biyobelirteçlerin mevcudiyeti ve keşfi, tedavi başarısına yönelik tahmin yeteneklerini geliştirecektir.

Dendritik hücreler (DC), en güçlü profesyonel antijen sunan hücrelerdir (APC). DC'ler dokularda ve dolaşımda olgunlaşmamış hücreler olarak bulunurlar, fagositoz için yüksek kapasiteye sahiptirler ve lenf düğümlerinde T hücrelerine sunulmak üzere antijenleri yakalayıp işleyebilirler. Patojenlerle bağlantılı aktifleştirilmiş bir sinyal aldıktan sonra DC'ler majör histo-uyumluluk kompleksini (MHC) sınıf II/HLA-DR ve yardımcı uyarıcı molekülleri uyarır. Aktivasyonun ardından DC'ler, tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α), interlökin (IL)-6, IL-27 ve

IL-23 gibi sitokinler ve enflamatuar aracılar üretir. Ayrıca, T hücrelerinin proliferasyonunu ve birçok inflamatuar hastalıkta rol oynayan T lenfosit tiplerine Th17 ve Th1'e doğru polarize eder. Bu nedenle DC'ler patojen tanıma ve hem doğal hem de adaptif bağışıklığın efektör hücreleri arasında ikili bir köprü görevi görür (4).

İnfertilite patogenezinde sitokinlerin rolleri olabileceği gösterilmiştir. Farklı sitokin grupları araştırılmış ve infertilite etyolojisinde rolleri tartışılmıştır. Fakat daha önceki çalışmalarda IL-23 ve IL-27 rolü araştırılmamıştır. Bu çalışmada amacımız, infertil hastaların serum ve folikül sıvısında IL-23, IL-27 sitokin düzeylerini değerlendirmektir. İkincil amacımız ise, folikül sıvısı ve serumda IL-23 ve IL-27 değerleri arasında korelasyon olup olmadığını değerlendirmektir.

MATERYAL METOD:

Bu prospektif çalışma 2022 yılında Hitit Üniversitesi Erol Olçok Eğitim Araştırma Hastanesi Tüp Bebek Merkezinde ICSI/ET siklusu sırasında yumurta toplama işlemi yapılan hastalardan elde edilen folikül sıvısı ve serum örnekleri ile gerçekleştirildi. Çalışmaya Hitit Üniversitesi Etik Kurulu onayı (karar no:2022-62) alındıktan sonra başlandı. İşlem öncesi çalışmaya katılan tüm hastalarda yazılı ve sözlü onam alındı. Çalışmaya 22-44 yaşlara arasında, çeşitli infertilite nedenleriyle (erkek faktör, kadın faktör, açıklanamayan infertilite) ICSI/ET kararı alınmış primer veya sekonder infertil hastalar kabul edildi. Çalışmada yer alan 45 kadın, klinik durumlarına göre 3 ayrı gruba ayrıldı: **Grup 1: Kontrol:** İnfertilite kliniğinde yapılan muayenelerinde ve testlerinde infertiliteye neden olabilecek farklı bir neden yokken tuba uterina kaynaklı nedenlerle veya erkek eşlerin spermiogram sonuçlarının DSÖ kriterlerine göre normozoospermik olarak sınıflandırılamayan hastalar kontrol grubu olarak adlandırıldı. **Grup 2: Açıklanamayan İnfertilite:** Yapılan infertilite testlerinde herhangi bir anomali saptanmayan kadın hastalar ve erkek eşlerin spermiogram sonuçları DSÖ kriterlerine göre normozoospermik olarak saptanan hastalar açıklanamayan infertilite grubu olarak adlandırıldı. **Grup 3: ZOY:** Bologna Kriterlerine uyan hastalar ZOY grubu adlandırıldı: Üç özellikten en az 2'si olmalı: 1. İleri kadın yaşı (≥ 40) veya ZOY için bir risk faktörü) 2.Önceki bir ZOY (konvansiyonel stimülasyon protokolü ile ≤ 3 oosit), 3.Herhangi anormal ovaryan rezerv test (ör: AFC< 5-7 ve ya AMH < 0.5-1.1 ng/ml). Dışlama kriterleri; Vücut Kütle indeksi (VKI) >30 kg/m^2 olan, hipotiroidi/hipertirodi gibi metabolik endokrin bozukluğu bulunan, geçirilmiş ovaryan cerrahi öyküsü buluna ve tedaviye başlangıç FSH düzeyi >15 mIU/ml olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir (5).

Çalışmada tüm hastalara adetin 2. gününden itibaren kontrollü ovarian stimülasyon için follitropin alfa (rekombinant FSH) veya human menopozal gonadotropin (Menopur) hastanın yaş, antral folikül sayımı ve vücut kitle indeksi göz önünde bulundurularak 150-300 ünite/gün/SC dozunda başlandı. GnRH antagonist protokol yapılacak olgularda adetin 6. gününden itibaren cetrorelix 0,25 mg/gün/SC (Cetrotide) başlandı. İndüksiyon süresince foliküler büyüme ultrason ölçümleri ile düzenli olarak takip edildi. En az üç folikül çapı 18 mm ve üzeri olunca 250 mcg/SC choriogonadotropin alfa (rekombinant hCG) uygulandı. 36 saat sonra OPU gerçekleştirildi (6-8). OPU işlem gününde sedasyon öncesi intravenöz kan örneği alındı. Alınan kan örneği biyokimya tüpüne aktarıldı. Santrifüj işlemi sonrasında serum kısmı

-80 derecede analiz gününe kadar saklandı. Çalışmaya dahil edilen hastalardan alınan foliküler sıvılar, 16 G'lik iğneler ile 15-20 mm büyüklüğündeki ve proba en yakın foliküllere keskin olarak girildikten sonra 125 mmHg vakum basıncında aspire edilerek elde edildi. Yıkama sıvısı ve kan ile kontamine olmuş folikül sıvıları ve oositleri çalışmaya dahil edilmedi. Folikül sıvısı, içerisindeki oosit alındıktan sonra steril pipetle ayrı steril, apirojen, polipropilen konik tabanlı 15 ml hacimli tüplere konuldu. Materyaller -80°C'de analiz gününe kadar saklandı (6-8).

Sitokin Düzeyi Ölçümü

Folikül sıvı ve serum örnekleri, Ankara Atlas Biyoteknoloji laboratuvarında analiz edildi. Sitokinler, IL-23(BTLAB markası, katalog no:E0073Hu) ve IL-27 (BTLAB markası, katalog no:EOO75Hu) konsantrasyonlarının analizi ELISA analizi ile değerlendirildi.

İstatistiksel Değerlendirme

IBM SPSS 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Normal dağılıma uygunluk testi Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip değişkenler için Student t testi ile, normal dağılıma sahip olmayan değişkenler için Mann Whitney U Testi ile belirlendi. Çalışmada ayrıca sitokin düzeyleri ile yaş, AMH, LH, FSH, E2, AFC, oosit sayı, PN sayı karşılaştırması Pearson korelasyon analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Hastaların Karakteristik Özellikleri

45 hastanın karakteristik özellikleri; kontrol grubunun ortalama yaşı 29,7±1,4 yıl, ZOY grubunun ortalama yaşı 36,1±0,9 yıl ve açıklanamayan infertil grubunun ortalama yaşı ise 29,1±1. Kontrol grubunda AMH :4,7±0,6 ng/dl, LH: 9,6±3,3 ng/dl, FSH: 5,5±0,5 ng/dl, E2:36,4±4,6, AFC:17,0±4,6, toplanan oosit sayısı:10,6±1,3 ve PN sayısı: 4,3±0,8 idi. ZOY grubunda AMH :1,2±0,5 ng/dl, LH: 8,5±1,9 ng/dl, FSH: 8,7±1,4 ng/dl, E2:46,5±7,2, AFC:5,5±0,4, toplanan oosit sayısı:4,7±7,2 ve PN sayısı:1,8±0,3. Açıklanamayan infertil grubunda ise AMH:4,2±0,6 ng/dl, LH:6,5±0,6 ng/dl, FSH:7,8±1,8 ng/dl, E2:57±9,7, AFC:17,5±2,3, toplanan oosit sayısı:10,1±1,4 ve PN sayısı: 4,6±1,1.

3 grup arasında yaş dağılımı, AMH, AFC ve toplanan oosit sayısı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Diğer parametrelerde istatiksel farklılık izlenmedi.

Sitokin Ölçüm Sonuçları

Kontrol grubunun folikül sıvısında IL-23 düzeyi: 79741,5±18773,5, IL27 düzeyi: 1447,2±358,2, serumda IL-23 düzeyi: 86030±20965,7 ve IL-27 düzeyi: 1212,6±268,6 olarak ölçüldü. ZOY grubunun folikül sıvısında IL-23 düzeyi: 111158,5±27038,3, IL27 düzeyi: 867,3±367,9, serumda IL-23 düzeyi: 145060,4±30790 ve IL-27 düzeyi: 974,8±315,8 olarak ölçüldü. Açıklanamayan infertil hasta grubunun folikül sıvısında IL-23 düzeyi:

72409±17910,9, IL27 düzeyi: 1274,5±322,9, serumda IL-23 düzeyi: 98770,9±22201,2 ve IL-27 düzeyi: 1484,3±322,5 olarak ölçüldü.

Korelasyon Analizi

Tüm gruplarda folikül sıvısında IL-23 düzeyi ile serum IL-23 düzeyleri arasında arasında güçlü pozitif korelasyon bulundu ($p<0,01$). Açıklanamayan infertilite grubunda serum IL-27 ile LH arasında zayıf korelasyon bulundu ($p<0,05$). Serum IL-27 ile pn sayısı arasında güçlü pozitif yönde korelasyon bulundu ($p<0,01$).

TARTIŞMA

IVF tedavi sikluslarında hastaların klinik durumu, tedavi başarısını etkilemektedir. Özellikle ZOY hasta grubunda başarı oranı daha da düşük olmaktadır. ZOY hastalarda tüp bebek tedavi başarısının arttırılması amacıyla tedavi protokolleri ve patogeneze yönelik araştırmaların yapılması gereklidir. Bu çalışmada açıklanamayan infertilite ve zayıf ovaryen yanıtlı hastalarda folikül sıvısında dentritik hücre ilişkili sıtokin düzeyleri ölçülüp karşılaştırılmıştır.

Sitokinlerin, yumurtalık foliküler büyümesinin desteklenmesi, lökosit infiltrasyonu ve ovulasyon için gerekli aktivasyon ve luteinizasyon ve luteoliz sırasında doku yeniden şekillenmesi dahil olmak üzere aylık yumurtalık süreçlerini düzenlediği düşünülmektedir. İnfertilite ile ilişkili olabileceği öngörülen sitokinler araştırılmıştır. Örneğin, Beth ve arkadaşları, infertil hastaların folikül sıvında IL-8 seviyesi ile folikül çapının ilişkili olduğunu göstermiş. Huan ve arkadaşları ise primer ovaryen yetmezlik tanısı olan infertil hastaların folikül sıvında IL-1alfa ve IL-1beta sitokin düzeylerinin daha yüksek olduğunu göstermişler. Yu Liang ve arkadaşları ise endometrioma tanılı hastaların folikül sıvısındaki 16 farklı sitokin düzeylerine etkisini araştırmış, sitokin düzeyleri ile IVF tedavi başarısı ilişkili olabileceğini öne sürmüşler. Biz ise çalışmamızda daha önce araştırılmamış sitokinleri analiz ettik.

Xiao ve ark. endometriozis tanısı olan IVF tedavisi uygulanan hastalarda folikül sıvısı ve serumda 38 adet sitokin değerlendirmişler. Endometriozisi olan hastalarda IL-4, IL-13, IL-3, IL-1alfa düzeylerinin yüksek, INF-gama, IL-17A, MDC, MIP-1alfa seviyelerinin kontrol grubuna göre düşük olduğunu göstermişler (9). Bi başka çalışmada Buyuk ve ark. obez infertil hastaların folikül sıvı ve serum örneklerinde MCP-1 düzeyini değerlendirmişler. MCP-1 düzeyinin obezite ilişkili infertilitede rolü olduğunu ve serum ile folikül sıvısında MCP-1 düzeyleri arasında poztif korelasyon ve gebelik oranı ile negatif olduğunu göstermişler (10). Ghazal ve ark. IVF tedavisi uygulanan kadınlarda folikül sıvısı ve serumda D vitamin düzeyi bakmışlar. D vitamin düzeyinin gebelik ile pozitif korele olduğunu göstermişler (11). Biz ise çalışmamızda, IL-23, IL-27 ile seçtiğimiz parametreler arasında korelasyon izlemedik. Çalışmamızın zayıf yönü olarak, az denek sayısı olmasını belirtebiliriz. Daha büyük çalışma grubu ile çalışmanın güçlendirilerek kliniğe uyarlanabileceğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, İnfertilite patogenezinde IL-23 ve IL-27 sitokinlerin rolü olmadığı düşünüldü. Ayrıca folikül sıvısı ve serum IL-23 ve IL-27 değerleri ile IVF tanı ve tedavi parametreleri arasında korelasyon izlenmedi. Herhangi bir hastalıkta patogenezi tanımlamak, hem tedavi yöntemi geliştirilmesinde hemde tanı yöntemi geliştirilmesinde yol göstericidir.

Çalışmamızda infertilite patogenezinde rolü olmadığı düşünülen IL-23 ve IL-27 sitokinleri dışlanarak, farklı sitokinlere yönelik yeni bir tedavi yöntemi geliştirilebilir.

REFERANSLAR

1. Revelli A, Delle Piane L, Casano S, Molinari E,Massbrio M, Rinaudo P. Follicular fluid content and oocyte quality: from single biochemical markers to metabolomics. Reprod Biol Endocrinol 2009; 4: 7-40.

2. Ferraretti A, La Marca A, Fauser BCJM, Tarlatzis B, Nargund G, Gianaroli L, et al. ESHRE consensus on the definition of 'poor response'to ovarian stimulation for in vitro fertilization: the Bologna criteria. Human reproduction 2011;26(7), 1616-1624.

3.Liang Y, Yang X, Lan Y, Lei L, Li Y, Wang S. Effect of Endometrioma cystectomy on cytokines of follicular fluid and IVF outcomes. J Ovarian Res. 2019 Oct 21;12(1):98. doi: 10.1186/s13048-019-0572-7.

4. Zhang T, Tian F, Huo R, Tang A, Zeng Y, Duan YG. Detection of dendritic cells and related cytokines in follicular fluid of patients with polycystic ovary syndrome. Am J Reprod Immunol. 2017 Sep;78(3). doi: 10.1111/aji.12717. Epub 2017 Jun 6. PMID: 28585716.

5. I. Kasapoglu, P. Turk, C. Cakır Düşük Over Rezervli Hastalarda GnRH Antagonist/Letrozol Stimülasyon Protokolünün Kullanılmasının İntrasitoplazmik Sperm Enjeksiyonu Siklus Sonuçlarına Etkisi, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 44 (1) 13-17, 2018.

6. Cordeiro FB, Montani DA, Pilau EJ, Gozzo FC, Fraietta R, Turco EGL. Ovarian environment aging: follicular fluid lipidomic and related metabolic pathways. J Assist Reprod Genet. 2018 Aug;35(8):1385-1393. doi: 10.1007/s10815-018-1259-5. Epub 2018 Jul 16.

7. Zhang XX, Yu Y, Sun ZG, Song JY, Wang AJ. Metabolomic Analysis Of Human Follicular Fluid: Potential Follicular Fluid Markers Of Reproductive Aging. J Pak Med Assoc. 2018 Dec;68(12):1769-1781.

8. Malizia BA, Wook YS, Penzias AS, Usheva A. The human ovarian follicular fluid level of interleukin-8 is associated with follicular size and patient age. FertilSteril. 2010 Feb;93(2):537-43. doi: 10.1016/j.fertnstert.2008.11.033. Epub 2009 Mar 14.

9. Mao, X. D., Hu, C. Y., Zhu, M. C., Ou, H. L., & Qian, Y. L. (2019). Immunological microenvironment alterations in follicles of women with proven severe endometriosis undergoing in vitro fertilization. *Molecular biology reports*, *46*(5), 4675–4684. https://doi.org/10.1007/s11033-019-04753-3

10. Buyuk, E., Asemota, O. A., Merhi, Z., Charron, M. J., Berger, D. S., Zapantis, A., & Jindal, S. K. (2017). Serum and follicular fluid monocyte chemotactic protein-1 levels are elevated in obese women and are associated with poorer clinical pregnancy rate after in vitro fertilization: a pilot study. *Fertility and sterility*, *107*(3), 632–640.e3. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2016.12.023

11. Neysanian, G. H., Taebi, M., Rezaeian, A., Nasr-Esfahani, M. H., & Jahangirifar, M. (2021). The Effects of Serum and Follicular Fluid Vitamin D Levels on Assisted Reproductive Techniques: A Prospective Cohort Study. *International journal of fertility & sterility*, *15*(4), 280–285. https://doi.org/10.22074/IJFS.2021.138605.1033

AKCİĞER KANSERİNDE TRANSKRİPTOMİK VERİ YAKLAŞIMIYLA miRNA EKSPRESYON PROFİLLEMESİ

Öğr.Gör.Dr. Gözde ÖZTAN[1]

[1] İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji AD, gozdeoztan@istanbul.edu.tr - ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-2970-1834

ÖZET

Akciğer kanseri (AK) dünyadaki en yıkıcı malignitedir. Histolojik olarak AK, küçük hücreli akciğer kanseri (KHAK) ve küçük hücreli dışı akciğer kanseri (KHDAK) olarak ikiye ayrılabilir.

ArrayExpress, MIAME uyumlu verileri MGED tavsiyelerine uygun olarak depolamayı amaçlayan, transkriptomik ve ilgili veriler için halka açık bir havuzdur. Bu çalışmada, ArrayExpress platformu aracılığıyla akciğer kanserinde tam kan mikro RNA (miRNA) ekspresyon analizi için transkripsiyon profil array yönteminin uygulandığı deneysel veri seti seçilmiştir.

E-GEOD-40738 erişim numaralı veri setinin işlevsel bir genomik veri deposu olan NCBI Gene Ekspresyon Omnibus (GEO) üzerinden akciğer kanserli 86 birey, ameliyat olmuş akciğer kanserli 14 birey, hastalığı olmayan 59 birey ve kanser olmayıp sigara nedeniyle pulmoner nodülü olan 18 bireyden mikro dizi verilerini (GSE40738) GEO2R programı kullanarak belirlemeyi amaçladık.

Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonundan öncesi 86 AK'li birey, AK olmayan veya nodülü olmayan 59 bireyle aynı zamanda akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu sonrası tedavi olmuş AK'li 14 birey ise, AK olmayan veya nodülü olmayan 59 bireyle karşılaştırılarak GSE40738 veri seti GEO2R programı üzerinden değerlendirildi. Farklı şekilde eksprese edilen genler, volcano plot grafiğinde değişimin büyüklüğüne (log2 kat değişimi) göre gösterilmiştir. Vurgulanan genler, varsayılan olarak ayarlanmış p-değeri 0,05 kesiminde (kırmızı = yukarı regüle, mavi = aşağı regüle) önemli ölçüde farklı şekilde ifade edilmektedir.

Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu öncesi AK'li bireylerle akciğer kanseri olmayan veya nodülü olmayan bireylerin Volcano plot grafiğine göre karşılaştırmasında, hsa-miR-3922-3p, mmu-miR-1942, hsa-miR-1295a, hsa-miR-5000-5p, hsa-miR-5688, hsa-miR-5007-3p, hsa-miR-126-5p, mmu-miR-126-5p, rno-miR-126, mcmv-miR-m01-2, mmu-miR-764-5p, rno-miR-764 non-coding RNA'lar down regüle olurken (log^2(fold change) < -1.5), hsa-miR-5687, mmu-miR-5125, hsa-miR-646, mmu-miR-3473c, hsa-miR-551a, rno-miR-2985 non-coding RNA'ları (log^2 (fold change < +1.5) up regüle olarak tanımlandı.

Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu sonrası tedavi olmuş AK'li bireylerle hastalığı olmayan bireylerin Volcano plot grafiği karşılaştırmasında mmu-miR-1892, hsa-miR-5698, mmu-miR-343,hsa-miR-3147, mmu-miR-3102-5p, hsa-miR-3126-3p, hsa-miR-553, hsa-miR-1255b-5p down regüle olurken, hsa-miR-5088, hsa-miR-2355-3p, hsa-miR-1912, hsa-miR-325, hsa-miR-569, hsa-miR-571, hsa-miR-1302, hsa-miR-1225-5p, hsa-miR-155-5p up regüle olarak belirlendi.

Çalışmamızda, tedavi öncesi ve tedavi sonrasında farklı non-coding RNA'ların fonksiyon gösterebileceğini tespit ettik. Sonuç olarak, AK'nin erken dönemde yakalanma ihtimalinin %15 civarında olduğunu varsayarsak, non-coding RNA profil array verilerinden tespit edilebilecek miRNA'ların hastalığın erken teşhisinde ve tedavi sürecinin şekillenmesinde birer biyomarker olarak yol gösterici olabileceği görüşündeyiz.

Anahtar Kelimeler : Akciğer kanseri, Non-coding RNA profil array, miRNA

miRNA EXPRESSION PROFILING IN LUNG CANCER WITH TRANSCRIPTOMIC DATA APPROACH

ABSTRACT

Lung cancer (LC) is the most devastating malignancy in the world. Histologically, LC can be divided into small cell lung cancer (SCLC) and non-small cell lung cancer (NSCLC). ArrayExpress is a public repository for transcriptomic and related data aimed at storing MIAME compliant data in accordance with MGED recommendations. In this study, an experimental

data set using the transcription profile array method was selected for whole blood microRNA (miRNA) expression analysis in lung cancer via the ArrayExpress platform.

We aimed to determine the microarray data of 86 individuals with lung cancer, 14 individuals with lung cancer who underwent surgery, 59 individuals without the disease and 18 individuals who did not have cancer but had pulmonary nodules due to smoking, using the GEO2R program, via the NCBI Gene Expression Omnibus (GEO), a functional genomic data repository of the dataset accession number E-GEOD-40738.

The GSE40738 dataset was evaluated using the GEO2R program by comparing 86 individuals with LC before surgical resection of lung cancer, 59 individuals without LC or nodules, and 14 individuals with LC who were also treated after surgical resection of lung cancer, with 59 individuals without LC or nodules. The differentially expressed genes are shown in the volcano plot according to the magnitude of the change (log2 fold change). Highlighted genes are expressed significantly differently at the default adjusted p-value 0.05 (red =up-regulated, blue= down-regulated).

In comparison of individuals with LC and individuals without lung cancer or nodules according to Volcano plot graph before surgical resection of lung cancer, hsa-miR-3922-3p, mmu-miR-1942, hsa-miR-1295a, hsa-miR-5000-5p, hsa-miR-5688, hsa-miR-5007-3p, hsa-miR-126-5p, mmu-miR-126-5p, rno-miR-126, mcmv-miR-m01-2, mmu-miR-764- 5p, rno-miR-764 non-coding RNAs are down-regulated (log2 (fold change) < -1.5), hsa-miR-5687, mmu-miR-5125, hsa-miR-646, mmu-miR-3473c , hsa-miR-551a, rno-miR-2985 non-coding RNAs (log2 (fold change < +1.5)) were defined as up-regulated.

Volcano plot graph comparison of individuals with LC treated after surgical resection of lung cancer and individuals without the disease, mmu-miR-1892, hsa-miR-5698, mmu-miR-343, hsa-miR-3147, mmu-miR-3102-5p, hsa-miR-3126-3p, hsa-miR-553, hsa-miR-1255b-5p were down-regulated, while hsa-miR-5088, hsa-miR-2355-3p, hsa-miR-1912, hsa-miR-325, hsa-miR-569, hsa-miR-571, hsa-miR-1302, hsa-miR-1225-5p, hsa-miR-155-5p were determined to be up-regulated.

In our study, we determined that different non-coding RNAs could function before and after treatment. As a result, if we assume that the probability of catching LC in the early period is around 15%, we think that miRNAs that can be detected from non-coding RNA profile array data can be a guide as a biomarker in the early diagnosis of the disease and shaping the treatment process.

Keywords: Lung cancer, Non-coding RNA profiling array, miRNA

1. GİRİŞ

Akciğer kanseri (AK), dünya çapında kansere bağlı ölümlerin önde gelen nedenlerinden biridir. Histolojik olarak akciğer kanseri, küçük hücreli dışı akciğer kanseri (KHDAK) ve küçük hücreli akciğer kanseri (KHAK) olarak sınıflandırılabilir. Daha agresif KHAK, akciğer kanseri hastalarının %10-15'ini ve KHDAK, akciğer kanseri hastalarının yaklaşık %85'ini oluşturur [1].

AK, hem erkeklerde hem de kadınlarda en sık görülen ikinci kanserdir ve kansere bağlı ölümlerin önde gelen nedenidir. Yüksek riskli popülasyonlarda akciğer kanseri taraması için düşük doz bilgisayarlı tomografi (DDBT) önerilmesine ve akciğer kanseri mortalitesini azaltabilmesine rağmen, aşırı tanı ve morbiditeyi azaltmak için akciğer kanseri taramasının doğruluğunun iyileştirilmesine ihtiyaç vardır. Erken akciğer kanser tespit testi ve mikroRNA bazlı biyobelirteçler dahil olmak üzere kan ve serum bazlı biyobelirteçler, akciğer kanseri taramasında DDBT'ye umut vaat eden tamamlayıcılardır [2].

Bir nöroendokrin tümör olarak, KHAK, akciğer kanserinin ~%13,6'sını oluşturan, güçlü invazivlik ve yüksek nüks ile ölüm oranları özelliklerine sahiptir. Konvansiyonel tedaviye karşı KHAK direnci ve yüksek nüks oranı, öncelikle belirgin şekilde yüksek mutasyon oranı ve genomik kararsızlığından kaynaklanmaktadır. Mikroarray teknolojisi, hastalık biyobelirteçlerini tanımlamada etkili bir yaklaşım olan KHAK genlerinin transkripsiyonu ve epigenetiğindeki değişiklikleri incelemede yararlıdır. Ayrıca, miRNA'lar, gen ekspresyon seviyelerini yukarı veya aşağı doğru düzenleyerek KHAK'nın oluşumunu, metastazını ve tekrarını etkiler [3].

Onkogenler olarak OncomiR'ler ve tümör baskılayıcı mikroRNA'lar (miRNA) ile tümör baskılayıcı genler, akciğer kanseri prognozunda önemli roller oynamaktadır. Moleküler biyobelirteçler, akciğer kanseri taraması için yardımcı bir araç olmuştur. Bunların arasında sirküle miRNA'lar, tanısal fayda açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Bunun nedeni, miRNA'ların kan, kolostrum, idrar ve plevral sıvı gibi vücut sıvılarından saptanmasındaki fizibiliteye dayanmaktadır. Avantajları arasında, dolaşımdaki miRNA'ların, endojen RNazların etkileri olmadan vücut sıvısında çok kararlı olmasıdır. Ayrıca, dolaşımdaki miRNA'lar, farklı tümör parçalarından veya metastatik bölgelerden gelen tüm patolojik sinyalleri toplayarak tümör heterojenliği sorununun üstesinden gelebilir [4].

Tek bir miRNA'nın yüzlerce farklı miRNA'nın ifadesini etkileme potansiyeli, yeni biyolojik yolların tanımlanmasına yardımcı olabilir. miRNA'nın hastalık durumlarının iyileştirilmesi ve ilerlemesindeki biyolojik rolleri ve bunların etki biçimleri farklı biyolojik koşullarda değişebilir. miRNA'ların düzensizliğinin apoptozun modülasyonu yoluyla akciğer kanseri başlangıcı ve ilerlemesi ile ilişkili olduğu ve bunların kanser teşhisi, prognozu ve rehabilitasyonundaki olası rolü ortaya çıkmıştır [5].

Tümör, düğüm, metastaz (TNM) evreleme sistemi üzerinden risk sınıflandırmasını iyileştirmek amacıyla birçok klinik özellik, patolojik özellik ve biyobelirteç incelenmiştir. Özellikle, prognostik göstergelerin moleküler düzeyde var olup olmadığına odaklanılmaktadır. Bu alandaki araştırmalar, onkoproteinlerin ve diğer protein ürünlerinin profillenmesine dayanan çeşitli proteomik risk sınıflandırma modellerine yol açmıştır. TNM evreleme sisteminin ötesinde ek prognostik bilgi sağlama açısından genomik modellere doğru geçiş olmuştur. Erken evre akciğer kanseri olan hastaların risklerini daha iyi sınıflandırmamıza yardımcı olmak için önerilen başlıca mikrodizi ve kantitatif polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) tabanlı modellere odaklanılmaktadır. Hem prekanseröz bir hücre içindeki genetik değişikliklerin hem de tümör mikro çevresindeki epigenetik değişikliklerin tümörijenezi teşvik ettiği düşünülmektedir. Belirli genlerin ekspresyon seviyelerindeki değişikliklerin kanserle güçlü bir şekilde ilişkili olduğu ve kansere neden olduğu kabul edilmektedir. Akciğer kanserinin genomik profilleri, başlangıçta akciğer kaynaklı tümörleri akciğer dışı tümörlerden ayırt etmek, akciğer tümörlerinin farklı morfolojik sınıflarını belirlemek ve yalnızca morfolojik özelliklere göre sınıflandırılmış olan akciğer tümörlerinin yeni alt tiplerinin tespiti için kullanılmaktadır [6].

Bu çalışmanın amacı, akciğer kanserli (tedavi öncesi ve tedavi sonrası) bireyler ile hastalığı olmayan sağlıklı bireyler arasındaki miRNA'ların diferansiyel ekspresyonunu karşılaştırarak AK patogenezini ve tedaviye yönelik potansiyel moleküler belirteçleri incelemekti.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. ArrayExpress platformu aracılığıyla deneysel veri setinin seçimi

Transkriptom dizilemeyle (RNA-Seq), mikro diziler tarafından gen ekspresyon farklılıklarının tanımlanması, akciğer kanseri patogenezinde yol gösterici olacaktır. ArrayExpress, MIAME uyumlu verileri MGED tavsiyelerine uygun olarak depolamayı amaçlayan, transkriptomik ve ilgili veriler için halka açık bir havuzdur [7]. Bu çalışmada, ArrayExpress platformu aracılığıyla

akciğer kanserinde tam kan miRNA ekspresyon analizi için transkripsiyon profil array yönteminin uygulandığı deneysel veri seti seçilmiştir. Yedinci nesil Exiqon kilitli nükleik asit miRCURY LNA mikro dizileri, AK olan hastaların ve hastalığı olmayan klinik olarak ilgili kontrollerin (kanserli olmayan akciğer nodülü olan, yoğun sigara kullanımı nedeniyle kanser riski yüksek olan veya cerrahi rezeksiyon ile akciğer kanseri tedavi edilen kişiler) tam kanındaki miRNA'ların ekspresyonunun profilini çıkarmak için kullanıldı.

2.2. NCBI Gene Ekspresyon Omnibus (GEO) veritabanı üzerinden kodlayıcı olmayan RNA'ların belirlenmesi

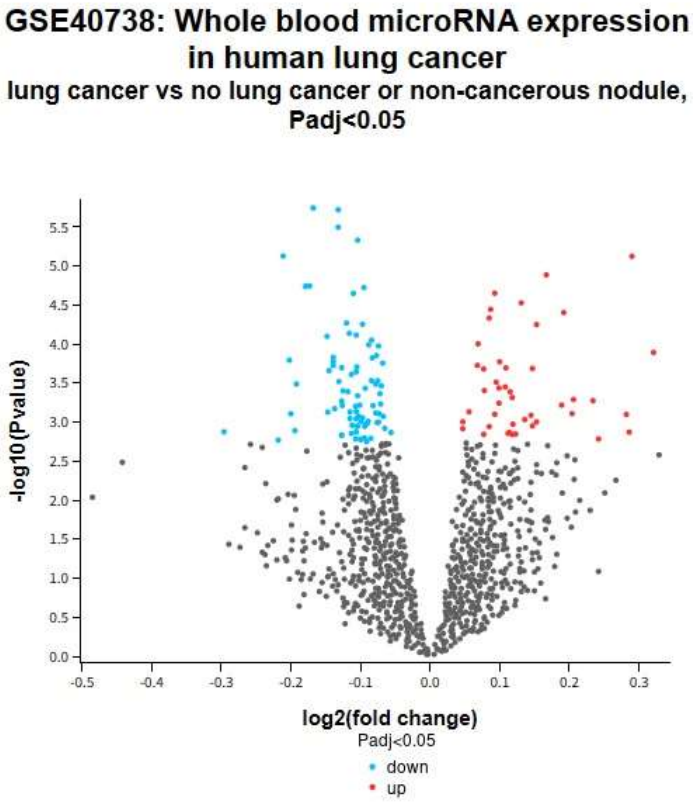
Gen çip verileri, tüm gen ekspresyon verilerini, çipleri ve mikrodizileri içeren halka açık bir genomik veri tabanı olan Gene Expression Omnibus (GEO) veri tabanı kullanılarak tarandı [8]. Kodlayıcı olmayan RNA dizisi veri seti (GSE40738), GEO veri tabanından indirildi [9]. E-GEOD-40738 erişim numaralı veri setinin işlevsel bir genomik veri deposu olan GEO üzerinden akciğer kanserli 86 birey, ameliyat olmuş akciğer kanserli 14 birey, hastalığı olmayan 59 birey ve kanser olmayıp sigara nedeniyle pulmoner nodülü olan 18 bireyden mikro dizi verilerini GEO2R programı kullanarak tespit edildi.

3. SONUÇLAR

GSE40738'ün ham verileri, düzeltme, normalleştirme ve log2 dönüştürme kullanılarak R'deki limma paketi kullanılarak etkili bir şekilde işlendi. AK olmayan veya nodülü olmayan bireylerle karşılaştırıldığında akciğer kanserli bireylerde (ameliyat öncesi ve sonrası) diferansiyel olarak ifade edilen miRNA'lar, GEO'nun GEO2R uygulaması kullanılarak doğrulandı. GEO2R uygulamasıyla akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu öncesi 86 AK'li birey, AK olmayan veya nodülü olmayan 59 bireyle ayrıca akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu sonrası tedavi olmuş AK'li 14 birey ise, AK olmayan veya nodülü olmayan 59 bireyle karşılaştırıldı.

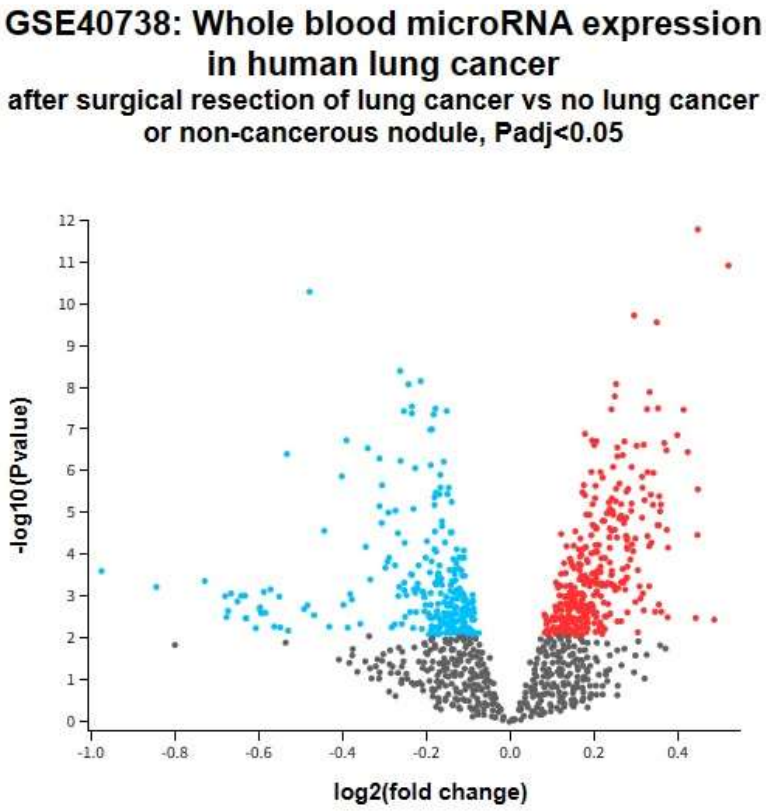
Volcano plot grafikleri, RNA-seq veya diğer omik deneylerinin sonuçlarını görüntülemek için yaygın olarak kullanılır. Bir volcano plot grafiği, değişimin büyüklüğüne (log2 kat değişimi) karşı istatistiksel önemi (p değeri) gösteren bir dağılım grafiği türüdür. İstatistiksel olarak da önemli olan büyük kat değişiklikleri ile genlerin hızlı görsel olarak tanımlanmasını sağlar. Bunlar biyolojik olarak en önemli genler olabilmektedir. Bir volcano plot grafiğinde, en yukarı

regüle edilen genler sağa doğru, en aşağı regüle edilen genler sola doğru ve istatistiksel olarak en önemli genler yukarıya doğru gösterilmektedir. Farklı düzeylerde ifade edilen kodlayıcı olmayan RNA'lar, volcano plot grafiğinde log2 kat değişimine göre gösterilmiştir. İstatistiksel olarak önemli miRNA'lar, p-değeri 0,05 kesiminde önemli ölçüde farklı şekilde eksprese edilmektedir.



Görsel 1. Volcano plot (akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu öncesi AK'li bireylerle akciğer kanseri olmayan veya nodülü olmayan bireylerin karşılaştırılması)

Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu öncesi AK'li bireylerle akciğer kanseri olmayan veya nodülü olmayan bireylerin Volcano plot grafiğine göre karşılaştırmasında, hsa-miR-3922-3p, mmu-miR-1942, hsa-miR-1295a, hsa-miR-5000-5p, hsa-miR-5688, hsa-miR-5007-3p, hsa-miR-126-5p, mmu-miR-126-5p, rno-miR-126, mcmv-miR-m01-2, mmu-miR-764-5p, rno-miR-764 non-coding RNA'lar down regüle olurken (log^2(fold change)< -1.5) (Çizelge 1), hsa-miR-5687, mmu-miR-5125, hsa-miR-646, mmu-miR-3473c, hsa-miR-551a, rno-miR-2985 non-coding RNA'ları (log^2 (fold change < +1.5) up regüle (Çizelge 2) olarak tanımlandı (Şekil 1).



Görsel 2: Volcano plot (akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu sonrası tedavi olmuş AK'li bireylerle akciğer kanseri olmayan veya nodülü olmayan bireylerin karşılaştırılması)

Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu sonrası tedavi olmuş AK'li bireylerle hastalığı olmayan bireylerin Volcano plot grafiği karşılaştırmasında mmu-miR-1892, hsa-miR-5698, mmu-miR-343, hsa-miR-3147, mmu-miR-3102-5p, hsa-miR-3126-3p, hsa-miR-553, hsa-miR-1255b-5p down regüle olurken (Çizelge 3), hsa-miR-5088, hsa-miR-2355-3p, hsa-miR-1912, hsa-miR-325, hsa-miR-569, hsa-miR-571, hsa-miR-1302, hsa-miR-1225-5p, hsa-miR-155-5p up regüle (Çizelge 4) olarak belirlendi (Şekil 2).

Çizelge 1. Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonundan öncesi AK'li bireylerle akciğer kanseri olmayan veya nodülü olmayan bireylerde karşılaştırılmasında elde edilen aşağı regüle miRNA'lar

ID	miRNA'lar	log2 (katlı değişim)	-log10 (p değeri)
148154	hsa-miR-3922-3p	-0.168	5.746
145988	mmu-miR-1942	-0.132	5.722
46741	hsa-miR-1295a	-0.132	5.499
168660	hsa-miR-5000-5p	-0.104	5.333
168990	hsa-miR-5688	-0.211	5.129
168598	hsa-miR-5007-3p	-0.173	4.746
33596	hsa-miR-126-5p, mmu-miR-126-5p, rno-miR-126	-0.179	4.741
46774	mcmv-miR-m01-2	-0.095	4.726
29779	mmu-miR-764-5p, rno-miR-764	-0.11	4.65

Çizelge 2. Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonundan öncesi AK'li bireylerle akciğer kanseri olmayan veya nodülü olmayan bireylerde karşılaştırılmasında elde edilen yukarı regüle miRNA'lar

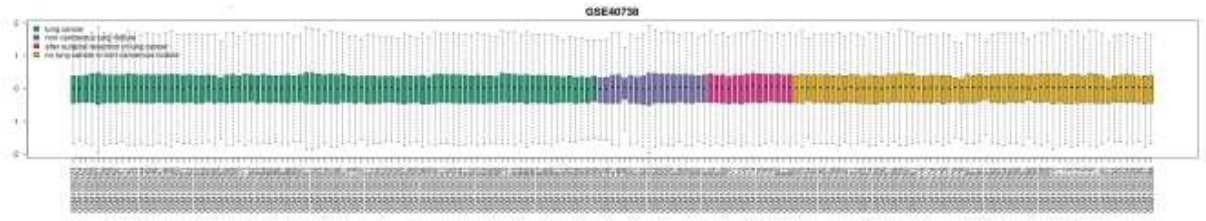
ID	miRNA'lar	log2 (katlı değişim)	-log10 (p değeri)
169122	hsa-miR-5687	0.29	5.126
168828	mmu-miR-5125	0.167	4.888
145963	hsa-miR-646	0.192	4.405
168807	mmu-miR-3473c	0.153	4.251
17272	hsa-miR-551a	0.131	4.529
148439	rno-miR-2985	0.093	4.653

Çizelge 3. Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu sonrası tedavi olmuş AK'li bireylerle akciğer kanseri olmayan veya nodülü olmayan bireylerin karşılaştırılmasında elde edilen aşağı regüle miRNA'lar

ID	miRNA'lar	log2 (katlı değişim)	-log10 (p değeri)
146172	mmu-miR-1892	-0.478	10.281
168809	hsa-miR-5698	-0.262	8.387
42871	mmu-miR-343	-0.213	8.143
147887	hsa-miR-3147	-0.242	8.068
148416	mmu-miR-3102-5p	-0.151	7.43
147916	hsa-miR-3126-3p	-0.178	7.485
29460	hsa-miR-553	-0.182	7.347
46402	hsa-miR-1255b-5p	-0.234	7.54

Çizelge 4. Akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonu sonrası tedavi olmuş AK'li bireylerle akciğer kanseri olmayan veya nodülü olmayan bireylerin karşılaştırılmasında elde edilen yukarı regüle miRNA'lar

ID	miRNA'lar	log2 (katlı değişim)	-log10 (p değeri)
168569	hsa-miR-5088	0.448	11.769
148247	hsa-miR-2355-3p	0.521	10.906
146168	hsa-miR-1912	0.35	9.55
11058	hsa-miR-325	0.296	9.712
14854	hsa-miR-569	0.333	7.882
17490	hsa-miR-571	0.414	7.46
46796	hsa-miR-1302	0.353	7.494
46541	hsa-miR-1225-5p	0.327	7.473
10964	hsa-miR-155-5p	0.25	7.779



Görsel 3. Seçilen örneklerin değerlerinin dağılımı (R boxplot)

Boxplot dağılımıyla, akciğer kanserli olan, kanserli olmayan akciğer nodülü bulunan, akciğer kanserinin cerrahi rezeksiyonundan sonra ve akciğer kanseri olmayan veya kanserli olmayan nodülü olan bireylere ait seçilen örneklerde diferansiyel ekspresyon analizi için uygun olduğu belirlendi. Ekspresyon değerleri, R yazılımında limma paketi kullanılarak belirlendi (Şekil 3). Siyah çubuklar medyan değeri vermektedir. Elde edilen medyan merkezli değerler, verilerin normalize edildiğini ve çapraz karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir.

4.TARTIŞMA

Akciğer kanseri, dünya çapında sınırlı tedavi başvurusu ile kansere bağlı ölümlerin ana nedenidir. Geç tanı, sınırlı tedavi araçları, nüks ve ilaç direnci gelişmesi nedeniyle tedavilerin klinik başarısı pek umut verici değildir. Son zamanlarda, hücre döngüsünü, metastazı, anjiyogenezi, metabolizmayı ve apoptozu düzenleyerek tümörijenez sürecinde olağanüstü rol oynayan miRNA adı verilen küçük ~20–24 nükleotitlik moleküller ilgi odağı haline gelmiştir. miRNA'lar esas olarak mRNA'nın transkripsiyon sonrası düzenlenmesi yoluyla gen ekspresyonunu düzenler. Bununla birlikte, az sayıda çalışma, miRNA'ların gen ekspresyonunun aktivasyonundaki rolünü ortaya koymuştur. Çok sayıda çalışma tarafından oluşturulan veri tabanları, akciğer kanserinde tümör baskılayıcı, onkojenik, tanısal ve prognostik biyobelirteç rollerini düşündürmektedir [10].

Birçok tümör baskılayıcı genin (TSG'ler) ve onkogenlerin, miRNA'lar tarafından düzenlendiği gösterilmiştir; bu nedenle bu miRNA'lar, kanser hücresinin hayatta kalmasını ve çoğalmasını doğrudan düzenlemek için onkogenler veya TSG'lerin kendileri gibi davranırlar. Ayrıca, miRNA'ların farklı mekanizmalarla kemoterapötik ajanlara kanser hücresi yanıtını modüle etmede önemli roller oynadığı gösterilmiştir, bu da kanser tedavisinde ilaç yanıtını iyileştirmek için miRNA'ları hedefleme potansiyelini düşündürür. Birlikte ele alındığında bu bulgular,

miRNA'ların kanserlerin tümör oluşumunun ve ilaç tepkisinin temel düzenleyicileri olduğunu ve dolayısıyla yeni bir dizi terapötik hedef ve tanısal belirteçleri temsil ettiğini göstermektedir [11].

Çok sayıda miRNA, kanserlerde düzensizdir ve tek bir miRNA, farklı onkojenik yollarda yer alan birden fazla hedefe sahip olabilir. Elde edilen kanıtlar, miRNA'ların ilaç direnciyle mücadelede de rol oynadığını göstermektedir. Bu özellikler, miRNA'ları kanser tedavisinde çekici hedefler haline getirmektedir.

Mikroarray teknolojisi, kanser teşhisi için gen profillerinden yararlanma konusunda umut verici bir yaklaşım sağlar. Çalışmamızda, tedavi öncesi ve tedavi sonrasında farklı kodlayıcı olmayan RNA'ların fonksiyon gösterebileceğini tespit ettik. Sonuç olarak, AK'nin erken dönemde yakalanma ihtimalinin %15 civarında olduğunu varsayarsak, kodlayıcı olmayan RNA profil array verilerinden tespit edilebilecek miRNA'ların hastalığın erken teşhisinde ve tedavi sürecinin şekillenmesinde birer biyomarker olarak yol gösterici olabileceği görüşündeyiz. miRNA hedefli terapötiklerin geliştirilmesi, önemli bir antikanser stratejisi haline gelecektir.

miRNA'lar, biyopsi örneklerinin yetersiz olduğu veya tümörlerin kötü bir şekilde farklılaştığı durumlarda, akciğer kanseri farklılaşmasının histolojik karakterizasyonuna yardımcı olabilir. Risk sınıflandırması ve ilaç yanıtı tahmininde, miRNA ekspresyon profillemesinden elde edilecek veriler miRNA'ların invaziv olmayan biyobelirteçler olarak kullanılabileceğine dair umut vaat etmektedir.

miRNA işlevi, bir doku veya hücre tipinden başka bir doku veya hücre tipine farklılık gösterebilir, bu nedenle bazı durumlarda bir miRNA hem onkojenik hem de tümör baskılayıcı aktivitelere sahip olabilir. Ayrıca, hedef genler bir dokudan diğerine değişebilir. Dicer ve miRNA olgunlaşmasında yer alan diğer moleküllerin aşağı regülasyonunun, akciğer kanserinde kötü bir klinik sonuç ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Pre-miRNA işlemede anahtar bir protein olan Dicer1'in aşağı regülasyonu, global miRNA işlemesini etkileyebilir ve KRAS güdümlü murin akciğer kanseri modelinde tümörijenisiteyi artırabilir [12].

Moleküler biyolojideki, özellikle de mikroarray teknolojisindeki gelişmelerle birlikte, artık tümör oluşumunu erken evrelerde tespit etmek için DNA, RNA ve proteinlerin bilgilerini elde edebilmekteyiz. Bu, özellikle akciğer kanseri hastaları için kanser hastalarının hayatta kalma oranlarının artmasına neden olacaktır. Mikrodizi teknolojisinin bir uygulaması, genlerin çeşitli dokularda aktif, hiperaktif veya inaktif olup olmadığını belirlemek için mikrodizi verilerinin kullanıldığı kanser sınıflandırma analizini kapsamaktadır. Bu yöntemde, örnekler, iki veya daha

fazla gruba ayrılarak özellikle mikroarray teknolojisi ile DNA, RNA ve proteinlerin bilgilerini elde ederek tümör oluşumunu daha erken evrelerde tespit etmek mümkün hale gelmektedir [13].

Akciğer tümörü oluşumu, genomdaki kazanımlar ve kayıplar (örneğin, hücre bağlantı genlerinin kaybı) ve tümör baskılayıcı genlerin susturulması veya delesyonu dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, çeşitli klonal moleküler genetik değişikliklerden kaynaklanabilecek karmaşık ve heterojen bir süreçtir. "Tekrarlayan" kromozomal değişikliklerin, akciğer tümörijenezi için gerekli olan bazı kritik olayları gösterebileceğine inanılmaktadır. Gen ekspresyon profili, tedaviye yanıtı ve hastaların sonucunu tahmin etmek için de kullanılmıştır. Şimdiye kadar, histolojik sınıflandırma ve hatta mevcut tümör evrelemesi, hangi hastaların ameliyattan sonra nüks edeceğini veya akciğer kanserleri henüz metastatik değilse hangi hastaların tedavi ile hayatta kalacağını doğru bir şekilde tahmin edememektedir. Gen mikrodizisi, akciğer kanseri alt tiplerini, skuamöz hücre, tüm alt sınıflandırmalarıyla birlikte adenokarsinom ve büyük hücreli karsinom olarak bilinen "geleneksel" histolojik alt tiplerin ötesinde yeniden tanımlama potansiyeline sahip olabilir. Adenokarsinom alt tipleri söz konusu olduğunda, birkaç çalışma, genetik profile dayalı olarak daha iyi bir alt sınıflandırma göstermiştir [14].

Sigarayla ilişkili oldukça agresif bir nöroendokrin kanser olan küçük hücreli akciğer kanseri (KHAK), hızlı hücre proliferasyonu, erken metastatik yayılma ve birinci basamak platin ikili kemoterapiye kemorezistan nedeniyle erken nüks ile karakterizedir. Genomik olarak, KHAK tümörleri, tümör baskılayıcı TP53 ve RB1 genlerinin kaybı ile karakterize edilir. KHAK tümörlerinde NOTCH ailesi genleri, MYC ailesi genleri, PTEN, kanonik WNT sinyal genleri, SOX2 ve SLIT2'de sık görülen genetik değişiklikler de tespit edilmiştir. KHAK tümörleri ve hücreleri, ASH1 ve miR-375 ekspresyonu arasında güçlü bir pozitif korelasyon sergilemiştir. TP53 geni, KHAK tümörlerinin büyük çoğunluğunda mutasyona uğramıştır. KHAK hücrelerinde ve tümörlerde miR-34b/c ekspresyonu, insan bronşiyal epitel hücreleri ve habis olmayan akciğer dokularına kıyasla aşağı regüle edilmiştir [15].

Akciğer kanserinde miR-17-92, miR-21 ve miR-128 gibi aşırı eksprese edilen miRNA'lar, miRNA'ları kanser gelişimine dahil etmiştir. miR-17-92 kümesinin onkojenik aktiviteleri kapsamlı bir şekilde gösterilmiştir. miR-17, miR-18, miR-19, miR-20 ve miR-92'yi içeren miR-17-92 kümesi, akciğer kanserlerinde, özellikle gelişmiş büyüme gösteren KHAK'lerde belirgin şekilde aşırı eksprese edilir. miR-17-92 kümesi ile Myc onkogenleri arasında bir ilişki tespit edilmiştir [16].

Akciğer kanserinin klinik ve patolojik evrelemesi, prognozu değerlendirme ve tedaviyi seçme hedeflerine ulaşmada yetersizdir. Proteomik ve genomik analizlerin genelleştirilmiş kullanımına izin veren teknolojik gelişmeler nispeten yeni olmasına rağmen, akciğer kanserinin moleküler temelinin anlaşılmasında büyük ilerleme kaydedilmiştir. Sağkalımı tahmin etmek, genomik ve proteomik kullanımında yalnızca ilk adımdır. Kötü prognoz ile ilişkili güvenilir bir gen dizisi veya protein profili belirlenebilirse, bu profiller potansiyel terapötik hedefler haline gelebilir. Primer tümörün moleküler tekniklerle değerlendirilmesi, cerrahi rezeksiyondan sonra hangi hastaların nüks etme olasılığının daha yüksek olduğunu tahmin ederek akciğer kanserli hastaların prognostik sınıflandırmasını iyileştirebilir [17].

İleriye yönelik, miRNA çalışmalarından elde edilen öngörüler, hedeflenen ajanlar için gelişmiş hasta seçimi sağlayarak ve yeni terapötikler ile erken hastalık biyobelirteçlerinin geliştirilmesi için temel oluşturarak akciğer kanseri tedavilerinde yeni bir çağ açabilir.

KAYNAKÇA

[1] Xue, J., Yang, J., Luo, M., Cho, W.C., Liu, X. MicroRNA-targeted therapeutics for lung cancer treatment, Expert Opinion on Drug Discovery, Feb, 12,2, 2017.

[2] Chu, G.C.W., Lazare, K., Sullivan, F. Serum and blood based biomarkers for lung cancer screening: a systematic review, BMC Cancer, Feb, 18,1, 2018.

[3] Mao, Y., Xue, P., Li, L., Xu, P., Cai, Y., Chu, X., Jiang, P., Zhu, S. Bioinformatics analysis of mRNA and miRNA microarray to identify the key miRNA-gene pairs in small-cell lung cancer, Molecular Medicine Reports, Sep, 20,3, 2019

[4] Kuan-Li, Wu., Ying-Ming, Tsai., Chi-Tun, Lien., Po-Lin, Kuo., Jen-Yu. Hung. The Roles of MicroRNA in Lung Cancer, International Journal of Molecular Sciences, Mar, 20,7, 2019.

[5] Pratap, P., Raza, S.T., Abbas, S., Mahdi, F. MicroRNA-associated carcinogenesis in lung carcinoma, Journal of Cancer Research & Therapy, Mar,14,2, 2018.

[6] Kratz, J.R., Jablons,N D.M. Genomic prognostic models in early-stage lung cancer, Clinical Lung Cancer, May, 10,3, 2009.

[7] https://www.ebi.ac.uk/biostudies/arrayexpress (Erişim tarihi: 24.12.2022).

[8] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/ (Erişim tarihi: 24.12.2022).

[9] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/query/acc.cgi (Erişim tarihi: 24.12.2022).

[10] Iqbal, M.A., Arora, S., Prakasam, G., Calin, G.A Syed, M.A. MicroRNA in lung cancer: role, mechanisms, pathways and therapeutic relevance, Molecular Aspects of Medicine, Dec, 70,5, 2019.

[11] Du, L., Pertsemlidis, A. microRNA regulation of cell viability and drug sensitivity in lung cancer, Expert Opinion on Biological Therapy, Sep, 12,9, 2012.

[12] Zarredar, H., Ansarin, K., Baradaran, B., Shekari, N., Eyvazi,S., Safari, F., Farajnia, S. Critical microRNAs in Lung Cancer: Recent Advances and Potential Applications, Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry, July, 18, 14, 2018.

[13] Azzawi, H., Hou, J., Xiang, Y., Alanni, R. Lung cancer prediction from microarray data by gene expression programming, IET Systems Biology, Oct, 10,5, 2016.

[14] Santos, E.S., Blaya, M., Raez, L.E. Gene expression profiling and non-small-cell lung cancer: where are we now?, Clinical Lung Cancer, May, 10, 3, 2009.

[15] Pandey, M., Mukhopadhyay, A., Sharawat, S.K., Kumar, S. Role of microRNAs in regulating cell proliferation, metastasis and chemoresistance and their applications as cancer biomarkers in small cell lung cancer, Biochimica et Biophysica Acta - Reviews on Cancer, Aug, 1876,1, 2021.

[16] Min Kang, S., Jin Lee, H. MicroRNAs in human lung cancer, Experimental Biology and Medicine, Nov, 239,11, 2014.

[17] D'Amico T.A. Molecular Biologic Staging of Lung Cancer, The Annals of Thoracic Surgery, Feb, 85, 2, 2008.

65 YAŞ ÜSTÜ DİYABETLİ BİREYLERİN KİNEZYOFOBİK İNANÇLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU[1], Dr. Öğr. Üyesi, Safiye YANMIŞ[2] Dr. Öğr. Üyesi, Gülcan BAHÇECİOĞLU TURAN [3]

[1] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, mollaoglumukadder@gmail.com - https://orcid.org/0000-0002-9264-3059

[2] Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, safiyeyanmis61@gmail.com - https://orcid.org/0000-0002-9095-4048

[3] Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, glcnbah@hotmail.com - https://orcid.org/0000-0002-0061-9490

ÖZET

Bu araştırma 65 yaş üstü diyabetli bireylerin kinezyofobik inançlarının ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapıldı. Tanımlayıcı tipte olan çalışma, Mayıs - Ağustos 2022 tarihleri arasında bir üniversite hastanesinin endokrinoloji polikliniğinde diyabet tanısı almış olan 65 yaş üstü 86 hasta ile yürütüldü. Verilerin toplanmasında "Hasta Bilgi Formu" ve "Tampa Kinezyofobi Ölçeği" kullanıldı. Araştırmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi için *Statistical Programme for Social Sciences* 23.0 (SPPS) paket programı kullanıldı. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler, Bağımsız Gruplarda t Testi, One-Way ANOVA ve Pearson Korelasyon Testi kullanıldı. Çalışmaya katılan hastaların yaş ortalaması 69.60±3.86 ve diyabet tanı süresi ortalaması 10.67±2.62 olarak bulundu. Çalışmaya katılan hastaların %66.3'ü erkek, %80,2'si evli, %59,3'ü emekli, %48.8'i ilköğretim mezunu, %55,8'i orta gelirli olduğu belirlendi. Hastaların Kinezyofobi Ölçeği puan ortalaması 44.12±8.99'dur. Hastalardan erkek, işsiz, lise mezunu olanların ve düzenli ilaç kullananların kinezyofobik inançlarının düşük olduğu tespit edildi ($p<0.05$). Sonuç olarak, yaşlı ve diyabet tanısı almış olan bireylerde düzenli fiziksel aktivitenin sağlanması ve sürdürülmesi önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle sağlık profesyonelleri tarafından fiziksel aktivite programı planlanmadan önce bu bireylerin kinezyofobik inançları ve etkileyen faktörler değerlendirilmeli, bulgulara yönelik önlemler alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler : Diyabet, Kinezyofobi, Yaşlılık.

KINESIOPOBIC BELIEFS OF INDIVIDUALS OVER 65 WITH DIABETES AND ITS AFFECTING FACTORS

ABSTRACT

This research was conducted to determine the kinesiophobic beliefs of individuals over 65 years of age with diabetes and the affecting factors. The descriptive study was conducted with 86 patients over 65 years of age who were diagnosed with diabetes in the endocrinology outpatient clinic of a university hospital between May and August 2022. The data were collected "Patient Information Form" and "Tampa Kinesiophobia Scale". Statistical analysis of data was perform using Statistical Program for Social Sciences (SPPS) 23.0 package program. Descriptive

statistics, Independent Groups t-Test, One-Way ANOVA and Pearson Correlation Test were used to evaluate the data. The mean age of the patients participating in the study was 69.60±3.86 and the mean duration of diabetes diagnosis was 10.67±2.62. It was determined that 66.3% of the patients participating in the study were male, 80.2% were married, 59.3% were retired, 48.8% were primary school graduates, and 55.8% were middle-income. The mean score of the patients on the Kinesiophobia Scale was 44.12±8.99. It was determined that the kinesiophobic beliefs of the patients who were male, unemployed, high school graduate, and regularly using drugs were found to be low ($p<0.05$). As a result, providing and maintaining regular physical activity has an important place in the elderly and individuals diagnosed with diabetes. Therefore, before a physical activity program is planned by health professionals, the kinesiophobic beliefs of these individuals and the affecting factors should be evaluated. Measures should be taken for data obtained from patients.

Key Words : Diabetes, Kinesiophobia, Old age.

1. GİRİŞ

Tüm dünyada ve ülkemizde yaşlı nüfus oranı artmakta ve buna paralel olarak yaşlı bireylerde önemli bir sağlık sorunu olan diyabet oranı da artış göstermektedir [1]. 65 yaş üstü diyabetik hasta oranı tüm diyabetli bireylerin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Yaşlanma sürecine ek olarak ortaya çıkan fiziksel inaktivite, obezite, kas kütlesinde azalma, birçok kronik hastalığın varlığı, genetik faktörler gibi durumlar yaşlılarda insülin direncini ortaya çıkarmakta ve erken ölümlere sebep olmaktadır [2]. Bu nedenle yaşlı diyabet hastalarına tanı konmasından itibaren sağlık profesyonelleri onları beslenme tedavisi, ilaç kullanımı, eğitim, kan şekeri izlemi ve egzersiz konularında desteklemesi önem taşımaktadır.

Egzersiz, yaşlı bireylerde diyabet hastalığının kontrolünde önemli bir yarar sağlamaktadır. Egzersiz; fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik açıdan risk altında olan yaşlı hastalarda sağlığı geliştirmede en önemli faktörlerden biridir [3]. Fakat bu bireyler hastalık ve yaş faktörü gibi nedenlerle hareket etmekten kaçınma davranışı göstermekte ve bu durum onların yaşam kalitelerini olumsuz yönde etkilemektedir [3]. Literatürde bu davranış, kinezyofobi olarak tanımlanmaktadır. Kinezyofobi, "ağrılı yaralanma sonrası, fiziksel aktivite ve harekete yönelik rahatsız edici, zayıflatıcı ve aşırı korku" olarak tanımlanan kaçınma davranışıdır [4]. Literatürde kinezyofobisi olan hastaların fiziksel aktiviteden kaçınmaya daha eğilimli oldukları ve bu nedenle birçok komplikasyon deneyimledikleri bildirilmektedir [5].

Literatürde, kinezyofobinin artmasının fiziksel aktiviteyi sınırladığı, iyilik halini azalttığı ve sosyal izolasyona neden olarak yaşam kalitesini azalttığı bildirilmektedir [6]. Oysaki literatürde fiziksel hareketlilik arttıkça, kinezyafobinin derecesinin azaldığı bildirilmiştir [7]. Yapılan başka bir çalışmada, yaşlı tip 2 diyabetli yaşlı hastalarda fiziksel hareketliliğin ve fiziksel performansın düşük olduğu, kinezyofobinin yüksek olduğu tespit edilmiştir [8]. Yapılan bir çalışmada, bu kaçınma ve korku davranışının tip 2 diyabetli bireylerde sağlıklı bireylere göre daha yüksek olduğu, bir fiziksel aktivite programına başlanmadan önce kinezyofobiyi değerlendirmenin ve müdahale etmenin diyabet bakımı için

yararlı olacağı öne sürülmektedir [3]. Bu araştırma; 65 yaş üstü diyabetli bireylerin kinezyofobik inançlarının ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yürütüldü.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, tanımlayıcı tiptedir. Araştırma Mayıs - Ağustos 2022 tarihleri arasında bir üniversite hastanesinin endokrinoloji polikliniğinde diyabet tanısı almış olan hastalarla yürütüldü. Araştırmada örneklem seçimine gidilmeyip, Mayıs - Ağustos 2022 tarihleri arasında bir üniversite hastanesinin endokrinoloji polikliniğine başvuran, tip 2 diyabet tanısı alan, 65 yaş ve üstü olan, diyabet tanı süresi 1 yılın üstünde olan, iletişim güçlüğü ve psikiyatrik problemi olmayan ve araştırmaya katılmaya gönüllü 86 diyabetli hasta çalışma kapsamına alındı.

2.1. Veri Toplama Araçları

Veriler araştırmacı tarafından "Hasta Bilgi Formu" ve "Tampa Kinezyofobi Ölçeği" kullanılarak toplandı.

2.1.1. Hasta Bilgi Formu

Literatürden yararlanılarak hazırlanan bu form, hastaların sosyodemografik özelliklerini belirlemeye yönelik (Yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim durumu…) 13 sorudan oluşmaktadır.

2.1.2. Tampa Kinezyofobi Ölçeği

Ölçek, Miller ve ark. [9] tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin Türkçe diline geçerlik ve güvenirliği Yılmaz ve ark. [10] tarafından yapılmıştır. Alt boyutu olmayan ölçek, 17 sorudan oluşan 4'lü likert tipindedir. Ölçeğin 4, 8, 12 ve 16. Maddeleri ters çevrilerek toplam puan hesaplanmaktadır. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 17, en yüksek puan ise 68'dir. Ölçekten alınan puan arttıkça kinezyofobi şiddeti de artmaktadır. Yüksek puan kinezyofobinin de yüksek olduğunu göstermektedir [10].

2.3. Verilerin Toplanması

Veriler bir üniversite hastanesinin endokrinoloji polikliniğinde hastalardan yüz yüze görüşme yöntemi ile toplandı. Verilerin toplanmasında "Hasta Bilgi Formu" ve "Tampa Kinezyofobi Ölçeği" kullanıldı. Her bir anketin cevaplanması, yaklaşık 5-10 dakika sürdü.

2.4. Verilerin analizi

Araştırmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi için *Statistical Programme for Social Sciences* (SPSS) 23.0 paket programı kullanılacaktır. Yapılan istatistiksel değerlendirmede verilerin kurtosis ve skewness kat sayılarının +1.5 ile -1.5 aralığında ve normal dağıldığı görüldü [11]. Araştırma verilerinin istatistiksel analizinde tanımlayıcı istatistiksel yöntemler, bağımsız gruplarda t testi, One-way ANOVA (grupların hangisinin

farklı olduğunu anlamak amacıyla LSD Post Hoc testi) ve pearson korelasyon testi kullanıldı. Değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi olarak $p<0.05$ kabul edildi.

2.5. Araştırmanın Etik İlkeleri

Bu çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun gerçekleştirildi. Araştırmayı yapılabilmek için bir devlet üniversitesinin Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (24/02/2022 tarihli 2022/03-46 sayılı) izin alındı. Araştırmanın yapıldığı üniversite hastanesinden kurum izni alındı. Araştırmaya katılan hastalara araştırma hakkında bilgi verilerek yazılı onamları alındı. Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalara, gizlilik ilkesi doğrultusunda verdikleri bilgilerin başkalarına verilmeyeceği açıklandı.

3. BULGULAR

Çizelge 1. Hastaların Sosyodemografik Özelliklerinin Dağılımı

Değişkenler			
Yaş (X±SS)		69.60±3.86	
Diyabet Tanı Süresi (X±SS)		10.67±2.62	
		n	**%**
Cinsiyet	Kadın	29	33,7
	Erkek	57	66,3
Medeni Durum	Evli	69	80,2
	Bekar	17	19,8
Meslek	İşsiz	11	12,8
	Emekli	51	59,3
	Ev Hanımı	24	27,9
Eğitim Durumu	Okur Yazar Değil	21	24,4
	Okur Yazar	10	11,6
	İlköğretim	42	48,8
	Lise	13	15,1
Gelir Düzeyi	Yeterli	27	31,4
	Orta	48	55,8
	Yetersiz	11	12,8
İlaçlarını Düzenli Kullanma	Evet	73	84,9
	Hayır	13	15,1
Düzenli Egzersiz Yapma	Evet	57	66,3
	Hayır	29	33,7
Ek Kronik Hastalığa Sahip Olma	Evet	71	82,6
	Hayır	15	17,4

Çalışmaya katılan hastaların yaş ortalaması 69.60±3.86 ve diyabet tanı süresi ortalaması 10.67±2.62 olarak bulundu. Çalışmaya katılan hastaların %66.3'ü erkek, %80,2'si evli, %59,3'ü emekli, %48.8'i ilköğretim mezunu, %55,8'i orta gelirli olduğu belirlendi. Hastaların %84'ünün ilaçalarını düzenli kullandığı, %66'sının düzenli egzersiz yaptığı, %82.6'sının diyabet hastalığına ek kronik hastalığı olduğu saptandı.

Çizelge 2. Kinezyofobi Ölçeğinin Tanımlayıcı İstatistiklerinin Dağılımı

Ölçek	X	SS	Min	Max
Kinezyofobi Ölçeği	44.12	8.99	25	61

Hastaların Kinezyofobi Ölçeği puan ortalamasının 44.12±8.99 olduğu, ölçekten alınan en düşük puanın 25, en yüksek puanın ise 61 olduğu görüldü.

Çizelge 3. Hastaların Sosyodemografik Özellikleri ile Kinezyofobi Ölçeği Arasındaki İlişki

Değişkenler		**Kinezyofobi Ölçeği**	
Yaş		r=-0.104	p=0.342
Diyabet Tanı Süresi		r=-0.083	p=0.446
		X±SS	**Önemlilik**
Cinsiyet	Kadın	47.31±9.11	**t=2.404**
	Erkek	42.50±8.56	**p=0.018**
Medeni Durum	Evli	43.89±9.39	t-=0.474
	Bekar	43.89±9.39	p=0.637
Meslek	İşsiz (1)	39.23±7.17	**F=3.242**
	Emekli (2)	44.06±8.79	**p=0.044**
	Ev Hanımı (3)	46.91±9.44	**3>1**
Eğitim Durumu	Okur Yazar Değil (1)	45.23±7.86	**F=3.431**
	Okur Yazar (2)	40.80±9.00	**p=0.021**
	İlköğretim (3)	46.19±8.73	**4<1,3**
	Lise (4)	38.21±9.23	
Gelir Düzeyi	Yeterli	41.14±10.12	F=2.220
	Orta	45.47±8.21	p=0.115
	Yetersiz	45.54±8.34	
İlaçlarını Düzenli Kullanma	Evet	43.95±8.69	t=-0.411
	Hayır	45.07±10.91	p=0.682
Düzenli Egzersiz Yapma	Evet	40.72±8.41	**t=-2.114**
	Hayır	45.59±8.80	**p=0.039**
Ek Kronik Hastalığa Sahip Olma	Evet	44.98±8.70	t=1.956
	Hayır	40.06±9.55	p=0.054

Çalışmada hastaların yaş, tanı süresi, medeni durum, gelir düzeyi, ilaçları düzenli kullanma, ek kronik hastalık sahibi olma ile kinezyofobi ölçeği arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlendi ($p>0.05$). Hastalardan cinsiyeti erkek olanların, işsiz olanların, eğitim durumu lise olanların, düzenli egzersiz yapanların kinezyofobi ölçeği puan ortalamalarının düşük olduğu görüldü ($p<0.95$).

4. SONUÇ

Hastaların kinezyofobi düzeyi orta olarak bulundu. Hastalardan erkek, işsiz, lise mezunu olanların ve düzenli ilaç kullananların kinezyofobik inançlarının düşük olduğu tespit edildi. Sonuç olarak, yaşlı ve diyabet tanısı almış olan bireylerde düzenli fiziksel aktivitenin sağlanması ve sürdürülmesi önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle sağlık profesyonelleri tarafından fiziksel aktivite programı planlanmadan önce bu bireylerin kinezyofobik inançları ve etkileyen faktörler değerlendirilmeli, bulgulara yönelik önlemler alınmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] American Diabetes Association Older Adults: Standards of Medical Care in Diabetes-2019, Diabetes Care, 42, 1, S139–S47, 2019.

[2] Mercanlıgil, M. Yaşlı Diyabetli Bireylerde Beslenme Tedavisi, Beslenme ve Diyet Dergisi, 47,60-66, 2019.

[3] Okur, I., Taşpınar, B., Kilit, T. P., Okur, E. O. ve Taşpınar, F. Investigation of Kinesiophobia in Individuals with Type 2 Diabetes, World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Medical and Health Sciences, 4, 1, 41-49, 2017.

[4] Çayır, M., Durutürk, N. ve Tekindal, M. A. Kinezyofobi Nedenleri Ölçeği'nin Türkçe uyarlamasının geçerlik ve güvenirliği, Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation, 7, 1, 64-73, 2020.

[5] Kocjan, J., ve Knapik, A. Barriers of Physical Activity (Kinesiophobia) in Patients Subjected to Cardiac Rehabilitation, Baltic Journal of Health and Physical Activity, 6, 4, 291-297, 2014.

[6] Larsson, U.E. ve Mattsson, E. Perceived Disability and Observed Functional Limitations in Obese Women. International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, 25, 11, 1705- 1712, 2001.

[7] Güneş, G. Y. *Yaşlılarda Egzersizin Fiziksel Aktivite, Hareket Korkusu, Yorgunluk ve Uyku Kalitesine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2015.

[8] Cemali, M. *Tip 2 Diabetes Mellitusu Bulunan Geriatrik Bireylerin Fiziksel Fonksiyon, Yaşam Kalitesi, Günlük Yaşam Aktivitelerinin Değerlendirilmesi ve Beslenme ile İlişkilendirilmesi,* Yüksek Lisans Tezi Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017.

[9] Miller, R.P., Kori, S. ve Todd, D. The Tampa Scale: A Measure of Kinesiophobia, The Clinical Journal of Pain, 7, 1, 51–52, 1991.

[10] Yılmaz, Ö.T., Yakut, Y., Uygur, F. ve Uluğ, N. Tampa Kinezyofobi Ölçeği'nin Türkçe Versiyonu ve Test-Tekrar Test Güvenirliği, Fizyoterapi Rehabilitasyon, 22, 1, 44-49, 2011.

[11] Tabachnick, B. ve Fidell, L. Using Multivariate Statistics (Sixth Edit), Pearson, Boston, 2013.

HEMŞİRELERİN NEZAKETSİZLİK ALGISI İLE İŞ STRESİ VE İŞ PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

Nagihan KÖROĞLU KABA[1], Betül BAL[2], Havva ÖZTÜRK[3]

[1]Bayburt Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, Bayburt, Türkiye, nagihankorogluu@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1355-4315

[2] Bozok Üniversitesi Akdağmadeni Sağlık Yüksekokulu, Hemşirelik Bölümü, Yozgat Türkiye, betulhem1@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8796-0324

[3] Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Esasları ve Yönetim Anabilim Dalı, Trabzon Türkiye, ozturkhavva@gmail.com, orcid.org/0000-0001- 8515- 6263

ÖZET

Amaç: Bu araştırma, hemşirelerin nezaketsizlik algısı ile iş stresi ve iş performansı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan tanımlayıcı ve ilişki arayıcı tipte bir çalışmadır.

Yöntem: Araştırma evrenini, Giresun ili kamu hastanelerine bağlı hastanelerde çalışan 875 hemşire oluştururken; örneklemi tabakalı olarak seçilen 267 hemşire oluşturmaktadır. Veriler elde edilirken Hemşire Bilgi Formu, Hemşirelikte Nezaketsizlik Ölçeği, İş Stresi Ölçeği ve Bireysel İş Performansı Ölçeğinden yararlanılmıştır.

Bulgular: Hemşirelikte Nezaketsizlik Ölçeği alt boyut puan ortalamaları meslektaştan algılanan nezaketsizlik için 1,949±0,721, doktorlardan algılanan nezaketsizlik için 1,866±0,860 ve yöneticiden algılanan nezaketsizlik için 1,700±0,822'dir. Hemşirelerin iş stresi ölçeği toplam puan ortalaması 3,607±0,939' dur. Bireysel iş performansı alt boyut puan ortalamaları ise görev performansı için 3,829±0,832, bağlamsal performans için 3,488±0,883 ve üretkenlik karşıtı iş davranışı için 2,044±1,143 olarak saptanmıştır. İş stresi ile meslektaştan (r=0,218), doktordan (r=0,167) ve yöneticiden (r=0,202) algılanan nezaketsizlik algısı arasındaki ilişki zayıf ancak pozitif yönde anlamlı bulunmuştur (p<0,01). İş stresi ile üretkenlik karşıtı iş davranışı arasında ilişki ise r=0,259; p=0,000 olarak belirlenmiştir (p>,05).

Sonuç: Hemşirelerin nezaketsizlik algısı düşük düzeyde ancak meslektaşlar, doktorlar ve yöneticilerine ilişkin nezaketsizlik algıları ile iş stres düzeyleri arasında, ayrıca orta düzeydeki iş stresi ile performansın üretkenlik karşıtı iş davranışı boyutu arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Anahtar Kelimeler: Hemşire, nezaketsizlik, iş stresi, performans

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN NURSES' PERCEPTION OF INCIVILITY, JOB STRESS AND JOB PERFORMANCE

ABSTRACT

Aim: This study aimed to a descriptive and relationship seeking study conducted to determine the relationship between nurses' perception of incivility, job stress and job performance.

Method: The population of the research is 875 working in hospitals affiliated to Public Hospitals in Giresun province. When creating a nurse; The sample consists of 267 nurses selected as stratified. Data were collected with the Nurse Information Form, Nursing Incivility Scale, Job Stress Scale and Individual Job Performance Scale were used.

Results: The mean score of the Nursing Incivility Scale was 1.949±0.721 for perceived incivility from a colleague, 1.866±0.860 for perceived incivility from doctors, and 1.700±0.822 for perceived incivility from a manager. The total mean score of the nurses' job stress scale is 3.607±0.939. Individual Job Performance sub-dimension mean scores were determined as 3.829±0.832 for task performance, 3.488±0.883 for contextual performance, and 2.044±1.143 for counterproductive work behavior. The correlation between job stress and perceived incivility from colleagues (r=0.218), doctors (r=0.167) and managers (r=0.202) was found to be weak but positively significant ($p<0.01$). Likewise, the correlation between job stress and counter productive work behavior was determined as r=0.259; p=0.000 ($p>.05$).

Conclusion: It was identified that nurses' perceived incivility was at a low level. There was a moderate and significant correlation between job stress and incivility perception from colleagues, doctors and managers; similarly, a significant correlation existed between job stress and counter productive work behavior too.

Keywords: Nurse, incivility, job stress, job performance.

1. GİRİŞ

İşyeri nezaketsizliği, hemşirelik kültüründe yaygın bir sorun olmakla birlikte (1) genellikle "daha hafif" olarak kabul edilen sessiz muamele, alaycılık, küçümseyici tonlar ve yorumları içeren yıkıcı davranışlar olarak tanımlanmaktadır (2). İşyeri nezaketsizliği, uzun vadede işyerinde şiddeti artırma potansiyeli nedeniyle sağlıklı çalışma ortamı için bir risk oluşturmakta (3) ve hemşirenin mesleğine yönelik davranışını, düşünce sürecini ve bakış açısını değiştirmektedir (4). Bazı çalışmalarda, hemşirelerde işyeri nezaketsizlik deneyimlerinin orta (5, 6) ve yüksek düzeyde (1, 7) olduğu tespit edilmiştir. Bir çalışmada, hemşirelikte işyeri nezaketsizlik oranlarının %67,5 ile %90,4 arasında değiştiği bildirmiştir (8). Ayrıca bazı çalışmalarda işyeri nezaketsizliğinin hemşirelerde iş stresini artırdığı saptanmıştır (9, 10).

İş stresi, iş ile çalışanın yetenekleri, kaynakları veya ihtiyaçları uyuşmadığında ortaya çıkan ve çalışanın zarar görmesine neden olan fiziksel ve duygusal tepkiler olarak tanımlanmaktadır (11). Çalışanların iş ortamında algıladığı koşullar veya olayların bir sonucu olarak ortaya çıkan iş stresi hemşirelik mesleğinde yaygın bir sorundur (12, 13). Birçok çalışmada, hemşirelerde iş stresine neden olan faktörler (14-17) ile iş stresinin neden olduğu olumsuz durumlar ele alınmıştır (18-20). İş stresi, hemşirelerde fizyolojik, psikolojik ve davranışsal sorunlara yol açmakta (19,20) ve iş performansını azaltan önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (21).

İş performansı, işin gereği olarak önceden planlanan amaç ve hedeflere ulaşmadır (22). Çalışanın, belirlenmiş rol ve sorumluluklarını etkin bir şekilde yerine getirmesi olarak da tanımlanabilir (23). Sağlık hizmetlerinin etkin, verimli ve kesintisiz sunumu için bir gereklilik olan iş performansı hasta bakımı, memnuniyeti ve güvenliğini etkileyen önemli bir faktör ele alınmaktadır (24). Bazı çalışmalarda hemşirelerin işyerinde maruz kaldığı nezaketsizlik ve stresin, performanslarını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir (25-28). Dolayısıyla hemşirelerin işyerinde nezaketsiz davranışlara maruz kalması, kendileri, bakım verdikleri bireyler ve kuruluşlar için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (29). Ancak ülkemizde hemşirelerin nezaketsizlik algısı ile iş stresi ve iş performansı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda bu çalışma, hemşirelerin nezaketsizlik algısı ile iş stresi ve iş performansı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Amacı ve Türü: Bu araştırma, hemşirelerin nezaketsizlik algısı ile iş stresi ve iş performansı arasındaki ilişkiyi belirlenmek amacıyla yapılan tanımlayıcı ve ilişki arayıcı nitelikte bir çalışmadır.

2.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer: Araştırma, Giresun il merkezindeki Sağlık Bakanlığına bağlı 2 eğitim ve araştırma, iki devlet olmak üzere toplam dört kamu hastanesinde gerçekleştirilmiştir.

2.3. Araştırmanın Evren ve Örneklemi: Araştırma evrenini, Giresun il merkezindeki dört kamu hastanesinde çalışan tüm hemşireler (N=875) oluştururken, örneklemi bu hastanelerde çalışan tabakalı örneklem yöntemi ile seçilen ve çalışmaya katılmayı kabul eden 267 hemşire oluşturmuştur.

2.4. Veri Toplama Araçları: Birey Tanıtım Formu, İşyeri Nezaketsizlik Ölçeği, İş Stresi Ölçeği ve Bireysel İş Performansı Ölçeğidir.

Birey Tanıtım Formu: Hemşirelerin yaşı, cinsiyeti, medeni ve eğitim durumu, çalıştığı birim, pozisyonu, hemşirelik mesleğindeki ve çalıştığı kurumdaki deneyimi, çalıştığı kurumdan ve mesleğinden memnun olup olmadığı ve çalışma şekline ilişkin 11 sorudan oluşmaktadır.

İş Stresi Ölçeği: House ve Rizzo (1972) tarafından geliştirilmiş olan ölçek, çalışanın iş yerinde yaşadığı stresle ilişkili olan psikolojik ve psikosomatik semptomları ölçmektedir (Efeoğlu, 2006:70). Ölçeğin Türkçe'ye uyarlaması Efeoğlu (2006) tarafından yapılmıştır. Yedi sorudan oluşan ölçekte cevaplar 5'li Likert ölçeği ile alınmakta, 1= Kesinlikle katılmıyorum 5=Kesinlikle katılıyorum arasında puanlanmaktadır. Puanın yükselmesi stres algısının arttığını göstermektedir.

İşyeri Nezaketsizlik Ölçeği: Cortina ve arkadaşları tarafından (2001) geliştirilen ölçek, Gök ve arkadaşları tarafından 2019 yılında Türkçeye uyarlanmıştır. Ölçek ile son bir yıl içinde çalışanların maruz kaldığı nezaketsiz davranışları yedi madde ile değerlendirmektedir. Beşli Likert tipindeki ölçek '0 = Hiçbir zaman' ile '4 = Çok sık' arasında puanlanmaktadır. Puanın yükselmesi nezaketsizlik algısının arttığını göstermektedir. Gök ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında, ölçeğin Cronbach Alpha değeri 0,92 olarak hesaplanmıştır.

Bireysel İş Performansı Ölçeği: Koopmans ve arkadaşları (2013) tarafından geliştirilen ölçek, Köroğlu Kaba ve Öztürk tarafından (2021) Türkçeye uyarlanmıştır. Öz-bildirim türünde olan ölçeğin, Türkçe versiyonu 14 madde ve üç alt boyuttan (görev performansı, bağlamsal performans, üretkenlik karşıtı iş davranışı) oluşmaktadır. Beşli Likert tipinde olan ölçeğin puanlaması 1= Nadiren, 2=Bazen, 3= Düzenli, 4= Sıklıkla, 5= Sürekli şeklinde yapılmaktadır. Ölçekten yüksek puan alınması iş performans algısının arttığını gösterirken, düşük puan alınması iş performans algısının düştüğünü göstermektedir. Üretkenlik karşıtı iş davranışı alt boyutundaki maddeler ters puanlanmaktadır. Ayrıca ölçekten alınabilecek toplam puan, madde sayısına bölünerek, ölçek puanlaması hesaplanmaktadır. Köroğlu Kaba ve Öztürk'ün (2021) çalışmasında, ölçeğin Cronbach Alpha 0,80 olarak hesaplanmıştır.

2.5. Araştırmanın Etik Yönü: Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan 05.05.2020 tarih ve 2020/05 sayı ile onay alınmıştır. Bununla birlikte araştırmanın yürütüldüğü hastanelerin bağlı olduğu Giresun İl Sağlık Müdürlüğü'nden kurum izni alınmıştır.

2.6. Verilerin Toplanması: Verilerin toplanmasına başlamadan önce çalışmanın yapılabilmesi ve uygunluğunun değerlendirilmesi için etik kurul onayı ve kurum izni alınmıştır. Veriler, Bilgi Formu, İşyeri Nezaketsizlik ölçeği, İş stresi ölçeği ve Bireysel İş Performansı ölçeği kullanılarak, çalışmaya dâhil edilme koşullarını karşılayan ve katılımda gönüllü olan hemşirelerle yüz yüze görüşülerek 18.10.2021-08.11.2021 tarihleri arasında elden toplanmıştır.

2.7. Verilerin Analizi: Hemşirelerin tanımlayıcı özellikleri frekans ve yüzde ile hemşirelerin nezaketsizlik, iş stresi ve iş performans düzeyleri ortalama ve standart sapma ile belirlenmiştir. Çalışmada normal dağılım için Kurtosis ve Skewness değerlerinin +2.0 ile -2.0 arasında olması normal dağılım olarak kabul edilmiştir (George, ve Mallery, 2010). Normal dağılım gösteren hemşirelerin demografik özellikleri ile ölçekler arasında karşılaştırmalar t-testi, ANOVA ve Tukey/LSD analizleri ile ölçekler arasındaki ilişkiler ise Pearson korelasyon analizi ile test edilmiştir.

3. BULGULAR

Hemşirelerin demografik özelliklerine bakıldığında, hemşirelerin %29,6'sı 41 yaş ve üzeri, %87,6'sı kadın, %64'ü evli, %85,4'ü lisans eğitimine ve %40,1'i 1-5 yıl mesleki deneyime sahiptir. %83,9'u hemşire pozisyonunda, %44,2'si özellikli birimlerde (yoğun bakım/acil), %68,2'si vardiya dönüşümlü çalışmaktadır. %58,4'ü hemşirelikten ve %53,2'si çalıştığı kurumdan memnundur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Hemşirelerin Sosyo-Demografik Özeliklerine İlişkin Görüşlerinin Dağılımı (n=267)

Demografik Özellikler		**n**	**%**
Yaş	20-25	72	27,0
	26-30	52	19,5
	31-35	32	12,0
	36-40	32	12,0
	41 yaş ve üzeri	79	29,6
Cinsiyet	Kadın	234	87,6
	Erkek	33	12,4
Medeni Durum	Evli	171	64,0
	Bekar	96	36,0
Eğitim Durumu	Lise/önlisans	39	14,6
	Lisans	228	85,4
Mesleki Deneyim	1-5 yıl	107	40,1
	6-10 yıl	33	12,4
	11-15 yıl	31	11,6
	16-20 yıl	31	11,6
	20 yıl üzeri	65	24,3
Çalışılan servis	Dahili servis	77	28,8
	Cerrahi servis	72	27,0
	Özellikli servis	118	44,2
Servisteki deneyim	1-5 yıl	180	67,4
	6-10 yıl	37	13,9
	11 yıl ve üzeri	50	18,7
Pozisyon	Servis hemşiresi	224	83,9
	Yönetici hemşire	43	16,1
Çalışma şekli	Sürekli gündüz	85	31,8
	Vardiya dönüşümlü	182	68,2
Kurumdan memnuniyet	Evet	142	53,2
	Hayır	125	46,8
Hemşirelikten memnuniyet	Evet	156	58,4
	Hayır	111	41,6

Hemşirelerin algıladıkları nezaketsizlik ölçeği toplam puan ortalamaları; meslektaştan 1,94±0,72, doktorlardan 1,86±0,86 ve yöneticiden 1,70±0,82'dir. Hemşirelerin iş stresi ölçeği toplam puan ortalaması 3,60±0,93'dur. Hemşirelerin bireysel iş performansı ölçeği puan

ortalmaları toplamda 3,71±0,60, alt boyutlarda görev performansı için 3,82±0,83, bağlamsal performans için 3,48±0,88 ve üretkenlik karşıtı iş davranışı için 2,04±1,14 dür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Hemşirelerin Nezaketsizlik, İş Stresi ve Bireysel İş Performansı Ölçekleri Puan Ortalamaları (n=267)

Ölçek Toplamı ve Alt Boyutları	Ort	SS	Min.	Maks.
Meslektaştan Algılanan Nezaketsizlik	1,94	0,72	1,00	4,29
Doktorlardan Algılanan Nezaketsizlik	1,86	0,86	1,00	5,00
Yöneticiden Algılanan Nezaketsizlik	1,70	0,82	1,00	5,00
İş Stresi	3,60	0,93	1,00	5,00
Görev Performansı	3,82	0,83	1,00	5,00
Bağlamsal Performans	3,48	0,88	1,00	5,00
Üretkenlik Karşıtı İş Davranışı	2,04	1,14	1,00	5,00
Toplam Bireysel İş Performansı	3,71	0,60	1,86	5,00

İş stresi ile meslektaştan, doktorlardan ve yöneticiden algılanan nezaketsizlik arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($p<0.05$) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Hemşirelerin Nezaketsizlik ile İş ve Bireysel İş Performans Ölçekleri Arasındaki İlişki Durumu

		Meslektaştan Algılanan Nezaketsizlik	Doktorlardan Algılanan Nezaketsizlik	Yöneticiden Algılanan Nezaketsizlik	İş Stresi	Bireysel İş Performansı	Görev Performansı	Bağlamsal Performans	Üretkenlik Karşıtı İş Davranışı
Meslektaştan Algılanan Nezaketsizlik	r	1,000							
	p	0,000							
Doktorlardan Algılanan Nezaketsizlik	r	0,592**	1,000						
	p	0,000	0,000						
Yöneticiden Algılanan Nezaketsizlik	r	0,528**	0,324**	1,000					
	p	0,000	0,000	0,000					
İş Stresi	r	0,218**	0,167**	0,202**	1,000				
	p	0,000	0,006	0,001	0,000				
Bireysel İş Performansı	r	-0,080	-0,040	0,075	-0,114	1,000			
	p	0,193	0,518	0,223	0,062	0,000			
Görev Performansı	r	-0,118	-0,079	0,057	-0,085	0,851**	1,000		
	p	0,055	0,198	0,357	0,164	0,000	0,000		
Bağlamsal Performans	r	-0,013	0,009	0,091	0,051	0,828**	0,654**	1,000	
	p	0,828	0,885	0,140	0,407	0,000	0,000	0,000	
Üretkenlik Karşıtı İş Davranışı	r	0,035	0,016	0,023	0,259**	-0,169**	0,114	0,287**	1,000
	p	0,573	0,790	0,705	0,000	0,006	0,063	0,000	0,000

Hemşirelerin demografik özellikleri ölçek puuanları karşılaştırıldığında; hemşirelerin yaşları ile meşlektaşlarından, doktorlardan ve yöneticilerinden algıladıkları nezaketsizlik puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farka göre 20-25 yaş arasındaki hemşirelerin meslektaştan algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları 26 yaş ve üzeri olan hemşirelerin puan ortalamalarından daha yüksektir. 26-30 yaş arasındaki

hemşirelerin de meslektaştan algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları 35 yaş üzeri olan hemşirelerin puan ortalamalarından daha yüksektir. Ayrıca 40 yaş üzerine göre 31 yaş altı hemşirelerin doktorlardan; 30 yaş üzerine göre 30 yaş ve altı hemşirelerin yöneticiden algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları daha yüksektir (Çizelge 4).

Evli olan hemşirelerin de meşlektaştan, doktorlardan, yöneticiden algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları da, bekar hemşirelerin puan ortalamalarından daha düşük olması istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$) (Çizelge 4).

Hemşirelerin mesleki deneyimleri ile meşlektaşlarından, doktorlardan ve yöneticilerinden algıladıkları nezaketsizlik puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4). Bu farka göre 10 yıl üzerine göre 1-5 yıl arası mesleki deneyime sahip hemşirelerin; 11-15 yıl arasına göre 6-10 yıl arası mesleki deneyime sahip hemşirelerin meslektaşlarından algıladıkları nezaketsizlik puan ortalamaları daha yüksektir. Bununla birlikte 11 yıl ve üzerine göre 10 yıl ve altı mesleki deneyime sahip hemşirelerin, doktorlardan algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları daha yüksektir. 6 yıl ve üzerine göre 1-5 yıl arası mesleki deneyime sahip hemşirelerin yöneticiden algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları daha yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4).

Hemşirelerin çalıştıkları servis ile yöneticiden algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4). Bu farka göre cerrahi servislerde çalışan hemşirelerin yöneticiden algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları dahili ve özellikli servislerde çalışan hemşirelerin puan ortalamalarından yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4). Ayrıca hemşirelerin çalıştıkları servis ile iş stresi puan ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur Bu farka göre dahili ve cerrahi servislerde çalışan hemşirelerin iş stresi puan ortalamaları özellikli servislerde çalışan hemşirelerden yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4). Hemşirelerin çalıştıkları servis ile iş performans ölçeğinin üretkenlik karşıtı iş davranış boyutu puan ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu farka göre dahili ve cerrahi servislerde çalışan hemşirelerin üretkenlik karşıtı iş davranışı puan ortalamaları özellikli servislerde çalışan hemşirelerden yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4).

Hemşirelerin çalıştıkları servisteki deneyimleri ile meslektaştan algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4). Bu farka göre 6 yıl ve üzerine göre 1-5 yıl arası servis deneyimine sahip hemşirelerin meslaktaştan algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları daha yüksektir. Hemşirelerin çalıştıkları servisteki deneyimleri ile üretkenlik karşıtı iş davranışı puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu farka göre 1-5 yıl arasına göre 10 yıldan daha fazla servis deneyimine sahip hemşirelerin üretkenlik karşıtı iş davranışı puan ortalamaları daha yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4).

Servis hemşiresi olarak görev yapan hemşirelerin de iş stresi puan ortalamaları, yönetici hemşire olarak görev yapan hemşirelerden yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4). Hemşirelerin pozisyonları ile toplam bireysel iş performansı, görev performansı, bağlamsal performans ve üretkenlik karşıtı iş davranışı puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu farka göre servis hemşiresi olarak görev yapan hemşirelerin toplam bireysel iş performansı, görev performansı ve bağlamsal performans puan ortalamaları, yönetici hemşire olarak görev yapan hemşirelerden düşüktür ($p<0.05$) (Çizelge 4). Bireysel iş performansının

boyutu olan üretkenlik karşıtı iş davranışı için ise servis hemşirelerinin puan ortalamaları yönetici hemşirelerin puan ortalamalarından daha yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4).

Hemşirelerin çalışma şekli ile iş stresi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu farka göre vardiyalı çalışan hemşirelerin iş stresi puan ortalamaları, sürekli gündüz çalışanlara göre yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4).. Hemşirelerin çalışma şekli ile üretkenlik karşıtı iş davranışı puan ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu farka göre vardiyalı çalışan hemşirelerin üretkenlik karşıtı iş davranışı puan ortalamaları, sürekli gündüz çalışanlara göre daha yüksektir ($p<0.05$) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Hemşirelerin Sosyo-Demografik Özelikleri ile Meslektaştan, Doktorlardan, Yöneticiden Algılanan Nezaketsizlik, İş Stresi ve Bireysel İş Performansı Ölçek Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması (n= 267)

Demografik Özellikler	n	Meslektaştan Algılanan Nezaketsizlik	Doktorlardan Algılanan Nezaketsizlik	Yöneticiden Algılanan Nezaketsizlik	İş Stresi	Bireysel İş Performansı	Görev Performansı	Bağlamsal Performans	Üretkenlik Karşıtı İş Davranışı
Yaş		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
20-25 yaş (1)	72	2,18±0,92	2,03±0,90	1,96±1,06	3,74±0,97	3,74±0,61	3,88±0,87	3,45±0,82	1,92±0,93
26-30 yaş(2)	52	2,09±0,70	2,07±1,08	1,95±0,93	3,73±0,90	3,69±0,58	3,73±0,81	3,42±0,79	1,86±0,92
31-35 yaş(3)	32	1,85±0,59	1,76±0,72	1,50±0,50	3,47±0,81	3,68±0,54	3,81±0,69	3,60±0,84	2,36±1,30
36-40 yaş(4)	32	1,63±0,45	1,70±0,69	1,45±0,45	3,49±0,90	3,74±0,59	3,91±0,71	3,63±0,93	2,32±1,45
40 yaş üzeri(5)	79	1,81±0,58	1,69±0,74	1,48±0,59	3,50±0,99	3,70±0,67	3,83±0,92	3,46±1,00	2,04±1,23
F=		5,203	2,700	6,104	1,171	0,095	0,323	0,449	1,687
p=		**0,000**	**0,031**	**0,000**	0,324	0,984	0,863	0,773	0,153
PostHoc=		1>3,4,5; 2>4,5	1,2>5	1,2>3,4,5					
Cinsiyet									
Kadın	234	1,91±0,68	1,83±0,80	1,66±0,77	3,64±0,93	3,73±0,59	3,87±0,82	3,50±0,89	2,03±1,17
Erkek	33	2,21±0,91	2,10±1,17	2,01±1,07	3,35±1,00	3,55±0,70	3,57±0,88	3,40±0,81	2,17±0,92
t=		-2,221	-1,643	-2,352	1,679	1,599	1,919	0,615	-0,687
p=		0,081	0,221	0,073	0,094	0,111	0,056	0,539	0,493
Medeni Durum									
Evli	171	1,83±0,63	1,77±0,81	1,56±0,64	3,54±0,94	3,71±0,61	3,84±0,80	3,51±0,91	2,12±1,22
Bekar	96	2,17±0,82	2,04±0,92	1,96±1,03	3,73±0,94	3,72±0,61	3,81±0,89	3,45±0,83	1,90±0,98
t=		-3,765	-2,509	-3,919	-1,581	-0,106	0,327	0,573	1,551
p=		**0,001**	**0,017**	**0,001**	0,115	0,915	0,744	0,567	0,101
Eğitim Durumu									
Lise Ve Önlisans	39	1,82±0,60	1,71±0,58	1,62±0,72	3,63±1,04	3,66±0,56	3,80±0,70	3,53±0,88	2,28±1,18
Lisans	228	1,97±0,74	1,89±0,90	1,71±0,84	3,60±0,92	3,72±0,62	3,83±0,85	3,48±0,88	2,00±1,13
t=		-1,236	-1,249	-0,637	0,167	-0,499	-0,231	0,291	1,412
p=		0,218	0,096	0,524	0,867	0,618	0,818	0,771	0,159
Mesleki Deneyim									
1-5 yıl(1)	107	2,13±0,87	1,96±0,89	1,99±1,01	3,70±0,91	3,75±0,60	3,87±0,88	3,48±0,78	1,91±0,94
6-10 yıl(2)	33	2,10±0,63	2,23±1,04	1,66±0,74	3,80±0,87	3,59±0,59	3,62±0,63	3,37±0,91	2,03±1,10
11-15 yıl(3)	31	1,62±0,44	1,55±0,56	1,35±0,45	3,47±1,01	3,71±0,52	3,87±0,71	3,68±0,93	2,48±1,42
16-20 yıl(4)	31	1,78±0,59	1,88±0,93	1,53±0,63	3,43±0,80	3,55±0,69	3,57±0,85	3,28±0,90	1,95±1,15
20 yıl üzeri(5)	65	1,82±0,55	1,68±0,70	1,49±0,55	3,51±1,04	3,77±0,63	3,96±0,85	3,56±0,99	2,11±1,29
F=		4,854	3,740	6,468	1,229	1,165	1,796	1,011	1,641
p=		**0,001**	**0,006**	**0,000**	0,299	0,327	0,130	0,402	0,164
PostHoc=		1>3,4,5; 2>3	1,2>3,4,5	1>2,3,4,5					

Çizelge 4. Hemşirelerin Demografik Özelikleri ile Nezaketsizlik, İş Stresi ve Bireysel İş Performansı Ölçeklerinin Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması (n= 267) (Devamı)

Demografik Özellikler	n	Meslektaştan Algılanan Nezaketsizlik	Doktorlardan Algılanan Nezaketsizlik	Yöneticiden Algılanan Nezaketsizlik	İş Stresi	Bireysel İş Performansı	Görev Performansı	Bağlamsal Performans	Üretkenlik Karşıtı İş Davranışı
Çalışılan servis		Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
Dahili(1)	77	1,89±0,59	1,83±0,80	1,64±0,68	3,70±0,99	3,62±0,60	3,87±0,84	3,40±0,92	2,35±1,19
Cerrahi(2)	72	2,01±0,82	1,84±0,79	1,92±1,10	3,83±0,94	3,79±0,60	3,91±0,88	3,65±0,90	2,13±1,30
Özellikli Birim(3)	118	1,95±0,73	1,90±0,94	1,60±0,68	3,41±0,87	3,72±0,61	3,75±0,79	3,45±0,85	1,79±0,94
F=		0,526	0,175	3,807	5,255	1,394	0,910	1,671	5,934
p=		0,592	0,839	**0,023**	**0,006**	0,250	0,404	0,190	**0,003**
PostHoc=				2>1,3	1,2>3				1,2>3
Servisteki deneyim									
1-5 yıl(1)	180	2,03±0,78	1,91±0,89	1,78±0,90	3,58±0,96	3,70±0,62	3,80±0,84	3,42±0,87	1,91±0,97
6-10 yıl(2)	37	1,77±0,49	1,82±0,86	1,54±0,55	3,51±0,91	3,77±0,56	3,95±0,78	3,64±0,89	2,25±1,52
10 yıl üzeri(3)	50	1,78±0,58	1,74±0,73	1,52±0,61	3,76±0,86	3,71±0,59	3,84±0,85	3,62±0,92	2,35±1,33
F=		3,819	0,831	2,914	0,887	0,215	0,470	1,652	3,666
p=		**0,023**	0,437	0,056	0,413	0,807	0,626	0,194	**0,027**
PostHoc=		1>2,3							3>1
Pozisyon									
Servis Hemşiresi	224	1,97±0,75	1,89±0,88	1,71±0,86	3,73±0,88	3,63±0,59	3,77±0,85	3,39±0,87	2,14±1,15
Yönetici Hemşire	43	1,82±0,50	1,73±0,74	1,62±0,58	2,96±0,99	4,14±0,54	4,14±0,66	4,00±0,75	1,57±0,98
t=		1,272	1,095	0,659	5,191	-5,344	-2,710	-4,255	3,038
p=		0,098	0,274	0,394	**0,000**	**0,000**	**0,007**	**0,000**	**0,001**
Çalışma Şekli									
Sürekli gündüz	85	1,86±0,64	1,78±0,83	1,61±0,70	3,12±0,92	3,80±0,64	3,91±0,83	3,49±0,95	1,74±1,04
Vardiya dönüşümlü	182	1,99±0,76	1,91±0,87	1,74±0,87	3,83±0,86	3,67±0,59	3,79±0,83	3,49±0,85	2,19±1,17
t=		-1,340	-1,138	-1,227	-6,189	1,744	1,135	-0,016	-2,999
p=		0,155	0,256	0,221	**0,000**	0,082	0,257	0,988	**0,003**
Kurumdan Memnuniyet									
Evet	142	1,89±0,65	1,84±0,81	1,57±0,71	3,36±0,93	3,78±0,61	3,84±0,78	3,61±0,90	1,99±1,17
Hayır	125	2,01±0,79	1,90±0,91	1,84±0,92	3,89±0,87	3,63±0,60	3,82±0,89	3,35±0,84	2,10±1,12
t=		-1,386	-0,621	-2,698	-4,734	1,959	0,229	2,469	-0,772
p=		0,172	0,535	**0,009**	**0,000**	0,051	0,819	**0,014**	0,441
Hemşirelikten Memnuniyet									
Evet	156	1,88±0,68	1,79±0,80	1,63±0,73	3,29±0,89	3,78±0,58	3,92±0,73	3,57±0,87	2,06±1,20
Hayır	111	2,04±0,76	1,97±0,93	1,80±0,93	4,05±0,83	3,62±0,64	3,70±0,94	3,37±0,89	2,03±1,06
t=		-1,776	-1,600	-1,750	-7,060	2,101	2,067	1,877	0,201
p=		0,077	0,111	0,095	**0,000**	**0,037**	**0,049**	0,062	0,841

Kurumundan memnun olan hemşirelerin de yöneticiden algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları, memnun olmayanlardan daha düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4). Yine memnun olmayanlara göre kurumdan memnuniyet olan hemşirelerin iş stresi puan ortalamalarının daha düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4). Memnun olmayanlara göre kurumundan memnun olan hemşirelerin de bağlamsal performans puan ortalamalarının daha yüksek olması istatistiksel olarak anlamlıdır. ($p<0.05$) (Çizelge 4).

Hemşirelikten memnun olmayanlara göre hemşirelikten memnun olan hemşirelerin iş stresi puan ortalamalarının daha düşük olması istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$) (Çizelge 4). Ayrıca memnun olmayanlara göre hemşirelikten memnun olan hemşirelerin toplamda bireysel iş performansı ve görev performans puan ortalamalarının daha yüksek olması istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$) (Çizelge 4).

Hemşirelerin cinsiyet, eğitim durumu, pozisyon, çalışma şekli, kurumdan ve hemşirelikten memnuniyet durumları ile meslektaştan, doktorlardan ve yöneticiden algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$) (Çizelge 4). Ayrıca hemşirelerin çalışılan servis ile meslektaştan ve doktorlardan algılanan nezaketsizlik; servisteki deneyim yılı ile de doktorlardan ve yöneticiden algılanan nezaketsizlik puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$) (Çizelge 4).

Hemşirelerin yaş, cinsiyet, medeni ve eğitim durumu, mesleki ve servisteki deneyim yılı ile iş stresi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$) (Çizelge 4).

Hemşirelerin yaş, cinsiyet, medeni ve eğitim durumu, mesleki deneyim yılı ile bireysel iş performansı toplam ve alt boyut puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$) (Çizelge 4). Hemşirelerin çalıştıkları servis, servisteki deneyim yılı ve çalışma şekli ile toplam bireysel iş performansı, görev ve bağlamsal performans puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$) (Çizelge 4).. Bununla birlikte hemşirelerin kurumdan memnuniyet durumları ile bireysel iş performansı toplamı ile görev performansı ve üretkenlik karşıtı iş davranışı puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur($p>0.05$) (Çizelge 4). Ek olarak hemşirelerin hemşirelikten memnuniyet durumları ile bağlamsal performansı ve üretkenlik karşıtı iş davranışı puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$) (Çizelge 4).

4. TARTIŞMA

Sağlık kurumlarında hemşirelik hizmetlerinin sunumu sırasında diğer sağlık çalışanları ile işbirliği içinde çalışan hemşirelerin, hastalara ve kuruma olan bağlılığını ve iş performansını artırmak için işyerinde stresin azaltılması ve nezaketin teşvik edilmesi esastır (10). Bu kapsamda hemşirelerin nezaketsizlik algısı ile iş stresi ve iş performansı arasındaki ilişkinin belirlendiği bu çalışmada, çoğunluğu kadın, evli ve lisans mezunu, beşte ikisi 1-5 yıl arası mesleki deneyimi olan ve acil/yoğun bakım gibi özellikli birimlerde çalışan, yarısından fazlası çalıştığı kurumdan ve mesleğinden memnun hemşirelerin nezaketsizlik algısı istenilen şekilde düşük bulunmuştur. Oysa Kanitha ve Naik'in (2021) Hindistan'da, Kim ve Yoon'un Kore'de (2017), Park ve arkadaşlarının (2022) Amerika'da yapmış oldukları çalışmada hemşirelerin nezaketsizlik algısı orta düzeyde bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ülkemizde yürütülen bu çalışmada, hemşirelerin nezaketsizlik algısı düşük olmasına rağmen algıladıkları nezaketsizliğin iş stres düzeyleri ile ilişki olduğu bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle orta düzeyde

iş stres seviyesi olan bu hemşirelerin, meslektaşları doktorları ve yöneticilerine ilişkin nezaketsizlik algısı artıkça iş stres seviyelerinin artığı görülmüştür. Kim ve Yoon'un çalışmasında da, hemşirelerin meslektaşlarından, hastalardan ve hasta yakınlarından algıladıkları nezaketsizliğin iş stresi düzeyini artırdığı belirlenmiştir (9).

Yürütülen çalışma bulgularına göre hemşirelerin nezaketsizlik algılarını yaşlarının etkilediği belirlenmiştir. Genç olan, özellikle 25 yaş ve altındaki hemşirelerin meslektaşlarına ilişkin nezaketsizlik algısının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara benzer şekilde Güney Kore'de 378 hemşire üzerinde yapılan bir çalışmada, 25- 27 yaş aralığındaki hemşirelerin diğer yaş gruplarına göre meslektaşlarından daha fazla nezaketsizlik algıladığı tespit edilmiştir (36). Özellikle genç yaşlardaki hemşirelerin nezaketsizliği daha olumsuz algılaması, bu yaş grubundaki hemşirelerin daha yoğun birimlerde ve yetersiz personel ile çalıştırılması, kuruma, birime, çalışmalara uyum sırasında daha fazla destek ve ilgiye muhtaç olup bu ilgi ve desteği istedikleri kadar görememesinden kaynaklanabilir.

Hemşirelerin nezaketsizliğe ilişkin algılarını yaşlarının dışında medeni durumlarının da etkilediği belirlenmiştir. Evlilere göre bekar hemşirelerin meslektaştan, doktorlardan, yöneticiden nezaketsizlik algısı daha yüksektir. Bu durum, evli olan hemşirelerin sosyal destek algılarının bekar olan hemşirelere göre daha yüksek olmasından, ayrıca bekar hemşirelerin medeni durumlarından çok yaşlarının genç olmasından kaynaklanabilir.

Çalışmada, hemşirelerin nezaketsizliğe ilişkin algılarını mesleki deneyim yıllarının da etkilediği belirlenmiştir. Özellikle mesleki deneyim yılı düşük ya da genç olarak ifade edilebileceğimiz hemşirelerin nezaketsizlik algıları daha yüksektir. Bu bulguyu destekler nitelikte bu çalışmada, 6 yıl ve üzerine gore 5 yıl altında servis deneyimine sahip hemşirelerin de meslaktaştan algılanan nezaketsizlik algısının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlarla örtüşecek şekilde Hong ve arkadaşlarının çalışmasında, deneyim yılı 5 yıldan az olan hemşirelerin nezaketsizlik algısı deneyim yılı 5 yıldan fazla olan hemşirelere göre daha yüksek bulunmuştur (37). Alshehry ve arkadaşlarının (2019) Suudi Arabistan'da 378 hemşire üzerinde yaptığı çalışmada da, hemşirelerin deneyim yılı arttıkça nezaketsizlik algısı azalmaktadır (38). Dolayısıyla kariyerlerinin başında olan hemşirelerin, yetersiz mesleki deneyime ve kişilerarası ilişkilere sahip olması (37), iş yerine uyum sağlarken ve yeni roller üstlenirken daha fazla nezaketsiz davranışlarla karşılaşması bu duruma neden olmuş olabilir.

Çalışmada, ayrıca hemşirelerin yöneticilerine ilişkin nezaketsizlik algısı, dahili ve özellikli servislerde çalışan hemşirelere göre cerrahi servislerde daha yüksektir. Cerrahi servislerde hasta sirkülasyonun yüksek olması ve bu birimlerfe iş yükünün yoğun olması yönetici hemşirelerin iş yükünün ve stres düzeyinin artmasına, dolasıyla davranışlarında nezaketsizlik algısına sebebiyet vermiş olabilir (39). Ancak Seven, Adadıoğlu ve Danç'ın çalışmasında, hemşirelerin çalıştıkları servisin yöneticiden algılanan nezaketsizlik üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı bulunmuştur (40).

Çalışmada, nezaketsizliğin dışında hemşirelerin pozisyonlarının stres düzeylerini de etkilediği belirlenmiştir. Çünkü servis hemşiresi olarak görev yapan hemşirelerin yönetici hemşirelere göre stres düzeyleri daha yüksektir. Bunu destekleyecek şekilde stres düzeyi yüksek olan servis hemşirelerin, bireysel iş performansının boyutu olan üretkenlik karşıtı iş davranışları da yüksek bulunmuştur. Servis hemşiresi olarak görev yapan hemşirelerin genellikle vardiyalı çalışması ve buna bağlı olarak vücutlarının fiziksel ve sosyal açıdan olumsuz etkilenmesi yoğun stresi

tetiklemektedir (41). Bunu destekleyecek şekilde bu araştırmada vardiyalı çalışan hemşirelerin sürekli gündüz çalışan hemşirelere göre stres düzeyleri ve üretkenlik karşıtı iş davranışları yüksektir. Ancak çalışma bulgularımıza zıt yönde Öztürk ve Kıraç'ın çalışmasında hemşirelerin çalışma şeklinin stresi etkilemediği belirlenmiştir (42).

Çalışmamıza göre hemşirelerin kurumdan memnuniyet durumları yöneticiden algılanan nezaketsizliği ve stres düzeyini etkilemiştir. Kurumundan memnun olmayan hemşireler yöneticilerinden daha yüksek düzeyde nezaketsizlik algıladığını ve stres düzeylerinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Yönetici hemşireleri kurum yöneticilerinin seçmesi kuruma karşı olan olumsuz tutumun yönetici hemşireye atfedilmesine ve yöneticiden daha fazla nezaketsizlik agılanmasına neden olmuş olabilir. Bununla birlikte kurumdan memnuniyetin artması hemşirelerin bağlamsal performans algılarını artırmıştır. Bağlamsal performans, çalışanların iş tanımlarında bulunmadığı halde kurumu sosyal yönden desteklemek ve kurum başarısına katkıda bulunmak amacıyla yapılan gönüllü davranışlardan oluşmaktadır (43). Bu nedenle kurumundan memnun olan hemşirelerin bağlamsal performans algılarının yüksek olması beklenen bir durumdur.

5. SONUÇLAR

Düşük düzeyde nezaketsizlik algısı, orta düzeyde iş stresi ve bireysel iş performans algısı olduğu belirlenen hemşirelerin, meslektaştan, doktorlardan ve yöneticiden algılanan nezaketsizlik ile ilişkili/etkileştiği görülmüştür. Dolayısıyla kurumda nezaketsiz davranışlara maruz kalmak, hemşirelerin çalışma ortamındaki ilişkilerini, iş stresini olumsuz etkilemektedir. Ancak işyeri nezaketsizliği kurum kültüründe değiştirilebilen davranışlar arasındadır. Dolayısıyla işyeri nezaketsizliğinin olumsuz etkilerinin araştırılması ve kurumsal düzeyde buna yönelik müdahalelerin belirlenmesi için çok merkezli, geniş ve farklı örneklemlerle çalışmaların yapılması önerilmektedir. Özellikle genç, mesleki deneyimi az ve bekar ve cerrahi birimlerde çalışan hemşirelerin algıdıkları/yaşadıkları nezaketsizlik algısını azaltacak politikaların belirlenerek, uygulamaların yapılması, bu genç iş grubunun işe tutulması, kuruma bağlığın artırılması açısından gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Layne, D.M., Anderson, E., & Henderson, S. Examining the presence and sources of incivility within nursing. Journal of nursing management 2019; 27(7): 1505-1511.
2. Knippschild, N. *Incivility among nurses-Prevalence and impact*, Master thesis, Gardner-Webb University, 2012.
3. Pearson, C.M., Andersson, L.M., & Porath, C.L. Assessing and attacking workplace incivility. Organizational dynamics 2000; 29(2): 123-137.
4. Abdollahzadeh, F., Asghari, E., Ebrahimi, H., Rahmani, A., & Vahidi, M. How to prevent workplace incivility?: Nurses' perspective. Iranian journal of nursing and midwifery research 2017; 22(2): 157.
5. Garth, K., Todd, D., Byers, D., & Kuiper, B. Incivility in the emergency department: Implications for nurse leaders. The Journal of Nursing Administration 2018; 48(1): 8-10.
6. Alquwez, N. Examining the influence of workplace incivility on nurses' patient safety competence. Journal of Nursing Scholarship 2020; 52(3): 292-300.
7. Dirgar, E., Tosun, B., & Arslan, S. Evaluation of Turkish nurses' attitudes to workplace incivility. Central European Journal of Nursing and Midwifery 2021; 12(1): 215-24.
8. Bambi, S., Guazzini, A., De Felippis, C., Lucchini, A., & Rasero, L. Preventing workplace incivility, lateral violence and bullying between nurses. A narrative literature review. Acta Bio Medica: Atenei Parmensis 2017; 88(5): 39.
9. Kim, S.Y., & Yoon, S.H. Effect of incivility experienced by clinical nurses on job stress and the moderating effect of self-efficacy. Journal of Korean Academy of Nursing Administration 2017; 23(1): 8-17.
10. Kanitha, D., & Naik, P.R. Experience of Workplace Incivility and Its Impact on Stress and Turnover Intention among the Nurses Working at a Hospital: Cross Sectional Survey Approach. Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research 2021; 26(3): 285-87.
11. Roberts, R.K., & Grubb, P.L. The consequences of nursing stress and need for integrated solutions. Rehabilitation Nursing 2014; 39(2): 62-69.
12. Maharaj, S., Lees, T., & Lal, S. Prevalence and risk factors of depression, anxiety, and stress in a cohort of Australian nurses. International journal of environmental research and public health 2019; 16(1): 61.
13. Tran, T.T.T., Nguyen, N.B., Luong, M.A., Bui, T.H.A., Phan, T.D., Tran, V.O., ... & Nguyen, T.Q. Stress, anxiety and depression in clinical nurses in Vietnam: a cross-sectional survey and cluster analysis. International journal of mental health systems 2019; 13(1): 1-11.
14. Labrague, L.J., & McEnroe-Petitte, D.M. Job stress in new nurses during the transition period: an integrative review. International Nursing Review 2018; 65(4): 491-504.
15. Vahedian-Azimi, A., Hajiesmaeili, M., Kangasniemi, M., Fornés-Vives, J., Hunsucker, R. L., Rahimibashar, F., ... & Miller, A.C. Effects of stress on critical care nurses: a national cross-sectional study. Journal of intensive care medicine 2019; 34(4): 311-22.
16. Kokoroko, E., & Sanda, M.A. Effect of workload on job stress of Ghanaian OPD nurses: The role of coworker support. Safety and health at work 2019; 10(3): 341-46.

17. Lee, E., & Jang, I. Nurses' fatigue, job stress, organizational culture, and turnover intention: A culture–work–health model. Western journal of nursing research 2020; 42(2): 108-16.
18. Deng, J., Guo, Y., Ma, T., Yang, T., & Tian, X. How job stress influences job performance among Chinese healthcare workers: a cross-sectional study. Environmental health and preventive medicine 2019; 24(1): 1-11.
19. Chen, J., Li, J., Cao, B., Wang, F., Luo, L., & Xu, J. Mediating effects of self-efficacy, coping, burnout, and social support between job stress and mental health among young Chinese nurses. Journal of Advanced Nursing 2020; 76(1): 163-73.
20. Wu, F., Ren, Z., Wang, Q., He, M., Xiong, W., Ma, G., ... & Zhang, X. The relationship between job stress and job burnout: the mediating effects of perceived social support and job satisfaction. Psychology, health & medicine, 2021; 26(2): 204-211.
21. Rajabi, B., Hashtchin, T.A., & Hatami, M. A comparative study of job performance, occupational stress and general health in nurses of psychiatric and emergency department. Annals of Medical and Health Sciences Research 2018.
22. Özdevecioğlu, M. & Kanıgür, S. Çalışanların ilişki ve görev yönelimli liderlik algılamalarının performansları üzerindeki etkileri. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2009; 1: 53-82.
23. Al-Makhaita, H.M., Sabra, A.A., & Hafez, A.S. Job performance among nurses working in two different health care levels, Eastern Saudi Arabia: a comparative study. International Journal of Medical Science and Public Health 2014; 3(7): 832-37.
24. Amarat, M., Akbolat, M., Ünal, Ö., & Güneş Karakaya, B. The mediating role of work alienation in the effect of workplace loneliness on nurses' performance. Journal of nursing management 2019; 27(3): 553-559.
25. Crawford, C.L., Chu, F., Judson, L.H., Cuenca, E., Jadalla, A.A., Tze-Polo, L., ... & Garvida Jr, R. An integrative review of nurse-to-nurse incivility, hostility, and workplace violence: a GPS for nurse leaders. Nursing administration quarterly 2019; 43(2): 138-56.
26. Foulk, T.A., Lanaj, K., Tu, M.H., Erez, A., & Archambeau, L. Heavy is the head that wears the crown: An actor-centric approach to daily psychological power, abusive leader behavior, and perceived incivility. Academy of Management Journal 2018; 61(2): 661-84.
27. Phillips, J.M., Stalter, A.M., Winegardner, S., Wiggs, C., & Jauch, A. Systems thinking and incivility in nursing practice: An integrative review. In Nursing forum 2018; 53(3): 286-98.
28. Ma, C., Meng, D., Shi, Y., Xie, F., Wang, J., Dong, X., ... & Sun, T. Impact of workplace incivility in hospitals on the work ability, career expectations and job performance of Chinese nurses: a cross-sectional survey. BMJ open 2018; 8(12): 021874.
29. Taşkaya, S., & Aksoy, A. A bibliometric analysis of workplace incivility in nursing. Journal of Nursing Management 2021; 29(3): 518-25.
30. House, R.J., & Rizzo, J.R. Role conflict and ambiguity as critical variables in a model of organizational behavior. Organizational Behavior and Human Performance 1972; 7: 467-505.

31. Efeoğlu, İ.E. *İş-Aile Yaşam Çatışmasının İş Stresi, İş Doyumu ve Örgütsel Bağlılık Üzerindeki Etkileri: İlaç Sektöründe Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 2006.
32. Cortina, L.M., Magley, V.J., Williams, J.H., & Langhout, R.D. Incivility in the workplace: incidence and impact. Journal of occupational health psychology 2001; 6(1): 64–80.
33. Gök, S., Karatuna, I. ve Başol, O. İşyeri Nezaketsizliği Ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması. Türk Psikoloji Yazıları 2019; 22(44): 106-15.
34. Koopmans, L., Bernaards, C.M., Hildebrandt, V.H., de Vet, H.C., & van der Beek, A.J. Measuring individual work performance: identifying and selecting indicators. Work 2014; 48(2): 229-38.
35. Kaba, N.K., & Öztürk, H. Bireysel iş performansı ölçeğinin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi 2021; 8(3): 293-302.
36. Chang, H.E., Park, M.Y., Jang, H., Ahn, S., & Yoon, H.J. Relationships among demands at work, aggression, and verbal abuse among registered nurses in South Korea. Nursing Outlook 2019; 67(5): 567-77.
37. Hong, S., Kim, H., Choi, E.K., & Park, C.G. Workplace bullying and different levels of post-traumatic stress symptoms of nurses: A quantile regression approach for effective coping strategies. Journal of Nursing Management 2022; 30(6): 1445-53.
38. Alshehry, A.S., Alquwez, N., Almazan, J., Namis, I.M., & Cruz, J.P. Influence of workplace incivility on the quality of nursing care. Journal of clinical nursing 2019; 28(23-24): 4582-94.
39. Karacabay, K., Savcı, A., Çömez, S., & Çelik, N. Cerrahi hemşirelerinin iş yükü algilari ile tıbbi hata eğilimleri arasindaki ilişkinin belirlenmesi. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2020; 13(3): 404-17.
40. Seven, A., Adadıoğlu, Ö., & Danç, E. How Do Nurses Percept Workplace Incivility: A Cross-Sectional Study. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi 2021; 8(3): 388-96.
41. Aydın Sayılan, A. & Boğa, S.M. Hemşirelerin İş Stresi, İş Yükü, İş Kontrolü ve Sosyal Destek Düzeyi ile Tıbbi Hataya Eğilimleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi . Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi 2018; 20 (1): 11-22 .
42. Öztürk, Y.E., & Kıraç, R. *Hemşirelerde iş stresi ile iş doyumunun ilişkisi*, International Health Sciences and Management Conference, İstanbul, 2019.
43. Aslan, M., Yıldırım, A. Hastanede çalışan hemşirelerde bağlamsal performans ölçeğinin geçerlik ve güvenirliği. Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi 2017; 14(2): 104-11.

RUMİNANTLARDA YÜKSEK PROTEİN İÇEREN DİYET İLE BESLEMENİN ÜREME ÜZERİNE ETKİSİ

Semra KAYA[1], Gökhan KOÇAK[2]

[1] Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, 36300, KARS, ORCID: 0000-0002-7520-6631

[2] Iğdır Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, 76000, IĞDIR, ORCID: 0000-0003-1917-9090

ÖZET

Aşırı miktarda proteinle besleme neticesinde artan üre konsantrasyonu infertilite i.iç risk oluşturmaktadır. Süt üre nitrojen düzeyinin araştırılması sürü sağlığının izlenmesi ve beslenme stratejisinin oluşturulması açısından önemli fikirler sunmaktadır. Yüksek protein içerikli beslenme oosit ve embriyo kalitesini bozarak fertilite düşüklüğüne neden olmaktadır. Rasyonda karbonhidrat ile protein arasında denge olmalıdır. Enerji yetersizliği üre konsantrasyonunun artmasında önemli faktörlerden biridir. Yetersiz protein içerikli besleme fertiliteyi olumsuz etkilediği gibi yüksek protein içerikli beslemede üreme performansına zarar vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Protein, Ruminant, Üreme fizyolojisi

1. GİRİŞ

Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de inek yetiştiriciliğindeki en önemli problemlerden biri üreme performansındaki azalmadır. Süt verimindeki artışla beraber döl veriminde yaşanan kayıpları azaltmak ve yeni çözüm önerileri sunmak amacıyla birçok yöntem araştırılmaya devam etmektedir. Bu süreçte beslenme ile üreme arasında önemli bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur (Ayaşan 2009). Proteinler rumen mikrobiyatasını ve süt üretimini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Rumendeki mikroorganizmalar proteinleri peptit, aminoasit ve amonyağa kadar parçalamaktadırlar. Mikroorganizmaların bir kısmı ise bu metabolitleri kullanarak mikrobiyal proteini sentezlemektedirler. Esansiyel aminoasitlerden oluşan proteinler üreme sisteminde oldukça önemlidir (Güney ve Karslı 2014).

1.1. Protein Metabolizması ve Üreme arasındaki İlişki

İneklerde süt verimini artırmak için yüksek proteinli diyetler uygulanmaktadır (Ayaşan 2009, Laven ve Drew 1999, Sert ve ark. 2020). Proteinle beslemenin biyolojik göstergesi olarak ''süt üre nitrojen düzeyi'' belirlenmektedir (Ayaşan 2009). Aşırı proteinle beslenmenin uterusta üre düzeyini artırması sonucu uterus pH'sının değişmesi (azalması), oosit ya da embriyo

üzerine zararlı etki ederek üreme performansını düşürmektedir (Ayaşan 2009, Brindari ve ark. 2013, Sert ve ark. 2020). Yüksek üre düzeyine bağlı olarak uterus pH'sında ve diğer iyon konsantrasyonlarında meydana gelen değişiklikler östrus siklusunun özellikle diöstrus fazında meydana gelmektedir (Sert ve ark. 2020). Ayrıca progesteron hormonu ile üre konsantrasyonu arasında diöstrus fazında negatif bir ilişki olduğu öne sürülmektedir (Sert ve ark. 2020). Progesteron ile interferon-tau arasında pozitif bir korelasyon olduğu bilinmektedir (Mann ve ark. 1996). Bu nedenle, embriyo gelişiminin ilk periyodu sırasında maternal progesteron konsantrasyonlarındaki küçük değişiklikler, bu anti-luteolitik ajanın salgılanmasını değiştirebilmekte ve embriyonun hayatta kalması için kritik olabilmektedir (Boland ve ark. 2001).

Üre hem meralarda otun büyümesi amacıyla azot kaynağı olarak hem de rumen mikroorganizmaları tarafından mikrobiyal protein sentezi için nitrojen kaynağı olarak kullanıldığından besleme de kullanılmaktadır (Fahey ve ark. 1998). Aşırı proteinle besleme ve diyette yüksek miktarda üre bulunması sonucu ya rumen mikrobiyatası aracılığıyla amonyak emilerek metan gazına dönüştürülür ya da hepatik metabolizmada bir takım değişiklikler ile tolere edilmektedir (Do ve Taylor-Robinson 2015). Yüksek seviyelerde amonyak veya üreye maruz kalmanın oosit olgunlaşmasını ve ardından döllenmeyi veya gelişmekte olan embriyoların olgunlaşmasını bozabileceği ifade edilmektedir. Üreme mevsimi ve erken gebelik sırasında aşırı proteinle besleme, özellikle hayvan yetersiz bir enerji kaynağı alıyorsa, doğurganlığının azalmasıyla ilişkili olabilir. Doğurganlıktaki bu azalma, yüksek düzeyde parçalanabilir proteinle beslenen sığırlarda östrus döngüsünün luteal fazı sırasında azalan uterin pH'sından kaynaklanabilir. Sperm, yumurta ve gelişmekte olan embriyo üzerinde toksik etkisi olan yüksek kan üre seviyeleri oluşabilir. Ayrıca hormonların dengesi değişerek progesteron seviyeleri düşer (Brindari ve ark. 2013). Yüksek protein içeren diyetle besleme uterus ortamını değiştirdiği için ineklerde fertilite düşüklüğüne neden olduğu bildirilmesine rağmen (Boland ve ark. 2001), yapılan bir çalışmada asıl etkisinin oosit kalitesi üzerine olduğu bildirilmiştir (Fahey ve ark. 1998). Diyetle üre veriliminin koyun embriyo transferi uygulamalarındaki etkisi araştırılmıştır. Üre tedavisinin donör koyunlarda iyi kalitede (4. günde >8 hücre ile) embriyo sayısının azaltırken, alıcı koyunlarda östrustan 4. gün sonra embriyo transferini takiben embriyo sağ kalımını etkilemediği belirlenmiştir (Fahey ve ark. 1998). Tüm bu sonuçlar ürenin embriyo kalitesi üzerindeki etkisinin uterus ortamındaki değişikliklerden ziyade oosit üzerindeki zararlı etkisinden (Armstrong ve ark. 2001, Boland ve ark. 2001, Fahey ve ark. 1998) ve ovidukt ortamındaki değişiklikten kaynaklandığı düşünülmektedir (Fahey ve ark. 1998). Yani yüksek

üre düzeyinin uterus ortamında oluşturduğu etkilerinden ziyade, düşük kaliteli embriyoların gelişmesine yol açması düşük gebelik oranlarının nedenidir (Boland ve ark. 2001).

Wiltbank ve ark. (2014) makalesinde, Ocon ve Hansen (2003) tarafından yapılan çalışmada üre veya aşırı miktarda rumende parçalanabilir protein ile beslenmeye bağlı olarak kan üre nitrojenindeki artışlar, oosit üzerindeki etkiler, döllenme ve uterus pH'sındaki değişiklikler nedeniyle potansiyel olarak doğurganlığı azaltabileceğini bildirdiklerini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, döllenmiş zigotların inkübasyonu sırasında ortam pH'sını düşürmenin, blastosiste ilerlemeyi engellediği bulunmuştur. Bu nedenle, yüksek üre, foliküler gelişimin son aşamalarında, embriyonik büyüme potansiyeli düşük bir embriyo üreten oosit üzerinde doğrudan etkilere sahip olabileceği gibi, döllenmeden sonra embriyolarda uterus pH'ını düşürerek dolaylı etkilere de sahip olduğu görülmektedir (Wiltbank ve ark. 2014). Daha açık ifade edilecek olursa; yüksek protein alımı, periferik dolaşımda, ovaryan folikülerde ve oviduktta yüksek üre konsantrasyonlarına neden olur. Foliküler sıvıdaki yüksek üre konsantrasyonları, folikülogenezin son aşamalarında oosit olgunlaşmasını olumsuz yönde etkileyecek ve kalitesiz oositlerin ovulasyonuna neden olacaktır. Ayrıca yüksek üre konsantrasyonları oositin oviduktal geçişini artıracak ve muhtemelen oviduktun pH'sını değiştirecektir. Düşük oosit kalitesi, artmış oosit geçişi ve bozulmuş pH mikroçevresinin kombinasyonu, başarılı fertilizasyon oluşumunun azalmasına neden olacaktır (Velazquez 2011).

Zebu ineklerinde yapılan bir çalışmada 10 adet normal siklik aktivite gösteren inekler 2 gruba ayrılmış bir gruba iyi bir besleme yapılırken diğer gruba aşırı besleme (yüksek içerikli besin diyeti) yapılmıştır. 3 ay bu besleme yapıldıktan sonra bu inekler senkronize edilmiştir. Tohumlandıktan 6-7 gün sonra uterus yıkanarak embriyolar toplanmıştır. Embriyolar çok iyi, iyi, orta ve zayıf olarak sınıflandırılmıştır. İyi içeriğe sahip diyette protein oranı %8 iken, yüksek besin içerikli diyette protein oranının %11 olduğu bildirilmiştir. İyi içerikli diyetle beslenen ineklerde ortalama toplanan embriyo sayısının 3, transfer edilebilir embriyo sayısının ortalama 2 olduğu belirlenmiştir. Toplanan embriyo sayısının palpe edilen korpus luetumların %79,3'ü olduğu saptanmıştır. Yüksek protein içerikli besin diyeti uygulanan ineklerde sıfır embriyo toplanmıştır. Vücut kondisyon skoru 4-4,5 olan ineklerde yüksek besin içerikli diyetle beslemenin önerilmediği bu ineklerde kist oluşuma meyilli olduğu bildirilmiştir (Siddiqui ve ark. 2002). Belli bir düzeyde besleme foliküler gelişim için gereklidir ve insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1) oosit olgunlaşması ve embriyo gelişimi için gereklidir. İnsülin, IGF-1,

glikoz düzeyindeki dengesizlik foliküler gelişimi ve luteinleştirici hormon salınımını etkiler ve devamında kist oluşumuna neden olabilir (Siddiqui ve ark. 2002).

Embriyo transferi uygulamalarında aşırı enerji ve proteinle beslemeden kaçınılmalıdır (Santos ve ark. 2008). Yüksek enerji içeren rasyonlarla besleme süt üre azot miktarının artmasını engeller. Yüksek oranda proteinle besleme sonucu ortaya çıkan amonyağın mikrobiyal protein sentezlenmesi için kullanılabilmesi için enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Enerjinin olmaması durumunda rumendeki mikroorganizmalar çoğalamamakta ve kanda üre ve amonyak düzeyi artmaktadır (Sert ve ark. 2020).

2. SONUÇLAR

Sonuç olarak; tüm bu literatür taramaları neticesinde aşırı miktarda proteinle beslemenin oosit kalitesini bozarak gebelik oluşumunu engellediği aynı zamanda ovidukt ve uterus ortamında PH değişikliğine neden olarak ve oviduktan embriyo taşınmasını hızlandırarak embriyonik gelişimi bozduğu ve fertiliteyi olumsuz etkilediği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKÇA

1. Armstrong, D.G., McEvoy, T.G., Baxter, G., Robinson, J.J., Hogg, C.O., Woad, K.J., Webb, R., Sinclair, K.D., Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: associations with the ovarian insulin-like growth factor system, Biol Reprod, 64, 1624-1632, 2001.
2. Ayaşan, T., Süt İneklerinin Beslenmesinde Süt Üre Nitrojenin Önemi, GOÜ. Ziraat Fak Derg, 26(2), 27-33, 2009.
3. Fahey, J., Boland, M.P., O'Callaghan, D., Effects of dietary urea on embryo development in superovulated donor ewes and on embryo survival following transfer in recipient ewes, Proceedings of the British Society of Animal Science, 182, 1998.
4. Güney, M., Karslı, M.A., Süt İneklerinin Protein Fraksiyonlarına Tepkileri, YYÜ Tar Bil Derg, 24(3), 317- 324, 2014.
5. Laven, R.A., Drew, S.B., Dietary protein and the reproductive performance of cows, Vet Record, 145, 687-695, 1999.
6. Brindari, Y.R., Shrestha, S., Shrestha, N., Gaire, T.N., Effects of nutrition on reproduction- A review, Advances in Applied Science Research, 4(1), 421-429, 2013.
7. Boland, M.P., Lonergan, P., O'Callaghan, D., Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development, Theriogenology, 55, 1323-1340, 200l.

8. Do, V.H., Taylor-Robinson, A.W., Influence of maternal nutritional factors on ovarian folliculogenesis in cattle, J Vet Sci Anim Husb, 3(3), 301, 2015.
9. Fahey, J., Boland, M.P., O'Callaghan, D., Effects of dietary urea on embryo development in superovulated donor ewes and on embryo survival following transfer in recipient ewes, Cambridge University Press.1998.
10. Mann, G.E., Mann, S.J., Lamming, G.E., The inter-relationship between maternal hormone environment and the embryo during early stages of pregancy, J Reprod Fertil, abstr, 21, 37, 1996.
11. Ocon, O.M., Hansen, P.J., Disruption of bovine oocytes and preimplantation embryos by urea and acidic pH, J Dairy Sci, 86, 1194-1200, 2003.
12. Santos, J.E.P., Cerri, R.L.A., Sartori, R., Nutritional management of the donor cow, Theriogenology, 69, 88-97, 2008.
13. Sert, F., Göncü, S., Kutlu, H.R., Süt sığırlarında erken laktasyon döneminde besleme ve üreme hormonları arasındaki ilişkiler, International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 3(1), 53-62, 2020.
14. Siddiqui, M.A.R., Shamsuddin, M., Bhuiyan, M.M.U., Akbar, M.A., Kamaruddin, K.M., Effect of feeding and body condition score on multiple ovulation embriyo production in Zebu, Reprod Dom Anim, 37, 37-41, 2002.
15. Velazquez, M.A., The role of nutritional supplementation on the outcome of superovulation in cattle, Anim Reprod Sci, 126, 1-1, 2011.
16. Wiltbank, M.C., Garcia-Guerra, A., Carvalho, P.D., Hackbart, K.S., Bender, R.W., Souza, A.H., Toledo, M.Z., Baez, G.M., Surjus, R.S., Sartori, R., Effects of energy and protein nutrition in the dam on embryonic development, Anim Reprod, 11(3), 168-182, 2014.

THE IMPORTANCE OF MOLECULAR GENETICS TECHNIQUES IN THE IMPROVEMENT OF REPRODUCTIVE TRAITS IN CATTLE

Ali Osman TURGUT[1], Davut KOCA[2]

[1]Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science, Siirt, Turkey,

[2]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, Van, Turkey

Abstract

Reproductive traits are quantitative traits determined by environmental and genetic factors. These traits are economically important for both beef and dairy cattle. Even if classical selection methods which depend on phenotype have increased production traits, they may negatively affect reproductive traits due to a negative correlation between some traits. At this point, molecular genetics methods offer opportunities to improve reproductive traits. From PCR-based methods to new-generation sequencing, molecular genetics methods gradually revolutionized selection schemes in cattle. These methods have enabled the detection of genetic variants such as microsatellites, single nucleotide polymorphisms, deletion, insertion, and copy number variations that are associated with reproductive traits. These genetic markers have been used to improve reproductive traits in marker-assisted selection, genomic selection, and genome-wide association studies in cattle. Widespread use of molecular genetics methods will accelerate the genetic progress of reproductive traits and will enable to increase in production in cattle. In this review, the importance of molecular genetics techniques in the improvement of reproductive traits in cattle was summarized.

Keywords: single nucleotide polymorphism array, new generation sequencing, reproductive traits, marker-assisted selection

1. Introduction

A good reproductive performance is one of the main goals for breeders due to its economic importance (Berry et al. 2014). However, there is a negative correlation between some traits which results in a decrease in economic gain. In dairy cattle, management strategies mainly focus on milk production traits (Shook et al. 2006). Due to the negative correlation between reproductive traits and milk production, improvement of milk traits causes undesirable reproductive performance such as long calving interval, high culling rate, and low fertility (Ghiasi et al. 2011).

Reproductive traits are determined by different factors such as nutrition, environment, and genetics (Berry et al. 2014). In addition, the heritability of most reproductive traits is low. This causes challenges in the genetic improvement of reproductive traits in cattle. Therefore, classical breeding strategies are not enough to improve reproductive performance (Berry et al. 2014). (Ma et al. 2019). Molecular genetics approaches offer opportunities to improve reproductive performance. PCR-based methods, single nucleotide polymorphism arrays, and new generation sequencing (NGS) have a big potential to improve genetic progress in reproductive traits in cattle (Fleming et al. 2018). In this review, the importance of molecular genetics approaches and techniques in the improvement of reproductive traits in cattle was summarized.

2. Opportunities of Molecular Genetics Techniques

Molecular genetics approaches rely on genetic variations which is related to a phenotype. Genetic variations are divided into two classes. These are insertions/deletions (indels) and individual changes in the nucleotide sequences. However, single nucleotide changes are more frequent than indels. These individual changes are called single nucleotide polymorphisms (SNPs) (Williams, 2005). SNPs can occur in both coding and non-coding genome regions. SNPs are the most common genetic markers which are used for selection. Detection of SNPs is important because single base changes in DNA sequences may result in changes in protein structure and functions and affect economically important traits (Williams, 2005). Detection of SNPs can be carried out by different techniques such as PCR-restriction fragment length polymorphism (RFLP), single-strand conformation polymorphism (SSCP), SNP arrays, and NGS (Fleming et al. 2018).

3. PCR-FRLP and PCR-SSCP

PCR-based methods are used for SNP detection. PCR-RFLP is one of the most common methods used for the detection of SNPs. In this method, PCR products are digested restriction enzymes that recognize and cut SNP-containing regions (about 4-6 base pairs). Genotypes can be detected according to bands on the agarose gel (Williams, 2005). SSCP is another method that is used to detect SNPs related to economic traits. The SSCP method involves three steps; amplification of target DNA region by PCR, denaturation of PCR product with heat or chemicals, and electrophoresis single strand DNA on a polyacrylamide gel. Due to sequence differences between wild or polymorphic regions, the shape of folded molecules is different. Only a single nucleotide change can be detected by SSCP (Konstantinos et al. 2008). Both PCR-RFLP and PCR-SSCP are used for the detection of SNPs related to reproductive traits (Trakovická et al. 2013; Alex et al. 2017; Amiri et al. 2018).

SNPs on the genes which affect reproductive traits can be detected by PCR-RFLP and PCR-SSCP in cattle. Amiri et al. (2018) reported growth hormone (GH) gene AluI genotypes as LL, LV, and VV. LL genotype-carrying animals showed a shorter calving interval and days open (the interval between calving and the next successful insemination). Therefore, they concluded that the LL genotype of the GH locus can be assessed as a favorable genotype for reproductive traits in Holstein dairy cattle. Trakovickà et al. (2013) reported three different genotypes AA, AB, and BB on the Leptin gene by Sau3AI restriction enzyme. And they detected that AA genotype shows lower age at first calving and also greater milk production traits. Gayari et al. (2010) reported that prolactin-RsaI polymorphism showed three different genotypes in Indian local breeds. AB genotype-carrying animals showed lower AFC and earlier sexual maturity. In another study, Kovacs et al. (2006) detected three different genotypes of growth hormone genes as LL, LV, and VV. However, there was no relationship between genotypes and reproductive traits. Alex et al. (2017) detected polymorphisms by PCR-SSCP on 2′, 5′-Oligoadenylate synthetases (OAS) exon 2 and reported that this polymorphism is related to age at first breeding and age at first calving in Indian local breeds. Prasanna et al. (2021) detected SSCP polymorphism on HSP90AA1 gene exon 8 associated with the service period. In another study, Prasanna et al. (2022) reported SSCP polymorphism on the HSP70 gene associated with calving age and service period.

In summary, both PCR-RFLP and PCR-SSCP are useful tools to improve reproductive traits in cattle. However, the application of these methods is not enough to improve quantitative traits due to the low number of the genetic variant available (Hayes et al. 2009; Boichard et al. 2016). Therefore, more comprehensive approaches, which can be useful to detect more markers, have been proposed to exploit genetic gain in cattle (Meuwissen et al. 2001; Wiggans et al. 2017).

4. SNP Arrays

SNP markers are one of the subjects of the marker-assisted selection (MAS) method. MAS is a selection approach that uses genotypic information in addition to phenotypic information (Fleming et al. 2018). MAS is a useful tool, especially for traits that need a long time to evaluate or are not easy to measure (Williams, 2005). Polymorphic DNA regions are used as a genetic marker for MAS. Different type of genetic markers is evaluated for MAS. SNPs are frequently used in MAS as genetic markers. MAS enables the improvement of selection response to traditional selection methods (Fleming et al. 2018). In MAS, a limited number of SNP markers are evaluated for selection. This limits selection efficiency for an economic trait (Hayes et al. 2009; Eggen, 2012; Boichard et al. 2016). Therefore, the MAS approach could not reach the expected benefit. Meuwissen et al. (2001) introduced a new selection method based on using of high-density SNPs throughout the whole genome. This method was called genomic selection. Genomic selection is a kind of MAS method. However, marker density is huge compared to the classical MAS approach. To implement this idea, SNP arrays that decrease genotyping costs were developed. The first SNP array which contains 10 410 SNPs was launched in 2005 following Bovine Genome Project. It was not fully successful because SNPs were not well distributed throughout the whole genome. However, more efficient and high-density SNP arrays were developed in the following years (Wiggans et al. 2017). SNP arrays contain thousands of SNP probes. Following DNA-prob hybridization on the array, SNPs can be detected with a laser scanner (Illumina, 2010).

The formation of a reference population is the first step of genomic selection. The reference population is also called as training population and consists of individuals that phenotype information is recorded. Then, individuals in the reference population are genotyped by SNP arrays. Effects of each SNP on phenotype are observed in the reference population and genomic estimated breeding value (GEBV) can be calculated for each animal with the sum effects of all SNPs (Eggen, 2012). However, the main advantage of genomic selection is the calculation of GEBV for only genotyped candidate animals. GEBV of genotyped candidates is calculated

based on SNP effect information of the reference population (Eggen, 2012, Wiggans et al. 2017). Genomic selection is more applicable in dairy Holstein breed due to the high quantity of phenotypic information of progeny bulls (Wiggans et al. 2017). Different SNP arrays have been developed for genomic selection in dairy cattle. These arrays contain 3K to 777K SNP probes (Wiggans et al. 2017; Fleming et al. 2018).

SNP arrays are mainly utilized for the genomic evolution of milk traits such as milk yield, milk protein yield, milk fat rate, and milk protein (Jenko et al. 2016; Wiggans et al. 2017). In addition, reproductive traits also have been evaluated. In this respect, productive life, daughter pregnancy rate, sire stillbirth rate, sire calving ease, daughter calving rate, daughter stillbirth rate, heifer conception rate, and cow conception rate (Wiggans et al. 2017), age at first calving, gestation period and heifer pregnancy rate (Boddhireddy et al. 2014) are the genomically evaluated reproductive traits in dairy cattle. The reliability of genomic evaluation for reproductive traits by SNP arrays is higher than classical selection methods. Reliability changes from %30 to 75 for different reproductive traits depending on the SNP array (Wiggans et al. 2017).

The formula of genetic progress is $\Delta G = \frac{\text{i.r.}\sigma_A}{\text{L}}$,

where ΔG is genetic progress, i is the selection intensity, r is the accuracy of selection, is the additive genetic variance of trait and L is the generation length (Falconer, 1989). Standard progeny test takes a long time (about 63 months). This cause an increase in the cost of selection and generation length (Schefers and Weigel, 2012). Many reproductive traits are measurable after obtaining phenotype data and this extends generation length. Genomic selection considerably decreases generation length and speeds up selection response (Scherfers and Weigel, 2012; Wiggans et al. 2017). Therefore, genomic selection may increase genetic gain for reproductive traits by decreasing generation length in cattle. In addition, the heritability of some reproductive traits has been calculated. Especially age at n calving affects positively other reproduction traits. Heritability of age at *n* calving was calculated as 0,41 for the Guzerá breed of Brasil (Paiva et al. 2020). This means that reproductive traits in a particular age at *n* calving can be improved faster and productivity can be increased in cattle (Paiva et al. 2020).

SNP arrays are also used for GWAS analysis. GWAS investigates whether there is a relationship between quantitative trait loci (QTL) and traits. GWAS studies focus on large QTLs that affect reproductive traits while genomic selection utilizes all QTLs. Therefore,

genomic selection is more effective for reproductive traits compared to the GWAS method (Ma et al. 2019). The GWAS relies on Linkage disequlibirium (LD). LD refers nonrandom association of alleles at two or more loci in a population. The efficiency of GWAS and marker-assisted selection (MAS), including genomic selection, depends on the LD in the population (Sellner et al. 2007; Wiggans et al. 2017).

GWAS enables to detection of the effects of SNPs on reproductive traits in dairy cattle (Höglund et al. 2014; Hawken et al. 2014; Höglund et al. 2015). Many SNPs in the different QTLs associated with daughter calving ease, cow conception rate, daughter pregnancy rate, sire calving ease, heifer conception rate, interval first to the last insemination, and sire stillbirth were detected by GWAS (Ma et al. 2019). It is reported that top SNPs were on bovine chromosomes 1, 3, 5, 6, 7, 8, 12, 18, 20, and 26 and were validated in different studies (Ma et al. 2019). Mohammadi et al. (2020) also reported one SNP associated with age at first calving on the bovine 19th chromosome. Many QTL regions related to reproductive traits such as the number of inseminations, interval from calving to first insemination, non-return rate (Höglund et al. 2014), age at puberty, calving ease, fertility, heifer pregnancy, gestation length, conception rate, ovulation rate, pregnancy rate, twinning rate, post-partum anestrus, productive life, and calving ease were detected by GWAS in dairy cattle (Fortes et al. 2013).

5. NGS

Sanger sequencing is accepted as first-generation sequencing. Then, the first automatized sequencing machine was developed by Applied Biosystems in 1986. This machine was replaced with ABI Prism 3700 which contains 96 capillaries. ABI Prism 3700, which is mainly based on Sanger sequencing, was used in the sequencing of the whole human genome (Pareek et al. 2011). However, this method is not a cost and time-efficient method. Therefore, more complex and useful sequencing methods have been developed. After 2007, the NGS system was introduced. NGS does not rely on PCR thereby reducing sequencing cost and time. In addition, long chromosomal regions can be screened by NGS. There are several NGS platforms such as HiSeq, Rocher 454, Illumina GA2, Ion Torrent, and Miseq. However, HiSeq is one of the most preferred platforms (Ghosh et al., 2018).

The development of SNP arrays was a milestone for animal breeding (Kadarmideen et al., 2014) and SNP arrays-based genomic selection was quickly adopted in Europe and USA (Wiggans et al. 2017). However, it is not possible to scan all variants by SNP arrays. NGS can provide all variant information such as insertion, deletion, and copy number variation (CNV) including

SNPs (Khanzadeh et al., 2020). Therefore, NGS data is more advantageous than the SNP array because it uses the different and high density of markers which have both major and minor effect on quantitative traits (Demir et al. 2022), and enables to make a better genomic prediction (Singh et al., 2019). However, high marker density causes an increase in computation burden (Liu et al. 2019). NGS enables the identification of candidate genes related to reproductive traits (Zheng et al. 2020). In pigs, litter size-related CNVs on a particular gene such as AHR was evaluated by NGS (Zheng et al.2020). Sonstegard et al. (2013) detected a nonsense mutation by NGS in the CWC15 gene related to fertility traits in Jersey cattle. Liu et al. (2019) detected many genetic variants (deletion, insertion, and CNVs) excluding SNPs and genes that may be related to reproductive traits in Holstein. The application of NGS for reproductive traits is still limited in cattle. Hopefully, a decrease in genotyping cost and computing burden will make it more applicable NGS for reproductive traits in cattle.

6. Conclusion

Advances in molecular genetics techniques enabled to detection of genetic markers which is related to economically important traits. Using genetic/genomic information combined with phenotype increased genetic gain in especially dairy cattle. PCR-based methods (RFLP and SSCP), SNP arrays, and NGS have a big potential to exploit genetic gain for reproductive traits. Widespread use of these techniques will enable to increase in reproductive performance and animal production in cattle.

References

[1] Alex, R., Ramesha, K. P., Singh, U., Kumar, S., Alyethodi, R. R., Deb, R., Rai, S., Sharma, S., Sengar GS, Kumar, A., Prakash, B. Association analysis of novel polymorphisms in 2′, 5′-oligoadenylate synthetase gene with reproductive traits in indigenous and cross-bred cattle of Indian Origin. Reproduction in Domestic Animals, 53(2), 442-449, 2018.

[2] Amiri, S., Jemmali, B., Ferchichi, M. A., Jeljeli, H., Boulbaba, R., Ben Gara, A. Assessment of growth hormone gene polymorphism effects on reproductive traits in Holstein dairy cattle in Tunisia. Archives Animal Breeding, 61(4), 481-489, 2018.

[3] Berry, D. P., Wall, E., Pryce, J. E. Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. Animal, 8(s1), 105-121, 2014.

[4] Boddhireddy, P., Kelly, M. J., Northcutt, S., Prayaga, K. C., Rumph, J., DeNise, S. Genomic predictions in Angus cattle: Comparisons of sample size, response variables, and clustering methods for cross-validation. Journal of animal science, 92(2), 485-497, 2014.

[5] Boichard, D., Ducrocq, V., Croiseau, P., and Fritz, S. Genomic selection in domestic animals: principles, applications and perspectives, Comptes Rendus Biologies, 339, 274–277, 2016.

[6] Demir, E., Moravčíková, N., Karsli, T., Kasarda, R. Future perspective of NGS data for evaluation of population genetic structure in Turkish cattle. Acta Fytotechnica et Zootechnica, 25(2), 1-19, 2022.

[7] Eggen, A. The development and application of genomic selection as a new breeding paradigm. Animal Frontiers, 2(1), 10-15. 2012.

[8] Falconer, D. S. *Introduction to Quantitative Genetics*. 3rd ed. Longman Scientific and Technical, New York, NY. 1987.

[9] Fleming, A., Abdalla, E. A., Maltecca, C., Baes, C. F. Invited review: Reproductive and genomic technologies to optimize breeding strategies for genetic progress in dairy cattle. Archives Animal Breeding, 61(1), 43-57, 2018.

[10] Fortes, M. R., DeAtley, K. L., Lehnert, S. A., Burns, B. M., Reverter, A., Hawken, R. J., Boe-Hansen, G., Moore, S. S., Thomas, M. G. Genomic regions associated with fertility traits in male and female cattle: advances from microsatellites to high-density chips and beyond. Animal Reproduction Science, 141(1-2), 1-19, 2013.

[11] Gayari, I., Ferdoci, A. M., Aziz, A., Zaman, G. U., Akhtar, F., Deka, R. Prolactin gene polymorphism in crossbred cattle of Assam and its association with productive and reproductive traits. International Journal of Chemical Studies, *8*(2), 717-722, 2020.

[12] Ghiasi, H., Pakdel, A., Nejati-Javaremi, A., Mehrabani-Yeganeh, H., Honarvar, M., González-Recio, O., Maria Jesus Carabaño, Alenda, R. Genetic variance components for female fertility in Iranian Holstein cows. Livestock Science, 139(3), 277-280, 2011.

[13] Ghosh, M., Sharma, N., Singh, A. K., Gera, M., Pulicherla, K. K., Jeong, D. K. Transformation of animal genomics by next-generation sequencing technologies: a decade of challenges and their impact on genetic architecture. Critical Reviews in Biotechnology, 38(8), 1157–1175. 2018.

[14] Hawken, R. J., Zhang, Y. D., Fortes, M. R. S., Collis, E., Barris, W. C., Corbet, N. J., Williams P. J., Fordyce, G., Holroyd, R. G., Walkley, J. R. W., Barendse, W., Johnston, D. J., Prayaga, K. C., Tier, B., Reverter, A., Lehnert, S. A. Genome-wide association studies of female reproduction in tropically adapted beef cattle. Journal of animal science, 90(5), 1398-1410, 2012.

[15] Hayes, B. J., Bowman, P. J., Chamberlain, A. J., and Goddard, M. E. Invited review: genomic selection in dairy cattle: progress and challenges, Journal of Dairy Science, 92, 433–443, 2009.

[16] Höglund, J. K., Buitenhuis, B., Guldbrandtsen, B., Lund, M. S., Sahana, G. Genome-wide association study for female fertility in Nordic Red cattle. BMC genetics, 16(1), 1-11. 2015.

[17] Höglund, J. K., Sahana, G., Brøndum, R. F., Guldbrandtsen, B., Buitenhuis, B., Lund, M. S. Fine mapping QTL for female fertility on BTA04 and BTA13 in dairy cattle using HD SNP and sequence data. BMC genomics, 15(1), 1-10, 2014.

[18] Illumina. Infinium Genotyping Data Analysis. Tech. Note, Illumina, San Diego, CA infinium_genotyping_data_analysis.pdf. 2010.

[19] Kadarmideen H.N. Genomics to systems biology in animal and veterinary sciences: Progress, lessons and opportunities. Livest. Sci. 166, 232-248, 2014.

[20] Khanzadeh, H., Ghavi Hossein-Zadeh, N., Ghovvati, S. Genome wide association studies, next generation sequencing and their application in animal breeding and genetics: a review. Iranian Journal of Applied Animal Science, 10(3), 395-404, 2020.

[21] Konstantinos, K. V., Panagiotis, P., Antonios, V. T., Agelos, P., Argiris, N. V. PCR–SSCP: A method for the molecular analysis of genetic diseases. Molecular biotechnology, 38(2), 155-163. 2008.

[22] Kovacs, K., Völgyi-Csík, J. Ó. Z. S. E. F., Zsolnai, A., Györkös, I. S. T. V. Á. N., Fésüs, L. Á. S. Z. L. Ó. Associations between the AluI polymorphism of growth hormone gene and production and reproduction traits in a Hungarian Holstein-Friesian bull dam population. Archives Animal Breeding, 49(3), 236-249. 2006.

[23] Liu, D., Chen, Z., Zhang, Z., Sun, H., Ma, P., Zhu, K., Liu, G., Wang, Q., Pan, Y. Detection of genome-wide structural variations in the Shanghai Holstein cattle population using next-generation sequencing. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 32(3), 320-333, 2019.

[24] Ma, L., Cole, J. B., Da, Y. A. N. G., Van Raden, P. M. Symposium review: Genetics, genome-wide association study, and genetic improvement of dairy fertility traits. Journal of dairy science, 102(4), 3735-3743, 2019.

[25] Meuwissen, T. H., Hayes, B. J., Goddard, M. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. genetics, 157(4), 1819-1829, 2001.

[26] Mohammadi, A., Alijani, S., Rafat, S. A., Abdollahi-Arpanahi, R. Genome-wide association study and pathway analysis for female fertility traits in Iranian Holstein cattle. Annals of Animal Science, 20(3), 825-851. 2020.

[27] Paiva, J. T., Peixoto, M. G. C. D., Bruneli, F. A. T., Alvarenga, A. B., Oliveira, H. R., Silva, A. A., Silva, D. A., Veroneze, R., Silva, F. F., Lopes, P. S. (2020). Genetic parameters, genome-wide association and gene networks for milk and reproductive traits in Guzerá cattle. Livestock Science, 242, 104273, 2022.

[28] Pareek, C. S., Smoczynski, R., Tretyn, A. Sequencing technologies and genome sequencing. Journal of Applied Genetics, *52*(4), 413–435, 2011

[29] Prasanna, J. S., Rao, S. T., Prakash, M. G., Rathod, S., Kalyani, P., Reddy, B. R. Association of SSCP polymorphisms of HSP70 gene with physiological, production and

reproduction performance in Sahiwal and crossbred cows. Asian Journal of Dairy and Food Research, *41*(2), 150-155, 2022.

[30] Prasanna, J. S., Rao, S. T., Prakash, M. G., Rathod, S., Kalyani, P., & Reddy, B. R. Association of SSCP polymorphisms of HSP70 gene with physiological, production and reproduction performance in sahiwal and crossbred cows. Asian Journal of Dairy and Food Research, 41(2), 150-155, 2022.

[31] Jenko, J., Wiggans, G. R., Cooper, T. A., Eaglen, S. A. E., Luff, W. D. L., Bichard, M., Pong-Wong, R., Woolliams, J. A. Cow genotyping strategies for genomic selection in a small dairy cattle population. Journal of Dairy Science, 100(1), 439-452. 2017.

[32] Schefers, J. M., Weigel, K. A. Genomic selection in dairy cattle: Integration of DNA testing into breeding programs. Animal Frontiers, 2(1), 4-9, 2012.

[33] Sellner, E., Kim, J., McClure, M., Taylor, K., Schnabel, R. Taylor, J. Board-invited review: Applications of genomic information in livestock. Journal of Animal Sciences. 85(12), 3148-3158.

[34] Shook G. Major advances in determining appropriate selection goals. Journal of Dairy Science, 89, 1349–1361. 2006.

[35] Singh, B., Mal, G., Gautam, S. K., Mukesh, M. *Next-Generation Sequencing Vis-à-Vis Veterinary Health Management.* In Advances in Animal Biotechnology, 463-470. Springer, Cham. 2019.

[36] Sonstegard, T. S., Cole, J. B., VanRaden, P. M., Van Tassell, C. P., Null, D. J., Schroeder, S. G., Bickhard, D., McClure, M. C. Identification of a nonsense mutation in CWC15 associated with decreased reproductive efficiency in Jersey cattle. PloS One, 8(1), e54872, 2013.

[37] Trakovická, A., Moravčíková, N., Kasarda, R. Genetic polymorphisms of leptin and leptin receptor genes in relation with production and reproduction traits in cattle. Acta Biochimica Polonica, 60(4). 2013.

[38] Wiggans, G. R., Cole, J. B., Hubbard, S. M., Sonstegard, T. S. (2017). Genomic selection in dairy cattle: the USDA experience. Annual Review of Animal Biosciences, 5(1), 309-27. 2017.

[39] Williams, J. L. The use of marker-assisted selection in animal breeding and biotechnology. Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties, 24(1), 379, 2005.

[40] Zheng, X., Zhao, P., Yang, K., Ning, C., Wang, H., Zhou, L., & Liu, J. (2020). CNV analysis of Meishan pig by next-generation sequencing and effects of AHR gene CNV on pig reproductive traits. Journal of animal science and biotechnology, 11(1), 1-11.

FARE KARBONİK ANHİDRAZ-I İZOENZİMİ İÇİN cDNA PRİMERLERİNİN DİZAYN EDİLMESİ

Mehmet ÇİFTCİ

Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, 0000-0002-1748-3729

ÖZET

Karbonik anhidraz (CA) (karbonat hidroliyaz EC 4.2.1.1) ilk defa memeli eritrositlerinde tespit edilip saflaştırılmıştır. Enzim aktif bölgesinde Zn^{+2} iyonu bulunduran bir metaloenzim olup eritrositler dahil birçok dokuda pH düzenleyici enzim olarak bilinmektedir. Canlılarda karbondioksitin hidratasyonu ve bikarbonatın dehidratasyonu reaksiyonlarını dönüşümlü olarak kataliz eden önemli bir solunum enzimidir. Bu güne kadar CA'nın toplamda 20 civarında izoenzimi tespit edilmiştir. Ayrıca izoenzimleri için çok sayıda kimyasal madde ve ilaçlarla kinetik çalışmalar yapılmış ve inhibitörleri tespit edilmiştir. Örneğin, sülfonamid gurubu antibiyotikler veya ilaçlar bazı karbonik anhidraz izoenzimlerinin önemli spesifik inhibitörleridir. Karbonik anhidraz enziminin bu öneminden dolayı bu çalışmamızda özellikle in sitü hibridizasyon çalışmaları başta olmak üzere bir çok genetik çalışmada kullanılmak üzere bazı web tabanları (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore, https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome,https://primer3.ut.ee/,http://insilico.ehu.es/tm.php?primer=AATTCCGGATCccggaatt&basic=1&NearestNeighbor=1&cp=200&cs=50&cmg=0) kullanılarak karbonik anhidraz-I izoezimi için biri temel spesik primer çifti olmak üzere beş adet spesifik cDNA primer çifti dizayn edilerek bilimin hizmetine sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karbonik anhidraz-I, Primer, cDNA

1. GİRİŞ

Karbonik anhidraz enzimi canlı metabolizmada aşağıda bulunan temkimeyi katalizleyen önemli bir solunum enzimidir.

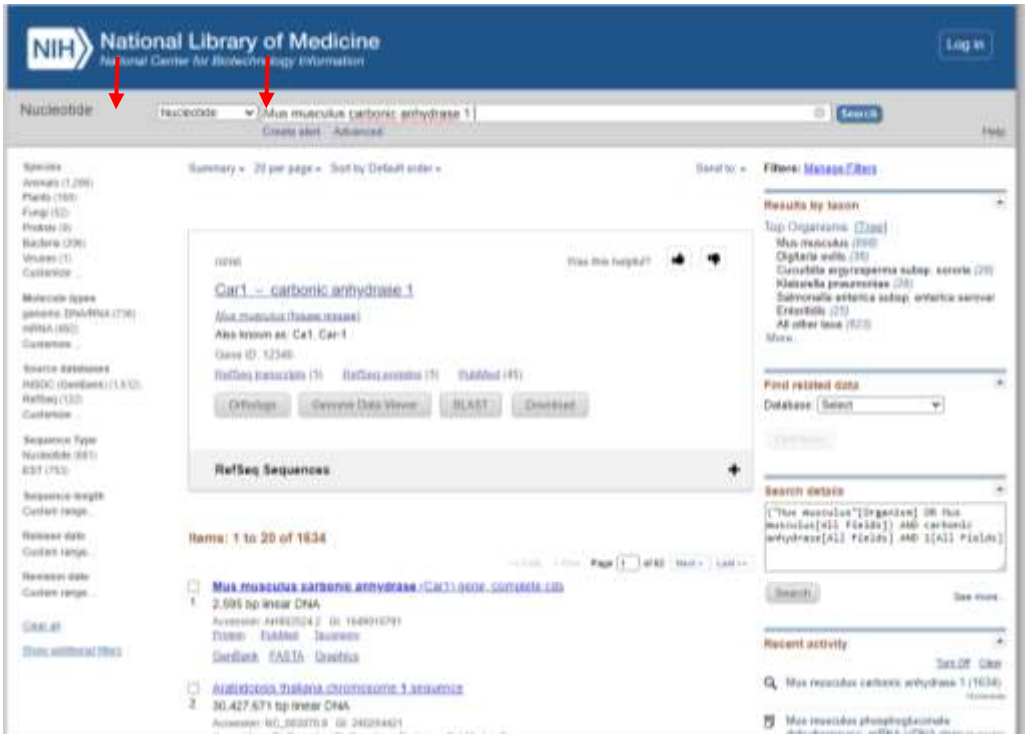
$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + HCO_3^- + H^+$$

CA enziminin CO2, HCO3- ve H2O arasındaki reaksiyonların yanısıra asetaldehitve benzeri bileşiklerin hidratasyonu ve muhtelif esterlerin de hidrolizini katalizlediği göörülmüştür. Enzimin "esteraz" aktivitesini ortaya koyan bu özelliğinin organizmada herhengi bir rol oynayıp oynamadığı henüz bilinmemektedir. Bu güne kadar yirmiye yakın izoenzimi tespit edilmiştir. İnsan eritrositlerinde özellikle CA-I ve CA-II şeklinde iki önemli izoenzimi bulunmaktadır. CA-I ve CA-II izoenzimleri diğer izoenzimlere göre daha yaygın olarak bulunmaktadır. Söz konusu enzim ayrıca kemik, böbrek, beyin mukoza, pankreas, retine, lens ve daha bir çok dokuda bulunmuştur [1,2,3,4]. Daha önceleri farklı genler tarafından

şifrelendiği bilinen iki CA izoenzimi varlığı biliniyordu. Ancak son zamanlarda yapılan araştırmalarda çak sayıda gen tarafından şifrelenene bir k CA izoenziminin varlığı tespit edilmiştir. Örneğin CA-IV olarak adlandırılan izoenzim hayvanların akciğer membranında ve böbrek tübüllerinin membranlarında bulunmuştur [5,6]. Bilinen tüm karbonik anhidraz izoenzimlerinin aktif bölgelerinde ligand bağlarla bağlanmış ve aktivite için mutlak gerekli olan bir Zn^{2+} iyonu bulunmaktadır. Bu iyonun uzaklaştırılması ile elde edilen enzime apokarbonik anhidraz (apo CA) denilmektedir ve hiçbir aktivitesi bulunmamaktadır [7,8,9]. Memeli karbonik anhidraz izoenzimlerinin molekül kütleleri 29-30 kDA civarındadır. Ayrıca bitki kloroplastlarında tespit edilen izenzimin hekzamerik yapıda olduğu ve mol kütlesinin yaklaşık olarak 180 kDa civarında bolduğu bulunmuştur [7,10]. Bununla beraber insan böbreğinde hücre membranına bağlı olan izoenzimin mol kütlesinin 66 kDa civarında olduğu tespit edilmiştir [5]. Enzimin izoelektrik pH çalışmaları sonucu insan için 7.4 ve 5.7, atta 10.0 ve 6.0, sığırda 5.2, domuzda 7.3 ve 5.2 ve köpek balığında 4.5 olarak hesaplanmıştır [11,12].

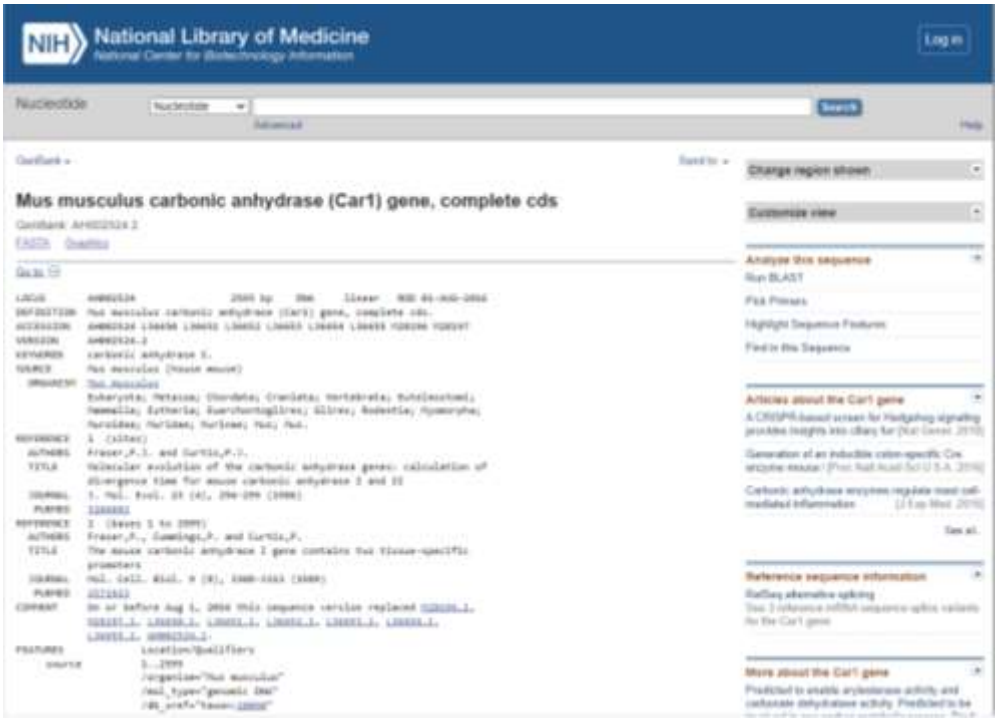
2. UYGULAMALAR)

Primerlerin elde edilmesi için öncelikle fare karbonik anhidraz-I (CA-I) izoenziminin mRNA'sı Görsel 1'den göründüğü gibi "https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore" [13] web adresinde bulunan uygun boşluklara "Nucleotide" ve "Mus Musculus carbonic anhydrase-I" yazılarak "searh" kısmına basıldı. Yapılan işlem neticesinde Görsel 1'den de göründüğü gibi mus musculus carbonic anhydrase-I izoenziminin mRNA'sı ilk linklerde ekran gelmiş oldu. İlk linklerdeki mRNA'lar incelenerek uzunluğu daha fazla olan mus musculus carbonic anhydrase-I izoenziminin mRNA dizisi tercih edildi.

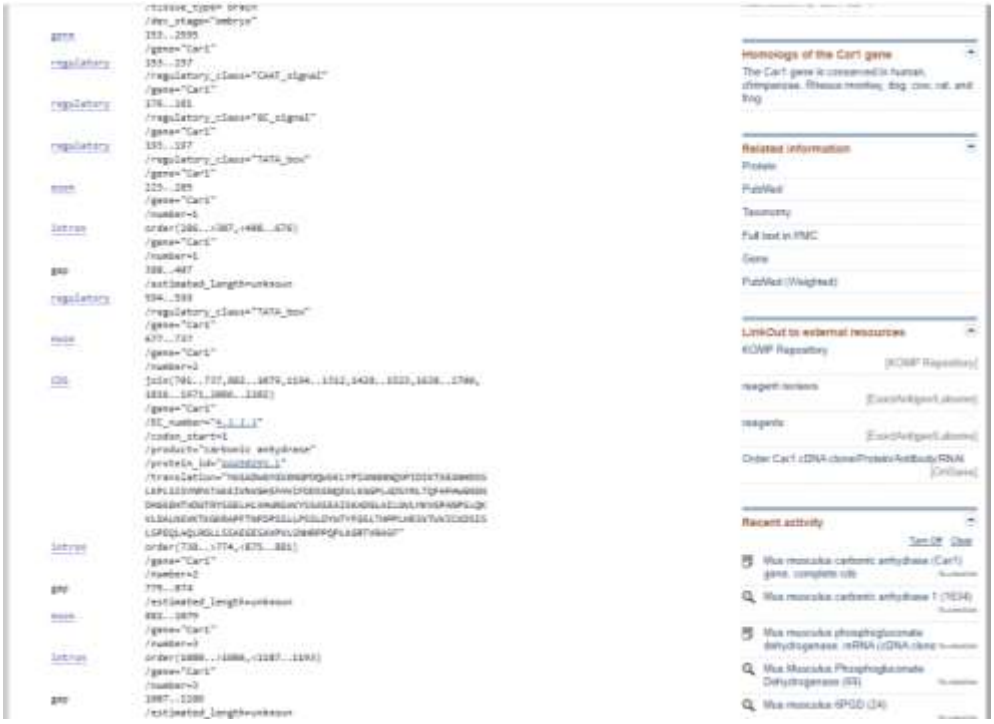


Görsel 1. Mus musculus carbonic anhydrase-I izoenziminin mRNA sekansı

lk sıradaki mus musculus carbonic anhydrase-I izoenziminin mRNA sekansına girildiğinde Görsel 2 ve Görsel 3'teki bilgiler elde edilir. Mus musculus carbonic anhydrase-I izoenziminin spesifik bölgelerin bulunabilmesi için Görsel 3'te bulunan mRNA bilgilerinden CDS kısmına girilir.



Görsel 2. Mus musculus carbonic anhydrase-I mRNA sekansının bazı özellikleri

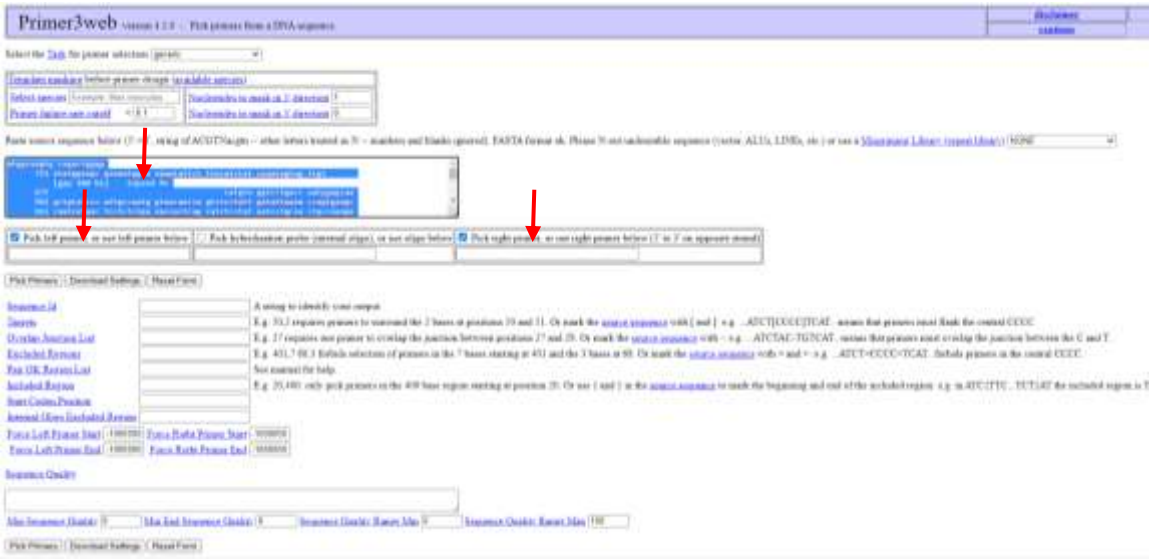


Görsel 3. Mus musculus carbonic anhydrase-I mRNA'sının CDS kısmı

Görsel 3'teki mRNA'nın işaretli CDS kısmına tıklandığında mus musculus carbonic anhydrase-I'in Görsel 4'deki koyu renkli spesifik mRNA kısmı ekrana gelir.

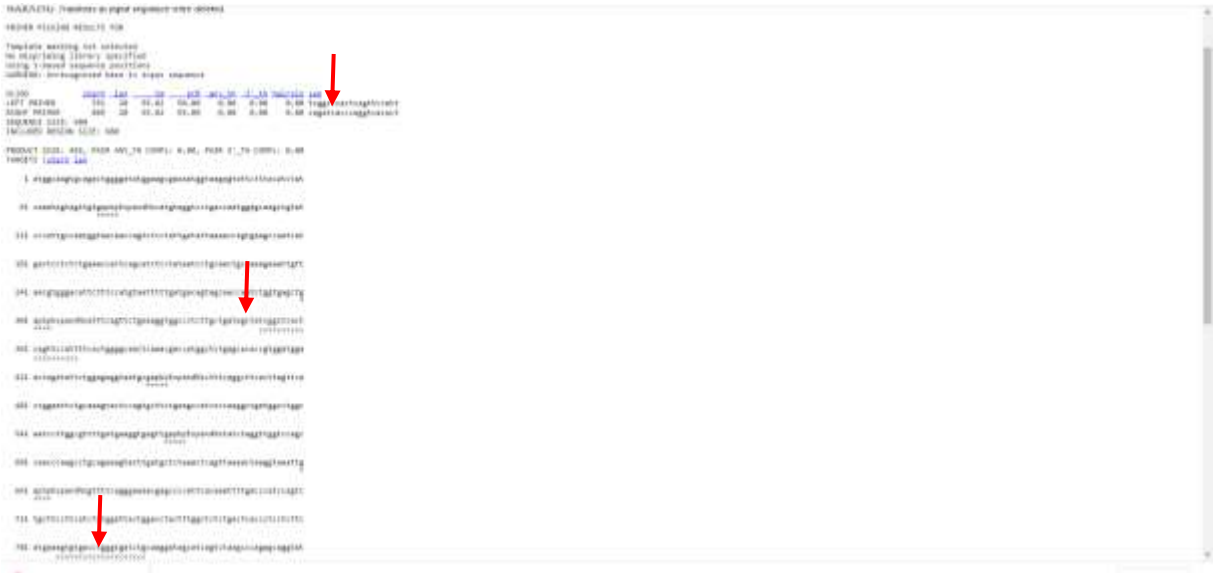
Görsel 4. Mus musculus carbonic anhydrase-I'in spesifik mRNA lokusu

Alınan spesifik mRNA lokusu https://primer3.ut.ee/ [14] sitesindeki boşluğa yapıştırılıp gerekli boşluklara primer uzunluğu, üretilecek bölgenin büyüklüğü gibi uygun bilgiler yazılır ve pick primers tuşuna basılır. Neticede Görsel 5 ve Görsel 6'daki sonuçlar elde edilir.



Görsel 5. Mus musculus carbonic anhydrase-I için primer dizaynının yapıldığı web sitesi

Görsel 6. Dizayn edilecek primerlerin ve üreteceği cDNA bölgesinin büyüklüğü ile Tm sıcaklığının girildiği bölgeler

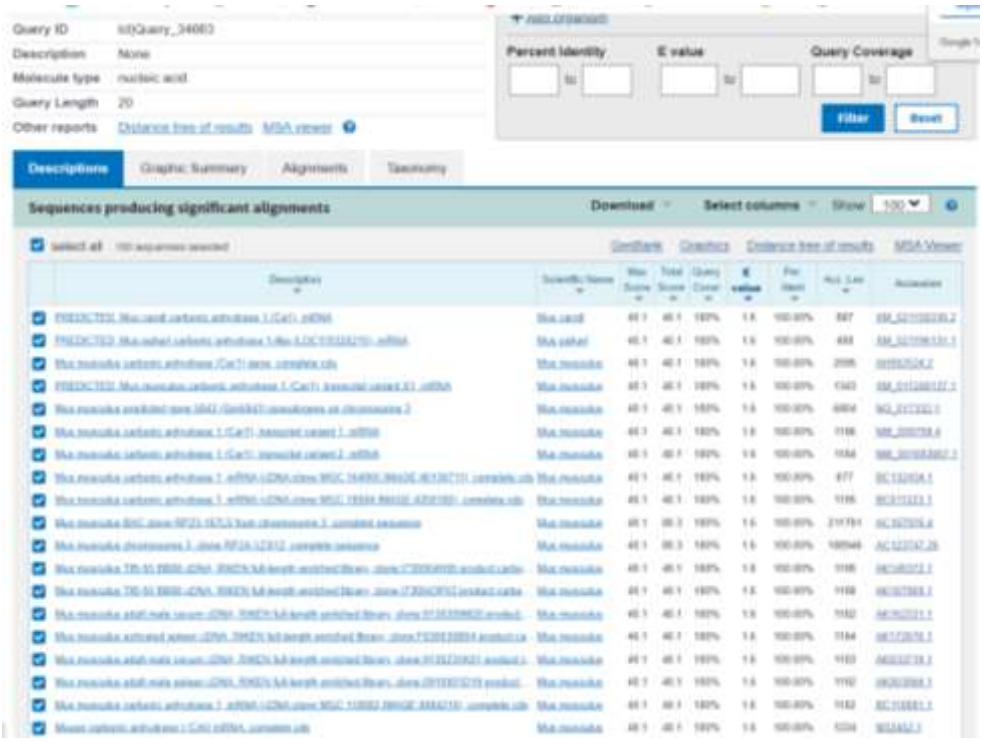


Görsel. Elde edilen spesik temel primer çifti ve cDNA üzerindeki yerleşimleri

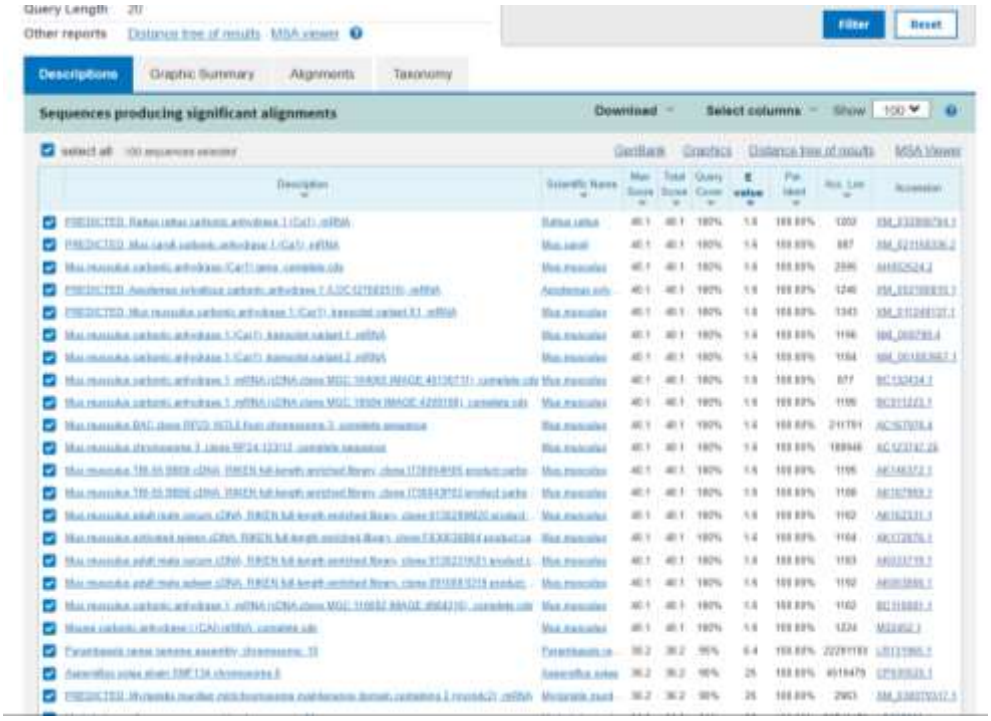
```
DDITIONAL OLIGOS
                    start  len      tm    gc%  any_th  3'_th hairpin seq

1 LEFT PRIMER         386   20   58.92   55.00   13.04   0.00    0.00 caaacgaccatggctctgag
  RIGHT PRIMER        801   20   58.79   50.00    0.00   0.00    0.00 tcacccaggtcacactttca
  PRODUCT SIZE: 416, PAIR ANY_TH COMPL: 0.00, PAIR 3'_TH COMPL: 1.10

2 LEFT PRIMER         366   20   58.66   50.00    0.00   0.00    0.00 ccatttttcactggggcaact
  RIGHT PRIMER        772   20   59.31   55.00    0.00   0.00    0.00 gggtgagtcagagagcccaaa
  PRODUCT SIZE: 407, PAIR ANY_TH COMPL: 0.00, PAIR 3'_TH COMPL: 0.00

3 LEFT PRIMER         381   20   58.76   50.00   13.04   0.00    0.00 caactcaaacgaccatggct
  RIGHT PRIMER        812   20   59.45   55.00    0.00   0.00    0.00 atccttgcagatcacccagg
  PRODUCT SIZE: 432, PAIR ANY_TH COMPL: 0.00, PAIR 3'_TH COMPL: 0.00

4 LEFT PRIMER         407   20   58.07   50.00    3.03   0.00    0.00 acaccgtggatggaactaga
  RIGHT PRIMER        906   20   59.03   55.00    0.00   0.00    0.00 actctccctctgcacttgac
  PRODUCT SIZE: 500, PAIR ANY_TH COMPL: 0.00, PAIR 3'_TH COMPL: 0.00

tatistics
         con   too    in    in   not          no    tm    tm   high  high  high        high
         sid  many   tar  excl    ok   bad    GC   too   too any_th 3'_th hair-  poly   end
        ered    Ns   get   reg   reg   GC% clamp   low  high  compl compl   pin     X  stab    ok
eft    2816   130     8     0     0   250     0  1196   301      0     0    43    13     0   875
ight   2840   112    28     0     0    84     0  1003   586      0     0    16     0     0  1011
air Stats:
onsidered 1101, unacceptable product size 1094, primer in pair overlaps a primer in a better pair 310, ok 7
ibprimer3 release 2.4.0
```

Görsel 8. Elde edilen dört çift spesifik yedek primerler ve bazı özellikleri

Görsel 7 ve Görsel 8'de gösterilen spesifik primer çiftleri için ayrı ayrı "https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome" [15] web adresinden blastlama yapıldı ve temel spesik çifti için elde edilen sonuçlar örnek olarak gösterildi (Görsel 9 ve 10).

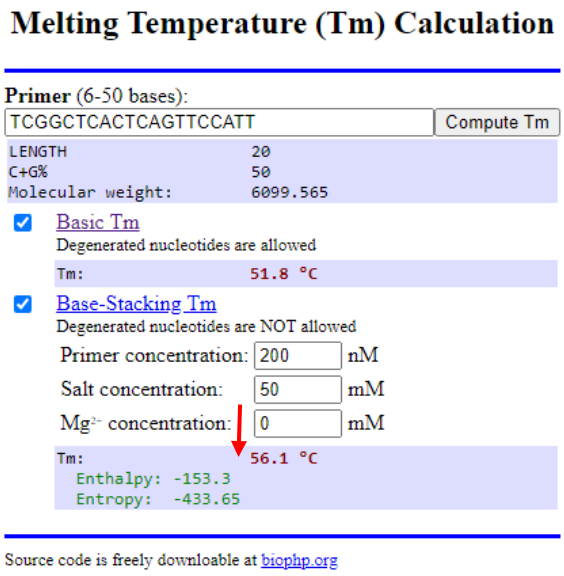


Görsel 9. Spesifik temel left primerin blastlama sonucu

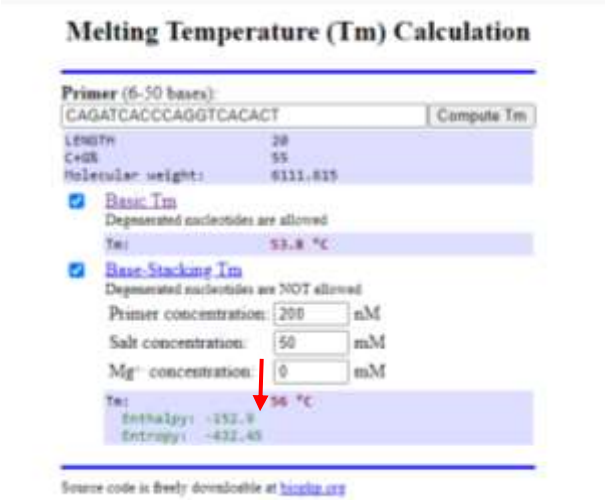


Görsel 10. Spesifik temel right primerin blastlama sonucu

Daha sonra her bir primerin Tm değerinin bulunabilmesi için http://insilico.ehu.es/tm.php?primer=AATTCCGGATCccggaatt&basic=1&NearestNeighbor=1&cp=200&cs=50&cmg=0 [16] web sitesi kullanıldı. Örnek olsun diye temel spesifik primer çifti için elde edilen Tm sonuçları Görsel 11 ve Görsel 12'de gösterildi.



Görsel 11. Spesifik temel left primerin Tm değeri sonucu



Görsel 12. Spesifik temel right primerin Tm değeri sonucu

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Görüldüğü yapılan primer dizaynı çalışması sonucu biri temel spesifik primer çifti ve dördü yedek spesifik primer çifti olmak üzere toplam beş çift spesifik primer elde edilmiştir. Görsel 9 ve Görsel 10, left ve right primeler için blastlama sonucunu göstermektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde tümünün mus musculus CA-I enzimini lokusları oldukları görülmektedir. Görsel 7 ve Görsel 8'den de göründüğü gibi primer çiftlerinin tümü yirmişer bazdan oluşmaktadır. Ayrıca saç tokası ve benzeri yapılar oluşturacak peşpeşe baz çifti veya primer uçlarında komplementer bazlar bulundurmamaktadır. İlaveten temel spesifik primer çifti için Tm değerleri 56,1°C ve 56°C, olarak bulunmuştur (Görsel 11 ve Görsel 12). Left ve right primerler için bulunan Tm değerleri ideal Tm değeri olan 56°C civarındaki değere sahiptirler.

KAYNAKÇA

[1] Carter M.J., Carbonic Anhydrase: Isoenzymes, properties, distribution, and functional significance. Biol. Rev., 42, 465-513, 1972.

[2] Edsall, J.T., Multiple molecular forms of carbonic anhydrase in erythrocytes. Annals New York Acad Sci., 151, 41, 1968.

[3] Pocker, Y., and Meany, J.E., The catalytic versatility of erythrocyte carbonic anhydrase I. Kinetic studies of enzyme-catolysed hydration of acet aldehyde. Biochemistry, 4, 2535-2541, 1965.

[4] Kaiser, E.T., and Lo, K.W., The carbonic anhydrase catalysed hydrolysis of2-hydroxy-5-nitro-d-toluene sulfonic sultone. J. Am. Chem. Soc., 91 (17) 4912-4918,1969.

[5] Pocker, Y., and Joan, S.Y., Plant Carbonic Anhydrase. Hydrase activity and its reversible inhibition. Biochemistry, 13, (25), 5116-5120,1974.

[6] Maren, T.H., Carbonic Anhydrase. Physiologh and Inhibition. Physiol. Rev., 47, 595, 1967.

[7] Pocker, Y., and Joan, S.Y., Plant Carbonic Anhydrase. Propeties and carbon dioxide hydration kinetics. Biochemistry, 12, (25), 5127-5134, 1973.

[8] Lindskog, S., Henderson, L.E., Kannan, K.K., Liljas, A., Nynan, D.O., and Strandberg, B., *The Enzymes*, 5, 3 rd. Ed. (ed. P.D. Boyer). Academic Press, New York, 1971.

[9] Schcer, A., and Dietsch, P., A 54.000 molecular weight protein with carbonic anhydrase activity in rabbit erythrocytes in Biology and Chemistry of the Carbonic anhydrase. Annals New York Acad. Sci., 429, 241-242, 1984.

[10] Tobin, A.J., Carbonic anhydrase from parsley leaves. J. Biol. Chem., 245, 2656-2566.

[11] Mclntosh, J.E., Carbonic anhydrase isoenzymes in the erythrocytes and dorsolateral prostate of the rat. Biochem. J., 114, 463-476.

[12] Rickli, E.E., Ghazanfar, S.A.S., Gibbons, B.H., and Edsall, J.T., 1964. Carbonic anhydrase from human erythrocytes. J. Biol. Chem., 239, 1065-1078, 1964.

[13] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore (Erişim tarihi: 24.12.2022)

[14] https://primer3.ut.ee/ (Erişim tarihi: 24.12.2022)

[15]https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome (Erişim tarihi: 24.12.2022)

[16]http://insilico.ehu.es/tm.php?primer=AATTCCGGATCccggaatt&basic=1&NearestNeighbor=1&cp=200&cs=50&cmg=0 (Erişim tarihi: 24.12.2022)

DOĞUMU UYARILAN KOYUNLARDA KUZULARIN KALP FREKANSLARI VE BAZI MİNERAL MADDE DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ [1]

Nebi ÇETİN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Van, Türkiye, nebicetin@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6073-4215

ÖZET

Bu çalışmada, doğumu erken uyarılan koyunlardan doğan kuzular ile spontan doğum yapan kuzuların doğum sonrası kalp frekansları, kan Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Klor (CL) seviyelerinin karşılaştırılması amaçlandı. Bu amaçla 30 morkaraman ve melezi ırkı koyun üreme mevsiminde östrüsleri arama koçu ile belirlenerek çiftleştirildi. Gebelik takibi yapılarak, gebeliğin 141. (Grup 1, Deney 1) ve 145. (Grup 2, Deney 2) gününde doğumlar kortikosteroid enjeksiyonu ile indüklendi. Diğer grupta(Grup 3, Kontrol) doğumlar spontan olarak gerçekleşti. Tüm kuzuların, doğum sonrası ilk saatte, 6. ve 24. saatte kuzular monitörize edilerek kalp frekansları kaydedildi. Aynı sürelerde ve ayrıca 3. ve 7. günlerde vena jugularisten kan alınarak veteriner kan gazları cihazıyla Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Klor (CL) seviyeleri analiz edildi. Gruplar arasında doğumu erken uyarılan koyunlardan doğan kuzular ile spontan doğum yapan kuzuların doğum sonrası kalp frekansları, kan Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Klor (CL) seviyeleri istatistiksel olarak önemsiz bulundu($p>0,05$). Sonuç olarak Morkaraman ve melezi ırklarda gebeliğin 141-145. günleri arasında doğumun kortikosteroidler ile uyarılması neonatal kuzularda kalp frekansları ve kan Na, K, Cl seviyelerine olumsuz etkisinin olmadığı kanısına varıldı.

Anahtar Kelimeler: Doğum, Doğumun uyarılması, Koyun, Kuzu.

1. GİRİŞ

Gebelik sürecinde bazı durumlarda doğumun indüklenmesi gerekebilmektedir. Koyunlarda, anne ya da yavru sağlığı açısından gebeliğin sonlandırılması gerektiği durumlarda kortikosteroidler kullanılmaktadır(Purohit ve ark. 2012, Zoller 2015, Salcı ve İntaş 2018).

[1] [1] Bu bildiri Nebi ÇETİN'in Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde yaptığı doktora tezinden üretilmiştir

Doğum sonrası yeni doğan yavru için en savunmasız dönemdir. Kuzularda sütten kesilme öncesinde meydana gelen ölümlerin neredeyse yarısı neonatal dönemde meydana gelmektedir(Dwyer 2008). Doğum sonrası fetüsten yeni doğana geçiş sürecinde dolaşım sisteminde bir adaptasyon süreci meydana gelmektedir. Yeni doğanların ve genç hayvanların dolaşım fizyolojisi yetişkinlerden farklıdır. Bu nedenle doğum sonrası kuzularda meydana gelen değişiklikler hakkında bilgi geliştirmek için dolaşım sisteminin değerlendirilmesi önemlidir(Koether ve ark. 2016).

Fizyolojik şartlarda organizmada sıvı ve elektrolitler tam bir denge içerisindedir. Bu dengede oluşabilecek küçük sapmalar bile sonu ölümle sonuçlanabilecek bozukluklara yol açmaktadır(Özkan ve ark. 2016). Miadında, normal doğum olgularında bile yeni doğan kuzular az derecede metabolik ve respiratorik asidozisle dünyaya gelmektedirler. Doğum sonrası akut adaptasyon süreciyle bu durum kompanze edilmektedir(Şahal ve ar. 1994). Koyunlarda kortikosteroid uygulamasının kan sodyum, potasyum ve klor parametrelerini etkilediği belirtilmektedir(Sekin ve ark. 1994).

Bu çalışmada, doğumu kortikosteroid enjeksiyonu ile erken uyarılan koyunlardan doğan kuzular ile spontan doğum yapan kuzuların doğum sonrası kalp frekansları, kan Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Klor (CL) seviyelerinin karşılaştırılması amaçlandı.

2. MATERYAL ve METOT

Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftlik Müdürlüğü'nde gerçekleştirildi. Çalışmada en az bir kez normal doğum yapmış, 30 adet Morkaraman ve melezi koyunlar ile bu koyunlardan doğan 30 adet tekiz kuzu oluşturdu. Üreme mevsiminde östrüsleri arama koçu ile belirlenen koyunlar çiftleştirilerek aşım tarihi kaydedildi. Gebelik muayeneleri aşımı takip eden 45. günden sonra real-time linear ultrasonografi (7.5 MHz) ile, transrektal olarak gerçekleştirildi. Doğumun indükleneceği zaman koyunlar doğum bölmelerine alındı. Doğumlar, gebeliğin 141.(Grup I) ve 145.(Grup II) günlerindeki hayvanlara tek doz 20 mg deksametazon sodyum fosfat (5 ml Devamed, Topkim®, Türkiye) i.m. uygulanarak uyarıldı. Doğumlar enjeksiyon sonrası 40 ile 66. saatler arasında gerçekleşti. Kontrol grubundaki(Grup III) hayvanlara herhangi bir uygulama yapılmadı. Sürü içerisinde doğumu gerçekleştikten sonra doğum yapan hayvanların bölümüne alındı. Kuzularda kalp frekansları, doğumdan sonraki ilk, 6. ve 24. saatlerde hasta başı monitörü (Bionet BM5, South Korea) ile ölçülerek kaydedildi. Tüm kuzulardan Sodyum (Na), Potasyum (K) ve Klor (CL) analizi için doğumdan sonraki ilk, 6. ve 24. saatlerde ayrıca 3. ve 7. günlerde vena jugularisten kan alınarak veteriner kan gazları

cihazında (VetStat® Electrolyte and Blood Gas Analyzer-Idexx, USA) analizler gerçekleştirildi.

3. BULGULAR

Tüm gruplarda doğum sonrası kuzu kalp frekansları çizelge 1'de özetlenmiştir. Gruplar arasında kalp frekansları istatistiksel olarak önemsiz bulundu (p>0,05).

Çizelge 1. Gruplardaki kuzuların doğum sonrası ortalama(X±Ss) kalp frekansları(vurum/dk).

Gruplar	n	$KF_{İlk\ saat}$	$KF_{6.\ saat}$	$KF_{24.\ saat}$	p değeri
Grup I	10	222,60±14,05	209,10±15,16	199,65±16,11	p=0,555
Grup II	10	207,32±17,24	195,68±19,67	198,77±17,03	
Grup III	10	210,95±30,77	215,35±27,19	204,10±26,46	

KF=Kalp frekansı

Gruplardaki kuzulara ait kan Na değerleri çizelge 2'de özetlenmiştir. Gruplar arasında kan Na değerleri istatistiksel olarak önemsiz bulundu (p>0,05).

Çizelge 2. Gruplardaki kuzuların ortalama(X±Ss) kan Na değerleri(mmol/L).

Gruplar	n	$Na_{İlk\ saat}$	$Na_{6.\ saat}$	$Na_{24.\ saat}$	$Na_{3.\ gün}$	$Na_{7.\ gün}$	p değeri
Grup I	10	145,80±2,30	145,30±2,71	143,80±2,82	141,90±3,38	143,40±5,58	p=0,122
Grup II	10	146,00±2,32	145,64±3,04	147,55±1,69	148,82±4,56	142,36±4,39	
Grup III	10	148,80±2,82	147,10±3,38	144,00±1,33	143,50±2,22	145,90±1,52	

Gruplardaki kuzulara ait K değerleri çizelge 3'de sunulmuştur. Gruplar arasında kan K değerleri istatistiksel olarak önemsiz bulundu (p>0,05).

Çizelge 3. Gruplardaki kuzuların ortalama(X±Ss) kan K değerleri(mmol/L).

Gruplar	n	$K_{İlk\ saat}$	$K_{6.\ saat}$	$K_{24.\ saat}$	$K_{3.\ gün}$	$K_{7.\ gün}$	p değeri
Grup I	10	3,90±0,39	4,02±0,29	3,98±0,28	4,06±0,41	4,05±0,24	p=0,055
Grup II	10	3,98±0,66	4,02±0,9	3,92±0,43	3,97±0,39	4,14±0,37	
Grup III	10	3,87±0,40	3,99±0,42	4,05±0,33	4,10±0,35	4,21±0,22	

Gruplardaki kuzulara ait Cl değerleri değerleri çizelge 4'de sunulmuştur. Gruplar arasında kan Cl düzeyleri istatistiksel olarak önemsiz bulundu (p>0,05).

Çizelge 4. Gruplardaki kuzuların ortalama(X±Ss) kan Cl değerleri(mmol/L).

Gruplar	n	$Cl_{İlk\ saat}$	$Cl_{6.\ saat}$	$Cl_{24.\ saat}$	$Cl_{3.\ gün}$	$Cl_{7.\ gün}$	p değeri
Grup I	10	109,60±2,01	110,30±2,87	109,30±1,89	106,60±2,50	120,80±8,18	

Grup II	10	109,00±2,61	108,64±3,17	108,55±4,63	109,00±3,87	113,36±5,32	p=0,065
Grup III	10	110,00±1,63	108,90±2,42	106,90±3,35	106,90±1,52	109,80±1,55	

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmamızda gebeliğinin 141. ve 145. günlerinde doğumu kortikosteroid enjeksiyonu ile indüklenen koyunlardan doğan kuzularda doğum sonrası kalp frekansları, kan Na, K ve Cl seviyelerini araştırdık. Kortikosteroid enjeksiyonu ile doğumları indüklenen koyunlardan doğan kuzular ile spontan doğan kuzular arasında kalp frekansları, kan Na, K ve Cl seviyelerinin benzer olduğu belirlendi. Veriler, Morkaraman ve melezi ırklarda gebeliğin 141-145. günleri arasında doğumun kortikosteroidler ile uyarılmasının neonatal kuzularda kalp frekansları ve kan Na, K, Cl seviyelerine olumsuz etkisinin olmadığını göstermektedir.

Koyunlarda ileri gebelik dönemlerinde anne ve yavru hayatının tehlikeye girdiği bazı durumlar oluşabilmektedir. Bu dönemde doğumun uyarılması hayat kurtarıcı olabilmektedir(Zoller 2015). Koyunlarda gebeliğin ilk yarısında gebeliğin sürdürülmesi için corpus luteumdan üretilen progesteron hormonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreçten sonra ise gebeliğin sürdürülmesinde plasentadan üretilen progesteron gebeliğin devamını sağlamaktadır(Purohit ve ark. 2012). Bu nedenle koyunların gebeliğin ilk yarısından sonraki süreçlerde doğumun uyarılmasında kortikosteroidler kullanılmaktadır(Ingoldby ve Jackson, 2001; Edmondson ve ark. 2012; Purohit ve ark. 2012). Bu süreçlerde 10-20 mg deksametazonun intramuskuler uygulanması ile 72 saat içerisinde doğumun gerçekleştiği belirtilmektedir(Purohit ve ark. 2012). Yaptığımız çalışmada çiftleşme tarihleri kaydedilip gebelik takipleri yapılan koyunlara gebeliklerinin 141. ve 145. günlerinde 20 mg deksametazon sodyum fosfatın intramuskuler uygulanması sonrası doğumlar 40 ile 66 saatler arasında gerçekleşti.

Erken doğum olgularında mortalitenin zamanında doğan yavrulara göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bunun nedenleri ise normal doğum olgularında bile az derecede metabolik ve respiratorik asidozisle dünyaya geldikleri düşünüldüğünde erken doğan yavrularda solunum güçlüğü sendromuna bağlı metabolik ve respiratorik asidozisin daha sık ortaya çıkmasıdır(Şahal ve ark. 1994). Doğum sonrası akut adaptasyon süreciyle bu durum kompanze edilmeye çalışılmaktadır. Fizyolojik şartlarda organizmada sıvı ve elektrolitler tam bir denge içerisindedir(Özkan ve ark. 2016). Kan Na, K ve Cl değerlerinin olağan dışında seyretmesi kalp ritminde düzensizliklerin oluşmasına sebep olabilmektedir. Acil tedaviyi gerektiren durumlar oluşabilmektedir(Bal ve ark. 2002). Çalışmamızda doğumun gebeliğin 141. ve 145. günlerinde kortikosteroidler ile uyarılması sonucunda kuzulara ait kalp frekansı ve kan Na, K ve Cl değerleri gruplar arasında benzerlik gösterdi. Bu bulgular spontan doğan kuzularda belirtilen

birçok literatür ile (Siimes ve ark., 1990; Matteo ve ark., 2008; Vannuchi ve ark., 2012) benzer olduğu belirlendi. Bu süreçte doğumun deksametazon uygulaması ile uyarılması sonucunda doğacak kuzuların kalp frekansı ve kan Na, K ve Cl değerleri hayati bir risk oluşturmadığı kanısına varıldı.

KAYNAKÇA

[1] Purohit, G.N., Shekher, C., Kumar, P., Solanki, K. (2012). Induced termination of pregnancy in domestic farm animals. *Iranian Journal of Applied Animal Science,* 2(1), 1-12.

[2] Zoller, D. K., Vassiliadis, P. M., Voigt, K., Sauter-Louis, C., Zerbe, H. (2015). Two treatment protocols for induction of preterm parturition in ewes-Evaluation of the effects on lung maturation and lamb survival. *Small Ruminant Research*, *124*, 112-119.

[3] Salcı, E.S.Ö., İntaş, K.S. (2018). Koyun ve Keçilerde Doğumun İndüksiyonu Sonuçlarının Değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *7*(2), 162-167.

[4] Dwyer, C.M. (2008). The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Research*, *76*(1-2), 31-41.

[5] Koether, K., Ulian, C.M.V., Lourenço, M.L.G., Gonçalves, R.S., Sudano, M.J., Cruz, R.K.S., Branchini, N.S., Alfonso, A., Chiacchio, S.B. (2016). The normal electrocardiograms in the conscious newborn lambs in neonatal period and its progression. *BMC physiology*, *16*(1), 1-12.

[6] Özkan, C., Arslan, S., Akgül, Y. (2016). Hayvanlarda Sodyum, Potasyum ve Klor Yetmezlikleri. *Turkiye Klinikleri J Vet Sci Intern Med-Special Topics*, *2*(2), 32-41.

[7] Şahal, M. (1994). Kuzularda Doğum Sonrası Venöz Kan Gazları, Asit-Baz Dengesi, Kan Serumu Glikoz, Laktat, Üre Ve Elektrolit Düzeyleri İle Apgar Puanlama Sistemine Göre Saptanan Kriterler Arasındaki İlişkiler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *41*(03.04), 373-387.

[8] Sekin, S., Voyvoda, H., & Bildik, A. (1994). Koyunlarda deksametazon uygulamasının serum sodyum, potasyum, klor düzeyi ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *5*(1), 95-104.

[9] Bal, R., Durgut, R., Çelik, S. (2002). Effects of Salbutamol on Serum Potassium Level and Elektrocardiography in Experimental Hyperkalemia in Rabbits. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, *18*(1), 93-97.

[1] Ingoldby, L., Jackson, P. (2001). Induction of parturition in sheep. *In Practice*, *23*(4), 228-231.

[11] Edmondson, M.A., Roberts, J.F., Baird, A.N., Bychawski, S., Pugh, D.G. *Theriogenology of Sheep and Goats.* Sheep and goat medicine. Elsevier, Philadelphia, 2012.

[12] Siimes, A.S., Välimäki, I.A., Antila, K.J., Julkunen, M.K., Metsala, T.H., Halkola, L.T., Samuli Sarajas, H.S. (1990). Regulation of heart rate variation by the autonomic nervous system in neonatal lambs. *Pediatric research*, *27*(4), 383-391.

[13] De Matteo, R., Stacy, V., Probyn, M.E., Brew, N., Blasch, N., Harding, R. (2008). Does moderate preterm birth lead to altered arterial pressure? Studies in sheep. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, *35*(12), 1426-1432.

[14] Vannucchi, C.I., Rodrigues, J.A., Silva, L.C.G., Lúcio, C.F., Veiga, G.A.L. (2012). A clinical and hemogasometric survey of neonatal lambs. *Small Ruminant Research*, *108*(1-3), 107-112.

HEPATOID GLAND EPITHELIOMA IN A HUSKY DOG

Ozhan KARATAS[1], Gokhan AKCAKAVAK[2], Osman DOGAN[3]

[1]Cumhuriyet University Faculty of Veterinary Medicine Department of Pathology Merkez/SİVAS, ORCID: 0000-0002-2778-8059
[2]Yozgat Bozok University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology Sorgun/YOZGAT, ORCID: 0000-0001-5949-4752
[3]PendikVeterinary Control Institute, Pendik/İSTANBUL, ORCID**:** 0000-0001-8579-3203

ABSTRACT

In this case report, hepatoid gland epithelioma was defined as pathological in an 11-year-old male Husky dog. In the patient's anamnesis, it was reported that the mass around the anus formed in about 8 months. The mass, which was extirpated in a private clinic, was brought to Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology. Macroscopically, the size of the mass was 3 x 2 x 1 cm and the cross-sectional surface was whitish. Ulcer areas were noted on the surface of the mass. For histopathological examination, the mass was fixed in 10% formaldehyde solution for 24-48 hours, followed by routine tissue follow-up procedures, and then stained with Hematoxylin-Eosin. In microscopic examination, tumor cells were observed to have large, polygonal shaped, abundant and thin vacuolated cytoplasm. Small basaloid epithelial cells and hepatocyte-like cells with vacuolar cytoplasm were noted. The majority of its cells were composed of reserve cells and occasionally contained hepatoid cells. Occasionally, mitotic figures were found in the reserve cells. In addition, no pleomorphism was detected in the cells. Immunohistochemically, moderate and widespread CD31 expressions, severe and very common PCNA and VEGF expressions were found. Hepatoid gland epithelioma is rare in pets compared to adenomas. In conclusion, in this case report, hepatoid gland epithelioma was defined in a Husky dog and it was deemed appropriate to contribute to the literature. In addition, it was thought that severe PCNA and VEGF immunoreactivity may play important roles in the development of hepatoid gland epithelioma.

Keywords: Hepatoid gland epithelioma, PCNA, CD31, VEGF, Histopathology

INTRODUCTION

Hepatoid gland tumors usually originate from the sebaceous glands around the anus of dogs. The morphological structures of tumoral cells are also called hepatoid gland tumors because they resemble hepatocytes (Goldschmidt 2002, Sharif 2006, Pereira et al., 2013). Perianal gland tumors are common in older male dogs (between 9-13 years). It can also be seen in females and rarely in castrated males. Its incidence is higher in Cocker spaniel, Husky, Bulldog and Beagle breed dogs. In females, adenomas are usually seen in animals that have undergone ovariohysterectomy (Wilson and Hayes Jr 1979, Goldschmidt 2002, Meuten 2016). It is histomorphologically classified into 3 groups as hepatoid gland adenomas, hepatoid gland carcinomas and hepatoid gland epitheliomas. The majority of perianal gland tumors are adenomas. Hepatoid gland epitheliomas have low grade malignancy.It is characterized by

having fewer hepatoid cells compared to adenomas and making up the majority of cells as spare cells. Although perianal gland adenocarcinomas are seen in castrated males and females, they constitute 1% of perianal tumors (Goldschmidt 2002, Erer and Kıran 2009).

Macroscopically, the tumor is usually located in the perianal region close to the anus. It can also occasionally be seen in the perineum, tail, preputium and sacral region. There is a continuous increase in the size of the mass over time and endophytic growth is present. The epidermis overlying the non-ulcering masses is usually thin. Microscopically, tumor cells have large, polygonal shaped, cytoplasm with abundant and thin vacuoles. Basal reserve cells are found in the peripheral parts of the lobules formed by tumor cells. Mitotic figures are rare and limited to reserve cells. Inflammatory reaction can be seen in those with squamous metaplasia and a tendency to ulcerate (Erer and Kıran 2009, Meuten 2016). In perianal gland adenocarcinomas, there are signs of malignancy in microscopic examination. Atypical cell features and mitotic figures are frequently encountered. There is invasion of lymphatics and distant organ metastases are seen (Vail et al., 1990, Erer and Kıran 2009).

Perianal gland tumors are androgen dependent. Early castration has a protective effect. Castration and estrogen applications are reported to be beneficial in treatment. Castration and surgical intervention generally give good results, especially in the treatment of adenomas. Adenocarcinomas do not respond to castration and must be surgically removed from the surrounding of the tumoral mass in a sufficiently large area. In cases of lymph node metastases, it must be removed in the lymph nodes. Drugs such as doxorubucin and cisplatin can be used (Pisani et al., 2006, Erer and Kıran 2009, Meuten 2016).

MATERIAL AND METHODS

The case material was a mass around the anus of an 11-year-old male Husky dog. In the patient's anamnesis, it was reported that the mass formed in approximately 8 months. The mass, which was extirpated in a private clinic, was brought to Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology. For histopathological examination, the mass was fixed in 10% formaldehyde solution for 24-48 hours, followed by routine tissue follow-up procedures, and then stained with Hematoxylin-Eosin. Sections were taken on adhesive slides and subjected to immunohistochemical staining. Paraffin extraction and rehydration processes were applied to the sections. Antigen retrieval was performed by boiling Citrate buffer (pH;6) at 750 watts for 2x5 minutes. Immunohistochemical staining was performed with the UltraVision Detection System Anti-Polyvalent, HRP (Ready-to-Use, TP-060-HL, Lab Vision, USA) ihc kit in accordance with the manufacturer's recommendations. Anti-PCNA (Dako, clone PC10, M0879, 1 hour incubation), Anti-CD31 (Santa Cruz Biotechnology, sc-376764, 1 hour incubation) and Anti-VEGF (Santa Cruz Biotechnology, sc-7269, 1 hour incubation) as primary antibodys were used. DAB was used as chromogen and counterstained with Mayers Hematoxylin.

RESULTS

Macroscopically, the size of the mass was 3 x 2x 1 cm and the cut surface was whitish. Ulcer areas were noted on the surface of the mass (Image 1). In microscopic examination, tumor cells were observed to have large, polygonal shaped, abundant and thin vacuolated cytoplasm. Small

basaloid epithelial cells and hepatocyte-like cells with vacuolar cytoplasm were noted. The majority of its cells were composed of reserve cells and occasionally contained hepatoid cells. Mitotic figures were found in the reserve cells. In addition, no pleomorphism was detected in the cells (Image 2). Immunohistochemically, moderate and widespread CD31 expressions, severe and very common PCNA and VEGF expressions were found (Image 3).

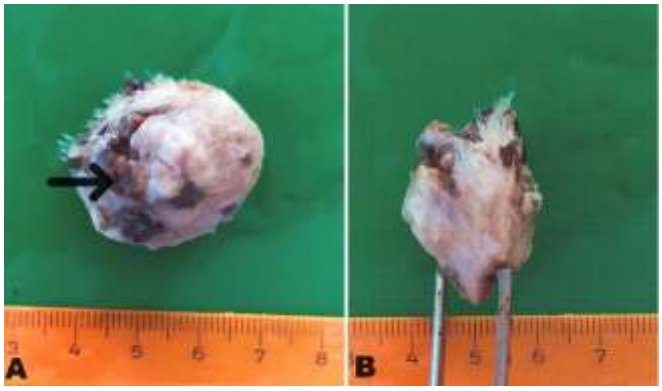


Image 1. Macroscopic view of tumoral mass, ulcer (arrow).

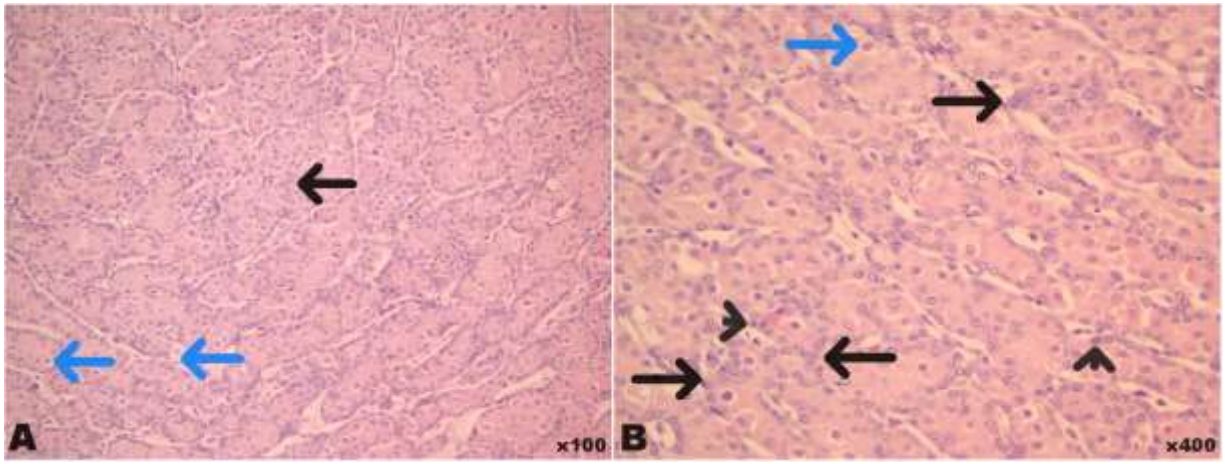


Image 2. Histopathological examination, H.E. **A-B.** General appearance of tumoral mass, small basaloid epithelial cells (black arrow), hepatocyte-like cell with vacuolar cytoplasm (blue arrow), mitotic figure (arrowhead).

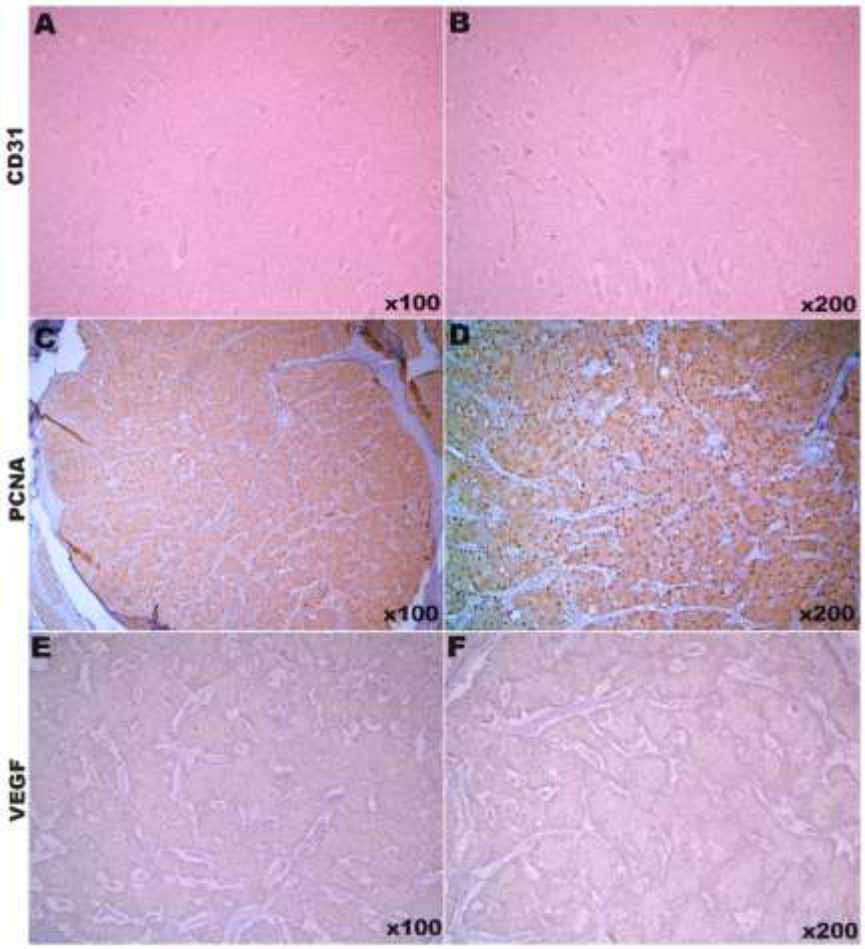


Image 3. Immunohistochemical staining (DAB) of the tumoral mass.

CONCLUSION AND DISCUSSION

It is histomorphologically classified into 3 groups as hepatoid gland adenomas, hepatoid gland carcinomas and hepatoid gland epitheliomas. The most common type is adenomas. Histopathologically, tumoral cells in adenomas are reported to consist of large, polygonal shaped cells with rounded vesicular nuclei. It is also stated that mitotic figures are very rare. It has been reported that hepatoid gland epitheliomas are microscopically composed of basaloid reserve cells and may show significant mitotic activity (Jakab et al., 2009, Soft et al., 2016, Sobczyńska-Rak et al., 2018). The histopathological findings seen in this case report were compatible with the literature and were evaluated as hepatoid gland epithelioma.

Proliferating Cell Nuclear Antigen (PCNA) is known as a cell cycle marker. PCNA is a key factor in DNA replication and repair. PCNA is widely used as an important marker of cell proliferation in healthy and tumoral tissues (González-Magaña and Blanco 2020). In different studies on tumoral tissue, it is associated with increased PCNA expression and malignancy (Ranganath et al., 2011, Aydogan et al., 2018). It is reported that hepatoid gland epitheliomas have a low-grade malignancy (Meuten 2016). In this case report, severe and very common PCNA expression may have resulted from intense mitotic activity of basaloid cells rather than

malignancy. In addition, severe and very common PCNA expression suggested that it may be important in the development of hepatoid gland epitheliomas.

Angiogenesis is a physiological process and is defined as the formation of new vessels by budding from existing vessels. Many agents play a role in angiogenesis, and the VEGF molecule is frequently evaluated in studies on tumors today (Carmeliet and Jain 2000, Carmeliet 2003, Calviello et al., 2004, Lurje et al., 2008). CD31, another angiogenesis marker, is a 130 kDa transmembrane glycoprotein member of the immunoglobulin superfamily that is expressed on endothelial cells and platelets as well as T cells and leukocytes. It plays a role in vascular development and maintenance of vascular endothelial barrier function. Today, it is frequently used in human medicine to monitor vascular density in tumoral tissues. It has been reported in different studies that CD31 plays an important role in angiogenesis in the early stages of cancer development (Rubio et al., 2000, Schlüter et al., 2018). In this case report, moderate and widespread CD31 expression, and severe and very common VEGF expression were detected.

It has been reported in different sources that the incidence of hepatoid gland epithelioma in domestic animals is low and it has low malignancy. In conclusion, in this case report, hepatoid gland epithelioma was defined in a Husky dog and it was deemed appropriate to contribute to the literature. In addition, it was thought that severe PCNA and VEGF immunoreactivity may play important roles in the development of hepatoid gland epithelioma.

REFERENCESS

Aydogan, A., Ozmen, O., Haligur, M., Sipahi, C., Ileri, D., Haligur, A. Immunohistochemical evaluation of bcl-2, ER-alpha, caspase-3,-8,-9, PCNA and Ki-67 expressions in canine mammary carcinomas, Biotechnic & Histochemistry, 93, 4, 2018.

Calviello, G., Di Nicuolo, F., Gragnoli, S., Piccioni, E., Serini, S., Maggiano, N., Tringali, G., Navarra, P., Ranelletti, FO., Palozza, P. n-3 PUFAs reduce VEGF expression in human colon cancer cells modulating the COX-2/PGE 2 induced ERK-1 and-2 and HIF-1α induction pathway, Carcinogenesis, 25, 12, 2004.

Carmeliet, P. Angiogenesis in health and disease, Nature medicine, 9, 6, 2003.

Carmeliet, P., Jain, RK. Angiogenesis in cancer and other diseases, nature, 407, 6801, 2000.

Erer, H., Kıran, M. Veteriner Onkoloji. S.Ü Basımevi, 2009.

Goldschmidt, M. Tumors of the skin and soft tissues. Tumors in domestic animals, 45, 117. 2002

González-Magaña, A., Blanco, FJ. Human PCNA structure, function, and interactions, Biomolecules, 10, 4, 2020.

Jakab, C., Rusvai, M., Szabó, Z., Szabára, Á., Kulka, J. Expression of the claudin-4 molecule in benign and malignant canine hepatoid gland tumours, Acta Veterinaria Hungarica, 57, 4, 2009.

Lurje, G., Zhang, W., Schultheis, A., Yang, D., Groshen, S., Hendifar, A., Husain, H., Gordon, M., Nagashima, F., Chang, H. Polymorphisms in VEGF and IL-8 predict tumor recurrence in stage III colon cancer, Annals of Oncology, 19, 10, 2008.

Meuten, DJ. Tumors in domestic animals, John Wiley & Sons, 2016.

Pereira, RS., Schweigert, A., Melo, GDd., Fernandes, FV., Sueiro, FAR., Machado, GF. Ki-67 labeling in canine perianal glands neoplasms: a novel approach for immunohistological diagnostic and prognostic, BMC veterinary research, 9, 1, 2013.

Pisani, G., Millanta, F., Lorenzi, D., Vannozzi, I., Poli, A. Androgen receptor expression in normal, hyperplastic and neoplastic hepatoid glands in the dog. Research in veterinary science, 81, 2, 2006.

Ranganath, G., Kumar, R., Reddy, A., Pawaiya, R., Maiti, S. Comparative study on the expression pattern of the proliferating cell markers PCNA and Ki67 in canine mammary tumours, 35, 1, 2011.

Rubio, L., Burgos, J., Morera, C., Vera-Sempere, F. Morphometric study of tumor angiogenesis as a new prognostic factor in nasopharyngeal carcinoma patients. Pathology & Oncology Research, 6, 3, 2000.

Schlüter, A., Weller, P., Kanaan, O., Nel, I., Heusgen, L., Höing, B., Haßkamp, P., Zander, S., Mandapathil, M., Dominas, N. CD31 and VEGF are prognostic biomarkers in early-stage, but not in late-stage, laryngeal squamous cell carcinoma. BMC cancer, 18, 1, 2018.

Sharif, MAM. Epidemiology of skin tumor entities according to the new WHO classification in dogs and cats, Zugl.: Gießen, Univ., Diss., 2006.

Sobczyńska-Rak, A., Żylińska, B., Jarosz, Ł., Brodzki, A., Tatara, M. EGF level in hepatoid gland adenomas and hepatoid gland epitheliomas in dogs after administering tamoxifen. in vivo, 32, 5, 2018.

Vail, D., Withrow, S., Schwarz, P., Powers, B. Perianal adenocarcinoma in the canine male: a retrospective study of 41 cases. Journal of the American Animal Hospital Association, 26, 3, 1990.

Wilson, G., Hayes, Jr H. Castration for treatment of perianal gland neoplasms in the dog. Journal of the American Veterinary Medical Association, 174, 12, 1979

Yumuşak, N., Çalişkan, M., Kutsal, O. Fine needle aspiration cytology (FNAC) in the diagnosis of canine hepatoid gland tumors-A comparative study with histopathology. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 63, 3, 2016.

TÜRKİYE'DE KOYUN KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN ÖNEMİ VE GELECEĞİ

Mehmet Ferit Özmen[1]
Dicle Üniversitesi,Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, Sur, Diyarbakır,ferit-ozmen@hotmail.com- ORCID:0000-0002-5531-220X

ÖZET

Küçükbaş hayvancılık Ülkemizde oldukça eski dönemlerden bu yana yetişririciliği yapılan stratejik bir hayvancılık dalıdır. Ülkemiz mera alanları, doğal bitki örtüsü, coğrafi özellikleri, kültürel ve sosyo-ekonomik yapısı itibariyle koyun ve keçi yetiştiriciliğine uygundur. Koyun ve keçi yetiştiriciliği mera alanlarını, biçim sonrası tarlalarda oluşan anızları ve tarımsal ekime uygun olmayan alanları değerlendirip; et, süt, yapağı, deri, gübre ve bunların ürünlerinin üretimini sağlar. Güncel verilere göre Ülkemizde 58.447.555 adet koyun keçi varlığımız mevcuttur. Özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde ciddi bir istihdam kaynağı oluşturması yanında başta kurban bayramları olmak üzere çeşitli dini vecibeler için de kullanılması koyun keçi yetiştiriciliğini oldukça önemli hale getirmektedir. Ayrıca kırmızı et üretimi için sığır yetiştiriciliğine alternatif tek yetiştiricilik olması özellikle Ortadoğu ve AB ülkelerine ihracaat potansiyeli olması bu yetiştiriciliği daha da önemli hale getirmektedir. Koyun ve keçilerin mevsime bağlı kızgınlık göstermeleri yerli ırklarımızın verimlerinin istenilen düzeyde olmaması ve son dönemlerde tüm Dünyada ve Ülkemizde artan yetiştiricilik maliyetleri bu yetiştiricilik için başlıca dezavantajlardır. Hem artan gıda talebi hemde artan maliyetler dikkate alındığında sürdürülebilir koyun keçi yetiştiriciliği için üretim maliyetlerini destekleyici önlemlere ek olarak birim hayvandan alınan verimi artıracak suni tohumlama, mevsim dışı kuzulatma programları, embriyo nakli vb. gibi biyoteknolojik yöntemlerin kullanılması faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Koyun, Keçi, Yetiştiricilik

THE IMPORTANCE AND FUTURE OF SHEEP GOAT BREEDING IN TURKEY

ABSTRACT

Small cattle breeding is a strategic livestock breeding branch in our country since ancient times. Our country is suitable for sheep and goat breeding in terms of pasture areas, natural vegetation, geographical features, cultural and socio-economic structure. Evaluating the pasture areas for sheep and goat breeding, the stubble formed in the fields after mowing and the areas not suitable for agricultural cultivation; It provides the production of meat, milk, fleece, leather, fertilizer and their products. According to current data, we have 58,447,555 sheep and goats in our country. In addition to creating a serious employment source, especially in the Eastern and Southeastern Anatolia Regions, it is also used for various religious duties, especially the sacrifice holidays, making sheep and goat breeding very important. In addition, the fact that it is the only alternative to cattle breeding for red meat production, especially the export potential to the Middle East and EU countries, makes this breeding even more important. The main disadvantages for this aquaculture are the seasonal heat of sheep and goats, the fact that the yields of our domestic breeds are not at the desired level, and the recently increased aquaculture costs all over the world and in our country. Considering both the increasing food demand and increasing costs, it will be beneficial to use biotechnological methods such as artificial insemination, off-season lambing programs, embryo transplantation, etc., which will increase the yield from the unit animal, in addition to the measures to support the production costs for sustainable sheep and goat breeding.

Keywords: Sheep, Goat, Breeding

GİRİŞ

Ülkeler düzeyinde bir inceleme yapıldığında tarımın gelişmiş ülkelerde diğer ülkelere kıyasla daha fazla geliştiği görülmektedir. Bir ülkede tarım sektörünün gelişmişliği aynı zamanda o ülkein ekonoomik durumuyla da ilişkilidir (8). Tarımsal üretimin ana bileşenlerinden biri olan hayvancılık çok düşük maliyetli istihdam kaynağı olması ve insan beslenmesi için uygun olmayan yada düşük kalitedeki bitkilerin gıda üretimine dönüştürmesi oldukça önem arz etmektedir (5). Hayvancılk yeryüzünde insanlığın ilk dönemlerinden bu yana önemli bir ekonomik faaliyet olmuştur. Dünyada yıldan yıla artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması, yeterli ve dengeli beslenmesi için hayvancılık oldukça önemlidir. Süreç içerisinde gelişen hayvancılığa dayalı endüstriye ham madde sağlanması açısından da hayvancılığın gelişmesi ve ürün elde edilmesi önemli hususlardır. Bu durumlar hayvancılığın ulusal düzeyde geliştirilmesi gereken stratejik bir sektör olduğunu göstermektedir. Sektör olarak hayvancılık, düşük maliyetle istihdam sağlayan, birim yatırıma en yüksek katma değer oluşturan ve ülke ekonomisinin gelişmesine katkı sağlayan önemli bir sektördür (4).

Hayvancılık sektörü günümüzde tüm Dünyada özellikle sanayisi gelişmiş ülkelerde ekonomik açısından stratejik öneme sahiptir. Sürekli artan Dünya nüfüsunun gıda ihtiyacı da günden güne artmaktadır. Hayvansal gıdalar insanların sağlıklı olmaları, yeterli ve dengeli beslenmeleri için önemli etkiye sahiptir. Ayrıca hayvancılık sektörü:

- Ülke ekonomisine gelir ve istihdam kaynağı oluşturmak
- Et, süt, deri, kozmetik, tekstil ve ilaç sanayilerine hammadde tedariki
- İhracaat aracılığı ile ülke ekonomisine döviz kazandırmak
- Kalkınmaya katkıda bulunmak gibi işlevlere sahiptir.

Günümüzde hayvancılık sektörü; Yem sanayi, et ve et ürünleri sanayisi, süt ve Süt ürünleri sanayisi, dercilik ve tekstil sanayisi, veteriner aşı, ilaç ve ekipman sanayileri gibi bölümlere ayrılmakta ve ekonomik anlamda önemli işlevlere sahiptir (5). Koyun- keçi yetiştiriciliği Anadolu insanının geçmişten bugüne gerçekleştirdiği en önemli hayvancılık dallarından biri olmuştur. Koyun keçi yetiştiriciliği açısından Ülkemizin coğrafik özellikleri, bitki örtüsü, mera alanları ve sosyo ekonomik durumu oldukça elverişlidir (5). Bitkisel üretim yapılamayan alanlardan yararlanabilme yollarından en önemlisi küçükbaş hayvan yetiştiriciliğidir. Coğrafik olarak bitkisel üretime elverişli olmayan alanlardan faydalanabilmenin önemli bir seçeneği koyun ve keçi yetiştiriciliğidir. Bu üretim metodu ile verimsiz meralarla nadas alanları, anız alanları ve bitkisel üretime uygun olmayan diğer yerler değerlendirerek et, süt, yapağı, kıl, deri ve gübre gibi ürünler ve bu ürünler kullanılarak yapılacak endüstriyel ürünler elde edilmektedir. Genelde kırsal alanlarda yaşayan halkın geçiminde büyük payı olan bu yetiştiricilik dalından elde edilen ürünler, doğrudan kullanılabildiği gibi, et ürünlerinden, süt ürünlerine ve tekstile kadar çeşitli yan ürünlere dönüştürülerek de kullanılabilmektedir. (3). Koyunculuk özellikle Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri'nde önemli bir geçim kaynağı, gizli bir istihdam alanını oluşturmaktadır. Karadaş, (6) Hakkari ilindeki küçükbaş işletmelerin sosyo ekonomik durumunu incelediği çalışmasında işletme başına nüfus sayısını 10.21 olarak bildirmiştir.

Küçükbaş hayvan sayısı 1980 yılından sonra azalmış ancak 2010 yılından günümüze kadar artmaya devam etmiştir. Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere tüm Dünya da koyun ve keçi yetiştiriciliğinde önemli ilerlemeler olmakta ve hayvan sayılarında önemli artışlar meydana gelmektedir. FAO verilerine göre Dünyada 1961 yılında 994 milyon baş koyun, 349 milyon baş keçi varken, 2019 yılında 1,23 milyar baş koyun ve 1.1 milyar baş keçi varlığına ulaşılmıştır. Kültürel olarak olarak koyun,keçi, kuzu ve oğlak etlerini ve bu etlerden yapılan bir çok gıdanın tüketim alışkanlığı ile kurban bayramlarında her yıl yaklaşık 2-3 milyon küçükbaş kurbanlık hayvan kesimi de, küçükbaş hayvancılığın Ülkemizdeki önemini daha da artırmaktadır (2). Ülkemizde HAYGEM'in yayınladığı verilere göre 2021 yılında koyun keçi varlığımız 57.519.204 adete ulaşmıştır.

Çizelge 1: Türkiye Küçükbaş Hayvan Sayısı (9)

YIL	KOYUN	KEÇİ	TOPLAM
2002	25.173.706	6.780.094	31.953.800
2003	25.431.539	6.771.675	32.203.214
2004	25.201.155	6.609.937	31.811.092
2005	25.304.325	6.517.464	31.821.789
2006	25.616.912	6.643.294	32.260.206
2007	25.475.293	6.286.358	31.761.651
2008	23.974.591	5.593.561	29.568.152
2009	21.749.508	5.128.285	26.877.793
2010	23.089.691	6.293.233	29.382.924
2011	25.031.565	7.277.953	32.309.518
2012	27.425.233	8.357.286	35.782.519
2013	29.284.247	9.225.548	38.509.795
2014	31.140.244	10.344.936	41.485.180
2015	31.507.934	10.416.166	41.924.100
2016	30.983.933	10.345.299	41.329.232
2017	33.677.636	10.634.672	44.312.308
2018	35.194.972	10.922.427	46.117.399
2019	37.276.050	11.205.429	48.481.479
2020	42.126.781	11.985.845	54.112.626
2021	45.177.690	12.341.514	57.519.204

KOYUN KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN GÜÇLÜ YÖNLERİ VE FIRSATLAR

- DPT'nin 8.Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporuna göre; yapılacak tüm iyileştirmelere rağmen 2025 yılında 327,1 bin ton et açığı öngörülmekte. Müslüman bir toplum olmamız dolaysıyla Domuz eti tüketiminin Ülkemiz açısından uygun olmamasından dolayı kırmızı et üretiminde sığır yetiştiriciliği yanında bu açığın sadece koyun ve keçi üretimi ile kapatılabilir,
- Meralarımızın yapısı ve meralarımızn kalitesinin koyunculuğa uygun olması, (1)
- Zayıf meralardan yararlanma yeteneği yüksek, iklimsel ve coğrafik koşullara dayanıklı yerli koyun ırklarımızın bulunması
- Islah edildiğinde oldukça yüksek verim kapasitesine sahip yerli ırklarımızın mevcutu
- Koyun yetiştiriciliğinde atadan gelen kültürel deneyim, mevcut koyun varlığımız ve yerli ırklarımızın var oluşu (1)
- Et, süt, yapağı, deri, gübre gibi koyun ve keçi ürünlerinin sağlık açısından faydalı ve kaliteleri yüksek ürünler olması, (1)
- Koyunların sığırlara göre gebelik süresi, pubertaya erişim süresi ve aşımda kullanılma yaşlarının daha kısa olması, yemden yararlanma oranlarının yüksek olması (1)

- Küçük işletmelerin kırsalda önemli miktarda istihdam sağlaması ve bu durumun köyden kente göçün engellenmesi için önemli olması, (1)
- Güncelde var olan fiziki ve kültürel yapının bile küçükbaş hayvan yetiştiriciliği açısından gelecekte konulacak hedeflere ulaşılması için uygun bir altyapı oluşturması
- Hem yurtiçinde koyun keçi etine ciddi bir talebin olması hemde Ordağu Ülkeleri ve Avrupa Ülkelerine ihracaat potansiyelinin yüksek olması (1)
- 2004 tarihli Avrupa Komisyonu AB üyelik süreci ile ilgili raporunda Türkiyenin AB ile rekabet edebileceği birkaç üründen birisinin koyun eti olduğu belirtilmiştir. Avrupa Birliğinin Koyun eti ve sütünden elde edilen veya yapılan ürünlerdeki ihtiyacın karşılanması için yıllık 250 bin ton kadar koyun keçi etinin başta Yeni Zelanda, Avusturya ve Avrupa Birliğne yeni üye olmuş Romanya, Macaristan ve Bulgaristan dan karşılanmaktadır.

KOYUN ve KEÇİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN ZAYIF YANLARI VEYA OLUMSUZLUKLAR

Bölgemiz ve Ülkemiz koşullarında yapılan araştırmalar incelendiğinde koyun keçi yetiştiriciliği ile ilgili öne çıkan en önemli olumsuzluklar şunlardır:

- Koyunların fizyolojik olarak mevsime bağlı poliöstrik hayvan olması yani kış ve ilkbahar dönemlerini anöstrusta geçirmeleri bu durumda yılın belli dönemlerinin ürün elde edilmeden geçirilmesine neden olmaktadır.
- Koyun varlığımızın çok büyük bir kısmını oluşturan yerli koyunlarımızın adaptasyon ve dayanıklılıkları iyi olsa da verimlerinin istenilen düzeyde olmaması.
- Yaygın olarak geleneksel yöntemlerle yetiştiriciliğin yapılması, biyoteknolojik uygulamaların yaygın olarak kullanılmamaları

Bu durumlar özellikle artan yetiştirici maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda ciddi anlamda dezavantaj oluşturmaktadır.

ÇÖZÜM

Herşeyden önce yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi, koyun ve keçilerde sayısal artışın yanında verimlerinin de artırılması gerekmektedir. Bu amaçla biyoteknolojik yöntemlerin yaygın olarak kullanılması gerekmektedir. Bu yöntemlerin başlıcaları şunlardır:

- Östrus senkronizasyon yöntemleri yani 2 yılda 3 kuzulatma veya diğer kuzulatma programları,
- Verimi yüksek değerli damızlıkların spermaları ile yaygın suni tohumlama çalışmaları,
- Embriyo nakli çalışmaları,
- Diğer biyoteknolojik uygulamalar uygulamalardır.

Östrus senkronizasyonu amacıyla yapılan hormon uygulamaları şunlardır:

- Progesteron ve analogları,

- PGF2α ve analogları,
- Equine chorionic gonadotropin (PMSG),
- Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) ve
- Melatonin uygulamaları,
- Doğal yöntemler ise beslenmenin düzenlenmesi (FLUSHİNG) ve erkek etkisinden yararlanma şeklinde olmaktadır.

Progesteron ve analogları mevsim içi ve mevsim dışında, PGF2α ve analogları mevsim içi dönemde, Melatonin ise genellikle üreme sezonuna girişte kullanılmaktadır.

Koyunlarda Östrus senkronizasyonunun Başlıca Avantajları

Mevsim dışı/ içi östrus oluşturma veya östrus senkronizasyon çalışmaları bir çok biyoteknolojik yöntemlerin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Mevsim dışında yani yıl boyu ürün elde edilmesi Doğumların bir araya toplanması ve iş gücü kazanımı, ve kurban bayramı gibi dönemlere göre planlama yapılabilmesi, gebe kalmamış veya çiftleşme çağına erişmiş olan koyunların üreme mevsimi beklenmeden çiftleştirilmesi ve üretime katılması, kullanılan hormonların etkisiyle çoklu gebelik oranının artırılması gibi bir çok faydası vardır (8).

Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Senkronizasyon programına alınan sürülerde ilgili programa alınan kayun veya keçilerin diğerleri ile karışmaması için küpe numarası yazma veya işaretleme yöntemleri ile kayıt altına alma,
- En fazla 1/10 erkek dişi kompozisyonu mümkünse dışardan koç getirilmemesi, elde aşım veya suni tohumlama yapılarak dişilerin çiftleştiklerinden emin olunması,
- Kullanılan koçların çiftleşmeden önce muayenelerinin yapılması,
- Erkek etkisi için koçların zamanında sürüden çıkarılması,
- Flushing etkisi için aşımdan 4 hafta önce aşımdan 2 hafta sonrasını kapsayacak şekilde ek beslemenin yapılması

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde hem gıda üretimi hem istihdam kaynağı hemde ihracaat potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda küçükbaş hayvan yetiştiricisinin daha düşük maliyetle daha fazla ürün üretebileceği olanakların sağlanması oldukça stratejik öneme sahiptir. Bu bağlamda büyük küçük ayırımı yapılmadan tüm yetiştiricilere maliyeti düşürücü desteklerin yanında Ulusal olarak uygulanabilecek östrus senkronizasyonu ve kuzulama programları ile suni tohumlama çalışmalarının teşviki faydalı olacaktır. Ayrıca östrus senkrnizasyonu ve mevsim dışı kuzulatma programları için gereksinim duyulan ilaçların yerli imkanlarla üretilmesi için ilaç firmalarının teşvik edilmesi senkronizasyon programlarının maliyetini düşürecek ve bu çalışmaların daha

yaygın uygulanmasına olanak verecektir. Eldeki hayvan varlığımızdan maksimum verim elde edilmesine olanak sağlayacak bu yöntemlerin başlangıçta kamu kuruluşları öncülüğünde yada kamu- özel sektör işbirliği ile uygulanması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Anonim 2019, Türkiye'de Koyunculuk Faaliyetinin Geleceği Ve Sürdürülebilir Üretimi Projesi Çalıştay Sonuç Raporu, İzmir Ticaret Borsası, 2019

[2] Anonim, (2020a). Faaliyetler 2020. Türkiye Damızlık Koyun Keçi Yetiştiricileri Merkez Birliği, Ankara, http://turkiyekoyunkeci.org/tr/Yayinlar, Erişim tarihi: 01.08.2021.

[3] Akçapınar, H. (2000). Koyun Yetiştiriciliği. İsmet Matbacılık. 2. Baskı. Ankara.

[4] Demir, N. (2012). Ab ve Türkiye'de Hayvancılık Politikalarındaki Son Gelişmelerin Uyum Süreci Açısından Karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Alınteri Zirai Bilimler Dergisi, 23(B), 58-63.

[5] Ergün, O. F., ve Bayram, B. (2021). Türkiye'de Hayvancılık Sektöründe Yaşanan Değişimler. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 10(2), 158-175.

[6] Karadaş, K. (2018). Koyunculuk işletmelerinin sosyo-ekonomik durumu Hakkâri ili örneği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1), 29-35.

[7] Sönmez, M. Veteriner Hekimlikte Reprodüksiyon,Suni Tohumlama Ve Androloji Ders Notları, 2020

[8] Yavuz, F. (2000). Türkiye'de Tarım Politikası. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(Özel Sayı), 20.

[9] https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf (Erişim Tarihi: 27.02.2022)

Comparison of The Agricultural Practices of Conventional Farmers and Good Agricultural Practices in Antalya and Evaluation of The Practices in Terms of Plant Protection

Prof. Dr. Esin BASIM[1] **Prof. Dr. Hüseyin BASIM[2]**

[1]Akdeniz University, Technical Sciences Vocational School, Department of Organic Agriculture, Antalya, TURKEY. *Corresponding author: esinbasim@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9188-66092

[2]Akdeniz University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Antalya, TURKEY. hbasim@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8059-3680

ABSTRACT

In this study, the agricultural practices of greenhouse vegetable growers using conventional agriculture were compared with those of growers using good agricultural practices in Antalya province. Growers using conventional farming practices indicated that they used pesticides intensively, used few cultural control methods in the greenhouse, and sold their products cheaply. Growers who produce with good agricultural practices said they use environmentally friendly biological control methods, keep pesticides to a minimum, and sell their produce at better prices than conventional produce. They explained that while the number of consumers who want to eat organic and natural foods is high, the prices of organic products are expensive, making it difficult for consumers to access the products and weakening their purchasing power. Conventional producers stated that they wanted to farm well, but could not because of the long and difficult procedures, restrictions on the use of pesticides, expensive organic products, and expensive labor. They also stated that although the products grown using good farming practices are sold at a high price, they believe that the profit margin is not high. Producers with good agricultural practices stated that the procedures take time, that more inspections are carried out, that they supply their products to large food market chains, that they do not have marketing problems, that their products are in demand, and that they send their products for export from time to time.

Keywords: Conventional Agriculture, Good Agriculture, Organic Agriculture, Biological Control

Antalya İlinde Konvansiyonel Tarım Yapan Üreticiler ile İyi Tarım Uygulaması Yapan Üreticilerin Tarımsal Uygulamalarının Karşılaştırılması ve Uygulamaların Bitki Koruma Açısından Değerlendirilmesi

ÖZET

Bu çalışmada, Antalya ilindeki konvansiyonel tarım yapan sera sebze üreticileri ile iyi tarım uygulaması yapan üreticilerin tarımsal uygulamaları karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Konvansiyonel tarım yapan üreticiler yoğun olarak pestisit uygulamaları yaptıklarını, sera içindeki kültürel mücadele yöntemlerini çok fazla yapamadıklarını, elde edilen ürünlerini ucuza sattıklarını ifade etmişlerdir. İyi tarım uygulaması yaparak üretim yapan üreticiler ise çevreye dost biyolojik mücadele yöntemlerini kullandıklarını, pestisit kullanımını minimum düzeyde uyguladıklarını, ürünlerini konvansiyonel ürünlere göre daha iyi fiyata sattıklarını belirtmişlerdir. Organik ve doğal beslenmek isteyen tüketici sayısının fazla olmasına karşılık organik ürünlerin fiyatlarının pahalı olması durumu nedeniyle tüketicilerin ürünlere ulaşımının zor ve alım gücünün az olmasına neden olduğunu söylemişlerdir. Konvansiyonel üretim yapan üreticiler iyi tarım yapmak istediklerini ancak prosedürlerin uzun ve zor olmasından, pestisit uygulamalarındaki sınırlamalardan, biyolojik ürünlerin pahalı olması, işçiliğin pahalıya mal olması gibi nedenlerle bunu yapamadıklarını belirtmişlerdir. İyi tarım uygulanarak yetiştirilen ürünler pahalıya satılmasına rağmen kar marjının fazla olmadığını düşündüklerini de belirtmişlerdir. İyi tarım uygulaması yapan üreticiler ise prosedürlerin zaman aldığını, denetlemelerin daha fazla yapıldığını, ürünlerini büyük gıda market zincirlerine verdiklerini, pazarlama sorunu yaşamadıklarını, ürünlerinin aranan ürünler olduğunu ve ürünlerini zaman zaman ihracata gönderdiklerini belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Konvansiyonel Tarım, İyi Tarım, Organik Tarım, Biyolojik Mücadele

1. GİRİŞ

İyi tarım uygulamaları, tüketicilerin sağlıklı ve kalıntısız gıdaya ulaşımı, fauna ile floranın ve biyolojik dengenin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi, hızla artan nüfusun ihtiyaç duyduğu sağlıklı gıdaya ulaşımı ve bunun üretiminin sürdürülebilirliği açısından öneme sahiptir. Yoğun konvansiyonel tarımın yapıldığı alanlarda zamanla farklı patojen ve zararlıların ortaya çıktığı, üreticilerin bu patojen ve zararlılarla mücadele için yoğun kimyasal ilaç kullanımına yöneldikleri bilinmektedir. Tarım ilaçlarının yoğun bir şekilde kullanımı, ekolojik çevrede bulunan yararlı organizma ve böceklerin zarar görmesi, ekolojik dengenin bozulması, insan sağlığını tehlikeye sokması, çevre kirliliği gibi nedenlerle konvansiyonel tarım yerine geçebilecek bir üretim sistemi arayışı zorunlu olmuştur. Doğal dengenin yeniden sağlanmasını hedef alan, nitelikli, insan ve çevre sağlığına öncelikle önem veren bir üretim şekli olan iyi tarım uygulamalarına geçilmelidir. Konvansiyonel tarımda doğal kaynaklarımız kontrolsüzce tüketilmekte, doğal denge bozulmakta, su kaynaklarımız, yeraltı sularımız kirlenmektedir. Özellikle Akdeniz Bölgesi yoğun seracılık üretiminin yapıldığı bir bölge olup üreticiler

karşılaştıkları hastalık ve zararlılara karşı yoğun pestisit uygulamaları yapmaktadırlar (Yılmaz ve ark, 2019, Işıldar, 2016).

Antalya ili tarım alanı 360.245 hektar olup bu alanın da 25.201 hektarında açıkta üretim, 25.896 hektarında ise örtüaltı sebze üretimi yapılmaktadır (tarimorman.gov.tr). Türkiye'nin örtüaltı tarım alanlarının % 42'si Antalya ili içinde yer almaktadır. 85.584 dekar cam sera, 206.199 dekar plastik sera, 7156 dekar yüksek tünel, 9042 dekar da alçak tünel toplamda 307.981 dekar alanda üretim yapılmaktadır. 2007 yılında 18 ilde 53.607 dekar alanda 651 üretici ile iyi tarım uygulamaları (İTU) başlamış, 2011 yılında 449.632 dekar alanda 3042 üreticiyle İTU yapılmıştır. 2016'da ise İTU 88 kat artmıştır (Eryılmaz ve ark, 2019, Kor ve Dinler, 2022). Türkiye'de 2016 yılı verilerine göre en fazla İTU alanına sahip bölge % 48,89 ile Güneydoğu Anadolu olup bunu %16,56 ile Akdeniz Bölgesi izlemektedir (Eryılmaz ve ark, 2018, Uysal ve ark, 2021). 2018 yılında 1978 üretici 538,942 dekar alanda iyi tarım uygulaması yapmaktadır (Yılmaz ve ark., 2019). 2021 verilerine göre Antalya ilinde 233 üretici 31.302 dekar alanda 235.971 kg üretim ile İTU yapmaktadır (tarimorman.gov.tr). Bu çalışmada, Antalya ilinde konvansiyonel tarım üretimi yapan üreticiler ile İTU yapan üreticilerin üretim sırasında uyguladıkları uygulamalar ve bu uygulamaların Bitki Koruma açısından değerlendirilmesi yapılmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Antalya ili ve çevresindeki 70 sera üreticisi ile Antalya İli, örtüaltında hem konvansiyonel sebze yetiştiriciliği yapan hem de ITU yapan tarım işletmelerinde yüz yüze tesadüfü örnekleme yöntemi ile anket çalışması yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada, üreticilere pestisit uygulamaları, biyolojik mücadele uygulamaları, yetiştiricilik uygulamaları, ürün satış ve pazarlaması, ürünlere tüketicilerin ulaşımı ve gıda güvenliği ve çevre ile ilgili konularında sorular (Çizelge 1, 2 ve Çizelge 3) sorulmuştur. Üreticilerden elde edilen veriler üreticilerin yüzde oranları üzerinden gidilerek analizler yapılmıştır.

3.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

2021-2022 yılları arasında Antalya ilinde konvansiyonel tarımın yoğun olarak yapıldığı Aksu ilçesindeki üreticiler değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirme sonucunda elde edilen veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre üreticilerin 28'i domates yetiştiriciliğini 1. sırada (%40) tercih etmektedirler. Genellikle üreticilerin 17 adedi %24,29 oranında biber, 15 adedi %21,43 oranında salatalık üretimini tercih etmektedirler. İTU yapan üreticiler ise 1. sırada domatesi (%71,43) yetiştirdikleri %28,57 oranında ise domates, salatalık ve biber olmak üzere üretim yaptıkları görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Antalya ilinde incelenen konvansiyonel ve İTU sera üreticisi üretim bilgileri ve % oranları

Konvansiyonel Üretim yapan işletme deneyimi	Serada Yetiştirilen Ürün	İncelenen Sera Sayıları (Adet)	Oran (%)
20 yıl	Domates	35	50
10 yıl	Salatalık	15	21,43
8 yıl	Patlıcan	10	14,28
18 yıl	Biber	17	24,29
Toplam		70	100
İTU Yapan Sera	Yetiştirilen ürün	Sera sayısı (Adet)	Oran (%)
2 yıl	Domates	28	40
3-5 yıl	Domates	22	31,43
5-10 yıl	Domates,salatalık,biber	20	28,57
Toplam		70	100

Konvansiyonel üretim yapan üreticilerin %64,9'u iyi tarım uygulamalarıyapmak istememelerine rağmen imkanlar ve isteklerin karşılanması durumunda %85,71'inin iyi tarım uygulamaları yapmak istedikleri ortaya çıkmıştır. Şu an %57,14'ü normal üretim yapmaktan memnun olduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 2).

Üreticiler doğal ürün ile iyi tarım uygulaması ile üretilen ürün arasında fark olup olmadığı sorusuna ise %55'inin fark olmadığı cevabını verdikleri görülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Konvansiyonel üreticilerinin uygulamalarına ilişkin sonuçlar

Konvansiyonel üreticilere ait sorular	**İncelenen Sera Sayıları (adet)**	**Uygulama**	**Oran (%)**
Doğal ürün ile İTU arasında fark var mı?	15	Evet var	21,43
	55	Hayır yok	78,57
İyi Tarım yapmak istermisiniz?	12	Evet	17,14
	45	Hayır	64,29
	5	Belki	7,14
	3	Kararsızım	4,29
	5	Asla yapmam	7,14
	30	Masraf fazla	42,86
	5	Pazarı zor	7,14
	15	Denetleme fazla	21,43

Neden iyi tarım yapmak istemiyorsunuz?	20	Pahalı	28,57
Ürününüzü kolay pazarlıyor musunuz	65	Kolay	92,86
	5	Zor	7,14
Devlet tarafından desteklenme durumunuz	3	Yeterli	4,29
	60	Yetersiz	85,71
	7	Az destek var	10
Kullanılan ilaç tavsiyesi	5	İl-İlçe Müdürlüğü	7,14
	5	Analiz sonuçlarına göre	7,14
	48	İlaç Bayisi	68,57
	12	Komşum	17,14
Üretim yapmaktan memnun musunuz?	40	Evet	57,14
	30	Hayır	42,86
İTU ürünlerinin pahalı satıldığını düşünüyormusunuz?	55	Evet	78,57
	15	Hayır	21,43
İmkanlarınız ve istekleriniz karşılansa İTU yapmak istermiydiniz?	60	Evet	85,71
	10	Hayır	14,29

Çizelge 3. ITU üreticilerinin uygulamalarına ilişkin sonuçları

ITU a ait sorular	İncelenen Sera Sayıları (adet)	Uygulama Dönemleri	Oran (%)
Doğal ürün ile İTU arasında fark var mı?	65	Evet var	92,86
	5	Hayır yok	7,14
İyi Tarım yapma nedeniniz	10	Çevreye zararsız	14,28
	8	Daha çok ürün eldesi	11,43
	5	Denetlenebilirlik	7,14
	17	Kalıntı olmaması	24,29
	40	Kolay pazarlama	57,14
Üretim zorluğu	15	Kolay	21,43
	55	Zor	78,57
	10	Fark etmiyor	14,28
	18	Nematod	25,71
Pazarlama	63	Kolay	90
	7	Zor	10
Devlet tarafından desteklenme	12	Yeterli	17,14
	55	Yetersiz	78,57
	3	Az destek var	4,29
Kullanılan ilaç tavsiyesi	15	İl-İlçe Müdürlüğü	21,43
	8	Analiz sonuçlarına göre	11,43
	32	İlaç Bayisi	45,71

	15	Komşum	21,43
Üretim yapmaktan memnun musunuz?	68	Evet	97,14
	2	Hayır	2,86

Çizelge 3 incelendiğinde, üreticilerin %65'i doğal ürün ile iyi tarım uygulamaları ile yetiştirilen ürünler arasında fark olmadığını, iyi tarımı kolay pazarının bulunması (%40) nedeniyle ise tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca üreticilerin %68'i üretim yapmaktan memnun olduklarını da söylemişlerdir.

Konvansiyonel üretim yapan üreticiler (%78,57) yoğun pestisit (7-8 kez) kullandıklarını, kültürel mücadele yöntemlerini fazla yapamadıklarını (%57,14) belirtmişlerdir (Çizelge 4). Aynı zamanda üreticilerin %92,86'sı önceliklerinin kimyasal mücadele olduğunu da ifade etmişlerdi. Pestisitlerin kalıntı bıraktığının da farkındalıkları bulunmaktadır (Çizelge 4).

ITU yapan üreticilerin 78,57'si ayda 2-3 kez pestisit kullandıklarını, genel olarak üreticilerin %68,57'si biyolojik kökenli ilaçları kullandığını ifade etmişlerdir. Hastalık ve zararlılarla mücadelede ilk olarak kimyasal mücadeleye (%85,71) başvurmadıklarını, kültürel mücadele yaptıklarını (%92,86), üreticilerin %100'ü tüketicilere güvenilir ve kalıntısız ürün sunduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Antalya İli konvansiyonel sera üreticilerinin pestisit kullanımının insan sağlığı ve gıda üzerine olan düşünceleri

İnsan, çevre ve gıda üzerine olan etkileri	Uygulama Şekli	Cevaplayan Sera Sayısı (Adet)	Oran (%)
Kullandığınız pestisitleri ayda kaç kez kullanıyorsunuz?	7-8 kez	55	78,57
	10-15 kez	15	21,43
Pestisitlerin kalıntı bıraktığını düşünüyormusunuz?	Evet	45	64,29
	Hayır	25	35,72
Mücadelede önceliğiniz kimyasal mücadele midir?	Evet	65	92,86
	Hayır	5	7,14
Kültürel mücadele yapıyormusunuz?	Evet	30	42,86
	Hayır	40	57,14
Tüketiciye güvenilir ve kalıntısız ürün sunduğunuza inanıyor musunuz?	Evet	62	88,57
	Hayır	8	11,43

Çizelge 5. Antalya İli ITU yapan sera üreticilerinin pestisit kullanımının insan sağlığı ve gıda üzerine olan düşünceleri

İnsan, çevre ve gıda üzerine olan etkileri	Uygulama Şekli	Cevaplayan Sera Sayısı (Adet)	Oran (%)
Kullandığınız pestisitleri ayda kaç kez kullanıyorsunuz?	2-3 kez	55	78,57
	4-5 kez	15	21,43
Kullandığınız pestisitler nasıldır?	Kalıntı bırakmayan	22	31,42
	Biyolojik kökenli	48	68,57
Mücadelede önceliğiniz kimyasal mücadele midir?	Evet	10	14,29
	Hayır	60	85,71
Kültürel mücadele yapıyormusunuz?	Evet	65	92,86
	Hayır	5	7,14
Tüketiciye güvenilir ve kalıntısız ürün sunduğunuza inanıyor musunuz?	Evet	70	100
	Hayır	0	-
Yeterince denetleme yapılıyor mu?	Evet	53	75,71
	Hayır	17	24,29

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda, Antalya ilinde konvansiyonel üretim yapan sera üreticileri ile iyi tarım uygulaması yapan üreticiler tarımsal uygulamaları bakımından karşılaştırılmıştır. Konvansiyonel tarım yapan üreticiler yoğun olarak pestisit uygulamaları yaptıklarını, sera içindeki kültürel mücadele yöntemlerini çok fazla yapamadıklarını, elde edilen ürünlerini ucuza sattıklarını ifade etmişlerdir. İyi tarım uygulaması yaparak üretim yapan üreticiler ise çevreye dost biyolojik mücadele yöntemlerini kullandıklarını, pestisit kullanımını minimum düzeyde uyguladıklarını, ürünlerini konvansiyonel ürünlere göre daha iyi fiyata sattıklarını belirtmişlerdir. Konvansiyonel üretim yapan üreticiler iyi tarım yapmak istediklerini ancak prosedürlerin uzun ve zor olmasından, pestisit uygulamalarındaki sınırlamalardan, biyolojik ürünlerin pahalı olması, işçiliğin pahalıya mal olması gibi nedenlerle bunu yapamadıklarını belirtmişlerdir. İyi tarım uygulaması yapan üreticiler ise prosedürlerin zaman aldığını, denetlemelerin daha fazla yapıldığını, ürünlerini büyük gıda market zincirlerine verdiklerini, pazarlama sorunu yaşamadıklarını, ürünlerinin aranan ürünler olduğunu ve ürünlerini zaman zaman ihracata gönderdiklerini belirtmişlerdir.

İyi tarım uygulamaları; doğal kaynakları koruması, tüketilen gıdaların insanlar için daha güvenli olması, sürdürülebilirliğinin daha fazla olması aynı zamanda izlenebilirliğinin olması nedenleriyle tüketiciler tarafından tercih nedeni olmaktadır. Tüketicilerin kalıntısız, güvenilir ve sağlıklı gıdaya yönelebilmeleri için, üretimden tüketime kadar olan tüm aşamaların etkili bir şekilde izlenilebilmesi ve tüketicilerin tükettiği sebze ve meyvelerin sağlıklı olarak tüketim güvenilirliğini arttıracaktır. Tüketiciler kadar üreticilerin de eğitilmesi, üretim ve pestisit kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi, biyolojik kökenli bitkisel kökenli ilaçların daha çok kullanımının teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, üreticilere biyolojik mücadele desteklerinin de arttırılması da gereklidir.

KAYNAKÇA

[1] Eryılmaz, G. A., Kılıç, O. Türkiye'de sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları, KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 21(4), 624-631, 2018.

[2] Eryılmaz, G. A., Kılıç, O., Boz, İ. Türkiye'de Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniv. Tarım Bilimleri Dergisi, 29(2), 352-361, 2019.

[3] https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu Alti-Yetistiricilik (Erişim tarihi: 20.12.2022)

[4] https://antalya.tarimorman.gov.tr (Erişim tarihi: 20.12.2022)

[5] Kor, A., Dinler, H. Muğla İli Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde Fitopatolojik Uygulamalar ve Üretici Bilincinin Değerlendirilmesi, ADÜ Ziraat Dergisi,19(1), 61-71, 2022.

[6] Uysal, O., Aydın, B., Subaşı, S.O., Aktaş, E. Üreticilerin İyi Tarım Uygulamalarına Yaklaşımı ve Uygulamaların Benimsenmesini Etkileyen faktörler: Mersin İli Örneği, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 8(3), 759–771, 2021.

[7] Yılmaz, H., Sağlam, C., Gül, M., Aydın, B., Ayasan, T. General Characteristics of Practices and Non-Practices Farmers and Their Opinions on Good Agriculture Practice in Adana Province. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7(12), 2069-2074, 2019.

[8] Işıldar, P. Sürdürülebilirlik ve Gastronomi. H. Kurgun ve D. B. Özşeker, Gastronomi ve Turizm (57-58). Ankara: Detay Yayıncılık, 2016.

Evaluation of the Plant Protection Applications Greenhouse Vegetable Growers in Antalya Province

Prof. Dr. Esin BASIM[1] **Prof. Dr. Hüseyin BASIM[2]**

[1]Akdeniz University, Technical Sciences Vocational School, Department of Organic Agriculture, Antalya, TURKEY. *Corresponding author: esinbasim@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9188-66092

[2]Akdeniz University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Antalya, TURKEY. hbasim@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8059-3680

ABSTRACT

In this study, the errors in plant protection practices of greenhouse vegetable producers in Antalya province during cultivation were determined and evaluated. For this purpose, individual interviews were conducted with a total of 178 randomly selected greenhouse producers and survey questions were asked to these producers and the results were evaluated in %. According to the results of the survey of the growers, it was found that 93.1% of the growers were familiar with the diseases and pests and preferred chemical control when they encountered these diseases and pests. It was found that there is intensive use of pesticides in the greenhouse, but growers are very attentive when spraying. It was found that growers are not open to new pesticides, but rather use pesticides that they know, have experience with, and believe to be effective. From the results of the survey, the majority of producers believe that pesticides are harmful to humans, the environment, and other living things. Producers also indicated that some diseases and pests cannot be completely destroyed after using chemicals. 61.8% of producers indicated that the pesticides used do not leave drug residues on food. In addition, they indicated that 45.5% of the products produced are better than before, there are no problems in marketing the products they produce, and 40.45% of them indicated that they offer a reliable product to consumers.

Keywords: Greenhouse Vegetable Producers, Plant Protection, Pesticides, Food Products, Antalya

Antalya İlindeki Sera Sebze Üreticilerinin Bitki Koruma Uygulamaları Yönünden Değerlendirilmesi

ÖZET

Bu çalışmada, Antalya ilindeki sera sebze üreticilerinin, yetiştiricilik sırasında yaptıkları Bitki Koruma uygulamalarındaki hatalar belirlenmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bu amaçla tesadüfü olarak seçilen toplam 178 sera üreticisiyle birebir görüşmeler yapılarak bu üreticilere anket soruları sorulmuş ve sonuçlar % olarak değerlendirilmiştir. Üreticilerle yapılan anket

sonuçlarına göre üreticilerin %93.1'inin, hastalık ve zararlıları tanıdıkları, bu hastalık ve zararlılarla karşılaştıklarında öncelikli olarak kimyasal mücadeleyi tercih ettikleri belirlenmiştir. Sera içerisinde yoğun bir pestisit kullanımının olduğu ancak üreticilerin ilaçlamalar sırasında gereken dikkati gösterdikleri görülmüştür. Üreticilerin yeni ilaçlara açık olmadıkları daha çok önceden bildikleri, deneyimledikleri ve etkili buldukları ilaçları genellikle kullandıkları belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, üreticilerin büyük çoğunluğunun zirai ilaçların insan, çevre ve diğer canlılara zararlı olduklarını düşündükleri görülmüştür. Üreticilerin kimyasal uygulamadan sonra bazı hastalık ve zararlıların tamamen yok edilemediğini de belirtmişlerdir. Üreticilerin %61.8'i kullanılan pestisitlerin gıdalar üzerinde hormon ve ilaç kalıntısı bırakmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca üretilen ürünlerin eskiye göre %45.5 oranında daha iyi olduğunu, ürettikleri ürünleri pazarlamada sorun olmadığını ve %40.45'inin ise tüketicilere güvenilir bir ürün sunduklarını belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Sera Sebze Üreticileri, Bitki Koruma, Pestisitler, Gıda Ürünleri, Antalya

1. GİRİŞ

Sebzeler insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. İnsanların sebzelerden yararlanma istekleri her yıl artış göstermektedir. Bu tüketimi karşılamak için de yoğun bir üretim yapılması gerekmektedir. Bu üretim de ağırlıklı olarak seralarda yapılmaktadır. Türkiye genelinde seralarda yetiştirilen ürünlerin %95'ini sebzeler oluşturmaktadır. Türkiye'de 2019 yılında 31 milyon ton sebze üretilmiştir. Bu üretimin 23,2 milyon tonu açıkta, 7,8 milyon tonu örtüaltında üretilmiştir. Toplam örtüaltı varlığımız 790 bin dekara ulaşmıştır. Ülkemiz örtüaltı varlığı bakımından Dünya'da ilk dört ülke arasında Avrupa'da ise İspanya'nın ardından ikinci sırada yer almaktadır. Sera alanlarının illere göre dağılımında Antalya ili en yüksek paya sahiptir. Ülkemiz örtüaltı sebze üretimde Antalya %48'lik payla (3.8 milyon ton) birinci sıradadır. Bu ilimizi sırasıyla, Mersin %16 (1,2 milyon ton), Adana %13 (1 milyon ton) ve Muğla %9 (690 bin ton) illeri takip etmektedir. Bu 4 ildeki toplam örtü altı üretimimiz yaklaşık 6,7 milyon ton ile Ülkemiz toplam örtüaltı üretiminin yaklaşık %86'sını oluşturmaktadır. (TÜİK, 2019). Ülkemiz modern sera varlığı yaklaşık 13 bin dekardır. Bu seralarda topraksız tarım metodu ile ihracata yönelik üretim yapılmaktadır. (TÜİK, 2019). Bu çalışmanın amacı, 2020-2021 yılları arasında Antalya ili çevresindeki 178 sera üreticisinin hastalık ve zararlıları tanıyıp tanımadıkları, bu hastalık ve zararlılara karşı uyguladıkları mücadele yöntemlerinde en çok hangi mücadele yöntemini tercih ettikleri, kimyasal mücadelede en çok kullandıkları pestisidler gibi bitki koruma uygulamalarına ait sorunları belirlemek ve çözüm önerilerini sunmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Antalya ili ve çevresindeki 178 sera üreticisi ile birebir yüzyüze tesadüfü örnekleme yöntemi ile anket çalışması yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada üreticilere hastalık ve zararlılarla ilgili sorular (Çizelge 2), hastalık ve zararlılara karşı kullandıkları pestisitlerle ilgili sorular (Çizelge 3), ilaçlamalarla ilgili sorular (Çizelge 4), insan ve çevre ile ilgili sorular (Çizelge 5), gıda üzerine olan pestisitlerin etkileri (Çizelge

6) ile ilgili sorular sorulmuştur. Üreticilerden elde edilen veriler üreticilerin yüzde oranları üzerinden gidilerek analizler yapılmıştır.

3.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

2020-2021 yılları arasında Antalya ilinde seracılığın yoğun olarak yapıldığı Altınova, Gaziler ve Aksu yörelerindeki üreticiler değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirme sonucunda elde edilen veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre üreticilerin %100''ü domates yetiştiriciliğini 1. sırada tercih etmektedirler. Genellikle üreticilerin 173 adedi %97,19'u fideyi hazır olarak aldığını, 5 üreticinin ise %2,8'i kendisinin ürettiğini ifade etmiştir (Çizelge 1). Üreticilerin 118 adedi (%66,3'ü) ortalama yılda 250 kg ve üstü ürün aldığını, 60 üreticinin (%33,7'si) ise 100-200 kg arası ürün alabildiği belirtilmiştir.

Çizelge 1. Antalya İli incelenen sera üretim bilgileri ve üretim miktarları

İncelenen Sera Alanları	Serada Yetiştirilen Ürün	İncelenen Sera Sayıları (Adet)	Oran (%)
Altınova	Domates	56	31,46
Gaziler	Domates	58	32,58
Aksu	Domates	64	35,96
Toplam		178	100

Üreticilere hastalıklarla ilgili olarak, hastalığın ve zararlının görüldüğü dönem, en sıklıkla karşılaşılan hastalık ve zararlılar, bunları tanıyıp tanımadıkları, daha önceden hastalık ve zararlıları görüp görmedikleri, hemen ilaçlı uygulama yapıp yapmadıkları gibi sorular yöneltilmiştir. Bunlarla ilgili sonuçlar Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Antalya İli sera üretiminde hastalık ve zararlılara ilişkin sonuçlar

Hastalık ve Zararlıya ait sorular	İncelenen Sera Sayıları (adet)	Uygulama Dönemleri	Oran (%)
Hastalığın görüldüğü dönem	15	Fide dönemi	8,43
	163	Gelişme ve meyve	91,57
En sık karşılaşılan hastalıklar	85	Mildiyö	47,75
	15	Çökerten	8,43
	50	Külleme	28,09
	10	Bakteriyel patojenler	5,62
	18	Kurşuni küf	10,11
En sıklıkla karşılaşılan zararlılar	45	Tuta	25,28
	85	Beyaz sinek	47,75
	30	Kırmızı örümcek	16,86
	18	Nematod	10,11
Hastalık ve zararlıları tanıma durumu	166	Tanıyor	93,20
	12	Tanımıyor	6,8
Kimyasal İlaç Uygulama Durumları	155	Hemen uygularım	87,08
	8	Uygulamam	4,49
	15	Bazen uygularım	8,43

Hastalık Bulaşma Durumu	20	Hava	11,24
	88	Toprak	49,44
	22	Su	12,36
	48	Böcek	26,96
Aynı hastalık ve zararlıların daha önce görülüp görülmediği	168	Görülüyor	94,38
	10	Görülmüyor	5,62

Çizelge 2 incelendiğinde, üreticilerin %93,2'si gördükleri hastalık ve zararlıları tanıdıklarını, aynı hastalık ve zararlıları daha önce görüp görmedikleri sorusuna ise %94,38 oranı ile gördüklerini ve hemen ilaç uygulamasında bulunduklarını (%87,08) ifade etmişlerdir. Üreticilerin %49,44'ü hastalıkların topraktan bulaştığını, %26,96'sı ise böcek yoluyla bulaştığını belirtmişlerdir. Hastalıkların en fazla %47,75 ile Mildiyö ve %28,09 oranında Külleme olduğunu, zararlılardan ise %47,75 ile Beyaz sinek olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer çalışma sonuçları farklı bölgelerde farklı araştırıcılar tarafından yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir (Kor ve Dinler, 2022; Basım ve Basım, 2018)

Çizelge 3 incelendiğinde ise üreticilerin %92,70'i ilaç kullanımının zorunluğu olduğunu ve %95,51'nin kullandıkları ilaçların genellikle ilaç bayilerinden tavsiye edildiğini ifade etmişlerdir. Üreticilerin %61,80'i sistemik ilaçları kullandıklarını, ve %61,80'i de ilaçları kullandıktan sonra hasata kadar olan geçmesi gereken süre olan bekleme sürelerine uyduklarını, %56,18'inin ilaçları kullandıktan sonra ilaç kutularını topladıklarını ve yaktıklarını, %19,66'sı yaktıklarını, %11,24'ü de bahçe kenarına bıraktıklarını belirtmişlerdir. Üreticilerin %94,38'i kullandıkları ilaçların etkili olduğunu da söylemişlerdir. Biyolojik mücadele konusunda üreticilerin %85,96'sı bilgi sahibi olmadıklarını ifade etmişlerdir.

Çizelge 3. Antalya İli sera üreticilerinin hastalık ve zararlılara karşı kullandıkları pestisitlerle ilgili soru ve cevapları

Pestisitlerle ilgili bilgiler	Uygulama Şekli	Cevaplayan Sera Sayısı (Adet)	Oran (%)
İlacın tavsiye edildiği yer	Komşu	8	4,49
	İlaç Bayii	170	95,51
İlaç kullanım zorunluluğu	Evet	165	92,70
	Hayır	13	7,30
Artan ilaç kullanımı	Kullanıyorum	65	36,52
	Bazen kullanırım	15	8,43
	Kullanmıyorum	98	55,05
Sistemik İlaç Kullanımı	Evet	110	61,80
	Hayır	60	33,71
	Bazen	8	4,49

En sık kullanılan dönem	Güz	90	50,56
	Bahar	88	49,44
Bekleme süresine riayet	Ediyorum	110	61,80
	Etmiyorum	58	32,58
	Bazen ediyorum	10	5,62
İlaç zamanı ve miktar kayıtları	Kayıt ediyorum	50	28,09
	Kayıt etmiyorum	120	67,42
	Bazen ederim	8	4,49
İlaç kutularının nereye atıldığı	Bahçe kenarı	20	11,24
	Sulama kanalı	8	4,49
	Toplama ve yakma	100	56,18
	Sera dışına bırakma	35	19,66
	Çöpe atma	15	8,43
İlaç denetimi olup olmadığı	Yapılıyor	78	43,82
	Yapılmıyor	100	56,18
İlaçlama aletlerinin temizliği	Yapıyorum	166	93,26
	Yapmıyorum	0	-
	Bazen yaparım	12	6,74
İlaçları saklama alanı	Depo	125	70,22
	Özel dolap	53	29,78
Biyolojik mücadele bilgisi	Bilgim var	25	14,04
	Bilgim yok	153	85,96

Çizelge 4. Antalya İli sera üreticilerinin pestisit kullanımının insan sağlığı ve gıda üzerine olan düşünceleri

İnsan, çevre ve gıda üzerine olan etkileri	Uygulama Şekli	Cevaplayan Sera Sayısı (Adet)	Oran (%)
Pestisitlerin Kansorejen etkisi	Var	154	86,52
	Yok	24	13,48
Kısa süreli zehirlenme durumu	Evet	138	77,53
	Hayır	40	22,47
Çevre kirliliği (su, hava ve toprak)	Evet	102	57,30
	Hayır	76	42,70
Kısırlık	Evet	45	25,28
	Hayır	133	74,72
Deri tahrişi	Evet	160	89,89

	Hayır	18	10,11
Eskiye göre tat	Aynı	41	23,04
	Daha iyi	81	45,50
	Daha kötü	56	31,46
Tüketiciye güvenilir ürün sunma	Oldukça iyi	136	76,40
	Orta derecede	20	11,24
	Kötü	22	12,36
Ürün özellikleri bakımından aradıkları özellikler	Aroma ve Koku	10	5,62
	Dış görünüm	108	60,68
	Tat	8	4,49
	Ağırlık	32	17,97
	Dayanıklılık	20	11,24
Yararlı böceklere ve arılara zararlı etkisi	Var	174	97,75
	Yok	4	2,25
İnsan sağlığı	Aynı	25	14,04
	Kötü	65	36,52
	Daha iyi	8	4,49
	Daha kötü	80	44,95
Gıda üzerinde ilaç kalıntısı	Bırakıyor	68	38,20
	Bırakmıyor	110	61,80
Gıda Güvenliği	Çevre dostu	135	75,84
	Çevre dostu değil	43	24,16

Üreticilerin %61,8'i kimyasal ilaçların gıdalar üzerinde ilaç kalıntısı bırakmadığını, üretmiş oldukları ürünlerin eskiye oranla tat bakımından %45.5 oranında daha iyi olduğunu, satın alan tüketicilere oldukça güvenilir bir ürün (%76,40) sunduklarını, üreticilerin %61,8'inin gıda üzerinde ilaçların kalıntı bırakmadığını ve %75,84 'ünün de kullandıkları kimyasal ilaçların gıda güvenliği açısından çevre dostu özellikte olduklarını belirtmişlerdir. Buna karşın üreticilerin %80'i insan sağlığının daha kötü olduğunu da ifade etmişlerdir. Üreticilerin %86,52'si de pestisitlerin kanserojen etkisinin olduğunu da kabul etmişlerdir (Çizelge 4).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda, Antalya ilinde sera üreticiliğinde gerek bitki hastalık ve zararlılarıyla mücadelede gerekse bunlara etkili olacak temel ve kimyasal mücadele yöntemlerinde görülen

sorunlar ortaya çıkarılmıştır. Hastalık ve zararlılarla mücadelede tüm üreticilerin ilaçlamalara dikkat ettikleri ancak biyolojik mücadele konusunda bilgi sahibi (%85,96) olmadıkları görülmüştür. Bu çalışmada, üreticilerin %86,52'si pestisitlerin insan üzerinde kanser etkisi yaptığını kabul etmiş ve %80'i de insan sağlığının eskiye göre daha kötü olduğunu bildirmiştir. Bu anlamda, (pestisitler çevre ve insan sağlığı açısından risk taşımakta,) üreticilerin en son tercih edeceği mücadele yöntemi, kimyasal mücadele yöntemi olmalıdır. Gerek kültürel mücadele gerekse biyolojik mücadele yöntemlerinin birlikte uygulanması, gelecekte hastalık ve zararlı popülasyonunun ortaya çıkaracağı zararı önlemede dikkate alınmalı ve kimyasal ilaç kullanımının en aza indirilerek denetleme ve yaptırım mekanizmalarının daha fazla oranda arttırılması sağlanmalıdır. Ayrıca üreticilerin biyolojik mücadele konusunda bilgilerinin arttırılması için seminer, panel gibi eğitim çalışmalarının yapılması, devletin biyolojik mücadele konusunda desteklerinin daha da arttırılarak üreticilerin bu konuda teşvik edilmesi önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Basım, E., Basım, H., *Plant protection and cultivation problems in greenhouse vegetables production in Aksu district of Antalya province,* Anadolu I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 881-886, Diyarbakır, 2018

[2] Tüik, 2019. https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Alti-Yetistiricilik (Erişim tarihi: 20.12.2022)

[3] Kor, A., Dinler, H. Muğla İli Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde Fitopatolojik Uygulamalar ve Üretici Bilincinin Değerlendirilmesi, Adü Ziraat Dergisi,19(1), 61-71, 2022.

Antibacterial Activity of Basil (*Ocimum basilicum*) Oil Against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* Causing Bacterial Wilt and Canker Disease

Prof. Dr. Hüseyin BASIM[1*] **Prof. Dr. Esin BASIM[2]**

[*1]Akdeniz University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Antalya, TURKEY. *Corresponding author: hbasim@akdeniz.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0002-8059-3680
[2]Akdeniz University, Technical Sciences Vocational School, Department of Organic Agriculture, Antalya, TURKEY. esinbasim@akdeniz.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0001-9188-6609

ABSTRACT

Basil or sweet basil is a common name for the culinary herb, *Ocimum basilicum* of the Lamiaceae family. Basil leaves taste a little like anise and have a strong, sweet odour. Basil is grown commercially for its green, aromatic leaves, which are used fresh or dried as a spice. The essential oil is extracted from the leaves. The essential oils of sweet basil showed good antimicrobial activity against a variety of microorganisms basil oil has antimicrobial, anticancer, antibacterial and antifungal activities. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*) causes bacterial wilt and canker of tomato. The disease factor threatens open field tomato production, especially in greenhouses, and causes significant product losses. Damage to the plant, especially vascular tissue, makes it difficult to effectively control the disease. It is very important to develop effective management against the disease. However, to date, environmental and food safety considerations must be taken into account when choosing a method to control the disease. More environmental friendly efforts should be made to control the disease by using plant pesticides. The aim of this study is to investigate the efficacy of different dosages of basil oil against *Cmm*. Ten different dosages (10, 20, 30, 40, 50, 100, 250, 500, 750, 1000 ppm) of basil oil were tested. 500 ppm basil oil had an antibacterial effect on *Cmm*. The result shows that basil oil has antibacterial effect against *Cmm*. 500 ppm basil oil showed no growth of bacteria, also 750 and 1000 ppm basil oil did. It was suggested that this antibacterial activity is due to the presence of some major constituents such as linalool and eugenol of basil.

Keywords: Antibacterial activity, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, Bacterial Wilt and Canker Disease, *Ocimum basilicum*, Basil Oil, Tomato

Fesleğen (*Ocimum basilicum*) Yağının Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Hastalığına Neden Olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*' e Karşı Antibakteriyel Aktivitesi

ÖZET

Fesleğen, Lamiaceae familyasının baharat bitkisi *Ocimum basilicum*'un ortak adıdır. Fesleğen yaprakları, güçlü ve tatlı bir koku ile anason gibi bir tada sahiptir. Fesleğen, baharat olarak taze veya kurutulmuş olarak kullanılmakta, yeşil ve aromatik yaprakları ise ticari olarak yetiştirilmektedir. Eterik yağlar bu yeşil yapraklardan çıkarılmaktadır. Fesleğen eterik yağları, birçok mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal, antikanser, antibakteriyel ve antifungal etkilere sahiptir. *Clavibacter michiganensis* subsp. michiganensis (*Cmm*) domateslerde bakteriyel solgunluk ve kansere neden olur. Hastalık etmeni patojen, açık alan domates yetiştiriciliğini, özellikle örtü altı domates yetiştiriciliğini tehdit etmekte ve önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bitkinin özellikle damar dokularında oluşturduğu tahribat, hastalığın etkin kontrolünü zorlaştırmaktadır. Hastalığa karşı etkili bir yönetim geliştirmek çok önemlidir. Bununla birlikte, bugüne kadar hastalığı kontrol altına almada, çevre ve gıda güvenliği konuları, dikkate alınmıştır. Bitkisel içerikli ve çevreye dost pestisitlerin kullanılması hastalığı kontrol altına almak için oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, farklı dozlarda fesleğen yağının *Cmm*'ye karşı etkinliğini araştırmaktır. Fesleğen yağının 10 farklı dozu (10, 20, 30, 40, 50, 100, 250, 500, 750, 1000 ppm) test edilmiştir. Fesleğen yağının 500 ppm dozu *Cmm* üzerinde antibakteriyel etki göstermiştir. 500 ppm fesleğen yağı uygulaması yanında 750 ve 1000 ppm fesleğen yağı uygulamalarında da bakterinin gelişmediği belirlenmiştir. Sonuç olarak, fesleğen yağının *Cmm*'ye karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ve bu antibakteriyel aktivitenin fesleğende bulunan Linalool ve Eugenol gibi bazı ana bileşenlerin varlığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel Aktivite, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Hastalığı, *Ocimum basilicum*, Fesleğen Yağı, Domates

2. GİRİŞ

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* (*Cmm*)'in neden olduğu bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı, dünya çapında domatesin ekonomik açıdan en önemli hastalıklarından birisidir. Hastalık, patojene bağlı olarak Dünya çapında hem açık alanlarda hem de seralarda ticari domates üretiminde ekonomik kayıplar yapmaktadır (Gitaitis ve ark, 1991). Patojen, enfekte olmuş tohumlar aracılığıyla uzun mesafelere hızla yayılabilir (Tancos ve ark, 2013). Patojen içermeyen tohumların ve fidelerin kullanımı ve tarlalarda ve seralarda enfekte olmuş bitkilere antibiyotiklerin ve bakır gibi diğer kimyasal bileşiklerin uygulanması dahil olmak üzere mevcut hastalık kontrol önlemlerinin hiçbirisi (Werner ve ark. 2002) bu patojene karşı tamamen etkili olmamıştır. Şimdiye kadar, ticari domates çeşitlerinin hiçbirisinin *Cmm* patojenine etkili bir şekilde dayanıklı olduğu bilinmemektedir (Xu ve ark., 2010). Patojen, bitkinin özellikle damar dokularında tahribat oluşturmakta ve hastalığın etkin kontrolünü

zorlaştırmaktadır. Hastalığa karşı etkili bir yönetim geliştirmek çok önemlidir. Bununla birlikte, bugüne kadar hastalığı kontrol altına almada, çevre ve gıda güvenliği konuları, dikkate alınmıştır. Bitkisel içerikli ve çevreye dost pestisitlerin kullanılması hastalığı kontrol altına almak için oldukça önemlidir.

Uçucu yağlar, gıda, eczacılık, parfüm ve kozmetik gibi birçok alanda kullanılmış ve 1980'li yıllardan bu yana da antimikrobiyal etkileri nedeniyle birçok çalışmada kullanılmıştır (Deans ve Svoboda, 1990). Son yıllarda tarım ve gıda endüstrisinde yoğun olarak eterik yağlar kullanılmaktadır. Bu yağlar, bakterisit, fungisit, antiparasit, insektisidal özellikte olup tıbbi ve kozmetik alanlarında da kullanıma sahiptir. Eterik yağların çevreyi kirletmemeleri, rezidüel ve fitotoksik özelliklere sahip olmayışlarıyla sentetik pestisitlerden daha avantajlı oldukları kabul edilmektedir (Badei ve ark. 1996, Bishop ve Thorton, 1997).

Fesleğen yaygın olarak etlere, makarnalara taze olarak konulan ve bitkisel bir tat katmak için kullanılan ve aynı zamanda cildi serinleten bir yeşillik olup, vitaminler, mineraller ve çeşitli antioksidanlar bakımından zengin olduğu için diyet yemeklerinde de kullanılmaktadır.

Fesleğen yağının yüksek antioksidan, antimikrobiyal, antikanser ve antiinflamatuar aktivitelere sahip olduğu belirtilmiştir (Sienkiewicz ve ark. 2013, Amzad Hossain ve ark., 2010, Adıgüzel ve ark., 2005). Bu çalışmanın amacı, farklı dozlarda fesleğen yağının *Cmm*'ye karşı antibakteriyel etkinliğini araştırmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Fesleğen Yağının Eldesi

Fesleğen yağı, *Ocimum basilicum*'un taze yapraklarından elde edilmiştir. 2 kg taze fesleğen yaprağı 2 L distile su ile Clevenger aparatı kullanılarak buhar distilasyonu ile Basım ve Basım'a (2004)' a göre elde edilmiştir. Elde edilen fesleğen yağı kullanılıncaya kadar +4 derecede koyu renkli şişeler içerisinde buzdolabında saklanmıştır.

2.2. Kağıt Disk Difüzyon Yöntemiyle Antibakteriyel Aktivitenin Belirlenmesi

.

Bakteri stok kültürü Nutrient Broth (Acumedia, USA) ortamında 24 saat süreyle çalkalayıcıda 26^0C de çalkalanmıştır. Bakteri hücre konsantrasyonu 10^8 cfu/ml'ye ayarlanmıştır. Bu bakteri süspansiyonundan 100 mikrolitre alınarak NA (Nutrient Agar) besi ortamı içeren 8 cm çaplı petri kutularına inoküle edilmiştir. Eterik yağın antibakteriyel aktivitesi için kağıt disk difüzyon metodu kullanılmıştır. Steril kağıt diskler (5 mm) (Schleichen Schull 5891) bakteri inokülasyonu yapılmış olan petri kutuları içerisine birbirinden farklı uzaklıklarda yerleştirilmiştir. Fesleğen yağının 10 farklı dozu (10, 20, 30, 40, 50, 100, 250, 500, 750, 1000 ppm) testlenmiştir. Kontrol olarak saf steril su kullanılmıştır. Ayrıca eterik yağın başarısı Streptomycin (100 ppm) ile karşılaştırılmıştır. Petriler 27^0C'de 48 saat sureyle inkübasyona bırakılmıştır (Basım ve Basım, 2003). 48 saat sonra kağıt disk etrafında oluşan inhibisyon zonları ölçülmüştür. Testler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

3.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Fesleğen yağının antibakteriyel aktivitesi test edilen *Cmm*'ye karşı olan sonuçlar Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Fesleğen Yağının *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* 'e karşı inhibisyon zonları (mm)*

Uygulamalar	Fesleğen Yağı dozları (ppm)	İnhibisyon Zonu (mm)
Fesleğen Yağı	10	0
Fesleğen Yağı	20	3,52
Fesleğen Yağı	30	5.95
Fesleğen Yağı	40	9.90
Fesleğen Yağı	50	11.40
Fesleğen Yağı	100	15,33
Fesleğen Yağı	250	19,45
Fesleğen Yağı	500	25,00
Fesleğen Yağı	750	27,88
Fesleğen Yağı	1000	29,99
Kontrol (Steril su)	-	0
Streptomycin	100	28,54

*Rakamlar 3 tekerrürün ortalamasıdır.

Fesleğen yağının 750ppm dozu ile 1000 ppm dozu Streptomycin antibiyotiğinin 100 ppm dozu kadar etkiye sahip olduğu Çizelge 1'de görülmektedir. Fesleğen yağının 500 ppm dozu etkili bir doz olup 750 ve 1000 ppm dozları da *Cmm* üzerine en etkili dozlar olmuştur (Çizelge 1).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada kullanılan fesleğen yağı *Cmm* üzerinde antibakteriyel etki göstermiştir.
Fesleğen yağının 500 ppm dozu *Cmm* üzerinde antibakteriyel etkide bulunmuş olup 500 ppm fesleğen yağı uygulaması yanında 750 ve 1000 ppm fesleğen yağı uygulamaları da *Cmm* üzerinde antibakteriyel etkiye sahiptir. Fesleğen yağının *Cmm* üzerindeki antibakteriyel etkisinin Estragole (%52.81), Limonene (%18.82), p-cymene (%3.91) ve diğer bileşenler (%23.90) gibi ana bileşenlere bağlı olduğu düşünülmektedir.
Fesleğen yağı üzerinde gelecekte yapılacak çalışmalar, *Cmm*'nin neden olduğu Bakteriyel solgunluk ve kanser hastalığına karşı fesleğen yağının kullanılarak çevre dostu bir kontrol önlemi geliştirilmesine yardımcı olabilir.

KAYNAKÇA

[1] Adigüzel A., Güllüce M., Şengül M., Öğütcü H., Şahin F., Karaman, İ. Antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* (Lab iatae) extract. Turk J Biol 29, 155–160, 2005.

[2] Amzad Hossain, M., Kabir,J., Salehuddin, S. M., Rahman, M.,Das,A.K., Singha, S. K.,. Alam,K., Rahman, A. Antibacterial properties of essential oils and methanol extracts of sweet basil *Ocimum basilicum* occurring in Bangladesh .Pharmaceutical Biology, 48(5), 504–511, 2010.

[3] Badei, A.Z.M., El-Akel, A.T.M, Morsi, H.H., Baruah, P., Sharma, R.K, Singh, R.S. and Ghosh, A. Fungicidal activity of some naturally occurring essential oils against *Fusarium moniliforme*. Journal of Essential Oil Research 8,411-412, 1996.

[4] Basım, E., Basım, H. Note: Evaluation of antibacterial activity of essential oil of*Rosa damascena* on*Erwinia amylovora*. Phytoparasitica 32, 409–412, 2004.

[5] Basım, E., Basım, H., Antibacterial activity of *Rosa damascena* essential oil. Fitoterapia, 74(4), 394-396, 2003.

[6] Bishop, C.D., Thornton I.B. Evaluation of the antifungal activity of the essential oils of *Monarda citriodora* var *citriodora* and *Melaleuca alternifolia* on postharvest pathogens. Journal of Essential Oil Research 9, 77-82, 1997.

[7] Chang, R. J., Ries, S. M., Pataky, J. K., Local sources of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in the development of bacterial canker on tomatoes. Phytopathology, 82:553-560,1992.

[8] Deans,S.G., Svoboda, K. P. The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oils. Flavour and Fragrance Journal, 5, 187-190,1990.

[9] Gitaitis, R. D., Beaver, R. W., Voloudakis, A. E., Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in symptomless tomato transplants. Plant Disease, 75 (8), 834-838,1991.

[10] Sienkiewicz , M.,Łysakowska, M., Pastuszka, M., Bienias, W., Kowalczyk, E. The Potential of Use Basil and Rosemary Essential Oils as Effective Antibacterial Agents Molecules 18, 9334-9351,2013.

[11] Tancos MA, Chalupowicz L, Barash I, Manulis-Sasson S, Smart CD. Tomato fruit and seed colonization by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* through external and internal routes. Appl Environ Microbiol.79(22),6948-6957, 2013.

[12] Werner N, Fulbright D, Podolsky R, Bell J, Hausbeck MK. Limiting populations and spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on seedling tomatoes in the greenhouse. Plant Dis. 86,535– 542, 2002.

[13] Xu X, Miller SA, Baysal-Gurel F, Gartemann K-H, Eichenlaub R, Rajashekara G. Bioluminescence imaging of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* infection of tomato seeds and plants. Appl. Environ. Microbiol. 76,3978 –3988, 2010.

Investigation of The Uses of Endophytic Bacteria from Tomato Greenhouse Production Areas in Antalya Against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* A Causal Agent of Bacterial Wilt and Canker Disease

Prof. Dr. Hüseyin BASIM[1*] **Prof. Dr. Esin BASIM**[2]

[*1]Akdeniz University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Antalya, TURKEY. *Corresponding author: hbasim@akdeniz.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0002-8059-3680
[2]Akdeniz University, Technical Sciences Vocational School, Department of Organic Agriculture, Antalya, TURKEY. esinbasim@akdeniz.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0001-9188-6609

ABSTRACT

Biological control is one of the alternative control methods, which is characterised by its environmentally friendliness. Among them, the use of endophytic bacteria against plant diseases has emerged as a new approach in recent years. In this study, the effect of endophytic bacteria, which positively affect plant growth, was investigated against *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*), a causal agent of bacterial wilt and canker. For this purpose, samples were taken from greenhouses and healthy tomato plants in tomato growing areas in Solak, Hacıaliler, Murtuna, Dumanlar, Çalkaya and Macun regions in Aksu district of Antalya province and endophytic bacteria were isolated from different plant organs. These isolated endophytes were identified by their morphological and biochemical characteristics, and plant pathogenic bacteria were excluded. The isolated endophytic bacteria were tested *in vitro* against *Cmm* using the disc diffusion method. As a result of the study, endophytic bacteria with antagonistic activity against *Cmm* were detected. Detailed studies of these endophytic bacteria and testing of their efficacy on tomato plants *in vivo* are still in progress, and it is believed that the use of endophytes could be an alternative solution against this bacterial pathogen that cannot be effectively controlled.

Keywords: Endophytic Bacteria, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis,* Bacterial Wilt and Canker Disease, Tomato, Antalya

Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ile Mücadelede Antalya İlindeki Domates Sera Üretim Alanlarından Endofitik Bakterilerin Kullanım Olanaklarının Araştırılması

ÖZET

Biyolojik mücadele, çevre dostu özelliği ile alternatif mücadele yöntemlerinin başında gelmektedir. Bunun içerisinde de bitki hastalıklarına karşı endofitik bakterilerin kullanımı son yıllarda yeni bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, bakteriyel solgunluk ve kanser etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*)'e karşı bitki gelişimini

olumlu etkileyen endofitik bakterilerin etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, Antalya İli Aksu ilçesindeki Solak, Hacıaliler, Murtuna, Dumanlar, Çalkaya, Macun bölgelerindeki domates üretim alanlarındaki seralardan ve sağlıklı domates bitkilerinden örnekler alınmış ve farklı bitki organlarından endofitik bakteriler izole edilmiştir. İzole edilen bu endofitler morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine göre tanılanmış, bitki patojeni olanlar eleminasyona tabi tutulmuştur. İzole edilen endofitik bakteriler *in vitro* koşullarda disk difüzyon yöntemi ile *Cmm*'ye karşı denenmiştir. Çalışma sonucunda, *Cmm*'ye karşı antagonistik etki gösteren endofitik bakteriler tespit edilmiştir. Bu elde edilen endofitik bakterilerin detaylı çalışmalarının yapılması, *in vivo* koşullarda domates bitkilerine olan etkinliğinin denemeleri devam etmekte olup etkin mücadelesi olmayan bu bakteriyel patojene karşı endofit kullanımının alternatif bir çözüm olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endofitik Bakteri, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, Bakteriyel Solgunluk ve Kanser Hastalığı, Domates, Antalya

3. GİRİŞ

Domates üretiminin yapıldığı her bölgede görülebilen Domates solgunluk ve bakteriyel hastalığı *(Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis)* önemli bir bakteriyel hastalıklardan birisidir. Patojen, ilk olarak 1910 yılında Amerika'dan rapor edilmiş ve kısa sürede tüm Dünya'ya yayılarak tarla ve seradaki domateslerde ciddi kayıplara neden olmuştur (Hayward & Waterson 1964). Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının primer inokulum kaynağı tohum olup, bu hastalığa karşı alınabilecek mücadele önlemleri tohumdaki patojeni yok etmeye yönelik olmakta ancak bu mücadele her zaman yeterli olmamaktadır (Shoemaker & Echandi 1976). Sekonder bulaşmalar ise, yağmur, su, pestisit damlacıkları, budama, koltuk alma gibi kültürel işlemler vasıtasıyla olmaktadır (Agrios 2005). Patojenin mücadelesinde, patojenin yayılmasını engellemeye yönelik yasal ve kültürel önlemler alınmakta olup etkili bir kimyasal mücadele yöntemi bulunmamaktadır. Bu nedenle mücadelesi için alternatif mücadele yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu mücadele içinde biyolojik mücadele önemli olup hem insan sağlığı hem de çevrenin korunması açısından tercih edilen bir mücadele şekli olmaktadır. Bunun içerisinde de bitki hastalıklarına karşı endofitik bakterilerin kullanımı son yıllarda yeni bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Endofitler konukçusu olduğu bitkilerin kök, gövde, yaprak, tohum, meyve ve ksilem sapları gibi bitkilerin hemen hemen tüm aksamlarında bulunabilirler (Mercado-Blanco ve Bakker, 2007; Malfanova ve ark., 2013). Endofitik bakterilerin bitki patojeni mikroorganizmaların zararlı etkilerini önlediği ya da azalttığı beklenmektedir (Ulrich ve ark., 2008).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda *Cmm*'e karşı biyolojik mücadelenin alternatif bir yöntem olabileceği belirtilmektedir ve *Cmm*'in önlenmesine yönelik çalışmalarda bakteriyel antagonistlerle biyolojik mücadele çalışmaları dikkati çekmektedir (Umesha 2001; Boudyach et al. 2001). Bu amaçla, bu çalışmada, bakteriyel solgunluk ve kanser etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*)'e karşı bitki gelişimini olumlu etkileyen endofitik bakterilerin etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada, Antalya İli Aksu ilçesindeki Solak, Hacıaliler, Murtuna, Dumanlar, Çalkaya, Macun bölgelerindeki domates üretim alanlarındaki örtüaltı seralarından domates bitkilerinde Solgunluk ve Kanser hastalığı belirtileri olan bitkilerin yakınındaki sağlıklı domates bitkilerinin kök, gövde ve yapraklarından örnekler alınmış ve farklı bitki organlarından endofitik bakteriler izole edilmeye çalışılmıştır. Öncelikle yapraklar steril fosfat buffer tuz solüsyonunda (NaCl, 8 g/l; KH_2PO_4, 0,2 g/l; $NaHPO_4$, 1,1 g/l; KCI, 0,2 g/l; pH 7,4) stoemaker yardımı ile ezilmiştir. Elde edilen süspansiyon 100 kez seyreltilerek NA (Nutrient Agar) besi inoküle edilmiştir. 24 saat sonra ortamda gelişen koloniler seçilerek saflaştırılmıştır. Kullanılıncaya kadar -80^{0}C'de Nutrient Broth ve glycerol ortamında saklanmıştır. İzole edilen endofitler morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine göre tanılanmış, bitki patojeni olanlar eleminasyona tabi tutulmuştur. Seçilen endofitik bakterilerden King's-B (King et al.,1954) besi ortamı üzerine ekim yapılmıştır. Bu besi ortamında gelişen bakterilerin koloni morfolojileri, UV'de pigmentasyonu, Gram reaksiyonları ve Tütünde hipersensitif reaksiyon şeklinde değerlendirilmiştir. Bu amaçla, NA (NutrientAgar) içeren 90 mm'lik petri kutularında *Cmm* ve endofitik bakteri izolatları ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir. İzole edilen endofitik bakteriler *in vitro* koşullarda disk difüzyon yöntemi ile *Cmm*'ye karşı denenmiştir. Patojenin bakteriyel gelişimindeki engellenme %'si, petri kaplarındaki zonlar ölçülerek değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, *Cmm*'ye karşı antagonistik etki gösteren endofitik bakteriler tespit edilmiştir.

3.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çizelge 1. Tütünde HR testinde pozitif ve negatif sonuç veren izolatlar

İzolat numaraları	Tütünde HR Pozitif reaksiyon veren izolatlar	Tütünde HR Negatif reaksiyon veren izolatlar
1	A1	A3
2	B4	B1
3	B5	C5
4	A8	A8
5	C1	C4
6	C7	K3
7	B9	A2
8	A12	A10
9	A21	B1
10	B8	C6
11	D9	D11
12	E3	F9
13	F8	F4
14	K9	H7
15	S11	B18
16	E12	D13
17	D3	B11

18	E11	H1
19	H6	E1
20	B14	A17

Çizelge 2 . HR testinde (-) sonuç veren izolatların KOH test sonuçlar

İzolat numaraları	KOH Testi	Tütünde HR Negatif reaksiyon veren izolatlar
1	Gram (+)	A3
2	Gram (-)	B1
3	Gram (-)	C5
4	Gram (-)	A8
5	Gram (+)	C4
6	Gram (-)	K3
7	Gram (-)	A2
8	Gram (-)	A10
9	Gram (-)	B1
10	Gram (+)	C6
11	Gram (-)	D11
12	Gram (+)	F9
13	Gram (-)	F4
14	Gram (-)	H7
15	Gram (-)	B18
16	Gram (+)	D13
17	Gram (+)	B11
18	Gram (+)	H1
19	Gram (+)	E1
20	Gram (-)	A17

Çizelge 3 . Aday bakterilerin *Cmm*'ye karşı oluşturdukları İnhibisyon zonları (mm)

İzolat numaraları	İnhibisyon zonları (mm)
1	3
2	9
3	11
4	20
5	7
6	**30**
7	**33**
8	**25**
9	12
10	10

Sağlıklı domates fidelerinin kök , gövde ve yapraklarından 40 bakteri izole edilmiş ve bunlardan 40 adedi antagonist bakteri adayı olarak C*mm*'ye karşı *in vitro'da* biyokontrol aktivitesi açısından değerlendirilmiştir. *In vitro* test sonuçlarına göre, 10 izolatın; 3 adedi 25-33 mm arası, 2 adedi 12-20 mm arası, 3 adedi 3-9 mm arasında değişen engelleme zonları oluşturduğu bulunmuş ve 3 adet 25-33 mm zon oluşturan bakteri adayları *Cmm*'nin koloni gelişimini başarıyla engellediği bulunmuştur.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Endofitik bakteriler, bitkilerin iç dokularında salgıladıkları maddelerle bitki patojeni bakterilerin kolonizasyonunu azalttığı ve patojenin etkinliğini minumum düzeye günümüze kadar yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur. Bu çalışmada, sağlıklı bitki dokularından izole edilen 3 aday endofit izolatlarının disk difüzyon testiyle C*mm*'yi 25-33 mm inhibisyon zonu ile engellediği bulunmuştur. Çalışma sonucunda, *Cmm*'ye karşı antagonistik etki gösteren endofitik bakteriler tespit edilmiştir. Bu elde edilen endofitik bakterilerin detaylı çalışmalarının yapılması, *in vivo* koşullarda domates bitkilerine olan etkinliğinin denemeleri devam etmekte olup etkin mücadelesi olmayan bu bakteriyel patojene karşı endofit kullanımının alternatif bir çözüm olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Agrios, G.N, Plant Pathology, 638 -639,2005.

[2] Boudyach, E. H., Fatmi, M., Akhayat, O., Benizri, E., Ait Ben Aoumar, A, Selection of Antagonistic Bacteria Of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* and Evaluation of Their Efficiency Against Bacterial Canker of Tomato, Biocontrol Science and Technology, 11, 141 -149, 2001

[3] Hayward, A. C. and J. M., Waterson, CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria, No:19., 1964.

[4] Malfanova, N., Lugtenberg, B., Berg, G. Bacterial endophytes: who and where, and what are they doing there? In: Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere; de Bruijn FJ, Ed.ch 36, Wiley- Blackwell, Hoboken, NJ, USA.; pp.393-403, 2013.

[5] Mercado-Blanco,J., Bakker, P.A.H.M. Interactions between plants and beneficial *Pseudomonas* spp.: exploiting bacterial traits for crop protection. Antonie Van Leeuwenhoek, 92, 367-389, 2007.

[6] Shoemaker, P. B. and F. Echandi**,** 1976, Seed and plant bed treatment for bacterial canker of tomato. Plant Dis.Rep. 60, 163 -166, 1976.

[7] Ulrich, K., Ulrich, A. and Ewald, D. Diversity of endophytic bacterial communities in popular grown under field conditions. FEMS Microbiol. Ecol., 63, 169-180, 2008

[8] Umesha, **S.,** 2001, Occurence of bacterial canker in tomato fields of Karnataka and effect of biological seed treatment on disease incidence., Crop Protection, 375-381, 200

KAYA TUZU İLE DENİZ TUZUNUN BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.) VE ARPA (*Hordeum vulgare* L.) ÇEŞİTLERİNDE ÇİMLENME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi MÜJGAN ELVEREN[1], TUĞÇE VAROL[2], Doç. Dr. ETEM OSMA[3]

[1]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO- 0000-0002-6110-8088

[2]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü-0000-0001-7027-462X

[3]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi- 0000-0002-5250-8194

ÖZET

Tarımsal toprakların bitki gelişimi açısından en önemli problemlerinden biri olan tuzluluk seviyesi, son zamanlarda hızla gelişen sulama sistemlerindeki drenaj sorunu sebebiyle her geçen gün biraz daha artış göstermektedir. Yüksek tuz konsantrasyonları, bitkilerde birçok gelişim süreçlerini etkileyip hücresel, morfolojik ve fizyolojik seviyede birçok aksaklıklara sebebiyet vererek bitkinin strese girmesine neden olmaktadır. Tuz stresi bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerinde farklı etkilere sebep olarak toksik etkiler meydana getirebilmektedir. Bu çalışmada, kaya tuzu ile deniz tuzunun buğday ve arpalarda çimlenme parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için, buğday ve arpa tohumları 15'er tane olacak şekilde petri kaplarına koyulmuştur. Tohumlar, petri kapları içerisinde, deniz tuzu ve kaya tuzu çözeltilerinden 4 farklı konsantrasyonda (0, 50, 100 ve 250 mM) ilave edilerek çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışmada; çimlenme oranı, gövde ve kök uzunluğu parametreleri incelenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde arpa ve buğdaylarda çimlenme oranı, kök ve gövde uzunluklarının her iki tuz çeşidinde de artan konsantrasyona bağlı olarak önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tuz stresi, çimlenme, buğday, arpa

1. GİRİŞ

Tuz toksisitesi, mahsul verimliliğinde önemli bir kısıtlayıcı faktördür. Biyosferdeki tarım arazilerinin yaklaşık %20'sinin tuzdan etkilendiği bilinmektedir (Munns ve Tester, 2008). EC değeri yüksek tuzlu su kullanımı, topraklara kimyasal gübrelerin eklenmesi vb. gibi işlemler toprak tuzluluğunun artmasına neden olan faktörlerdir (Valipour, 2014; Jung ve diğerleri, 2017, Parida ve Das, 2005; Farooq ve diğerleri, 2017). Aşırı tuz stresine maruz kalan bitkilerde ROS birikimine bağlı olarak ciddi problemler ortaya çıkmaktadır (Farhangi-Abriz ve Torabian, 2017). Tuz konsantrasyonun fazla olması, iyon ve osmotik strese neden olarak bitkilerin büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Tuz stresi, tuzun miktarına, çeşidine, maruz kalma zamanı ile bitkinin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Tuz stresi ile karşılaşan bitkiler bazı biyokimyasal, fizyolojik ve moleküler düzeyde cevaplar ile strese karşı koyabilmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011; Tarchoune ve ark., 2010). Tuz stresi, bitki yapraklarında küçülme ve sayısında azalma, çiçeklenme döneminde değişim, köklerde zayıflama, tohum çimlenme ve veriminde azalma gibi problemlere neden olmaktadır (Ashraf et al. 2004, Munns 2003, Kaya and İnan 2017). Tuz stresi, bitkilerin tüm büyüme gelişme

süreçlerini etkilemekle beraber çoğu bitki türünde özellikle tohum çimlenmesi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Zamani et al. 2010, Uyanık et al. 2014).

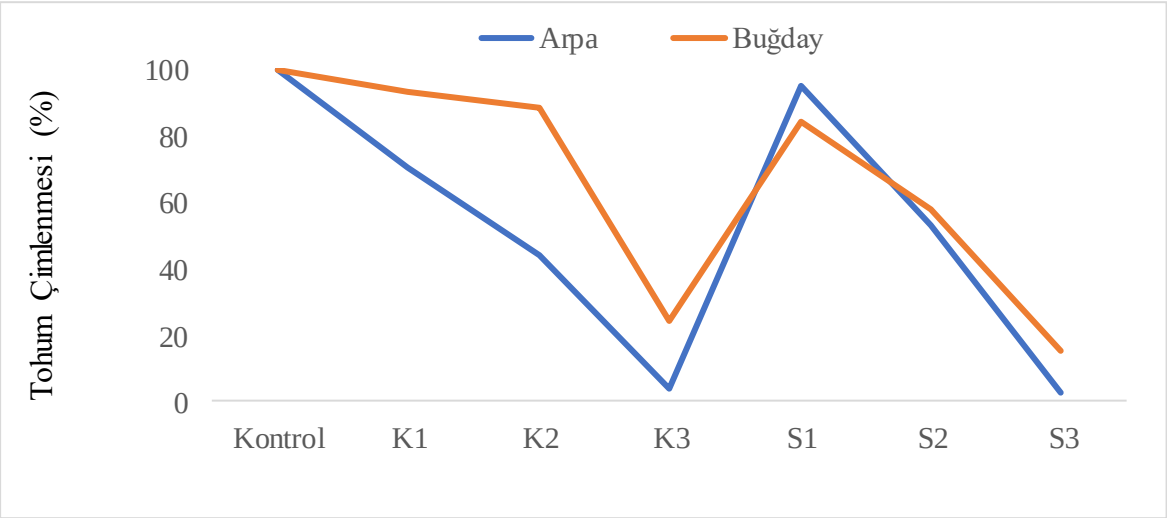
Bu çalışmada, farklı özelliklere sahip kaya tuzu ile deniz tuzunun buğday ve arpa tohumlarının çimlenme üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, kaya tuzu ile deniz tuzunun buğday ve arpalarda çimlenme parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Bitki Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada bitki materyali olarak Esperia buğday çeşidi ile Kral 97 arpa çeşidinin tohumları kullanılmıştır. Tohumlar musluk suyunda yıkandıktan sonra 3 defa steril deiyonize suyla yıkanarak sterilizasyonu sağlanmıştır. Petri kaplarına 15'er adet tohum yerleştirildikten sonra, kaya tuzu ve deniz tuzu kullanılarak hazırlanan 0 (kontrol), 50, 100 ve 250 mM dozlarındaki 3 mL çözelti ilave edilmiştir. Petri kapları 25 °C'de 5 gün boyunca karanlık bir ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. 5. günün sonunda çimlenen tohum sayısı, tohumların kök ve gövde uzunluğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, yüzdelik olarak hesaplanarak, kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır.

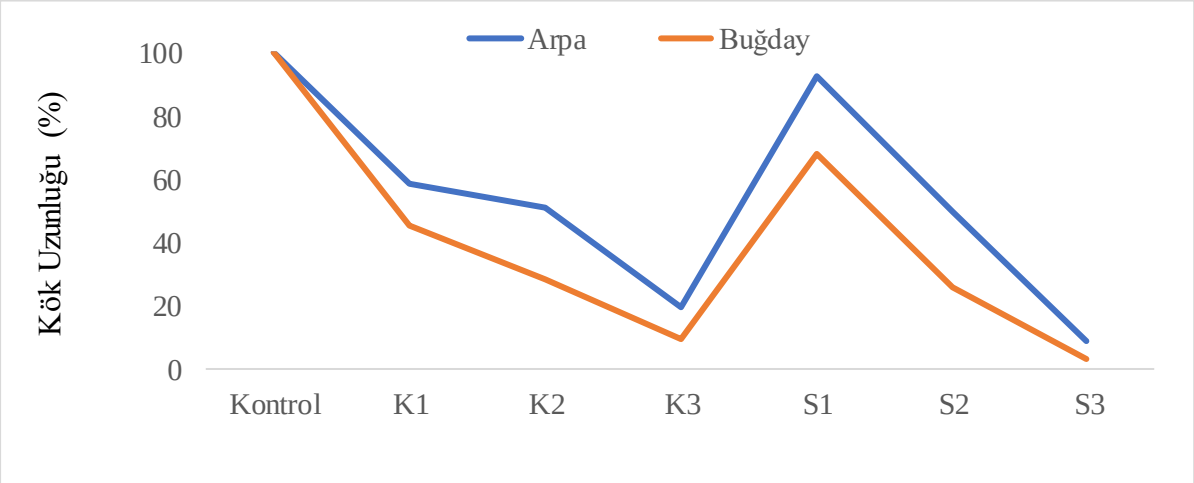
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan bu çalışma sonucunda hem kaya hem de deniz tuzunun konsantrasyon artışına bağlı olarak kontrol örneklerine göre çimlenen tohum sayısında ve tohumların kök ile gövde uzunluğunda belirgin şekilde azalma görülmüştür.



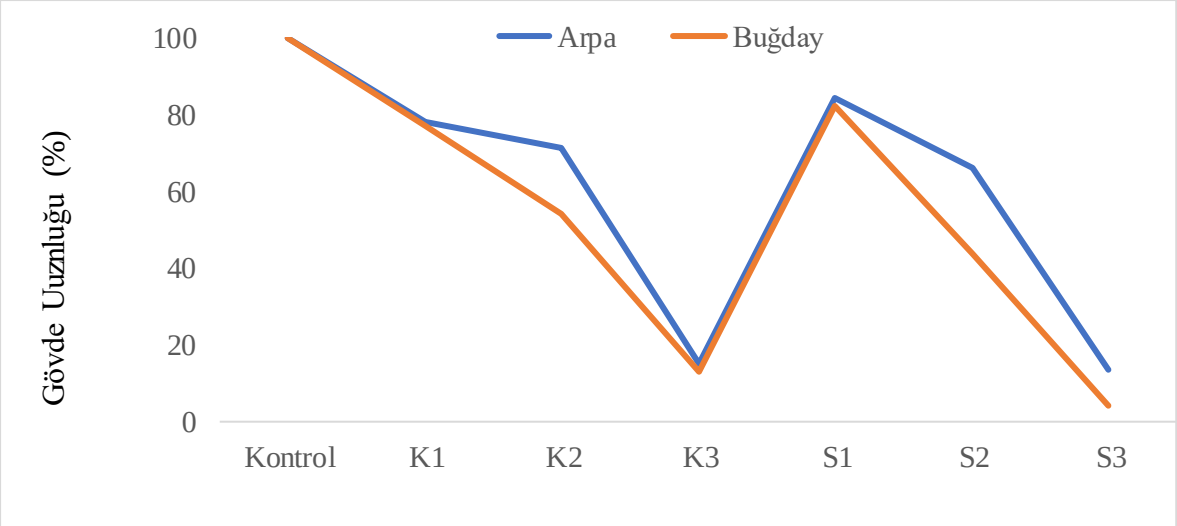
Görsel 1. Farklı Konsantrasyonlarda Uygulanan Kaya ve Deniz Tuzunun Arpa ve Buğday Örneklerinde Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi (%) (Kontrol, K1=50mM, K2=100mM, K3=250mM, S1=50mM, S2=100mM, S3=250mM)

Deniz ve kaya tuzunun farklı konsantrasyonlarda (kontrol, 50mM, 100mM, 250mM) uygulandığı buğday ve arpa örneklerinde, tohum çimlenme oranının, konsantrasyon artışına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.



Görsel 2. Farklı Konsantrasyonlarda Uygulanan Kaya ve Deniz Tuzunun Arpa ve Buğday Örneklerinde Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi (%) (Kontrol, K1=50mM, K2=100mM, K3=250mM, S1=50mM, S2=100mM, S3=250mM)

Görsel 2.'de ifade edildiği üzere, deniz ve kaya tuzunun farklı konsantrasyonlarının uygulandığı buğday ve arpalarda, tohumların kök uzunluğunun, konsantrasyon artışına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir.



Görsel 3. Farklı Konsantrasyonlarda Uygulanan Kaya ve Deniz Tuzunun Arpa ve Buğday Örneklerinde Gövde Uzunluğu Üzerine Etkisi (%) (Kontrol, K1=50mM, K2=100mM, K3=250mM, S1=50mM, S2=100mM, S3=250mM)

Görsel 3.'de görüldüğü üzere, Deniz ve kaya tuzunun farklı konsantrasyonlarda (kontrol, 50mM, 100mM, 250mM) uygulandığı buğday ve arpa örneklerinde, gövde uzunluğunun, kullanılan tuz çeşitlerinin konsantrasyon artışına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma, diğer benzer çalışmalarla kıyaslanarak, önemli benzerlikler tespit edilmiştir. Tuz konsantrasyonun artışı ile birlikte farklı arpa varyetelerinde çimlenmenin geciktiği ve çimlenme oranının ciddi oranda yüzdelik düştüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte arpaların sürgün ve kök uzunluğunda tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak kısalmıştır (Benlioğlu ve Özkan, 2015). Farklı tuz konsantrasyonlarında yetiştirdikleri 23 tane ekmeklik buğday varyetelerinde artan tuz miktarına bağlı olarak çimlenme oranı, kök uzunluğu ve fide boyunun azaldığını tespit etmişlerdir (Şenay ve ark 2005). Bitkilerde çimlenme oranı, çimlenme süresi, kök kuru ve yaş ağırlığı ile kök uzunluğunun tuz miktarına bağlı olarak istatistiki olarak ciddi şekilde azaldığını belirlemişlerdir (Aşcı ve Üney 2016).

KAYNAKÇA

[1] Munns, R. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell & Environmental. 25, 239–50, 2003.

[2] Munns, R., Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biology 59, 651–681, 2008.

[3] Valipour, M. Drainage, waterlogging, and salinity. Archives of Agronomy and Soil Science. 60, 1625–1640, 2014.

[4] Jung, S., Hütsch, B.W., Schubert, S. Salt stress reduces kernel number of corn by inhibiting plasma membrane H+-ATPase activity. Plant Physiology and Biochemistry. 113, 198–207, 2017.

[5] Parida, A.K., Das, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: A Rev. Ecotoxicoly and Environmental Safety. 60: 324-349, 2005.

[6] Farooq, M., Gogoi, N., Hussain, M., Barthakur, S., Paul, S., Bharadwaj, N., Migdadi, H.M., Alghamdi, S.S., Siddique, K.H. Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. Plant Physiology and Biochemistry. 2017.

[7] Farhangi-Abriz, S., Torabian, S. Antioxidant enzyme and osmotic adjustment changes in bean seedlings as affected by biochar under salt stress. Ecotoxicoly and Environmental Safety. 137, 64–70, 2017.

[8] Çulha, Ş., Çakırlar, H. Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11, 11-34, 2011.

[9] Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S., Rha, E.S. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishops weed (*Ammi majus* L). Photosynthetica. 42(4), 543-550, 2004.

[10] Kaya, A., İnan M. Effect of Salicylic Acid on Some Morphological, Physiological and Biochemical Parameters of Basil Plant (*Ocimum basilicum* L.) Which was Subjected to Salt (NaCl) Stress. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(3), 332-342, 2017.

[11] Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D., Khorshidi, M.B. Effect of quantitive and qualitative performence of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. Advances in Enviromental Biology, 4(3), 422-427, 2010.

[12] Uyanık, M., Kara, Ş.M., Korkmaz, K. Determination of Responses of Some Winter Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars to Salt Stress at Germination Period. Journal of Agricultural Sciences, 20, 368-375, 2014.

[13] Benlioğlu, B., Özkan, U. Bazı Arpa Çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Çimlenme Dönemlerinde Farklı Dozlardaki Tuz Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24(2), 109-114, 2014.

[14] Şenay, A., Kaya, M.D., Atak, M., Çiftçi, C.Y. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2005.

[15] Aşçi, Ö.Ö., Üney, H. Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi, 5(1):29-34, 2016.

TÜRKİYE İÇİN İKİNCİ KAYIT LİKEN TÜRÜ: *Protoblastenia terricola*

Esra Özge AYGÜL [1], Mustafa KOCAKAYA [2], Mehmet Ünsal BARAK [3], Zekiye KOCAKAYA [4]

[1] Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, esra.ozge.aygul@bozok.edu.tr, 0000-0002-1274-8249
[2] Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, mustafa.kocakaya@bozok.edu.tr, 0000-0003-2306-8094
[3] Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, mehmetu.barak@bozok.edu.tr, 0000-0002-2050-149X
[4] Kayseri Üniversitesi, Mustafa Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, zekiyekocakaya@kayseri.edu.tr, 0000-0001-5248-0462

ÖZET

Likenler mantar ve fotosentetik bir ortak veya bakterilerden oluşan simbiyotik bir sistemdir. Likenler çeşitlilik bakımından da zengin bir gruptur. Çok farklı iklim yapısına sahip ortamlarında yayılış gösterebilirler. Dünyada ve ülkemizde son yıllarda likenlerle ilgili yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Yeni tespit edilen taksonların tıp eczacılık gibi farklı alanlarda yapılacak olan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma alanımız olan Yozgat Çayıralan ilçesinden Türkiye'de daha önce sadece bir kez tespit edilmiş olan *Protoblastenia terricola* taksonu Yozgat ilinde ise ilk kez tespit edilmiştir. Çalışma sonucuna göre bu takson ülkemiz için ikinci kayıt durumundadır.

Anahtar Kelimeler: Liken, *Protoblastenia terricola,* Yozgat.

1. GİRİŞ

Likenler mantar ve fotosentetik bir ortaktan (yeşil alg veya siyanobakteri), bazı durumlarda da bakterilerden oluşan zorunlu simbiyotik sistemlerdir [1-2]. Günümüzdeki sınıflandırma anlayışına göre likenler taksonomik bir birim olmayıp biyolojik bir birlik olarak kabul edilmekte, verilen isim likenin mantarına verilmektedir [3].

Likenler, bulunma ve çeşitlilik bakımından zengin bir canlı grubudur. Dünyanın hemen her bölgesine birçok bitki türünün bile bulunmadığı ortamlarda yayılış gösterirler. Bazen likeni meydana getiren gerek alg ve mantarın ayrı ayrı olarak bulunamayacağı yetişme ortamlarında bile birbirleriyle örnek bir dayanışma içerisinde kolaylıkla yaşayabilirler. Likenler çok uç yetişme yerlerine aşırı sıcağa ve aşırı soğuğa ve kuraklığa dayanabilirler. Likenler ekolojik açıdan çok fazla çeşitliliğe sahip olup, kutuptan tropik bölgelere kadar birçok alanda yayılış gösterirler [4]. Likenlerin, çoğunluğu epifit olarak ağaçların gövde ve dal kabukları üzerinde, nemli topraklarda yaşarlar [5].

Likenler herhangi bir iletim sistemine sahip olmadıklarından, suyu ve besinleri bulundukları çevreden absorbe ederler. Bu sebepten likenler sıcaklık, su varlığı, hava

kirleticileri gibi çevresel faktörlere karşı özellikle duyarlılardır. Liken komünitelerinin kompozisyonu ve kompozisyonundaki değişiklikler, hava kalitesi, iklim ve biyolojik süreçlerde değişiklikler hakkında bilgi verebilir [6].

Likenler kirlilik iklim değişimi önemli konularda gösterge olmalarının yanında boya, parfümeri, tıp vs. alanında kullanılır. Ayrıca Tıp alanında son gelişmeler bazı liken kimyasallarının gelecekte ilaç tedavilerine umut verici bir kaynak olacağı düşünülmektedir [7]. Liken kimyasına göre, antibiyotik, antiproliferatif, antioksidan, anti-HIV, anti-kanser, bağışıklık-düzenleme ve anti-protozoan etkileri ve biyolojik rolleri tıp alanında kanıtlanmıştır [7-9].

Araştırmacılar uzun yıllardır likenlerinin durumu hakkında endişelenmişlerdir. Son yıllarda liken çeşitliliğinin kaybıyla ilgili endişelerden dolayı dünya çapında liken biyoçeşitliliğin üzerindeki araştırmalara önem verilmiştir. [10]. Likenlerin birçok alanda önemli olduğu açıktır. Likenlere olan ilgi ve çalışmalar dünyada gün geçtikçe artmaktadır [11]. Bu sebeplerle liken biyoçeşitliliğin ayrıntılı bir şekilde çalışılması büyük önem taşımaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Yozgat Çayıralan ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Çalışma alanı genel olarak Karadeniz ve karasal iklim kuşakları arasında geçiş bölgesinde yer almaktadır. Çalışma alanında *Pinus sylvestris, Quercus petraea, Juniperus excelsa* türleri öncü türler olarak yer almaktadır. Çalışma alanında daha önce yapılmış bir liken flora çalışması bulunmamaktadır.

2.2. Örneklerin Toplanması

Çalışma yapılmadan önce alanda keşif gezileri yapılmış örnek alanlar belirlenmiştir. Ardından her bir örnekleme alanından ağaç, kaya, toprak gibi farklı substratlar üzerinden liken örnekleri toplanmıştır. Örnekler toplanırken likenler tallus yapılarıyla birlikte türlerinin tayin işlemlerinde korunması amacıyla bozulmadan toplanmasına dikkat edilmiştir. Örnekler yumuşak kâğıda sarılıp pelür kâğıttan yapılmış torbaların içine alınmıştır. Örneklerin toplandığı substrat çeşidi, örnek alan yüksekliği ve koordinatları, ortamın özelliği (örneğin: güneşli, gölge gibi) not edilmiştir.

2.3. Örneklerin Teşhis Edilmesi

Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu Liken Herbaryumuna getirilen materyaller, torbalardan çıkarılarak oda sıcaklığında belirli bir müddet kurumaya bırakılacak ve kurutulan örnekler özel liken zarflarına alınarak etiketlenmiştir. Toplanılan likenlerin tayininde çeşitli flora kitapları ve tayin anahtarlarından faydalanılmıştır. Tayinde, OLYMPUS SZX10 marka stereo mikroskop, OLYMPUS BX53 marka ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Oküler

mikrometre, tür ve tür altı taksonların teşhisi için potasyum hidroksit (K), kalsiyum hipoklorit (C), p-fenilendiamin (PD), laktofenol, laktofuksin, Lügol (I), Melzer çözeltisi gibi bazı kimyasal reaktifler kullanılmıştır. Daha sonra ölçüm ve çalışmalar yapıldıktan sonra özel liken zarflarına alınarak etiketlenerek herbaryuma kaldırılmıştır.

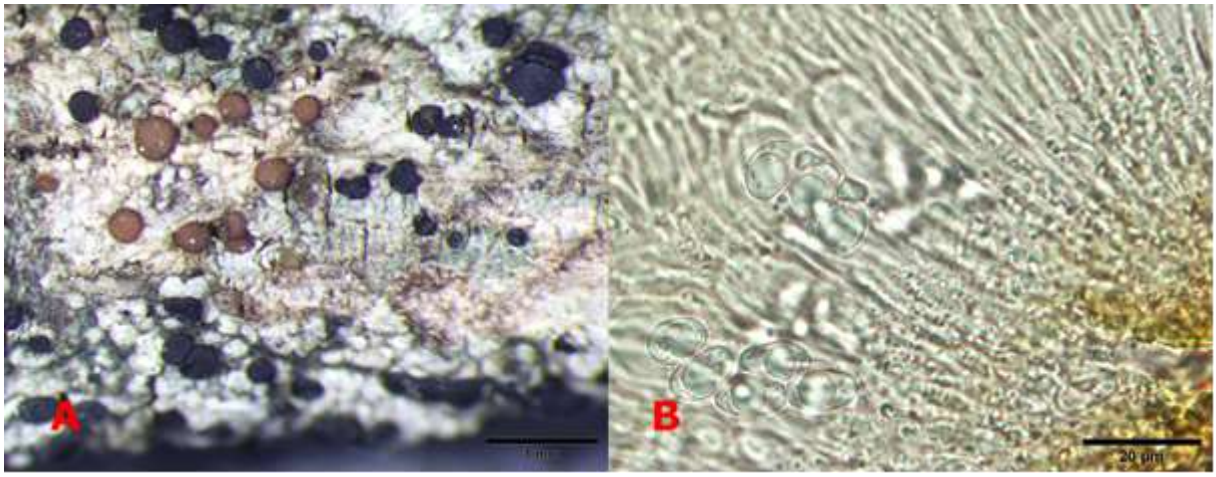
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışma sonucunda Türkiye'de daha önce bir kez verilen *Protoblastenia* cinsine ait olan ve Türkiye'den daha önce bir kez tespit edilen bir liken taksonu olan *Protoblastenia terricola* (Anzi) Lynge türü tespit edilmiştir [12] Türkiye'den ikinci kez kaydedilmiş olan türün sistematik olarak sınıflandırılması aşağıda verilmiştir.

Alem : Fungi
Şube : Ascomycota
Sınıf : Lecanoromycetes
Takım : Lecanorales
Familya : Psoraceae
Cins : *Protoblastenia*
Tür : *Protoblastenia terricola* (Anzi) Lynge

***Protoblastenia terricola* (Anzi) Lynge**: Türkiye, Yozgat, Çayıralan, Kayseri Sarıoğlan Alamenttin Mahallesi yolu üzerinde, 39° 17′ 59.52″ K, 35° 44′ 51.54″ D, 1579 m. *Quercus petraea* üzerinde. 03/07/2019. Toplayan: EÖ Aygül

Deskripsiyon: Tallus kabuksu, sürekli, areolat üst yüzey grimsi beyaz renkte. Apotesyum 0,3-0,7 mm çapında, sesil, konveks, kahverengimsi, kırmızımsı kahverengi. Askus 8 sporlu, 40-55 × 10-19 µm. Askosporlar geniş elipsoit- elipsoit, renksiz, basit, 9-12 × 6,5-8 µm. Kimyasal testler K+: Kırmızı (Görsel 1).



Görsel 1. *Protoblastenia terricola* taksonunun A. Tallusu, B. Askosporları

Türkiye'den şu ana kadar cinse ait toplam altı takson rapor edilmiştir. Bu taksonlardan biri olan *Protoblastenia terricola* taksonu ülkemizden 2017 yılında Isparta ilinden yeni kayıt olarak verilmiştir ve şu ana kadar başka bir kaydı bulunmamaktadır [12-13]. *Protoblastenia* cinsinin ülkemizde bulunan taksonları ve hangi illerden verildiği Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. *Protoblastenia* cinsine ait taksonlar ve verildiği iller [12- 13]

Takson adı	Tespit edildiği il
Protoblastenia calva	Antalya, Bursa, Denizli, Kahramanmaraşi Kayseri, Konya, Niğde, Ordu
Protoblastenia cyclospora	Karabük
Protoblastenia incrustans	Antalya, Batman, Bayburt, Burdur, Çorum, Denizli, Erzincan, Gümüşhane, Hatay, Isparta, İzmir, Kayseri, Mardin, Muğla, Niğde, Ordu, Zonguldak
Protoblastenia rupestris	Adana, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bayburt, Burdur, Bursa, Eskişehir, Giresun, Hatay, İstanbul, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Konya, Mardin, Muğla, Ordu, Trabzon, Zonguldak
Protoblastenia siebenhaariana	Karabük
Protoblastenia terricola	Isparta

KAYNAKÇA

[1] Hodkinson, B., Lutzoni, F. A microbiotic survey of lichen-associated bacteria reveals a new lineage from the Rhizobiales. Symbiosis, 49, 163-180, 2009.

[2] Selbmann, L., Zucconi, L., Ruisi, S., Grube, M., Cardinale, M., Onofri, S. Culturable bacteria associated with Antarctic lichens: affiliation and psychrotolerance. Polar Biology, 33, 71-83, 2010.

[3] Engin, U., Ekim, T., Demirsoy, A., Dokuzoğuz, M., Duzguneş, O., Işık, K., Kuru, M., Kocataş, A., Ergen, Z., Mater, S., Ozel, İ., Katağan, T., Koray, T., Onen, M., Kaya, M., Baran, İ., Bilgin, C., Akcakaya, H. R., Turan, N., Kence, M., Aykulu, A., Işıloğlu, M., Turk, A., Erdağ, A., Dural, B., Secmen, O., Işık, K. Türkiye'nin biyolojik zenginlikleri, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Türkiye, 2005.

[4] Brodo, I. M., Sharnoff, S. D., Sharnoff, S. Lichens of North American, Yale University Press, New Haven and London, 2001.

[5] Solak, S. Fatih Ormanlarının (Şişli, İstanbul) Likenleri, Yüksek Lisans Tezi Selçuk Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü , 2016.

[6] Aptroot, A. Lichens as an indicator of climate and global change. In Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth (T. M. Letcher, ed.): 401–408. Oxford: Elsevier, 2009.

[7] Shrestha, G., St Clair, L.L. Lichens: a promising source of antibiotic and anticancer drugs. Phytochemistry reviews, 12,1, 229-244, 2013.

[8] Dandapat, M., Paul, S. Secondary metabolites from lichen Usnea longissima and its pharmacological relevance. Pharmacognosy Research, 11,2,2019.

[9] Seven, İ., Bozok Üniversitesi Kampüsü ve Çevresi Liken Florası, Yüksek Lisans Tezi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat, 2018.

[10] Will-Wolf, S., Esseen, P.A., Neitlich, P. Monitoring biodiversity and ecosystem function: forests. In Monitoring with lichens—Monitoring lichens, Springer Dordrecht, 203-222, 2002.

[11] Lie, M. H., Arup, U., Grytnes, J. A., & Ohlson, M. The İmportance of Host Tree Age, Size and Growth Rate as Determinants of Epiphytic Lichen Diversity in Boreal Spruce Forests. Biodiversity and Conservation, 18,13, 3579, 2009.

[12] John, V., Güvenç, Ş., Türk, A. Additions to the checklist and bibliography of the lichens and lichenicolous fungi of Turkey. – Arch. Lichenol. 19: 1-32, 2020.

[13] John V, Türk A. Türkiye likenleri listesi. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını, 2017.

TÜRKİYE'DEN NADİR BULUNAN İKİNCİ KAYIT LİKEN TÜRÜ: *Agonimia allobata*

Mehmet Ünsal BARAK [1], Mustafa KOCAKAYA [2], Esra Özge AYGÜL [3], Zekiye KOCAKAYA [4]

[1] Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu,
mehmetu.barak@bozok.edu.tr - 0000-0002-2050-149X
[2] Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu,
mustafa.kocakaya@bozok.edu.tr - 0000-0003-2306-8094
[3] Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu,
esra.ozge.aygul@bozok.edu.tr - 0000-0002-1274-8249
[4] Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu,
zekiyekocakaya@kayseri.edu.tr - 0000-0001-5248-0462

ÖZET

Likenler bir mikobiyont ortak ile bir veya daha fazla fotobiyont ortağın bir araya gelerek oluşturduğu fizyolojik bir birlikteliktir. Likenler aynı zamanda mutualistik yaşam tarzının en mükemmel örneklerinden birini oluştururlar. Likenlerin biyoçeşitliliğinin belirlenmesi son derece önemlidir. Henüz ülkemizin liken biyoçeşitliliği tam olarak belirlenememiştir. Çalışılmamış alanların çalışılması sonucunda daha önce ülkemizden tespit edilemeyen taksonların tespit edilmesi ve ilerleyen aşamalarda bu taksonların eczacılık ve tıp gibi çeşitli alanlarda çalışılması son derece önemlidir. Antalya ili, Akseki-İbradı ilçeleri sınırlarında yer alan Üzümdere Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'ndan toplanan örneklerden nadir bir liken türü olan *Agonimia allobata* taksonu tespit edilmiştir. Bu takson Antalya ilinden ilk kez tespit edilmiştir. Ülkemizden ise daha önce sadece bir kez Iğdır ilinden tespit edilen takson bu çalışma sonucunda ülkemiz için ikinci kayıt olma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: *Agonimia allobata,* Antalya, Liken, Üzümdere.

1. GİRİŞ

Likenler bir mikobiyont ortak ile bir veya daha fazla fotobiyont ortağın bir araya gelmesiyle oluşan fizyolojik bir birlikteliktir [1]. Fotobiyont ortak olarak çoğunlukla Chlorophyta üyesi yeşil algler yer alırlar. Diğer bir fotobiyont ortak ise Cyanobacteria üyesi siyanobakterilerdir. Bazı durumlarda likenlerin yapısında hem yeşil agler hem de siyanobakteriler birlikte bulunabilirler. Mikobiyont ortak olarak ise büyük çoğunlukla Ascomycetes üyesi mantarlar bulunur. Küçük bir kısım mikobiyont ortağı ise Basidiomycetes üyesi mantarlar oluşturmaktadır [2].

Likenler mutualistik yaşam tarzının en önemli örneklerinden biridir. Birliktelikte bulunan mantar ve alg ortakları birbirlerinden karşılıklı olarak fayda sağlamaktadırlar [3]. Bu açıdan simbiyotik bir birliktelik oluşturan likenlerde aynı zamanda kontrollü parazitlikte görülmektedir. Birliktelikte yer alan alg ortağı serbest yaşam formunda liken yapısına katıldığı forma göre daha fazla gelişim göstermektedir. Liken yapısına katıldığı zaman ise gelişimi daha yavaş ve daha az olmaktadır. Bu nedenle mantar ortağın kontrolü altında bir parazitliğin olduğu söylenmektedir [4].

Likenler dünyamız için oldukça önemli canlılardır. Birliktelikte yer alan yeşil alg ortağı fotobiyontlar yaptıkları fotosentez sonucunda atmosfere oksijen gazı vermektedirler [5]. Likenlerin bir diğer önemli özellikleri ise primer süksesyonun öncü canlıları olmalarıdır. Likenler herhangi bir canlı popülasyonunun olmadığı çıplak alanlara ilk olarak yerleşen öncü canlılardır. Burada likenlerin alana yerleşmesi ile birlikte diğer canlıların yaşaması için elverişli şartların oluşması sağlanır. İçerdikleri liken asitleri ile kayaçları parçalayarak toprak oluşumuna katkıda bulunurlar. Likenlerden sonra alana karayosunları, otsu bitkiler, çalılar ve ileri yapılı ağaçlar gelerek alanda çeşitli popülasyonların oluşması sağlanmış olur [6].

Likenler insanlar tarafından tarih boyunca oldukça farklı ve fazla alanda kullanılmıştır ve kullanılmaya devam edilmektedir. Eski tarihlerde bazı likenler suda kaynatılmak suretiyle boya maddesi elde edilmiştir. Elde edilen bu boya maddeleri de kumaş, halı ve kilim gibi eşyaların boyanmasında kullanılmıştır [7]. Ayrıca gıda olarak, hastalıkların tedavisinde, parmüferi, kozmetik gibi alanlarda da likenler kullanılmıştır [8-10].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olan Üzümdere Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Antalya ili Akseki-İbradı ilçeleri sınırları içerisinde yer almaktadır ve Mutlak Koruma Alanıdır. Alanın toplam büyüklüğü 18476,5 hektardır ve insan yaşamından uzak doğal bir alan olma özelliğindedir. İçerisinde yer alan farklı habitat tipleri ile oldukça fazla çeşitliliğe sahip olma niteliğindedir. Ardıç ve çam ağaçlarının yoğun olarak bulunduğu alanda hedef tür olarak yaban keçisi bulunmaktadır. Alandan tespit edilip kayıt altına alınmış herhangi bir liken taksonu ise bulunmamaktadır.

2.2. Örneklerin Toplanması

Floristik bir çalışma yapılacağı zaman çalışma alanının tamamını örneklemesi bakımından uygun lokaliteler belirlenerek ağaç, kaya, toprak gibi farklı substratlar üzerinden liken örnekleri toplanır. Bir revizyon çalışması yapılacak ise takson belirlenen lokalitelerden substratlarından birer parça ile birlikte toplanır. Kaya ve ağaçlar üzerindeki kabuksu tallus yapısında olan türlerinin tayin işlemlerinde gereken morfolojik özelliklerinin korunması amacıyla kenar kısımlarının ve özellikle merkez kısımlarının bozulmadan toplanmasına dikkat edilir.

Örnekler doğal ortamlarında fotoğraflandıktan sonra araziden keski, çekiç ve bıçak ile toplanmıştır. Küçük tallusların tamamı, daha büyük talluslu türlerin ise kenar kısımları ve

merkezi kısımları korunacak şekilde örnekler alınmıştır. Örnekler dikkatlice temizlenerek nemlenip küf oluşmaması için yumuşak havlu kağıtlara sarılıp kağıt zarflara alınmıştır. Toplanan örnekler pelür kağıdından yapılmış torbaların içine alınarak bu torbaların üzerlerine örneklerin toplandığı lokalite bilgileri, substrat çeşitleri, istasyonun yükseklikleri ve toplandığı ortamın özellikleri gibi bilgiler yazılmıştır.

Herbaryuma getirilen örnekler oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra gerekli ölçüm ve çalışmalar yapıldıktan sonra özel liken zarflarına alınarak etiketlenmiştir. Etiketlenen örnekler Yozgat Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu Liken Herbaryumu'nda saklanmaktadır.

2.3. Örneklerin Teşhis Edilmesi

Topladığımız liken örneklerinin tayininde Flechten flora [11], The Lichen Flora of Great Britain and Ireland [12], Lichen flora of the Greater Sonoran Desert Region [13] gibi flora kitapları ve çeşitli makalelerde verilen tayin anahtarlarından yararlanıldı.

Örneklerin morfolojik incelemeleri SZX10 markalı stereomikroskop kullanılarak gerçekleştirildi. Örneklerin anatomik yapılarının belirlenmesi için kesitler alınıp BX53 marka ışık mikroskobu altında incelendi. Askus ve sporların şekil ve boyutları, himenyum ölçüleri ve parafizlerin genişlikleri gibi tür ve tür altı kategorileri belirlemek için son derece önemli olan karakterler vardır. Bu karakterler kesitlerde incelenerek oküler mikrometre ve gerekli programlar kullanılarak ölçümleri yapıldı. Ayrıca türlerin teşhislerinde önemli olan kimyasal reaktifler de kullanıldı.

Kullanılan bazı kimyasal reaktifler ve sembolleri şu şekildedir:

K: Potasyum hidroksit çözeltisi. Yaklaşık olarak % 10'luk bir potasyum hidroksit çözelti olması gerekir. Fakat konsantrasyonu teşhis işlemleri için kritik bir değerde değildir. Bu stabil çözeltiyi ağzı kapalı bir şekilde uzun süreler boyunca saklayabiliriz.

C: Kalsiyum hipoklorit çözeltisi. Kalsiyum hipoklorit çözeltisi temizlik ve dezenfeksiyon amacıyla evlerde kullanmış olduğumuz çamaşır sularının atemel bileşiğidir. Çok uzun süreler aktif olarak saklanmamalıdır. Maliyeti yüksek olmadığı için birkaç ayda bir test edilmesi ve yenilenmesi gerekmektedir. Örneğe damlatıldığında çok hızlı reaksiyon vermesi nedeniyle reaksiyon sonucunu belirlemek için çok fazla beklenilmemelidir.

KC: Potasyum hidroksit (K) çözeltisi damlatıldıktan sonra kısa bir süre beklenir ve üzerine Kalsiyum hipoklorit (C) çözeltisi damlatılır.

CK: KC reaksiyonunda yapılan işlemde kullanılan çözeltilerin ters şekilde kullanılmasıdır.

Pd: Parafenilendiamin. Bu stabil bir çözelti değildir. Bu çözelti bir miktar alkol içerisinde birkaç parça kristalin çözdürülmesi ile hazırlanır. Çözelti kullanılmadan önce homojen bir şekilde çözündüğünden emin olunmalıdır. Pd çözeltisinin reaksiyon vermesi 1-2

dakika gibi bir zaman almaktadır. Bu nedenle çözelti damlatıldıktan sonra sonucun negatif olarak değerlendirilmesinden önce reaksiyon vermesi için birkaç beklenmelidir. Pd çözeltisinin karsinojen özellikte olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çözeltiyi hazırlarken ve kullanırken eldiven kullanılmalı ve çok dikkatli uygulanmalıdır.

I: İyot. Nişasta benzeri bir yapı olan izolikenin mevcut olup olmadığının tespit edileceği durumlarda kullanılır.

Bu reaktiflerin teşhis aşamasında gerekli olanlarından tallus, medulla, apotesyum ve varsa sorallerin üzerine yeterli miktarda damlatıldığında herhangi bir reaksiyon verip vermemesine göre not alındı. Eğer reaksiyon veriyorsa sembolün yanına (+) işareti konularak hangi rengin oluştuğu not edildi. Reaksiyon vermiyorsa sembolün yanına (-) işareti konuldu.

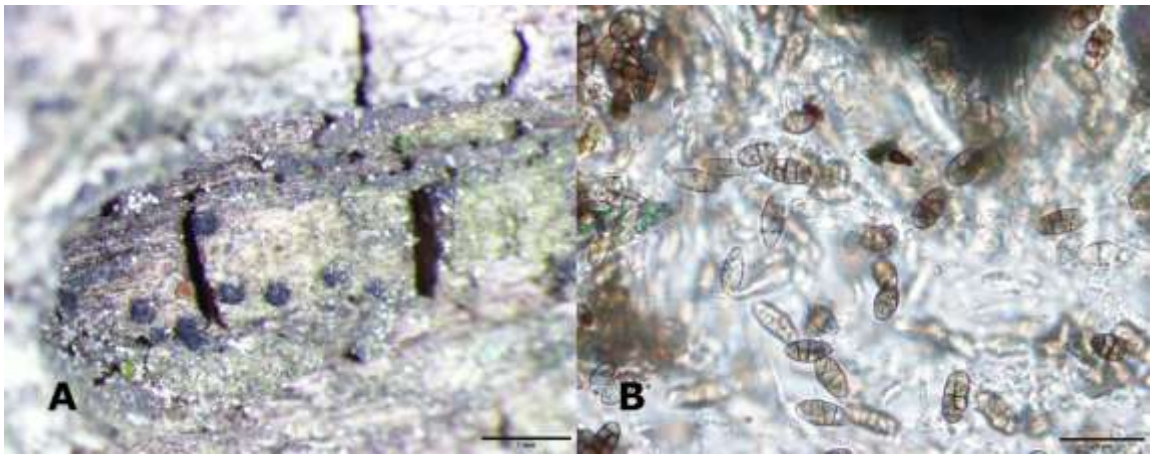
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada elde edilen veriler sonucunda oldukça nadir rastlanılan bir cins olan *Agonimia* cinsine ait olan ve Türkiye'den daha önce bir kez tespit edilen bir liken taksonu olan *Agonimia allobata* (Stizenb.) P. James türü tespit edilmiştir. Türkiye'den ikinci kez kaydedilmiş olan türün sistematik olarak sınıflandırılması aşağıda verilmiştir.

Alem : Fungi
Şube : Ascomycota
Sınıf : Eurotiomycetes
Takım : Verrucariales
Familya : Verrucariaceae
Cins : *Agonimia*
Tür : *Agonimia allobata* (Stizenb.) P. James

***Agonimia allobata* (Stizenb.) P. James**: Türkiye, Antalya, Akseki, Akseki-İbradı yolu, İbradı ilçesine 10 km kala, 37° 04′ 13.3″ K, 31° 39′ 48.2″ D, 523 m. Defne (*Laurus nobilis*) üzerinde. 13/09/2018. Toplayan: MÜ. Barak & M. Kocakaya.

Deskripsiyon: Tallus kabuksu, grimsi yeşil renkte. Peritesyum siyah, yüzeysel, az çok globoz, 0,15-0,25 mm çapında, yüzeyi pürüzsüz, parlak değil. Eksipül çift katmanlı, dış kısmı renkli pigmentlere sahip, iç kısmı renksiz, involukrellum mevcut değil. Askus 8 sporlu, klavat, ince duvarlı, fissitunikat, 40-48 × 9-15 µm. Askosporlar muriform, renksiz, elipsoit, 16-20 × 6,5-10,5 µm. Tüm kimyasal testler negatif (Görsel 1).



Görsel 1. *Agonimia allobata* taksonunun A. Tallusu, B. Askosporları.

Türkiye'den şuana kadar cinse ait toplam dört takson rapor edilmiştir. Bu taksonlardan biri olan Agonimia allobata taksonu ise ülkemizden 2013 yılında Iğdır ilinden yeni kayıt olarak verilmiştir ve şuana kadar başka bir kaydı bulunmamaktadır [14]. *Agonimia* cinsinin ülkemizde bulunan taksonları ve hangi illerden verildiği Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. *Agonimia* cinsine ait taksonlar ve verildiği iller

Takson adı	Tespit edildiği il
Agonimia allobata	Iğdır [15]
Agonimia opuntiella	Trabzon [16]
Agonimia repleta	Rize [14]
Agonimia tristicula	Ardahan [17]; Burdur [18]; Iğdır [15]; Muğla [19]; Trabzon [16]

Bu çalışma sonucunda ülkemizde yalnızca 4 taksonu bulunan *Agonimia* cinsine ait *Agonimia allobata* türü tespit edilmiştir. *Agonimia allobata* türü ülkemizde daha önce sadece Iğdır ilinden kaydedilmiştir. Antalya ilinden ilk defa tespit edilen bu tür ülkemiz için de ikinci kayıt olma niteliğindedir. Bu tür çalışmalar daha fazla yaygınlaştırılarak ülkemiz liken biyoçeşitliliğinin artırılması sağlanmalıdır. Daha ileri aşamalarda eczacılık ve tıp gibi çeşitli alanlarda likenlerin antiviral, antikanser, antibakteriyel ve antiinflamatuar gibi özellikleri bakımından çalışılması için yeni taksonların tespit edilmesi son derece önemlidir.

KAYNAKÇA

[1] Nash III, TH. Lichen Biology, Cambridge: Cambridge University Press. 1996.

[2] Rambold, G., Triebel, D. The inter-lecanoralean associations, Bibliotheca Lichenologica, 48, 3-201. 1992.

[3] Lutzoni, F., Miadlikowska, J. Lichens. Current Biology, 19(13), R502-R503. 2009.

[4] Ahmadjian, V. The Lichen Symbiosis. New York: Wiley; 1-264. 1993.

[5] Ahmadjian, V., Hale, M.E., The Lichens, New York: Academic Press. 1973.

[6] Asplund, J., Wardle, D.A. How lichens impact on terrestrial community and ecosystem properties. Biological Reviews, 92(3), 1720-1738. 2017.

[7] Şen, H., Aksoy, A., Çobanoğlu, G., Selvi, S. Ayvacık Çanakkale ve İvrindi Balıkesir'de yayılış gösteren bazı liken türleri üzerinde doğal boyama çalışmaları. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, 7(3), 184-189. 2008.

[8] Aydın, S., Kınalıoğlu, K. P. furfuracea (L.) Zopf var. furfuracea ve Parmelina tiliaceae (Hoffm.) Ach. Liken Ekstraktlarının Antimikrobial Aktivitesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1(1), 30-38. 2010.

[9] Zambare, V.P., Christopher, L.P. Biopharmaceutical potential of lichens. Pharmaceutical Biology, 50(6), 778-798. 2012.

[10] Özyiğitoğlu, G.Ç., Açıkgöz, B., Sesal, C. Lichen secondary metabolites: Synthesis pathways and biological activities. Acta Biologica Turcica, 29(4), 150-163. 2017.

[11] Wirth, V. Flechten flora. Ulmer, Stuttgart. 1980.

[12] Purvis, O.W., Coppins, B.J., Hawksworth, D.L., James, P.W., Moore, D.M. The Lichen Flora of Great Britain and Ireland, London, Natural History Museum Publications. 1992.

[13] Nash, T.H. Lichen flora of the greater Sonoran desert region. Lichens Unlimited, Arizona State University. 2002.

[14] John, V., Türk, A. Türkiye likenleri listesi. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını. 2017.

[15] Yazıcı, K., Aptroot, A., Aslan, A. The lichen biota of Iğdır province (Turkey). Mycotaxon 123, 492. 2013.

[16] John, V., Breuss, O. Flechten der östlichen Schwarzrneer-Region in derTürkei (BLAM-Exkursion 1997). Herzogia, 17, 137-155. 2004.

[17] Yazıcı, K., Aptroot, A., Aslan, A., Vitikainen, O., Piercey-Normore, M.D. Lichen biota of Ardahan province (Turkey). Mycotaxon, 116, 480. 2011.

[18] Yazıcı, K., Aptroot, A., Aslan, A., Sipman, H., Piercey-Normore, M.D. The Lichen biota of Burdur province (Turkey). Mycotaxon, 130, 926. 2015.

[19] Nimis, P.L., John, V. A contribution to tlıe lichen flora of mediterranean Turkey. Cryptogamie, Bryol Lichenol. 19, 35-58. 1998.

TARIMSAL ÜRETİM ALANLARINDA BÖCEKLERİN BİYOTEKNİK SAVAŞ YÖNTEMLERİYLE KONTROLÜ

Doç.Dr. MEHMET KAPLAN [1]

[1] Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakülte Bitki Koruma Bölümü, mehmetkaplan@siirt.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-2495-8075

ÖZET

Tarımsal üretim alanlarında ürünlerde verim ve kalite kaybına neden olan agroekosistemdeki zararlı böceklere karşı çeşitli mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak kolay uygulanabilmesi ve etkileri hızlı göstermesinden dolayı üreticiler daha çok kimyasal mücadeleyi tercih etmektedirler. Bu mücadele uygulamasında kimyasal bileşiklerin yoğun, zamansız ve bilinçsiz bir şekilde kullanımı zararlı böceklerin dayanıklılık mekanizmalarının geliştirmesine, doğadaki yararlı organizmaların olumsuz etkilenmesine neden olurken, bununla birlikte bu uygulamanın sonucunda üründe oluşacak pestisit kalıntıları ise insan sağlığı için sorun teşkil etmektedir. Bu yüzden tarımsal ürün üretiminde zararlı böceklerle yapılan savaşımda insan sağlığına, çevre kirliliğine ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmayacak mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi ve kullanılmasına önem verilmektedir. Dolaysıyla günümüzde sürdürülebilir tarımsal üretim, insan sağlığı, çevre ve biyolojik çeşitliliğin korunması giderek daha fazla önem kazanmıştır. Tarımsal ürünlerin verim ve kalitesini artırmanın yolu modern tarım tekniklerinin ve girdilerinin kullanılmasına bağlıdır. Böceklerde beslenme, çiftleşme, savunma, gizlenme, kaçma vb. davranışları belirlemede etkili olan bazı salgılar vardır. Hedeflenen zararlı türlerin biyolojik, fizyolojik ve davranış şekilleri üzerinde etkisi olan bir takım yapay ve doğal maddeler kullanarak zararlının normal özelliklerini bozmak ve zarar seviyesini en düşük duruma getirmektir. Tarımsal üretim alanlarında zararlı böceklerin normal davranış özelliklerini bozmak maksadıyla uygulanan bu yöntemlere biyoteknik mücadele denir. Bu mücadele yönteminin temel girdilerini feromonlar, renk tuzaklar, ışık tuzakları, cezb ediciler, uzaklaştırıcılar, beslenme engelleyicileri vb. doğal ve yapay maddeler oluşturmaktadır. Bunlardan özellikle aynı türün bireyleri üzerinde etkili olan eşey feromonları tarımsal alanlarda zararlı böceklere karşı; doğru zamanda ilaçlama yapmak ve sürvey amaçlı olarak, kitlesel yakalama amaçlı ve çiftleşmeyi engelleme (Şaşırtma tekniği) şeklinde kullanılmaktadır. Biyoteknik yöntemlerin başlıca avantajı çevre koşullarına iyi uyum sağlaması ve yan etkilerinin bulunmamasıdır. Ancak bu yöntemlerin kullanım alanlarının sınırlı olması, teknik bilgi gerektirmesi, zararlı böceklere karşı kullanılan kimyasal mücadeleye kıyasla biyolojik etkinliğinin daha düşük, yavaş ve maliyetli olması ile üretici alışkanlıkları gibi nedenlerle günümüzde kullanımlarını sınırlamaktadır. Biyoteknik mücadele uygulamalarının artırılması ile kimyasal ilaç tüketiminin azaltılması, sürdürülebilir tarımsal üretiminin sağlanması, özellikle taze sebze ve meyve iç tüketiminde ve ihracatında yaşanan kalıntı sorununun çözümüne katkı sağlanması, biyoçeşitliliğin korunması ile daha temiz, yaşanabilir sağlıklı bir çevre tesis edilmesi hedeflenmektedir. Böylece verimli ve kaliteli ürünler elde den üreticinin gelir düzeyi artacak ve ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir tarım, Zararlı Böcek, biyoteknik mücadele, Feromon tuzak

ABSTRACT

CONTROL OF INSECTS IN AGRICULTURAL PRODUCTION AREAS WITH BIOTECHNICAL FIGHTING METHODS

Various control methods are used against harmful insects in the agroecosystem that cause yield and quality loss in agricultural production areas. However, due to its easy application and fast effects, manufacturers prefer chemical control more. Intense, untimely and unconscious use of chemical compounds in this control application causes the development of resistance mechanisms of harmful insects and adversely affects beneficial organisms in nature. Therefore, in the fight against harmful insects in the production of agricultural products, importance is given to the development and use of control methods that will not cause human health, environmental pollution and deterioration of the ecological balance. Therefore, today, sustainable agricultural production, protection of human health, environment and biological diversity have gained more and more importance. The way to increase the yield and quality of agricultural products depends on the use of modern agricultural techniques and inputs. Feeding, mating, defense, hiding, escaping, etc. There are some secretions that are effective in determining behaviors. It is to disrupt the normal characteristics of the pest and to minimize the damage level by using some artificial and natural substances that have an effect on the biological, physiological and behavioral patterns of the targeted pest species. These methods, which are applied in order to disrupt the normal behavior of harmful insects in agricultural production areas, are called biotechnical control. The basic inputs of this control method are pheromones, color traps, light traps, attractants, repellants, feeding blockers, etc. constitutes natural and artificial substances. Among these, the sex pheromones, which are especially effective on individuals of the same species, against harmful insects in agricultural areas; It is used for spraying at the right time and for surveillance purposes, for mass catching and to prevent mating (Confusing technique). The main advantage of biotechnical methods is that they adapt well to environmental conditions and have no side effects. However, the limited use of these methods, the need for technical knowledge, the lower, slow and costly biological effectiveness compared to the chemical control used against harmful insects, and the habits of producers limit their use today. It is aimed to reduce the consumption of chemical pesticides by increasing biotechnical control practices, to ensure sustainable agricultural production, to contribute to the solution of the residue problem especially in the domestic consumption and export of fresh vegetables and fruits, to protect biodiversity and to establish a cleaner, livable healthy environment. Thus, the income level of the producer will increase without obtaining efficient and high quality products, and it will make significant contributions to the country's economy.

Keywords: Sustainable agriculture, Pest Insect, biotechnical control, Pheromone trap

1. GİRİŞ

İnsanların beslenme ihtiyaçlarını karşılayan tarım alanlarının zamanla yerleşim alanlarına, sanayi bölgelerine, sulama ve elektrik enerji sağlamak amacıyla baraj vb. alanlarına dönüşmüştür. Bu nedenlerden dolayı azalan tarım alanlarında alınan tarımsal ürünlerde azalmıştır. Diğer taraftan dünyada insan nüfusunun artmasıyla beraberinde gıdaya olan talepte artmıştır. Dolaysıyla söz konusu tarım alanlardan daha çok ürün elde etmek için çeşitli

biyoteknolojik yöntemlere başvurmuştur. Tarımsal ürünlerin verim ve kalitesini artırmanın yolu modern tarım tekniklerinin ve girdilerinin kullanılmasına bağlıdır. Tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı ülkelerde sentetik gübre ve kimyasalların aşırı kullanımı sonucu insan ve çevre sağlığını tehdit ettiğini bildiren çok sayıda bilimsel araştırmalar yapılmıştır. Bu nedenle yoğun sentetik gübre ve kimyasal bileşiklerin tarımsal üretimde kullanılmasının insan ve çevre sağlığı yanında ekolojik denge üzerindeki olumsuz yan etkilerini azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak için yeni ve alternatif tarımsal üretim sistemleri geliştirilmiştir. Agroekosistemde tarım ürünlerinde doğrudan veya dolaylı olarak verim ve kalite kaybına neden olan zararlılar, hastalıklar ve yabancı otlar bulunmaktadır. Tarımsal zararlılarla mücadelede II. Dünya savaşından sonra kimyasal pestisitlerin kullanımı hızlı bir artış göstermiştir. Tarımsal üretim alanlarında ürünlerde verim ve kalite kaybına neden olan zararlı böceklere karşı çeşitli mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak kolay uygulanabilmesi ve etkileri hızlı göstermesinden dolayı üreticiler daha çok kimyasal mücadeleyi tercih etmektedirler.

Günümüzde ise eskiye oranla kimyasal pestisit kullanımında azalma olmasına karşın tarım alanlarında kimyasal pestisit kullanımı yaygın olarak devam etmektedir. Kimyasal pestisitler ile yapılan zararlı böcek kontrolünde böceklerin direnç geliştirmesi, sekonder zararlıların ortaya çıkması, hedef olmayan faydalı türlerin olumsuz etkilenmesi, insan ve hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerin görülmesi, yer altı sularının kirlenmesi ve biyo çeşitliliğin azalması gibi birçok sorun ortaya çıkmıştır (Lacey, et al., 2001). Bu kimyasalların ortaya çıkardığı problemlerle mücadele etmek oldukça zordur. Bu bakımdan doğal ortamla daha uyumlu, insan ve çevre sağlığı açısından daha güvenli tarımsal mücadele teknikleri geliştirmek gittikçe önem arz etmektedir. Bu bakımdan kimyasal mücadeleye alternatif birçok yöntem geliştirilmekte ve bunların optimizasyonuna yönelik ciddi çabalar gösterilmektedir. Gelecekte sürdürülebilir tarım uygulamalarının devamlılığı büyük ölçüde zararlılarla mücadelede kimyasal pestisit kullanımının azaldığı çevre ile dost alternatif mücadele tekniklerin geliştirilmesine bağlı olacaktır. Sürdürülebilir tarım için kimyasal madde kullanımına getirilen sınırlama ve özellikle zararlılarla böceklerle mücadelede alternatif çözüm arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Kimyasal pestisitlere alternatif yöntemlerden en önemlilerden biriside biyoteknik mücadele yöntemidir. Tarımsal üretim alanlarında zararlı böceklerin normal davranış özelliklerini bozmak maksadıyla uygulanan bu yöntemlere biyoteknik mücadele denir. Bu mücadele yönteminin temel girdilerini feromonlar, renk tuzaklar, ışık tuzakları, cezbediciler, uzaklaştırıcılar, beslenme engelleyicileri vb. doğal ve yapay maddeler oluşturmaktadır. Biyoteknik yöntemlerin başlıca avantajı çevre koşullarına iyi uyum sağlaması ve yan etkilerinin bulunmamasıdır.

2. TARIMDA ZARARLILARA KARŞI UYGULANAN BİYOTEKNİK MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Hedeflenen zararlı organizmaların biyolojik, fizyolojik ve davranışları üzerinde etkili olan bazı yapay veya doğal maddeleri kullanarak, zararlıların çiftleşme, beslenme ve barınma gibi normal davranış özelliklerini bozmak suretiyle uygulanan yöntemlere denir. Bu Amaç doğrultusunda, biyoteknik mücadele ürünü olarak, feromonlar, renk ve ışık tuzakları, repellentler (uzaklaştırıcılar), attractants (cezbediciler), antifeeding (beslenme önleyiciler), Böcek

gelişmesini düzenleyici ve engelleyiciler, kısırlaştırıcılar, doğaya kısır böcek salınması vb. doğal ve yapay maddeler ve yöntemler kullanılır.

2. 1. CEZBEDİCİLER

Zararlı böceklerle biyoteknik savaş yöntemleri içerisinde en geniş kullanım alanına sahip grup cezbedicilerdir. Böcek davranışlarına göre pek çok cezbedici grup bulunmaktadır. Böceklerin besin arama, yumurta bırakma yerlerinin tespiti ve üreme amacıyla cinsel eşlerini bulma davranışları bazı doğal kimyasal maddeler tarafından uyarılıp kontrol edilmektedir.

2.1.1. Feromonlar

Bir birey iç ve dış salgı bezleri tarafından vücudun dış kısmına salgılanan ve aynı türün diğer bireyleri tarafından algılandığında özel bir reaksiyona neden olan maddelerdir. Feromonlar böceklerin beslenme, çiftleşme, savunma, gizlenme, kaçma vb. davranışlarını belirlemede oldukça önemli rol oynayan kokulardır. Feromonlarla mücadelenin başlıca yararı seçici olmasıdır. Tipik olarak sadece hedef alınan organizmaya karsı feromon kullanılır ve hedef alınmayan biyolojik mücadele etmenlerine karşı etki göstermemektedir.

Feromonlar, böceklerde davranış özelliklerine ve biyolojik etkinliklerine göre sınıflandırılırlar.

- Eşey (Çiftleşme) feromonları
-Alarm feromonları
-Çiftleşmeyi artıran feromonlar
-Toplanma feromonları
-İz-işaret feromonlar
-Sosyal böceklerdeki kraliçe yetiştirme feromonları

a) Çiftleşme veya Eşey Feromonlar; erkek ya da dişi birey tarafından salgılanır. Eşeyler arası iletişim sağlayan feromonlardır. Bunlar Bir eşey tarafından salgılanan bu feromon öteki eşey tarafından algılanarak bu cinsin çiftleşme ile ilgili davranışlarını etkiler.

b) Alarm feromonları; Bu feromonlar böceklerin herhangi bir istenmeyen etki ile karşılaştıklarında uyarılıp dağılmasını, ortamdan uzaklaşmasını sağlarlar. Bu feromonlar sosyal böceklerde çok gelişmiş olup, tipik olarak ya uçuş ya da toplanma sırasında salgılanmaktadır.

c) İz-işaretleme feromonları; Böceklerin yaydığı kimyasal iz, diğer böcekler tarafından algılanır. İz feromonları toprak veya havaya bırakılır ve diğer böcekler tarafından koklama yoluyla algılanır Genellikle böcekler bu feromonları yuvalarını, besin yerini ve üreme yerlerini bulmak için kullanılır.

d) Bir yerde toplanma feromonları, Birçok böcek, korunma, yumurta bırakma, kışlağa çekilme gibi amaçlar öncesi bir araya gelmek için kullanılmaktadır.

e) Sosyal böceklerde kraliçe yetiştirilmesi ile ilgili feromonlar, Bu da tamamen beslenme ile ilgili olup feromon tarafından tayin edilmektedir. Arı sütü ile beslenilenler kraliçe olmaktadır.

Biyoteknik Mücadelede Feromon Tuzaklar Farklı Amaçlar İçin, Farklı Alanlarda Doğrudan ve Dolaylı Olarak Kullanılır.

Dolaylı Kullanma

Bunda tuzağa gelip yapışan zararlıların sürekli kontrol ve sayımları ile zararlının popülasyon yoğunluğunu izleyip ergin çıkışı gibi mücadele zamanını veya mücadeleye yönelik bilgiler elde etmek amacıyla eşeysel çekici tuzaklardan yararlanılır. Bu uygulamadan daha çok önceden tahmin ve erken uyarı çalışmalarında yararlanılmaktadır. Örnek olarak, Elma iç kurdu (*Cydia pomonella*), Erik iç kurdu (*C. funebrana*), Şeftali güvesi (*C. molesta*), Salkım güvesi (*Lobesia botrana*), Mısır kurdu (*Ostrinia nubilalis*), Yaprak bükenler (*Archips* spp.) ve diğer bazı zararlılara karşı kullanılmaktadır.

Doğrudan Kullanma

Feromonların zararlılara karşı doğrudan kullanılması iki şekilde olur.

2.1. Kitle Halinde Tuzakla Yakalama (Mass-trapping): Hedef zararlıyı kitle halinde yakalama ve yok etmektir. Kitle halinde yakalama yönteminde feromon tuzakları yanında besin tuzakları veya renk tuzaklarından da yararlanılabilir.

2.2. Şaşırtma tekniği (confusion technic): Bu yöntemin amacı, özel kapsüller içerisinde bulunan feromonların, zararlıların yoğun olduğu bölgelere, bölgeyi feromonla doyuracak kadar çok atılarak böceğin davranışını bozarak normal yaşamını engellemektir. Yoğun feromon kullanımı sonucunda zararlı böcek, her taraftan gelen koku nedeniyle karşı eşeye yönelimini belirleyemez, dişiyi bulamaz ve çiftleşme gerçekleşemeyeceği için üreme engellenmiş olur. Çiftleşmeyi engelleme tekniği, farklı tipte feromon yayıcılar kullanılarak yapay olarak üretilen eşeysel feromonun yüksek miktarlarda ve kontrollü bir şekilde havaya salınmasıyla ergin erkek böceklerin dişilerin yerini bulamaması, merkezi sinir sistemlerinin bir süre sonra feromon uyarısına duyarsız hale gelmesi ya da dişi feromon kümelerinin maskelenmesine dayanmaktadır (Layık ve Kısmalı, 1994; Kovancı ve ark., 2011).

2.1.2. BESİN CEZBEDİCİLERİ

Böceğin kendisi için uygun beslenme maddelerine doğru yönelmesini sağlayan bazı besinler bitkilerin bünyesinde doğal olarak bulunabildikleri gibi sentetik olarak da elde edilmekte ve tarımsal savaşta etkili bir biyoteknik yöntem olarak kullanılmaktadır. Besin cezbedicilerden protein ve hidrolize protein, pekmez, kepek, melas, karbonhidratlar, vanilya vb. maddeler zararlılarla savaşa başlama zamanının belirlenmesinde ve mücadelede yararlanılmaktadır. Bu tuzaklar özellikle meyve sineklerine karşı etkili olmaktadır. Kahverengi şeker, sükroz, hidrolize mısır proteini, meyve suyu, ve şarap sirkesi karışımı gibi besin cezbediciler, McPhail ya da Jackson tipi veya daha basit olarak plastik pet şişe tuzaklar içine konularak Tephritidae ve Drosophilidae familyasına bağlı meyve sineklerini yakalamada başarıyla kullanılmaktadır (Nascimento et al. 2000).

2.1.3. YUMURTA BIRAKMA CEZBEDİCİLERİ

Bu kimyasal maddeler, dişi bireylerin yumurta bırakabilecekleri uygun yer seçiminde etkili olmaktadır. Bu maddelerin yanlış yumurtlama yeri seçimi şeklinde böcekleri şaşırtıcı olarak uygulanma potansiyeli mevcut olup tarımsal savaşta yararlanma olanağını ortaya koymaktadır

2.2. TUZAKLAR

Bu yöntemde insektisit kullanımını engellemeyi veya en aza indirmek için feromon tuzakları, besi tuzakları, görsel tuzaklar ya da bunların kombinasyonu ile uygulanır. Bu amaçla yetiştiricilik yapılan alana belirli aralıklarla ve belirli yoğunlukta eşey cezbedici feromon içeren tuzaklar yerleştirilir. Bu tuzaklara gelen zararlı böcekler kitle hâlinde yakalanarak yok edilir.

2.2.1. Besin Tuzakları

Genellikle fermente olabilen ve kokusuyla bazı zararlı böceklerin mücadelesinde çok uzak mesafelerden çekebilen pekmez veya şarap içerikli besin maddeler kullanılır. Bu maddeler belirli oranda karıştırılarak uygun büyüklükteki kaplara konduktan sonra bitki veya ağaç dallarına bir ip ya da tel yardımıyla asılır. Kokuya gelen böcekler kabın ağız kısmından içinde ki sıvı ortama düşerek kitlesel halde yakalanırlar. Örneğin kiraz bahçelerinde Yaprak büken zararlısı ile mücadelede şarap, sirke, şeker ve sudan oluşan bir karışım oldukça başarılı bir şekilde kullanılabilir.

2.2.2. Görsel Tuzaklar

Zararlı böcekler için bazı renkler çekici gelmektedir. Bu nedenle, beyazsinek, thripsler ve yaprak galeri sineklerine karşı görsel veya renk tuzakları yaygın olarak kullanılmaktadırBu tuzaklar, bazı gündüz uçan böceklerin sarı, mavi, kırmızı, beyaz gibi renklere yönelimlerinden yararlanılarak hazırlanan tuzaklardır. Sarı yapışkan tuzaklar, *Bactrocera oleae* (Gmel.), *Ceratitis capitata* (Wied.), *Rhagoletis cerasi* (L.) (Diptera; Tephritidae), *Liriomyza* spp. (Diptera; Agromyzidae), Beyazsinekler (Homoptera; Aleyrodidae), Cüce ağustos böcekleri (Homoptera; Cicadellidae) ve Yaprakbitleri (Homoptera; Aphididae) gibi zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılmaktadır (Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008). Mavi renkli görsel tuzaklar Tripsler, Beyaz sinek (*Bemicia tabaci* (Gennadius)) ve Baklazınnı (*Tropinota hirta* (Poda))'nın; beyaz renkli görsel tuzaklar Tripsler ve Testereli arıların; kırmızı renkli görsel tuzaklar ise Yazıcıböceklerin yakalanmasında kullanılmaktadır. Demirel ve Yıldırım (2008), Türkiye'de pamuk tarlalarında yaptığı çalışmada yaptığı sarı, mavi ve beyaz renkli yapışkan tuzakların tripsleri, sarı ve turuncu renkli yapışkan tuzakların *Empoasca decipiens* Paoli'i cezbettiği ve popülasyon yoğunluğunu izlemede etkin olarak kullanılabileceğini, kırmızı yapışkan tuzağın ise izlemede etkisiz olduğunu bildirmektedir.

2.2.3. Eşeysel Çekici Tuzaklar

En çok kullanılan tuzak çeşidi olarak öne çıkmaktadır. Her türün kendine özgü olan ve de çiftleşme mesajı olarak karşı cinsi cezbetmek üzere salgıladığı feromon maddesi ve de feromonla hazırlanmış olan eşey çekici tuzaklarlardır. Dişi üyelerin çiftleşme mesajı olarak vücutlarından çıkarmış oldukları koku erkek üyeleri cezbetmektedir. Her çeşit böcekler kendi türlerine ait özel kokularına sahiptirler. Türlerin her birine özgü olan feromon maddesi, kapsüllere veya yayıcılara belirli bir miktarda emdirilmek suretiyle, türün en çok cezbolduğu renk ve biçimde hazırlanmış olan tuzağa kurumayan yapışkan sürülmüş olan bir tabela yerleştirilir ve de bunun üstüne feromon kapsülü tutturulmaktadır. Hazırlanan bu tür tuzak sistemi bitkinin bir dalı veya yere çakılmış olan bir sırığa tel veya ip ile asılmaktadır. Bahçe ya da tarlanın içerisine belirli aralıklarda ve yüksekliklerde olmak üzere yerleştirilirler. Mücadele edilen zararlı türü için rüzgar fonksiyonu önemli ise hakim olan rüzgar yönüne göre bu tuzaklar yerleştirilmektedir. Feromonu algılayan karşı eşey tuzağı bularak tabla üzerine yapışırlar ve

tuzağa böylece düşmüş olurlar. Elma içkurdu ile mücadelede ise içinde 1 mg feromon kapsülü bulunan tuzakların hektara 5-36 adet olarak değişen oranlarda asılmasıyla yapılmış çalışmalar çelişkili sonuçlar vermiştir (El-Sayed ve ark., 2006). Hindistan'da pamukta *Pectinophora gossypiella* Saund'a karşı hektara 20 feromon tuzağı kitle halinde yakalamada başarılı bulunmuştur (Kabre ve Dharne, 2009).

2.2.4. Işık Tuzakları

Işık tuzakları böceği izlemede ve kitle yakalamada gece veya belirli saatlerde ışığa yönelen böcekleri çekmek amacıyla kullanılmaktadır. Önemli zararlılardan elma iç *kurdu (C. pomonella), Mısır kurdu (Ostrinia nubilalis (Hübner)), Yeşilkurt (Helicoverpa* armigera (Hübner)), Bozkurt (*Agrotis* spp.), Şeftali güvesi (*Anarsia lineatella* Zeller), Danaburnu (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) gibi zararlılarda fototaksi olarak adlandırılan ışığa yönelim oldukça güçlüdür. Bu tuzakların işleyişleri; böceklerin çekici bir ışık cinsi olan morötesi ışık ile hazırlanmış olan tuzağın içine içerisine çekilerek orada tutulmalarının veya öldürülmelerinin sağlanmasıdır. Özellikle Ultraviyole (UV) ve siyah ışık kaynakları, ışığa cezbedilen böceklerin tuzağın altında bulunan ve insektisit veya benzen gibi öldürücü bir kimyasal içeren kap yardımıyla böcekleri tuzaklamada kullanılmaktadır. Mısır kurdu erginleri siyah ışık tuzakları tarafından cezbedilmektedir (Bartels ve ark., 1997).

2.2.5. Su Tuzakları

İçerisi su ile doldurulmuş leğen biçimindeki plastik, metal veya cam kaptan oluşmaktadır. Kullanılma amaçları daha ziyade böcek çeşitlerinin belirlenmesi ve böceklerin çıkış zamanı ile sayılarının tespit edilmesi için kullanılırlar. Ancak bazı durumlarda toplu halde yakalamak amacı ile de kullanılmaktadır. Böceklerin suya yönelimlerinden yararlanılarak genellikle ışık tuzakları ve renkli tuzaklar ile birlikte kullanılmaktadır. Van Deventer (2009), Akdeniz ülkelerinde tatlı biber, hıyar, domates ve kavunun önemli zararlılarından *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera:Crambidae)'in erginlerinin izlenmesinde ve kitle halinde tuzaklama ile mücadelesinde en etkin tuzak tipinin geniş kapasiteli su tuzakları olduğunu ve huni tuzaklara ya da feromon tuzaklara göre çok daha fazla sayıda erginin bu tuzaklarda yakalandığını bildirmektedir. Larrain ve ark. (2009), Şili'de patates güvesi *Phthorimaea operculella* (Zeller)'nın kitle halinde yakalanması çalışmasında 0.2 mg/ha eşey feromonunu, su ve deterjan ile birlikte tuzaklara eklemişler ve 5 m arayla asmışlardır. Kimyasal mücadeleyle karşılaştırıldığında bu uygulamanın zararı önemli seviyede düşürdüğünü belirtmişlerdir.

2.3. UZAKLAŞTIRICILAR

Zararlıların konukçularına yaklaşmalarını önleyen veya bulundukları ortamdan kaçmalarını sağlayan maddelere repellent denir. Repellentler zararlıları fiziksel ve kimyasal yolla etkilerler. Yapışkan bazı maddeler, böceklerin bitkide yürümesini engellediği için uzaklaştırıcı etki göstermektedir.

Kimyasal repellentler doğadaki cezbedici kokuları maskeleyerek zararlıların besin üzerine gelmesini engelledikleri gibi besinden uzaklaştırılmasını sağlayarak da etki yapar. Bunlar bitkisel veya sentetik olabilirler. Bazı kimyasal yolla etkili repellentler böceklerin koku alma duygularını köreltmek veya engellemek suretiyle etki yaparlar. Diğeri ise bitkisel kökenli doğal insektisitler kapsamında değerlendirilen biber ve sarımsağın böceklerle mücadele ederken

uzaklaştırıcı özelliğinden yararlanılır. Bunlar genellikle depolanmış ürünlerdeki zararlılar yanı sıra lahana kelebeklerine karşı kullanılır.

Fiziksel repellentler zararlılar bitkinin bazı fiziksel yapılarıyla uzaklaştırılırlar. Bunlar toz, bazı yapışkan maddeler, bitkilerin tüylülük, dikenlilik gibi doğal kaynaklıdır. Tozlar bazı lepidopter larvalarına uzaklaştırıcı etki yapmaktadır. Sık tüylü oluş yaprakbiti ve Cicadellid'ler için repellenttir. Bazı bitkilerin bizzat kendileri uzaklaştırıcı özellikte olabilir. Bu nedenle son yıllarda karışık bitki yetiştirme desenleri uygulanmakta, böylece bir bitki, diğer bir bitki ile karışık yetiştirilerek ürün, ana zararlının zararından korunmaktadır. Bunlar piretrum, derris, nikotin ve sitronella yağı' dır. En fazla Lamiaceae familyası olmak üzere, toplam 60 farklı bitki familyasından 2000'in üzerinde bitki uçucu yağ içermekte, yaklaşık 100 adet bitki türünden ekonomik anlamda uçucu yağ elde edilmektedir (Van de Braak ve Leijten 1999). Bitkilerin, yaprak, meyve, kabuk, kök, çim, sakız, tohum, çiçek ve sürgünlerinden elde edilmektedirler (Sood vd 2006, Cava vd 2007).

Uçucu yağların repellent veya uzaklaştırıcı etkilerinin biyoteknik mücadele içinde faydalı olduğu ve bu alanda değerlendirilebileceği öngörülmektedir. Uçucu yağların içerdikleri çok sayıda bileşenden dolayı komplex bir yapılarının olduğu ve patojenlerin kimyasallara olduğu gibi kısa sürede dayanıklılık geliştiremeyecekleri düşünülmektedir. Düşük toksik riskler nedeniyle "Entegre mücadele veya biyoteknik mücadelede" kullanılabilecek "green pesticides yani yeşil pestisitler" olarak değerlendirilmeleri öngörülmüştür (Koul vd 2008).

2.4. BESLENMEYİ ENGELLEYİCİLER

Bitkilerde doğal olarak bulunan bazı maddeler zararlı böceklerin beslenmesini durdurucu veya engelleyici etkileri sonucunda böceklerin ölümüne neden olmaktadır. Bitkisel kökenli insektisit; Azadirachtin Tespih ağacı ya da Neem ağacı Çok sayıda böcek türünün ergin ve larvalarında beslenmeyi engelleyici, üremeyi azaltıcı, kısırlaştırıcı, öldürücü, yumurta bırakmayı önleyici, gelişme ve büyümeyi aksatıcı olarak birçok meyve, sebze ve tarla bitkisinde ruhsatlıdır. Beslenmeyi engelleyici etkisi de olan Azadirachtin birçok böcekte denenmiş ve böceklerin beslenmesi engellenerek başarılı sonuçlar alınmıştır. Daha çok ısırıcı- çiğneyici ağız yapısına sahip böcekler için kullanılmaktadır. Örneğin, Pamuk yaprakkurdu, Yeşilkurt ve Lahana güvesi larvalarında beslenmeyi engellediği saptanmıştır (Awad ve ark., 1998).

2.5. YUMURTLAMAYI ENGELLEYİCİLER

Böceklerin yumurtlama davranışı üzerine etkili olarak yumurta bırakmasına engel olan maddelere "yumurtlamayı engelleyiciler" adı verilir. Bazı kimyasal maddeler ve yumurtlamaya engel olucu feromonlar zararlılara karşı uygulanan biyoteknik yöntemler kapsamına girmektedirler. Bunlar genelde birer işaret feromonu niteliğindedir. Kiraz sineği ve Akdeniz meyvesineği dişileri zarar yaptığı meyvelere yumurtalarını bıraktıktan sonra salgıladığı bir feromonla meyveyi işaretler. Feromonun bırakıldığı meyve üzerine daha sonra bir başka Akdeniz meyvesineği dişisi gelirse bu feromonu algılayarak yumurta bırakmaktan vazgeçer. Bu nedenle bir meyveye genellikle birden fazla dişi yumurta bırakmaz. Bu özelliğe sahip maddeler kullanılarak meyvelerin ilaçlanması neticesinde meyvede herhangi bir yumurta bulunmazken dişiler böyle algıladığı için yumurtlama engellenebilmektedir (Öncüer, 2000)

2.6. KISIRLAŞTIRICILAR (KEMOSTERİLANTLAR)

Bu yöntemin amacı feromonla cezbedilmiş eşeylerin kemosterilant (kısırlaştırıcı) maddeler ile kısırlaştırılarak yoğunluklarının azaltılmasıdır. Örneğin böceklerde sperm veya yumurta oluşumunu önleyebilir veya uygulandıktan sonra sperm ve yumurtanın ölümüne neden olabilirler. Bu gibi durumlarda sperm hareketliliğini ve canlılığını korumakla birlikte döllenme sonucunda döllenmiş yumurta oluşmasına rağmen yumurta açılmayıp ergin meydana gelmemektedir. Bu etki şeklinin avantajı kısırlaştırıcı madde uygulaması sonucunda kısırlaşmış bireylerin çiftleşme kabiliyetlerini kaybetmeksizin diğer normal erkeklerle rekabet edebilmeleridir. Bu yöntemle oluşturulan kısırlık dölden döle geçmeyip sadece uygulandığı döle karşı etkilidir (Serez ve Zümreoğlu, 2001).

2.7. BÖCEK GELİŞMESİNİ ENGELLEYİCİLER VE DÜZENLEYİCİLER

Tıpkı insanlarda ve hayvanlarda olduğu gibi böceklerde de gelişme ve büyüme hormonların kontrolü altındadır. Böceklerin yumurtadan ergin oluncaya kadar gelişmesini sağlayan hormonların en önemlileri beyin hormonu, juvenil hormon ya da gençlik hormonu ve metamorfoz yani deri değiştirmeyi dolayısıyla büyüme ve organların gelişmesini sağlayan başkalaşım hormonudur (Anonymous, 2013).

2.8. KISIR BÖCEK SALMA YÖNTEMİ

Bu yöntemde amaç böceklerin kısırlaştırılarak doğaya salınması, bu kısır böceklerin doğadaki normal böceklerle çiftleştiğinde yeni nesiller verememesidir. Bunun sonucunda, zararlı böcek sayısı azaltılarak veya yok edilerek zararı önlenmiş olur. Bu başarıya ulaşmak için kısırlaştırılan böceklerin doğaya salınması işlemine aralıksız olarak belirli bir süre devam edilmelidir.

3. SONUÇ

Dünya nüfusunun artışıyla birlikte gıdaya olan talebi karşılamak, tarım üretimde istenilen verim ve kalite artışını gerçekleştirmek için sürdürülebilir yöntemlerin ve kalıcı çözümlerin uygulanması zorunludur. Bu da ancak, sürdürülebilir tarım ile mümkündür. Sürdürülebilir tarımda çevre ve biyolojik çeşitliğin korunması, kimyasal kalıntıların azaltılması, bozulan ekolojik dengenin yeniden oluşturulması gibi insanların sosyal ve ekonomik refah seviyesini yükseltecek uygulamaları içermektedir. Günümüzde hızla tükenen doğal kaynakların etkili kullanılmasını hedefleyen bu uygulamalarda tarımsal üretimde biyoteknik mücadele giderek değer kazanmıştır. Biyoteknik yöntemlerin başlıca avantajı çevre koşullarına iyi uyum sağlaması ve yan etkilerinin bulunmamasıdır. Ancak bu yöntemlerin kullanım alanlarının sınırlı olması, teknik bilgi gerektirmesi, zararlı böceklere karşı kullanılan kimyasal mücadeleye kıyasla biyolojik etkinliğinin daha düşük, yavaş ve maliyetli olması ile üretici alışkanlıkları gibi nedenlerle günümüzde kullanımlarını sınırlamaktadır. Bu yüzden tarımda sürdürülebilirliği sağlamak için; kimyasal pestisit kullanımının yapıldığı tarıma alternatif olan zararlıların davranışı, fizyolojisi, biyolojisi üzerinde etkili olan biyoteknolojik yöntemlerin kullanımına dayalı tarıma gereken önem verilmeli ve desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

Anonymous, 2013. Teoriden Pratiğe Biyoteknik Mücadele. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 62.s.

Awad, T. I., F. Önder ve Ş. Kısmalı, 1998. Azadirachta indica A. Juss (Meliaceae) ağacından elde edilen doğal pestisitler üzerinde bir inceleme. Türkiye Entomoloji Dergisi., 22(3): 225-240.

Bartels, D. W., W. D. Hutchison, and S. Udayagiri., (1997). Pheromone trap monitoring of Z-strain European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae): optimum pheromone blend, comparison with blacklight traps, and trap number requirements. J. Econ. Entomol., 90, 449–457,

Cava, R., Nowak, E., Taboada A. and Marınınıesta, F., (2007). Antimicrobial activity of clove and cinnamon essential oils against Listeria monocytogenes in pasteurized milk. Journal of Food Protection, 70: 2757-2763.

Demirel, N., Yıldırım, A.E., (2008). Attraction of Various Sticky Color Traps to Thrips tabaci Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) and Empoasca decipiens Paoli (Homoptera:Cicadellidae) in Cotton. Journal of Entomology, 5 (6), 389-394.

El-Sayed A.M., Suckling D.M., Wearing, C.H., Byers, J.A., (2006). Potential of mass trapping for long-term pest management and eradication of invasive species. Econ Entomol., 99 (5), 1550-64,

Kabre, G.B., Dharne, P.K., (2009). Mass trapping of Earias vittella (Fab.) and Pectinophora gossypiella Saund. using indigenously synthesized sex pheromone in cotton ecosystem. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 22 (3), 664-665,

Koul, O., Walia, S. and Dhalıwal, G.S,. (2008). Essential oils as green pesticides: potential and constraints. Biopestic. Int. 4(1): 63–84.

Kovancı, O.B., Pehlevan, B., Knight, A., (2001). Feromon Yayıcı Tipi ve Uygulama Yönteminin Doğu Meyvegüvesi (*Grapholita molesta* (Busck) ile Mücadelede Çiftleşmenin Engellenmesi Tekniği Üzerine Etkisi, Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Kahramanmaraş, S. 30.

Lacey, L.A., Frutos ., Kaya H.K., Vail, P., (2001). Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They Have a Future?, Biol. Control 21, 230- 248.

Larraín S., P., Guillon, M., Kalazich, J., Graña, F., Vásquez, C., (2009). Effect of pheromone trap density on mass trapping of male potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), and level of damage on potato tubers. Chilean Journal of Agricultural Research, 69 (2), 281-285,

Layık, F.Ö., Kısmalı, Ş., (1994).Zararlılara karşı biyoteknik yöntemlerle savaşta kitle halinde tuzakla yakalama (mass-trapping) yönteminin kullanılması. Türkiye Entomoloji Dergisi, 18 (4): 245-259.

Nascimento A.S., Carvalho R.S., Malavasi A., (2000). Monitoramento populacional, In: Malavasi A, Zucchi RA. (ed) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento Básico e Aplicado. Ribeirao Preto: Holos, 109-112,

Öncüer, C., 1995. Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçları, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 33

Öncüer, C. ve E. Durmuşoğlu, (2008). Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No: 28, Aydın, s. 472,

Serez, M. ve Zümreoğlu, A., (2001). Tarım ve Orman Zararlılarına karşı biyoteknik yöntemler. Dilek Ofset Matbaacılık ve Cilt San. Himaye-i Etfal Sk. Yıldırım Han, No: 201/1 Cağaloğlu, İstanbul, 108 s.

Sood, S., Dhıraj, V. and Nagar, P.K. (2006). Physiological and biochemical studies during flower development in two rose species. Scientia Hoticultura, 108: 390-396.

Van De Braak, S.A. and Leıjten, G.C., (1999). Essential oils and oleoresins: A survey in the Netherlands and other major markets in the European Union. CBI. Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries, Rotterdam, p. 116

Van Deventer, P., (2009). Water trap best for catching Duponchelia. Fruit & Veg Tech., 18-19,

BİYOPESTİSİTLER VE TRANSGENİK BİTKİLER ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Doç.Dr. MEHMET KAPLAN [1]

[1] Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakülte Bitki Koruma Bölümü, mehmetkaplan@siirt.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-2495-8075

ÖZET

İnsan nüfusunu artmasıyla birlikte gıdaya olan talepte giderek artmıştır. Ancak dünyada küresel iklim değişikliği ve çeşitli nedenlerden dolayı giderek tarım alanları da azalmaktadır. Bununla birlikte bu alanlardan elde edilen ürünlerde abiyotik ve biyotik faktörlerde kaynaklı verim ve kalite azalmalarına neden olmaktadır. Modern tarımda zararlı böceklere, hastalıklara ve yabancı otlara karşı birçok mücadele yöntemi bulunmasına rağmen, kolay uygulanabilmesi ve çabuk etki göstermesinden dolayı üreticiler daha çok kimyasal mücadeleyi tercih etmektedirler. Tarımsal alanlarda kullanılan bu kimyasal pestisitlerin hedeflenen organizma birlikte hedef olmayan diğer canlılara da zarar vermesiyle birlikte insan ve çevre sağlığının olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda pestisitler, su ve besin kaynaklarının kirleterek ekolojik dengenin bozulmasıyla hedef olmayan faydalı böceklerin ölmesine ve kimyasal insektisitlere dayanıklı böcek popülasyonlarının gelişmesine yol açmaktadır. Dolaysıyla zararlı böceklerle mücadele de alternatif mücadelelere yönelmek gerekmektedir. Bu yüzden üretimde verim ve kalite kaybına sebep olan tarım ekosistemindeki zararlı böceklerle mücadelede kimyasal pestisitlerin ortaya koyduğu olumsuz etkilerden ve ürünler üzerinde oluşturduğu kalıntı problemlerinden dolayı, gün geçtikçe kimyasal pestisitlere alternatif olarak biyopestisitlerin ve transgeenik bitkilerin kullanımı artmaktadır. Kimyasal pestisitlerin aksine biyopestisitler, sadece hedef zararlıları ve yakından ilişkili organizmaları etkilemektedir. Bununla birlikte biyopestisitlerin, tüketiciler için özellikle meyve ve sebzelerde önemli bir kaygıya neden olan kalıntı problemini oluşturmamaktadır. Biyolojik mücadele kapsamında üretilen biyopestisitler mikroorganizma kökenli biyopestisitler, bitkisel kökenli biyopestisitler ve semiyokimyasallar olarak sınıflandırılır. Böcekler bakteri, fungus ve virüs gibi mikrobiyal patojenlere karşı duyarlıdır. Tarımsal ekosistemde zararlı böceklerin larvalarıyla mücadelede kullanılan en yaygın ve başarılı böcek patojeni *Bacillus* thuringiensis (Bt)'dir. *B. thuringiensis* (Bt), gram pozitif, sporlu, aerobik ve entomopatojenik özellik gösteren *Bacillu*s genusuna ait bir bakteridir. Biyolojik mücadelede başarılı bir biyopestisit olan Bt toksinleri, günümüzde sprey formunda ya da bazı transgenik bitkilerde eksprese edilerek kullanılmaktadır. Sonuç olarak günümüzde insanların gıdaya olan talebi karşılamak için bu azalan tarım alanlarında daha çok verim ve kaliteli ürün elde etmek yanı sıra insan, hayvan ve çevre sağlığı ile ilgili kaygılar nedeniyle üreticiler tarımsal teknolojinin gelişmesiyle birlikte biyopestisit ve transgenik gibi çeşitli biyoteknolojik yöntemlere başvurmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarım, Biyolojik mücadele, Biyopestisit, Transgenik bitki

ABSTRACT

AN EVALUATION ON BIOPESTICIDES AND TRANSGENIC PLANTS

With the increase in the human population, the demand for food has increased. However, agricultural areas are gradually decreasing due to global climate change and various reasons in the world. However, abiotic and biotic factors in the products obtained from these areas cause yield and quality reductions. Although there are many control methods against harmful insects, diseases and weeds in modern agriculture, producers prefer chemical control more because of its easy application and quick effect. These chemical pesticides used in agricultural areas have a negative impact on human and environmental health, as they harm the targeted organism and other non-target organisms. At the same time, pesticides lead to the death of beneficial non-target insects and the development of insect populations resistant to chemical insecticides by polluting water and food sources and disrupting the ecological balance. Therefore, it is necessary to turn to alternative struggles in the fight against harmful insects. Therefore, the use of biopesticides and transgenic plants as an alternative to chemical pesticides is increasing day by day due to the negative effects of chemical pesticides in the fight against harmful insects in the agricultural ecosystem, which cause yield and quality loss in production, and the residue problems they create on the products. Unlike chemical pesticides, biopesticides only affect target pests and closely related organisms. However, biopesticides do not create a residue problem that causes a significant concern for consumers, especially in fruits and vegetables. Biopesticides produced within the scope of biological control are classified as microorganism-derived biopesticides, plant-based biopesticides and semiochemicals. Insects are susceptible to microbial pathogens such as bacteria, fungi and viruses. Bacillus thuringiensis (Bt) is the most common and successful insect pathogen used to combat the larvae of harmful insects in the agricultural ecosystem. *B. thuringiensis* (Bt) is a gram-positive, spore-forming, aerobic and entomopathogenic bacterium belonging to the Bacillus genus. Bt toxins, which is a successful biopesticide in biological control, are used in spray form or by being expressed in some transgenic plants. As a result, today, in order to meet people's demand for food, producers apply various biotechnological methods such as biopesticides and transgenics with the development of agricultural technology due to concerns about human, animal and environmental health, as well as to obtain more yield and quality products in these decreasing agricultural areas.

Keywords: Agriculture, Biological control, Biopesticide, Transgenic plant

1. GİRİŞ

Dünyada insan popülasyonun hızla artmasıyla birlikte ve insanların gıda olan talebi giderek artmaktadır. Bununla birlikte küresel iklim değişiklikleri ve çeşitli nedenlerden dolayı giderek tarım alanları da azalmaktadır. Bununla birlikte bu alanlardan elde edilen ürünlerde kaynaklı verim ve kalite azalmalarına neden olan abiyotik ve biyotik faktörlerde bulunmaktadır. Biyotik faktörlerden kaynaklı tarımsal ürünlere zarar veren 67000 adet zararlı haşere türü arasından, yaklaşık 9000'i böcek ve akarlardan oluşturmaktadır (Ross and Lembi, 1985). Böcek zararlıları bu kayıpların ana nedenidir. Bu kayıplar, başlıca mahsullerden buğdayda %28, soya fasulyesinde %29, mısırda %31, patateste %40, pirinçte %37 ile pamukta %29 arasında değişmektedir (Oerke, 2006). Dolaysıyla gıdaya olan talebi karşılamak için bu azalan tarım

alanlarında daha çok verim ve kaliteli ürün elde etmek için üreticiler tarımsal teknolojinin gelişmesiyle birlikte çeşitli biyoteknolojik yöntemlere başvurmuştur. Böylece yüksek verimli çeşitlerin, kimyasal gübrelerin, pestisitlerin ve suyun kullanımı ile karakterize edilen yeşil devrim teknolojisi tarımsal üretimde olağanüstü bir artışa neden olmuştur (Kumar et al., 2008; Kumar, 2012). Bunun yanı sıra yoğun girdili tarım, çevre ve tarım sistemlerinin genel sürdürülebilirliği üzerinde su ve gıda kaynaklarının kirlenmesi, hedef olmayan faydalı böceklerin zehirlenmesi ve insektisitlere dirençli böcek popülasyonlarının gelişmesi gibi bazı istenmeyen etkiler yaratmıştır. Tarımsal üretimde zararlı böceklere karşı birçok mücadele yöntemi bulunmasına rağmen, kolay uygulanabilmesi ve çabuk etki göstermesinden dolayı üreticiler daha çok kimyasal mücadeleyi tercih etmektedirler. Zararlıya karşı kullanılan ilaçlar ve doz uygulamalarında yapılan artış hem çevreye zarar vermekte hem de bu ilaçlara karşı direncin artmasına neden olmaktadır (Saidy et al., 1989; Delen et al., 2005). Bu yüzden Kimyasal mücadelenin ortaya çıkardığı olumsuz etkilerden ve ürünler üzerinde oluşturduğu kalıntı problemlerinden dolayı, alternatif mücadele yöntemlerine gereksinim gün geçtikçe artmaktadır (Aroiee et al., 2005).

2. TARIMSAL ZARARLILARLA MÜCADELEDE BİYOPESTİSTLERİN KULLANIMI

Biyolojik mücadele kapsamında üretilen biyopestisitler hayvan, bitki, bakteri gibi doğal kaynaklardan elde edilmektedir. Biyopestisitler; mikrobiyal pestisit, bitkiye entegre edilmiş koruyucular ve biyokimyasal pestisitler olarak üç gruba ayrılmaktadır. Bunların içerisinde mikrobiyal pestisitler bakteri, virüs, protozoa, alg ve funguslardan oluşmaktadır (Leahy et al., 2014). Mikrobiyal biyopestisitler olarak funguslar, bakulovirüsler ve bakteriyal biyopestisitler yaygın olarak araştırılmakta ve tarım zararlılarıyla mücadelede kullanılmaktadır.

Kimyasal pestisitlerin aksine biyopestisitler, sadece hedef zararlıları ve yakından ilişkili organizmaları etkilerler (Mazid et al., 2011; Kumar, 2012; Srijita, 2015). Biyopestistlerin en önemli yönü spesifik oluşu ve çevre koşullarına kolaylıkla adapte edilebilir olması, buna karşı çevre, hayvan ve insan sağlığı yönünden istenmeyen yan etkilerden hiçbirine sahip olmamasıdır. Günümüzde gıda güvenliğini sağlamak için tarımsal biyoteknolojide zararlı yönetiminde biyopestisitlere güvenen birçok ülke bulunmaktadır (Lade et al., 2017). Böcekler bakteri, virüs ve fungus gibi mikrobiyal patojenlere karşı hassastır (Tanada et al., 1992). Bu böcek patojenlerinin tümü, biyopestisit olarak kullanılmıştır. 1970'lerde ve 1980'lerde, böceklere özgü bakulovirüsler (böcek patojeni virüsler arasında en yaygın olan ve üzerinde en çok çalışılan virüs familyasıdır.), pamuk, soya fasulyesi ve yapraklı sebzeler gibi çeşitli mahsullerin lepidoptera takımındaki zararlılarını kontrol etmek için yaygın olarak kullanıldı. Özellikle *Beauveria bassiana*, böcek kontrolünde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Fungal biyoinsektisitler, diğer bazı mikrobiyal patojenlerden daha geniş bir konukçu spektrumuna sahiptir. Bu farklı biyopestisitler arasında, bakteriyel biyopestisitler en yoğun şekilde çalışılan ve yaygın olarak kullanılanlardır. Birkaç böcek patojenik bakterinin, belirli böcekler için toksik proteinler ürettiği bilinmektedir. *Bacillus thuringiensis*(Bt), güçlü böcek öldürücü proteinleri için en iyi bilinen bakteridir. Örneğin, belirli bir *B. thuringiensis* biyosidal proteini kodlayan bir gen, kültür bitkisinin genetik materyali içine dâhil edilir. Daha sonra, bitki ilgili proteini

üretmeye başlar ve insektisit etki ortaya çıkar. Bu proteinler, belirli böcek takımlarına oldukça özgüdür. *Bacillus thuringiensis* (Bt) böcek öldürücü proteinler, hedef böceklere oldukça spesifik olduğundan, faydalı böcekler, suda yaşayan hayvanlar, kuşlar ve diğer yüksek hayvanlar etkilenmediğini bildirmiştir (Benett et al, 2004).

Bir Japon bilim adamı bakteriyi ilk olarak 1901'de ipekböceğinin öldürücü bir patojeni olarak tanımlamıştır (Ishiwata, 1901). Raporunda, bu bakterinin böcek öldürücü bir toksin ürettiğini öne sürdü. 1950'lerde, Berkeley'deki California Üniversitesi'nden Edward Steinhaus, Bt. O zamandan beri, *Bacillus thuringiensis* (Bt) en başarılı biyopestisit olarak kullanılmıştır. Kısmen ticari ilgi nedeniyle çok sayıda Bt suşu (Bir bakteri veya virüsün farklı alttürlerinin, aralarında genetik farklılıklar bulunan gruplarına ¨Suş¨ denilir) izole edildi ve karakterize edildi. Bu ticari türler, yüksek etkili Lepidoptera'ya özgü alt türleri içerir *Kurstaki* (Btk) HD1 suşu (Dulmage1970), sivrisineğe *İsrailli* (Bti) (Goldberg and Margalit, 1977).] ve *tenebrionis* (Btt) böceğe özgü alt tür (Krieg et al, 1983)'dür. Böcek kontrolü için kullanılan en yaygın ve başarılı böcek patojeni, toplam biyoinsektisit pazarının %90'ını oluşturan *Bacillus* thuringiensis (Bt) bakterisinin suşları ve alt türleridir (Sanchis and Bourguet, 2008; Rosas-Garcia, 2009). Şimdiye kadar, 40000'den fazla B. thuringiensis suşu izole edilmiş ve bunların 39 serotipe ait olduğu tespit edilmiştir. Bu bakteriye ait suşlar farklı proteinler üretebilmekte ve başta Lepidoptera, Diptera veya Coleoptera olmak üzere farklı böcek takımlarının larvalarına karşı spesifik aktivite göstermektedirler (Leahy vd., 2014).

Bacillus thuringiensis farklı organizmalara toksik etki gösteren çeşitli toksinler üretmektedir. Bunların içerisinden insektisidal özellikte olan başlıca proteinler sporulasyon sırasında üretilen Cry (kristal) ve Cyt (sitolitik) proteinler olarak da bilinen delta-endotoksinler ile büyüme döngüsünün vejetatif fazında salgılanan Vip proteinleridir. Bt toksinlerinin başta Lepidoptera, Diptera, Coleoptera olmak üzere Hymenoptera, Homoptera, Orthoptera, Mallophaga takımlarına, ayrıca nematod, akar ve protozoaya karşı etkili olduğu bilinmektedir (Schnepf et al., 1998; Palma et al., 2014). Dünyada entomopatojen funguslar özellikle böcek zararlılarına karşı kullanılmasını hedef alan birçok çalışmaya konu olmuş ve bunlardan bazıları biyolojik mücadele kapsamında ruhsatlandırılmıştır (Kılınçer et al., 2010; Er, 2013).

2.1. BİYOİNSEKTİSİT *Bacillus thuringiensis* (Bt) FORMÜLASYONLARI, ETKİ ŞEKLİ VE KULLANIMI

Biyolojik mücadelede başarılı bir biyopestisit olan Bt toksinleri, günümüzde sprey formunda ya da bazı transgenik bitkilerde eksprese edilerek kullanılmaktadır. Sprey formülasyonlarda kullanılan Bt, belki de en başarılı biyopestisittir. Bt'nin başarısının nedenleri arasında kullanım kolaylığı ve hassas böceklere karşı çok yüksek spesifik aktivite yer alır. Örneğin, Cry1Ac adlı bir Bt insektisidal protein, *Heliothis virescens* (Tütün tomurcuk kurdu)'in yeni doğan larvaları üzerinde 0,07 ppm kadar düşük bir LC50'ye sahiptir (Luttrell, 1999). Bununla birlikte, çoğu bireysel Bt insektisit proteini, dar bir aktivite spektrumuna sahiptir. Belirtildiği gibi, Cryl Ac *H. Viriscens'e karşı çok aktifken*, Cry1Ca adlı başka bir Bt toksini bu zararlıya karşı aktif değildir. Diğer taraftan Cry1Ca *Spodoptera exigua*'ya karşı aktifken, ancak Cry1Ac *H. Viriscens'e karşı* değildir. *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) püskürtmeli insektisit formülasyonlarını üretmek için bakteri kültürü, 400.000 litre kadar büyük endüstriyel ölçekli fermantasyon tankları kullanılır. Bt, mL başına109 hücre veya daha yüksek bir yoğunluğa ulaşana kadar

sıradan bir bakteri kültürü ortamında çoğalır. Bakteri ortamdaki besinleri tükettiğinde sporlanma aşamasına geçer. Bu aşamada, bipiramidal bir şekilde kristalleşen büyük miktarda insektisidal protein üretir. Bazen küboidler gibi başka şekiller de görülebilir. Sporlar olgunlaştığında, hücreler parçalanarak serbest sporları ve kristalleri kültür ortamına salar. Spor ve kristal kompleksi daha sonra toplanır ve püskürtülen böcek öldürücüler halinde formüle edilir. Bt püskürtmeli ürünler onlarca yıldır kullanılmaktadır. Şu anda püskürtmeli ana kullanım sebze, meyve ve fındık ağaçları ve üzüm asmaları üzerindedir. Bt formulasyonları bitki yüzeylerine sprey yoluyla uygulanabilmekte veya toksik genlerin bitkilerde ifade edilmesini sağlayan transgenik Bt ürünlerin elde edilmesiyle bitkiyi zararlı böceklere karşı koruyabilmektedir (Kumar et al., 2008). Transgenik Bt ürünleri de çoğunlukla Cry ve Vip3 proteinlerini ifade etmektedir. Cry proteinleri temel olarak Lepidoptera, Coleoptera, Diptera takımlarına etkili iken, Vip3 proteinleri Lepidoptera takımına karşı toksisiteye sahiptir (Estruch et al., 1996; Chakroun et al., 2016).

3. TRANGENİK BİTKİLER, ÜRETİM AMAÇLARI VE KULLANIM ALANLARI

Biyoteknolojik yöntemlerle bir bitkiye farklı türlerden bir veya daha çok gen aktarımı ile elde edilen yeni bitkiye Transgenik bitki adı verilmektedir. Transgenik bitkiye aktarılan genin orijini genin aktarıldığı bitki ile melezlenemeyen başka bir bitki türüne ait bir bitki olabileceği gibi, bir hayvan veya bir bakteri gibi bitkiler âlemi dışındaki diğer âlemlerden bir organizma da olabilmektedir. Biyoteknolojik yöntemler kullanılarak böceklere dayanıklı transgenik bitkilerin elde edilmesinde birçok yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemlerden günümüzde en yaygını *B. thuringiensis* (Bt) bakterisinin böcekler üzerine öldürücü etki yapan bir geninin verimli kültür bitkilerine aktarılması işlemidir (ILSI, 2003).

Bitkisel üretimde verimliliğin artırılması ya bitkilerin genetik yapılarının değiştirilmesi ya da gübreleme, ilaçlama gibi geleneksel tarım yöntemleri ile mümkündür. Günümüzde bilinçsiz tarım uygulamaları sebebiyle ekolojik dengenin zarar görmesinden dolayı tarımsal üretimde verimin arttırılması için gen teknolojilerinin iyileştirilmesi ve geleneksel yöntemlerin daha bilinçli bir şekilde uygulanmasının gerekli olduğu planlanmaktadır. Tarım, sağlık, genetik, gıda gibi çeşitli alanlarda kullanılan modern biyoteknoloji sayesinde belirli bir türden klonlanmış gen/genlerin ilgili özellikleri, farklı bir türe aktarılabilmektedir. Üretimde öncelikli olarak tarım, sağlık, tekstil ve gıda sektörlerini saymak mümkündür. Örnek vermek gerekirse; sağlık sektöründe antikanser bileşikleri, vitamin ve uyku ilacı üretimi, gıda sektöründe ise tatlandırıcı, koruyucu ve gıda katkı maddesi olarak, endüstriyel kullanımda ise maya üretimi bunların başlıca olanlarıdır (Çelik ve Turgut, 2007).

Transgenik bitkiler nesil olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır. Birinci nesil; herbisit, zararlı böcek ve çevresel stres koşullarına dayanıklıdır. İkinci nesil; ürünler, verim ve besleme kalitesinin arttırıldığı; üçüncü nesil ürünler ise insan tedavisinde kullanılan pahalı ilaç ile aşıların üretildiği, biyo-yakıt üretimine daha yatkın bitkiler olarak tanımlanır (Fernandez-Cornejo and Caswell, 2006). Ancak günümüzde sadece birinci nesil transgenik bitkiler dünya genelinde geniş üretim olanağı bulmuştur. 2017 yılında üretilen GD bitkilerin % 47'si HT, % 41'i yığın özellikli (birden fazla gen aktarımı yapılmış) ve % 12'si Bt özellikte olmuştur (Şahin ve ark., 2018). Piyasanın talep ettiği ürünlerin elde edilebilmesi için transgenik bitkilerde

amaçlanan nitelikler şunlardır; birim alandan daha çok ürün elde edilmesi, bitkilerde olması istenen özelliklerinin artırılması, bitki koruma ürünleri kullanımının azalması ile çevreye duyarlı tarım yapılması, olumsuz iklim şartlarına ve çevresel stres unsurlarına karşı dirençli ürünler üretilmesidir. Böylece tarım yapılmasına uygun olmayan alanlarda da tarım yapılabilmesini mümkün hale getirmesidir (Uzogara, 2000).

3.1. BÖCEKLERE DAYANIKLI TRANSGENİK BİTKİLER

Transgenik bitkilerle ilgili ilk tarla denemeleri Fransa ve ABD'de 1986 yılında herbisite tolerans geni aktarılmış tütün bitkisi ile yürütülmüştür (James, 1996). 1987 yılında *B. thuringiensis* bakterisinden bazı böceklere toksik etki gösteren toksik proteinlerin üretiminden sorumlu genleri aktararak böceğe karşı dayanıklı tütün bitkisi üretmek üzere Belçika'da bir şirket kurulmuştur (Vaeck et al. 1987). Dünya'da ilk transgenik bitki tarımı 1992 yılında Çin'de tütün mozaik virüsü kapsül protein geni aktarılarak adı geçen virüse karşı dayanıklı hale getirilen tütün çeşidinin tarımı ile başlamıştır (James 1997). Ticari olarak önemli olan ilk transgenik Bt ürünü pamuk (Perlak et al., 1990) ve ardından mısırdı (Estruch et al., 1994). Bt ekinlerinin yetiştirilmesi, kimyasal insektisitlerin kullanımını azaltmıştır. Örneğin, 2002 ve 2003 yıllarında Hindistan'da Bt-pamuk üzerinde yapılan bir araştırma, Bt-pamuk olmayan ürünlere kıyasla kimyasal insektisitlerin %60 ila 70 oranında azaldığını göstermiştir. Bununla birlikte insektisitlerle işlenmemiş Bt-pamuk veriminin, geleneksel bir insektisit uygulama rejimi ile yetiştirilen rekombinant olmayan pamuğa göre önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bulmuştur (Benett et al., 2004).

Tarımı yapılan böceğe dayanıklı transgenik bitkiler, *Bacillus thuringiensis* bakterisinden cry genleri aktarılarak elde edilmektedir (Khan et al. 2013). Böceğe dayanıklılık özelliği kazandırılmış bitki türleri arasında transgenik pamuk en fazla ekim alanına sahip olan türdür. Böceğe dayanıklılık özelliği kazandırılmış transgenik bitki ekim alanlarının %70'ini böceğe dayanıklı pamuk ekim alanları oluşturmaktadır (James 2012). Bunula birlikte halen tarımı yapılan transgenik bitkilerin önemli bir bölümünü de hem böceğe tolerans ve hem de herbisite dayanıklılık genlerini taşıyan transgenik bitkiler oluşturmaktadır. Bu tür transgenik bitkilerin tarımı her geçen gün daha da yaygınlaşmaktadır (James 2014). Hem herbisite toleranslı ve hem de böceğe dayanıklılık özelliği taşıyan bitkilerin ekim alanı içinde en fazla ekimi yapılan bitki mısırdır. Söz konusu alanların %90'ında hem herbisite toleranslı ve hem de böceğe dayanıklılık özelliği taşıyan mısır yetiştirilmektedir.

3.2. TRANSGENİK BİTKİ YETİŞTİRMENİN AVANTAJLARI

Böceğe dayanıklı transgenik çeşitlerin yetiştirilmesi ile klasik çeşit yetiştiriciliğinde ürün kaybının azaltılması için insektisit uygulama zorunluluğu ortadan kalktığı için üretim maliyetleri de azalmaktadır. Böceklerin mücadelesinde kullanılan insektistlerin insan ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini de ortadan kalkmaktadır. Transgenik bitkilerden özellikle böceğe dayanıklı pamuk çeşitlerinin ekim alanının fazlalığı ve pamuk koza kurdu gibi zararlılara karşı hiç insektisite gereksinim duyulmaması böceğe dayanıklı pamuk tarımında sağlanan insektisit tasarrufunun nedenidir. Transgenik bitki tarımının çevre üzerindeki bir diğer olumlu etkisi ise atmosfere karbondioksit salımın da azalmaya neden olmasıdır. 2013 yılında transgenik bitki

yetiştiriciliğinin tarım makinelerinin tarla trafiğini azaltması sonucu atmosfere 2096000 ton daha az karbondioksit salımı olmuş ve karbondioksit salımındaki bu azalmanın 931000 otomobilin 1 yıl süre ile trafiğe çıkmaması anlamına geldiği hesaplanmıştır (Brookes and Barfoot 2015). Klümper and Qaim (2014), transgenik bitkilerle ilgili yayınlanan 24079 makale içerisinden seçtikleri 147 makalenin meta analizinden transgenik bitki çeşitlerinin klasik çeşitlere göre sağladığı verim, uygulanan pestisit miktarı, pestisit masrafı, toplam üretim masrafları ve çiftçi karı avantajlarını hesaplamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre tansgenik bitkilerin klasik çeşitlere göre ortalama %21.57 verim artışı sağladığı, bu artışın böceğe dayanıklı çeşitlerde %24.85, herbisite toleranslı çeşitlerde ise %9.29 olduğu saptanmıştır. Böylece böceğe dayanıklı çeşitler ilaç masraflarında %43.43 tasarruf sağlamıştır. Öncelikle, böceğe dayanıklı transgenik çeşitlerin yetiştirilmesi ile çiftçiler daha az insektisite maruz kalmaktadır. Çin'de yapılan araştırmada böceğe dayanıklı pamuk çeşidi yetiştiren çiftçiler arasında insektisit zehirlenmesine maruz kalma oranın klasik pamuk çeşidi yetiştirenlere göre daha az olduğu saptanmıştır (Huang et al. 2003).

4. SONUÇ

Biyoteknoloji uygulamaları oldukça geniş bir alanda faaliyet göstermektedir. Bunlar; bitkisel üretim, endüstri, gıda, sağlık, hayvancılık ve çevre gibi alanlardır. Dünyada giderek insan popülasyonun artmasıyla birlikte gıdaya olan talebi karşılamak ancak bitkisel üretimde verimliliğin artırılması ya bitkilerin genetik yapılarının değiştirilmesi ya da gübreleme, ilaçlama gibi geleneksel tarım yöntemleri ile mümkündür. Bu yüzden gıda gereksiniminin sürekliliği, geleneksel tarımın büyük ölçüde kimyasal girdilere bağımlı olmasına neden olmuştur. Günümüzde geleneksel tarım uygulamaları sebebiyle ekolojik dengenin zarar görmesinden dolayı tarımsal üretimde verimin arttırılması için gen teknolojilerinin iyileştirilmesi ve geleneksel yöntemlerin daha bilinçli bir şekilde uygulanması zorunlu bir duruma gelmiştir. Bununla birlikte tüketicilerin ve hükümetlerin sağlıklı gıda güvenliği konusundaki artan kaygısı, üreticilerin yeni çevre dostu yöntemler arayışına yol açmıştır. Bunun sonucunda, kimyasal pestisitlerin yerine umutlandırıcı bir seçenek olarak biyopestisit ve transgenik kullanımı ortaya çıkmıştır. Biyopestistlerin kullanımı ve transgenik bitkilerde amaçlanan nitelikler şunlardır; birim alandan daha çok ürün elde edilmesi, bitkilerin istenen özelliklerinin artırılması, bitki koruma ürünleri kullanımının azalması ile çevreye duyarlı tarım yapılması, olumsuz iklim şartlarına ve çevresel stres unsurlarına karşı dirençli ürünler üretilmesidir.
Sonuç olarak günümüzde insanların gıdaya olan talebi karşılamak için bu azalan tarım alanlarında daha çok verim ve kaliteli ürün elde etmek yanı sıra insan, hayvan ve çevre sağlığını korumada biyopestisit ve transgenik gibi çeşitli biyoteknolojik gelişmelerin küresel tarımda sürdürülebilirliğe katkı sağlayacağı kuşkusuzdur.

KAYNAKÇA

Aroiee H., S. Mosapoor and Karimzadeh, H., (2005). Control of greenhouse whitefly (Trialeurodes vaporariorum) by thyme and peppermint. KMITL Science and Technology Journal, 5(2): 511-514.

Brookes G. and Barfoot P., (2015). GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2013. PG Economics Ltd, UK. Dorchester, UK. www.pgeconomics.co.uk

Bennett, R. M.. Ismael, Y., Kambhampati, U., Morse, S., (2004). AgBioForum, (7) 96–100.

Çelik, V., Turgut, B. D. (2007). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 23(1), 13-23.

Delen N., E. Durmuşoğlu, A. Güncan, N. Güngör, C. Turgut, A., Burçak A., Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara

Dulmage, H. T., (1970). Journal Invertebr. Pathol., 15, 232–239.

Fernandez-Cornejo J., Caswell M. The first decade of genetically engineered crops in the United States, Economic Research Service Economic/USDA, EIB–11, 2006.

Er, M. K., (2013). Gaziantep, Adıyaman ve Kahramanmaraş antepfıstığı bahçelerinde bulunan entomopatojen fungusların tespiti. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 4(2): 155-163.

Estruch, J. J., Carozzi, N. B., Desai, N., Warren, G. W., Duck, N. B., Koziel, M. G., (1994). Insect Resistant Maize: Recent Advances and Utilization (conference proceed.), 172–174

Goldberg, L. J., Margalit, J., (1977). Mosquito News and Research , 37, 355–358.

Huang J., Hu R., Pray C., Qiao F., and Rozelle S., (2003). Biotechnology as an alternative to chemical pesticides: a case study of Bt cotton in China. Agricultural Economics 29 55-68

ILSI, The Safety Assesment of Novel Foods and Concepts to Determine Their Safety In Use, Europe Novel Food Task Force, 2003.

Ishiwata, S., (1901). Dainihon Sanshi Kaiho (in Japanese), 114, 1–5.

James C., (1996). Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants: 1986 to 1995. www.isaaa.org

James C., (1997). Global Status of Transgenic Crops in 1997 . ISAAA Briefs No. 5.: 31

James C., (2012). Global Status of Transgenic Crops in 2012 . ISAAA Briefs No. 44

James C., (2014). Global Status of Transgenic Crops in 2014 . ISAAA Briefs No. 49

Khan M.H., Lone A.A. and Wani S.H.,(2013). Genetic engineering for crop ımprovement. Jour Pl Sci Res 29 (1) : 5- 13

Kılınçer N., A. Yiğit, C. Kazak, M. K. Er, A. Kurtuluş and Uygun, N., (2010). Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1: 15-59.

Klümper W. and Qaim M., (2014). A meta-analysis of the ımpacts of genetically modified crops. PLoS ONE 9(11): e111629

Krieg, V. A., Huger, A. M., Langenbruch, G. A., Schnetter, W., (1983). Z. Angew. Ent., 96, 500–508.

Kumar, S., (2012). Biopesticides: a need for food and environmental safety. Journal of Fertilizers and Pesticides, 3 (4): 1000e107

Kumar, S., Chandra, A. and Pandey, K. C. (2008) Bacillus thuringiensis (Bt) transgenic crop: AN environment friendly insect-pest management strategy, J Environ Biol, 29: 641-653.

Lade, B.D., Gogle, D.P., Nandeshwar, S.B. (2017). Nano Bio Pesticide to Constraint Plant Destructive Pests. J Nanomed Res 6(3): 00158. D

Leahy, J., Mendelsohn, M., Kough, J., Jones, R. and Berckes, N., (2014) Biopesticide oversight and registration at the US Environmental Protection Agency, 3–18, Biopesticides: State of the Art and Future Opportunities.

Luttrell, R. G., Wan, L., Nighten, K., (1999). J. Econ. Entomol., 1999, 92, 21–32.

Mazid S., J. C. Kalida and R. C. Rajkhowa (2011). A review on the use of biopesticides in insect pest management. International Journal of Science and Advanced Technology, 1:169-178

Oerke, E.C. (2006). Crop losses to pests, J Agr Sci, 144: 31–43.

Palma, L., Muñoz, D., Berry, C., Murillo, J. and Caballero, P., (2014) Bacillus thuringiensis toxins: an overview of their biocidal activity, Toxins, 6: 3296– 3325.

Perlak, F. J., Deaton, R. W., Armstrong, T. A., Fuchs, R. L., Sims, S. R., Greenplate, J. T., Fischhoff, D. A., (1990). Biotechnology, 8, 939–943.

Ross, M.A. and Lembi, C.A. (1985). Applied Weed Science, Minneapolis, Macmillan, New York. USA.

Rosas-Garcia, N.M., (2009) Biopesticide production from Bacillus thuringiensis: an environmentally friendly alternative, Recent Pat Biotechnol, 3: 28–36.

Saidy M. F. E., Auda, M., and Degheele, D., (1989). Detoxification mechanisms of diflubenzuron and teflubenzuron in the larvae of Spodoptera littoralis (Boisd.). Pesticide Biochemistry and Physiology, 35: 211-222.

Sanchis, V. and Bourguet, D., (2008) Bacillus thuringiensis: applications in agriculture and insect resistance management. A review, Agron Sustain Dev, 28: 11–20.

Schnepf, E., Crickmore, N., Van, R.J., Lereclus, D., Baum, J., Feitelson, J., Zeigler, D.R. andDean, D.H., (1998) Bacillus thuringiensis and its pesticidal crystal proteins, Microbiol Mol Biol R, 62: 775-806.

Srijita D. 2015. Biopesticides: an ecofriendly approach for pest control. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 4 (06): 250-265.

Şahin, T. S., Aral, Y., Gökdai, A., (2018). Dünyada Genetiği Değiştirilmiş Ürünler Pazar Yapısı ve Sosyo-ekonomik Değerlendirme. Veteriner Hekimliği Derneği Dergisi, 89(2), 85-108.

Tanada, Y., and Kaya, H., (1992). Insect Pathology, Academic Press, San Diego, CA, USA,

Vaeck M., Reynaerts A., Höfte H., Jansens S., De Beuckeleer M., Dean C., Zabeau M., Van Montagu M. and Leemans J., (1987). Transgenic plants protected from insect attack. Nature328, 33–37.

DOMATESTE FUNGUSİT KALINTILARININ QUECHERS EKSTRAKSİYON YÖNTEMİ VE LC-MS/MS TEKNİĞİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR

Harran Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu

yasinyakar@harran.edu.tr- ORCID ID:0000-0003-3297-3379

ÖZET

Tarımsal ürünlerde verimi ve kaliteyi arttırmak amacıyla pestisit olarak isimlendirilen kimyasallar günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Pestisitler gereğinden fazla kullanıldıkları zaman sebze ve meyvelerde fazla miktarda kalıntı bırakırlar. Bunun sonucu olarak da bunları tüketen kişilerde akut veya kronik birtakım rahatsızlıkların ortaya çıkmasına sebep olurlar. Yaptığımız bu çalışmayla, günlük diyetimizde önemli bir yeri olan domateste fungusit kalıntılarını belirlemeyi amaçladık. Bunun için, 20 adet domates numunesindeki kalıntılar QuEChERS ekstraksiyon yöntemiyle ekstrakte edildikten sonra LC-MS/MS ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan "Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği" ne göre değerlendirilmiştir. 8 numunede (%40) herhangi bir kalıntı saptanmamıştır. 12 numunede ise (%60) 1 ile 5 arasında değişen sayılarda fungusit kalıntıları tespit edilmiştir. Tespit edilen kalıntıların hiçbirinin Maksimum Kalıntı Limitini (MRL) aşmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Domates, Pestisit kalıntısı, QuEChERS, LC-MS/MS

1. GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticareti yapılan tarım ürünlerinden birisidir. İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan domates taze olarak tüketilmekle birlikte dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip önemli bir sebzedir. Anavatanı Orta ve Güney Amerika olup, 1800'lü yılların başında yemek yapılmak suretiyle tüketilmiştir. Anadolu'da ise 1800'lü yılların sonunda yetiştirilmeye başlanmıştır. Günümüzde hemen hemen tüm bölgelerde domates yetiştiriciliği yapılmaktadır [1,2].

2021 FAO verilerine göre dünyada 189 milyon ton domates üretilmiştir. Yine 2021 verilerine göre Çin 67,5 milyon tonluk üretimle ilk sırada yer almıştır. 21,2 milyon tonluk üretim ile Hindistan ikinci 13,1 milyon ton ile Türkiye ise üçüncü sırada yer almaktadır [3].

Domates; mantar, bakteri ve virüslerin neden olduğu çeşitli hastalıklara karşı hassastır. Üretimde verimi etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesi mantar hastalıklarıdır. Bu hastalıkları kontrol etmek için fungisit olarak isimlendirilen pestisitler yaygın olarak kullanılmaktadır [4,5]. Fungisitlerin sıklıkla uygulanması, yalnızca mahsulün kalitesini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda üründe önemli kalıntı seviyelerine yol açar [6].

Pestisitlerin sağlık üzerine birçok olumsuz etkisi bilinmektedir. Bunlardan bazıları; üreme sisteminin düzensizliği, doğum kusurları, diyabet, kanser riski, Alzheimer, Parkinson, merkezi sinir sistemi hastalıkları, kardiyovasküler hastalıklar ve solunum sistemiyle ilgili sorunlarıdır [7]. Bu nedenle, tarımsal ürünlerde pestisit kalıntılarının izlenmesi ve gerektiğinde yeterli tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Toplam 20 farklı domates numunesi Şanlıurfa'nın merkez ilçelerindeki market ve semt pazarlarından 1'er kg olarak satın alınmıştır. Numuneler birkaç parçaya bölündükten sonra blenderde homojen hale getirilmiş ve 50 ml'lik plastik tüplerde muhafaza edilmiştir. Numunelerin aynı gün içerisinde ekstraksiyonları yapılmış ve Harran Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2. Kimyasallar

Fungusit kalıntılarının ekstraksiyonu sırasında kullanılan Asetonitril, Magnezyum sülfat, Asetik Asit, Graphitized Carbon Black, Sodyum Asetat, Primary Secondary Amine (PSA) ve Metanol Merck'den (Darmstadt, Almanya) satın alınmıştır.

2.3. Stok standart çözeltilerin hazırlanması

Toplam 37 adet fungusit standartının her birinden öncelikle stok çözeltiler (1000 mg/kg) hazırlanmıştır. Daha sonra stok çözeltiler karıştırılmak suretiyle 10 mg/kg'lik miks ara stok çözeltisi hazırlanmıştır. Kalibrasyon çözeltileri 2, 5, 10, 20, 40, 100, 200, 400 ve 800 µg/kg olarak hazırlanmış ve LC-MS/MS cihazında okutulmuştur. Çalışılan fungusitlere ait m/z, r^2 ve LOQ değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

2.4. Cihaz ve gereçler

Domates numunelerindeki pestisit kalıntıları Shimadzu marka, LC-MS/MS 8030 model, Sıvı kromatografi- Kütle spektrofotometresi (Kyoto, Japan), kullanılarak belirlenmiştir. Numunelerin ekstraksiyonu sırasında santrifüj (Hettich, Tuttlingen, Almanya), hassas terazi (Shimadzu, Japonya), çelik kavanozlu blender (Waring marka), vortex (Velp scientifica), vial (Agilent), Falkon tüpleri (20 ve 50 ml) ve farklı hacimde mikropipetler kullanılmıştır.

2.5. Ekstraksiyon işlemi

Domates numunelerinde pestisit kalıntılarının ekstraksiyonu QuEChERS yöntemine göre yapılmıştır [8]. 50 ml'lik hacimli falcon tüpüne blenderda homojenize hale getirilmiş numuneden 15±0.2 g tartılmıştır. Üzerine %1 asetik asit içeren 15 ml asetonitril çözeltisi

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan fungusit etken maddelerine ait m/z, $\mathbf{r^2}$ ve LOQ değerleri

	Pestisit Adı	**m/z**	**r^2**	**LOQ**
1	Azoxystrobin	404,10>371,95	0,991	10
2	Boscalid	343,03>307,06	0,993	15
3	Bromuconazole	377,10>158,97	0,992	15
4	Carbendazim	192,10>160,05	0,995	10
5	Carboxin	236,00>143,00	0,994	20
6	Cyflufenamid	413,00>295,20	0,990	20
7	Cymoxanil	199,00>128,00	0,993	15
8	Cyprodinil	226,20>92,95	0,997	10
9	Diethofencarb	268,00>225,90	0,992	20
10	Difenacozole	406,00>251,10	0,999	15
11	Dimethomorph	388,10>300,90	0,997	20
12	Diniconazole	325,90>70,10	0,996	20
13	Dinocap	295,10>192,90	0,994	25
14	Dithianon	295,90>264,00	0,998	25
15	Dodine	228,10>57,10	0,998	25
16	Famaxadone	392,20>331,10	0,994	20
17	Fenamidone	312,10>92,10	0,995	15
18	Fenbuconazole	337,00>70,10	0,995	20
19	Fenhexamide	301,95>97,20	0,994	20
20	Flusilazole	315,90>247,00	0,996	25
21	İmazalil	297,00>159,00	0,997	15
22	Kresoxim M	314,10>206,00	0,997	15
23	Metalaxyl	280,30>220,15	0,995	10
24	Myclobutanil	289,10>70,20	0,994	10
25	Oxadixyl	279,00>219,00	0,995	15
26	Penconazole	284,05>70,10	0,997	20
27	Prochloraz	375,90>308,10	0,996	15
28	Propamocarb	189,10>102,00	0,998	20
29	Propiconozole	342,00>69,00	0,997	15
30	Pyraclostrobin	388,00>163,00	0,995	15
31	Pyrimethanil	199,90>107,00	0,996	15
32	Tebuconazole	308,10>70,10	0,994	10
33	Triadimefon	294,10>69,20	0,997	20
34	Triadimenol	296,05>70,20	0,996	15
35	Trifloxystrobin	409,10>186,00	0,998	15

36	Triflumizole	346,00>278,00	0,995	15
37	Triforine	434,80>389,70	0,997	20

eklenerek 1 dk süreyle vortekste karıştırılmıştır. Falkon tüpüne 6 g magnezyum sülfat ve 1.5 g sodyum asetat eklendikten sonra tekrar karıştırılmış ve 5000 rpm'de 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Üst fazdan 2 ml alınarak içerisinde 600 mg magnezyum sülfat ve 200 mg PSA bulunan 20 mL'lik falkon tüpüne aktarılmıştır. Karıştırıldıktan sonra tekrar 5000 rpm'de 5 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Son olarak üst faz 0.22 µm'lik şırınga uçlu filtreden geçirilerek viale aktarılmıştır ve cihazda okutulmuştur.

2.6. Kromatografik koşullar

Analizlerde Shimadzu marka LC-MS/MS 8030 model, Sıvı kromatografi-Kütle spektrofotometresi kullanılmıştır. C18 kolonu (ODS-4) kullanılarak kromatografik ayırım gerçekleştirilmiştir. Ayırımlarda iki farklı mobil faz kullanılmıştır. Mobil faz A olarak su (10 mmol amonyum asetat içeren) ve mobil faz B olarak metanol kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada 20 adet domates numunesinden 8 tanesinin herhangi bir fungusit kalıntısı içermediği, 12 tanesinin ise 1 ile 5 arasında değişen sayılarda kalıntı içerdiği belirlenmiştir. Domates numunelerinde azoxystrobin, boscalid, carbendazim, difenacozole, dimethomorph, metalaxyl, tebuconazole, triadimenol olmak üzere toplam 8 farklı fungusit kalıntısı tespit edilmiştir. Toplam 8 numunede (%40) tespit edilen azoxystrobinin en fazla kullanılan fungusit olduğu belirlenmiştir. Azoxystrobin 0.02-0.16 mg/kg seviyelerinde tespit edilmiş olup, bu değerlerin hiçbirisi maksimum kalıntı limitini (MRL) aşmamıştır. Triadimenol 6, carbendazim ise 4 numunede tespit edilmiş olup, bu değerlerin de MRL'yi aşmadığı saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tespit edilen fungusitlere ait bazı değerler

Pesticide	MRL (mg/kg)	(min−max) (mg/kg)	<LOQ %	LOQ > <MRL %	>MRL %
Azoxystrobin	3.0	0.02-0.16	60	40	0
Boscalid	3.0	0.31	95	5	0
Carbendazim	0.5	0.04-0.25	80	20	0
Difenacozole	2.0	0.09-0.10	90	10	0
Dimethomorph	1.0	0.05-0.30	90	10	0
Metalaxyl	0.2	0.07	95	5	0
Tebuconazole	0.9	0.07-0.25	90	10	0
Triadimenol	1.0	0.10-0.20	70	30	0

Abdelkader ve ark. (2020), yaptıkları bir çalışmada 60 adet domates numunesinden iki tanesinin azoxystrobin, dört tanesinin carbendazim, iki tanesinin difenacozole, beş tanesinin dimethomorph ve bir tanesinin tebuconazole içerdiğini tespit etmişlerdir [9]. Ramadan ve ark. (2020) ise 26 adet domates numunesinin 8 tanesinde metalaxyl kalıntısı tespit etmişlerdir. Bunlardan ise 5 tanesinin MRL'yi aştığını saptamışlardır. Tespit edilen diğer fungusit kalıntıları ise MRL'yi aşmamıştır [10]. Türkiye'de yapılan bir çalışmada ise toplam 44 adet domates numunesinin 23 tanesinde herhangi bir kalıntıya rastlanmazken, 21 mumune de ise MRL'yi geçmeyen düzeylerde kalıntı olduğu saptanmıştır [11].

4. SONUÇ

Yapmış olduğumuz çalışmada 20 adet domates numunesi 37 fungusit etken maddesi bakımından analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde numunelerin %40'ının herhangi bir kalıntı içermediği, %60'ının ise MRL'yi aşmayan seviyelerde kalıntı içerdiği tespit edilmiştir. Analizler sonucunda 8 farklı kalıntı etken maddesi tespit edilmiştir. Bunlar içerisinde azoxystrobin en fazla (8 numunede) saptanan kalıntı olmuştur. Pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri göz önüne alındığında tarımsal ürünlerdeki muhtemel kalıntıların izlenmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Güvenç, İ. Türkiye'de Domates Üretimi, Dış Ticareti ve Rekabet Gücü. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22 (1), 57-61, 2019. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.432316

[2] https://www. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge... Erişim tarihi: 20.12.2022

[3] https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/ Erişim tarihi: 19.12.2022

[4] Zhu, X., Jia, C., Duan, L., Zhang, W., Yu, P., He, M., Chen, L., & Zhao, E. Residue behavior and dietary intake risk assessment of three fungicides in tomatoes (Lycopersicon esculentum Mill.) under greenhouse conditions. Regulatory toxicology and pharmacology: RTP, 81, 284–287, 2016. https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.09.015

[5] Chen, L., Wei, J., Li, X., & Li, H. Residue characteristics of seven fungicides in cherry tomatoes and vegetable tomatoes. Acta Chromatographica, 2022. https://doi.org/10.1556/1326.2022.01016

[6] Pallavi, M. S., Harischandra Naik, R., Ratnamma, Nidoni, U., Bheemanna, M., & Pramesh, D. Simultaneous determination, dissipation and decontamination of fungicides applied on cabbage using LC-MS/MS. Food Chemistry, 355, 129523, 2021. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129523

[7] Lawal, A., Wong, R. C. S., Tan, G. H., Abdulra'uf, L. B., & Alsharif, A. M. A. Recent Modifications and Validation of QuEChERS-dSPE Coupled to LC-MS and GC-MS

Instruments for Determination of Pesticide/Agrochemical Residues in Fruits and Vegetables: Review. Journal of chromatographic science, 56(7), 656–669, 2018. https://doi.org/10.1093/chromsci/bmy032

[8] Lehotay, S. J., O'neil, M., Tully, J., García, A. V., Contreras, M., Mol, H., Heinke, V., Anspach, T., Lach, G., Fussell, R., Mastovska, K., Poulsen, M. E., Brown, A., Hammack, W., Cook, J. M., Alder, L., Lindtner, K., Vila, M. G., Hopper, M., … And Parker, A. Determination of pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulfate: Collaborative study. Journal of AOAC International, 90(2):485–520, 2007. https://doi.org/10.1093/jaoac/90.2.485

[9] Abdelkader, A., Ayoub, M., and Mohammed, A. Evaluation of pesticide residues in some commonly consumed vegetables in Egypt and their related chronic exposure. Alfarama Journal of Basic & Applied Sciences, 2(1): 149-167, 2021. https://doi.org/10.21608/ajbas.2020.43968.1035

[10] Ramadan, M.F.A., Abdel-Hamid, M.M.A., Altorgoman, M.M.F., …, and Awwad, N.S., Evaluation of Pesticide Residues in Vegetables from the Asir Region, Saudi Arabia. Molecules, 25(1):205, 2020.

[11] Kazar Soydan, D., Turgut, N., Yalçın, M. et al. Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region of Turkey and assessment of risk to consumers. Environ. Sci. Pollut. Res 28, 27511–27519, (2021). https://doi.org/10.1007/s11356-021-12580-y

KARPUZ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE MUHAFAZASI

Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK
Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü,
firatislek12@gmail.com ORCID No: 0000-0003-3157-3680

ÖZET

Tek yıllık bir kültür bitkisi olan Karpuz (*Citrullus vulgaris*) Cucurbitaceae familyasının Citrullus türüne ait bir sebzedir. Karpuz sıcak iklim sebzesi olması nedeniyle üretimi genellikle sıcak iklimlere sahip ülkelerde yapılmaktadır, soğuk iklime sahip ülkelerde çok tanınan bir sebze konumunda değildir. Karpuz, taze olarak tüketimi yanında pekmez yapımında ve kabukları şekerleme yapımında kullanılmaktadır. Karpuzun %92'sini su oluşturmaktadır. Karpuz bir sıcak iklim sebzesidir. Yetiştirilmesi için gerekli olan optimum sıcaklık 27-30 ºC'dir. Bu sıcaklıklar 45 ºC'ye ulaşsa bile yetiştiricilikte pek bir sorunla karşılaşılmamaktadır. Karpuz bitkisi sıcak-ılıman bölge bitkisi olduğu için yetiştiricilikte minimum sıcaklığın 15 ºC olması istenir. Vejetasyon süresi 80-120 gündür. Genellikle ülkemizde bir defa hasat yapılır. Hasat kriterlerleri; kulakçık ve sülüğün kuruması, kabuk renginin parlaklaşması, Meyvenin saptan ayrılma durumu, meyve sapındaki tüylerin kuruması, damarların belirginleşmesi, vurulunca tok ses çıkarmasıdır. Karpuz hasattan sonra normal koşullarda 20-60 gün saklanır. Hasattan sonra uygun şartlarda muhafaza edilmeyen meyvelerde sulanma ile birlikte koflaşma daha sonra bozulma meydana gelir. 4 ºC sıcaklıkta, %60-70 nisbi nemde 3-4 ay muhafazaya elverişlidir.

1. GİRİŞ

Tek yıllık bir kültür bitkisi olan Karpuz (*Citrullus vulgaris*) Cucurbitaceae familyasının Citrullus türüne ait bir sebzedir. Hem dünyada hem de ülkemizde geniş bir alanda karpuz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünya karpuz üretiminin yaklaşık olarak %20' si Türkiye'de yapılmaktadır. Türkiye 4 milyon ton'a yakın karpuz üretimiyle, Dünya üretiminde ikinci sırada yer almaktadır (TUİK, 2017).

Karpuzun anavatanı Güney Afrika olarak bilinmektedir. Ülkemiz, karpuzun gen merkezi olmamasına rağmen Asya, Avrupa ve Afrika kıtaları arasında önemli bir köprü konumunda olmasından dolayı önemli derecede genetik çeşitliliğe sahip durumdadır. Karpuz sıcak iklim sebzesi olması nedeniyle üretimi genellikle sıcak iklimlere sahip ülkelerde yapılmaktadır, soğuk iklime sahip ülkelerde çok tanınan bir sebze konumunda değildir. Yetiştiriciliği yapılmayan bu ülkelerde dilim olarak satılmaktadır (Gökçe, 2011). Karpuz, taze olarak tüketimi yanında pekmez yapımında ve kabukları şekerleme yapımında kullanılmaktadır. Karpuzun %92'sini su oluşturmaktadır. Antioksidanlar açısından oldukça zengin olan karpuz; karbonhidrat, potasyum, protein, lif, A, B ve C vitaminleri, organik asitler ve doğal şeker ihtiva eder. Beta-karoten, C vitamini, kriptoksantin, likopen, lutein ve zeaksantin gibi yaşlanmayı geciktirici ve hastalık önleyici olarak kabul edilen antioksidan flavonoidlerin önemli bir kaynağıdır. Dahası zararlı toksin maddelerin vücuttan atılmasına yardımcı olur, karaciğeri temizler, idrar sökücüdür, böbrek fonksiyonlarının çalışmasına yardımcı olur. Yüksek oranda

su ihtiva ettiğinden dolayı terleme yoluyla vücudun kaybettiği su ve minerallerin tekrar kazanılmasına yardımcı olur. Enerji vericidir ve göz sağlığının korunmasında önemli bileşikleri barındırır. İçeriğindeki tüm bu bileşikler serbest radikallerin oluşturabileceği hasara karşı bağışıklık sistemini güçlendirici etkisi vardır (Balkaya, 2020).

2. MORFOLOJİSİ

2.1. Kök

Karpuz kök yapısı yetiştiricilik yapılan ortama göre değişkenlik gösterir. Kurak alanlarda yapılan yetiştiricilikte kökler oldukça derine iner. Sulak alanlarda ise çok sayıda saçak kök oluşturur ve bu saçak kökler toprağın 40-50 cm derinliğine kadar iner çoğunlukla toprak yüzeyine yakın bir kök oluşturur (Görsel 1).

Görsel 1. Karpuz kök yapısı (Balkaya, 2020).

2.2. Gövde

Karpuz tek yıllık bir sebze olup gövdesi dik olarak büyüme göstermez toprak yüzeyine yatay şekilde büyür ve uygun şartlarda 3–4 m boylanabilmektedir (Görsel 2). Ana gövde uzunluğu 8-10 cm olunca koltuk sürgünleri gelişir. Gövde ve dalların üzeri hafif tüylüdür.

Görsel 2. Karpuz gövdesi (Balkaya, 2020).

2.3. Yaprak

Karpuzda yapraklar büyük ve parçalı olup 3 veya 5 lob oluşturabilmektedir (Görsel 3). Dallar üzerinde birbirini takiben meydana gelen yapraklar dilimli, damarlı, parlak mavimtırak yeşil renktedir (Gökçe, 2011).

Görsel 3. Karpuz yaprağı (Balkaya, 2020).

2.4. Çiçek

Karpuz çiçeklerinde 5 taç, 5 çanak yaprak olup stigma 3 parçalı ve gelişmiştir. Erkek çiçekler üzerinde 3 adet anter bulunmaktadır. Dişi çiçekler gösterişli bir yapıya sahiptir. Tozlanmayı takiben döllenmenin gerçekleşebilmesi için 24-36 saatlik bir süreye ihtiyaç duyar. Döllenme gerçekleştikten sonra yumurtalık hızla şişer. Bir bitki 15-20 adet dişi çiçek bulundurmasına rağmen, bunun sadece 1-3 tanesi döllenme yeteneğinde olup meyveye dönüşebilir ve olgunlaşır (Gökçe, 2011).

Karpuz bitkisi farklı karakterlerde ve cinsiyette çiçek oluştururlar. Morfolojik bakımdan erkek çiçekler çoğunlukta olup sapları uzundur. Dişi çiçekler ise erkek çiçeklere kıyasla daha büyük

fakat sapları daha kısa, tüylü ve kalındır (Görsel 4). Karpuz çiçeklerinde az miktarda erselik çiçek yapısına rastlanılmaktadır.

Görsel 4. Karpuz çiçeği (Balkaya, 2020).

2.5. Meyve

Karpuz meyveleri çeşit karakter özelliğine ve yetiştirilme şartlarına göre kabuk rengi, et rengi, şekil, büyüklük, çekirdeklilik durumu bakımından büyük farklılıklar göstermektedir (Görsel 5). Bu farklılıklar bakımından çeşitler birbirinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.

Karpuzlarda partenokarpi durumu görülmemektedir. Döllenme gerçekleşmesi için mutlak tozlanmaya gereklidir. Rüzgar ile tozlanmaz, tozlanma böcekler aracılığıyla yapılmaktadır. Çiçek tutumundan 27-40 gün sonra meyve hasat olgunluğuna erişir (Gökçe, 2011).

Görsel 5. Karpuz meyveleri (Balkaya, 2020).

2.6. Tohum

Tohumlar; çeşitler arasında büyüklük ve renk bakımından oldukça farklılık gösterir. Tohumlar irilik açısından iri, orta iri ve küçük olarak 3 farklı boyutta sınıflandırılır. Tohumlarda renk siyah, sarı, beyaz, kırmızı gibi birçok renkte görülebilmektedir (Görsel 6). Karpuz tohumları çimlenme kabiliyetlerini uygun şartlarda 4-5 yıl muhafaza edebilir.

Tohumların çimlenme sıcaklığı optimum 20-25 ^{o}C'dir, minimum 15 ^{o}C, maksimum 35 ^{o}C'dir. Toprak sıcaklığı, tohumların çimlenme süresinde değişiklik gösterir. Tohumların çimlenme sıcaklık ve süreleri; 30 ^{o}C sıcaklıkta 1 günde çimlenmekte, 20 ^{o}C sıcaklıkta 5 günde çimlenmekte ve 15 ^{o}C sıcaklıkta 15 günde çimlenmektedir (Gökçe, 2011).

Görsel 6. Karpuz tohumları

3. İKLİM VE TOPRAK İSTEĞİ

Karpuz bir sıcak iklim sebzesidir. Yetiştirilmesi için gerekli olan optimum sıcaklık 27-30 ^{o}C'dir. Bu sıcaklıklar 45 ^{o}C'ye ulaşsa bile yetiştiricilikte pek bir sorunla karşılaşılmamaktadır. Karpuz bitkisi sıcak-ılıman bölge bitkisi olduğu için yetiştiricilikte minimum sıcaklığın 15 ^{o}C olması istenir. Yüksek nem ve düşük neme karşı toleranslıdır. Düşük nem, karpuz yetiştiriciliğinde önemli bir zararlı olan kırmızı örümcek populasyonunun artışına ortam hazırlayabilir (Gökçe, 2011). Karpuz yetiştiriciliğinde süzek, derin, taban suyu 1 m'nin altında, drenajı iyi olan, kumlu-tınlı topraklar idealdir. Kumlu topraklarda da karpuz yetiştirilebilir. 6.0-6.5 pH olması istenir. Toprak tuzluluğuna orta dayanıklı sebzelerdendir.

4. TOPRAK HAZIRLIĞI VE YETİŞTİRME TEKNİĞİ

İyi bir yetiştiricilik için gerekli olan toprak hazırlığına önceki sezonun sonbahar ayında başlanır. Toprakta sert tabaka oluşmuş ise dip kazan ile bu sert tabaka kırılır. Daha sonra diskaro veya kültivatör ile toprak kesekleri parçalanır. Ekim veya dikim yapılmadan önce gerekliyse bu işlem tekrarlanır.

Sıra arası mesafeler açıkta 1.5-3.5 metre, sıra üzeri mesafe ise 0.5-1 m arasıdır. Tünel altı yetiştiricilikte sıra arası 180-200 cm, sıra üzeri 50-60 cm; serada yetiştiricilikte ise çift sıralı

dikimde sıra arası 100-50 cm, sıra üzeri ise 50-60 cm, tek sıralı dikimde sıra arası 100-150 cm, sıra üzeri 50-60 cm dikim mesafeleri uygulanır. Açıkta sulama durumuna ve çeşide göre değişmekle birlikte 800-1000 bitki/da, tünel altında 800-1250 bitki/da ve serada 2000-3000 bitki/da dikilmektedir (Gökçe, 2011).

Karpuz tarımında iyi bir ürün için 10-15 kg/da saf azot (N), 10-12 kg/da saf fosfor (P_2O_5), 20-25 kg/da saf potasyum (K_2O) önerilmektedir meyvesini yediğimiz sebzelerin yetiştiriciliğinde potasyum önemli bir yer teşkil eder. Potasyum hem çiçeklenmeyi artırmakta hem de meyve kalitesini artırmaktadır. Meyvelerde aroma oranını artırır, erkencilik sağlar ve hasat sonrası meyvelerin depo dayanımını artırmaktadır.

5. HASAT VE DEPOLAMA

Karpuz; Vejetasyon süresi 80-120 gündür. Genellikle ülkemizde bir defa hasat yapılır. Hasat kriterlerleri; kulakçık ve sülüğün kuruması, kabuk renginin parlaklaşması, Meyvenin saptan ayrılma durumu, meyve sapındaki tüylerin kuruması, damarların belirginleşmesi, vurulunca tok ses çıkarmasıdır. Karpuz hasattan sonra normal koşullarda 20-60 gün saklanır. Hasattan sonra uygun şartlarda muhafaza edilmeyen meyvelerde sulanma ile birlikte koflaşma daha sonra bozulma meydana gelir. 4 ^oC sıcaklıkta, %60-70 nisbi nemde 3-4 ay muhafazaya elverişlidir (Gökçe, 2011).

KAYNAKLAR

Gökçe, A. F., Karpuz yetiştiriciliği, Bahçe Tarımı-II. Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Ders Kitabı, Ünite 9 Yayın No: 1355, 2011.

Balkaya, A., Karpuz yetiştiriciliği. Ders Notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2020.

TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr. (01/11/2022). 2017.

BAZI ORGANİK GÜBRE UYGULAMALARININ ALBİON ÇİLEK (*Fragaria spp.* L.) ÇEŞİDİNİNİN MEYVE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME ORGANIC FERTILIZER APPLICATIONS ON SOME FRUIT PROPERTIES IN ALBİON STRAWBERRY (*Fragaria spp.* L.)

Öğr. Gör. Dr. Fırat İŞLEK
Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, firatislek12@gmail.com ORCID No: 0000-0003-3157-3680

ÖZET

Bu çalışma 2021-2022 yılları Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Araştırma ve Deneme Alanında yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme deseni uyarınca üç tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmanın materyalini Albion çilek çeşidi oluşturmuştur. Kontrol grubu ve üç farklı (Hayvan gübresi, Yaprak gübresi, Organomineral gübre) organik gübrenin uygulandığı çalışmada incelenen özellikler açısından gübre uygulamalarının çeşit üzerindeki etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Meyve çapı özelliği yönünden gübre uygulamaları farklı gruplara ayrılmış ve en yüksek meyve çapı Organomineral gübresinden (30.18 mm) elde edilmiştir. Meyve boyu yönünden gübre uygulamaları arasında istatistiksel olarak iki farklı grup oluşmuş ve en yüksek meyve boyu ise 33.18 mm ile yine Organomineral gübresinden elde edilirken en düşük meyve boyu ise hayvan gübresinden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, Albion, Gübre, Çeşit

ABSTRACT

This study was carried out in Muş Alparslan University Faculty of Applied Sciences Research and Experiment Area between 2021-2022. Albion strawberry variety was the material of the study, which was carried out in three replications in accordance with the randomized blocks experimental design. The effect of fertilizer applications on the cultivar was found to be statistically significant at the level of 5% in terms of the characteristics examined in the study in which the control group and three different organic fertilizers (Animal manure, Leaf manure, Organomineral fertilizer) were applied. Fertilizer applications were divided into different groups in terms of fruit diameter characteristics and the highest fruit diameter was obtained from animal manure (30.18 mm). There were statistically two different groups among the fertilizer applications in terms of fruit size, and the highest fruit size was 33.18 mm, again obtained from animal manure, while the lowest fruit size was obtained from the control group.

Keywords: Strawberry, Albion, Fertilizer, Variety.

GİRİŞ

Çilek (*Fragaria vesca* L.) üzümsü meyveler grubunun en önemli üyelerinden biri olup birçok farklı ekolojilerde yetiştirilebilmektedirler. Dünya çilek üretiminin yaklaşık olarak %98'i kuzey yarım kürede yapıldığı bilinmektedir (Türemiş ve ark., 2000).

Birçok kullanım alanına sahip olan çilek, taze ve kurutulmuş olarak tüketiminin yanı sıra sanayilik olarak dondurma, reçel, marmelat, pasta üretiminde kullanılmaktır. Ayrıca yoğurt, süt vb. birçok gıda ürününde aroma verici olarak kullanılmaktadır. Özellikle ilkbaharda taze meyvenin pazarda az olduğu dönemde olgunlaşması iyi bir pazar avantajı sağlamaktadır. Türkiye'nin birçok iklim koşullarına sahip olması ve hemen hemen her bölgede yetiştiriciliğinin yapılabilmesi pazarda üzün süre bulunabilmesine imkân tanımaktadır.

Türkiye'de çilek yetiştiriciliği ekonomik olarak 1970'lerde başlamıştır. Yetiştiricilik öncelikle Ege, Akdeniz ve Marmara kıyı bölgelerinde yapılmış olup daha sonraları Karadeniz, Doğu ve İç bölgelerinde yapılmış başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Nacar, 2012). Rakımı yüksek olan bölgelerde mevsimin son ürünü olurken düşük rakımlı bölgelerde ve örtü altı yetiştiricilikte mevsimin ilk ürünü olmaktadır.

Konvansiyonel tarım ile yoğun sentetik gübre kullanımı, insan sağlığı ve çevreye verdiği zararı ortadan kaldırmak amacıyla organik gübre ve organomineral gübrelerin kullanımı son yıllarda hızla artış göstermiştir. Konvansiyonel tarıma kıyasla organik tarım ile elde edilen ürünlerin içeriğinde daha az miktarda ağır metal ve nitrat olup magnezyum, demir, fosfor ve C vitamini oranı daha yüksektir (Girgel ve ark., 2018).

Bu çalışma ile insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan ve ülkemizin hemen her bölgesinde başarıyla yetiştirilebilen bir meyve türü olan çilek için organik yetiştiriciliğin Muş ekolojik koşullarında etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma 2021-2022 yılları Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Araştırma ve Deneme Alanında yürütülmüştür (Görsel 1).

Görsel 1. Üretim alanından görüntüler.

Tesadüf blokları deneme deseni uyarınca üç tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmanın materyalini Albion çilek çeşidi oluşturmuştur. Kontrol grubu ve üç farklı (Hayvan gübresi, Yaprak gübresi, Organomineral gübre) organik gübrenin uygulanmıştır. Denemede meyvelerin; meyve eni ve meyve boyu değerleri incelenmiştir (Görsel 2).

Hasat olgunluğuna gelen meyvelerden (her tekerrürden 10 meyve olacak şekilde) alınan numunelerin dijital kumpas yardımı ile ölçümleri yapılıp ortalaması alındıktan sonra JMP istatistik paket programı aracılığıyla DUNCAN çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

Görsel 2. Meyve ölçümleri.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Uygulanan gübrelere göre meyve eni ve boyu için ortalamalar ve tanımlayıcı istatistikler sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada İncelenen Özellikler Yönünden Ortalamalar ve Oluşan Gruplar

	Meyve Eni (mm)	Meyve Boyu (mm)
Hayvan Gübresi	22.54^{c}	29.05^{b}
Yaprak Gübresi	28.72^{a}	32.25^{a}
Organomineral Gübre	30.18^{a}	33.18^{a}
Kontrol	24.51^{b}	30.06^{b}
CV	8.74*	9.13*
LSD	1.69	2.08

Sırasıyla: *0.05, **0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemlidir.

Çizelge 1 incelendiğinde meyve eni özelliği açısından en yüksek değerin Organomineral gübre grubundan elde edildiğini ve anılan özellik açısından uygulamaların birbirinden farklı gruplara ayrıldığı anılan özellik açısından en düşük değerin ise kontrol grubundan (24.51 mm) elde edildiği dikkati çekmektedir. Meyve boyu özelliği yönünden organomineral gübre uygulamalarının yapıldığı bitkilerden alınan örneklerin daha iyi sonuç verdiği bu bağlamda en yüksek meyve boyunun 33.18 mm ile organomineral gübresinden en düşük değerin ise 29.05 mm ile hayvan gübresinin uygulandığı örneklerden alındığı belirlenmiştir. Nitekim faklı çilek çeşitlerinde yapılan çalışmalarda ortalama meyve boyu; 44.93 mm (Attar, 2018), 44.2 mm (Aksu, 2015), 44 mm (Çelebioğlu, 2015), 40.75 (Çay, 2018), 37.19 mm (Bankaoğlu, 2017), 35.92 mm (Ortak, 2006), 33.90 mm (Kuru, 2009), 25.4 mm (Kıyga, 2009) olarak tespit edilmiş olup ortalama meyve eni ise; 34.76 mm (Attar, 2018), 29.8 mm (Aksu, 2015), 32.2 mm (Çelebioğlu, 2015), 21.37 mm (Çakibey, 2007), 27.46 mm (Kuru, 2009), 31.81 mm (Bankaoğlu, 2017) olarak belirlenmiştir. Bulgularımız önceki çalışmaların referans aralığında olduğu ve organomineral gübre uygulaması pazar değerinde önemli bir kalite parametresi olan boy-en uzunluğuna kontrol grubuna kıyasla olumlu etki yaptığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Aksu, H. D., Bazı çilek çeşitlerinin Niksar bölgesindeki performanslarının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 411379), 2015.

Attar, Ş. H., Seçilmiş üstün özellikli melez çilek genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 518218), 2018.

Bankaoğlu, İ., Giresun ili Çamoluk ilçesinde yüksek tünel altında yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 478402), 2017.

Çakibey, B., Farklı organik gübre uygulamalarının maraline çilek (Fragaria spp. L.) çeşidinde bitki ve meyve özellikleri üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 212621), 2007.

Çay, Çilek yetiştiriciliğinde leonardit kullanımı ve farklı map uygulamalarının muhafaza kalitesine etkileri (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 496645), 2018.

Çelebioğlu, B., Bazı tozlayıcı çilek çeşitlerinin Osmanlı çileğinin meyve özellikleri üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 411386), 2015.

Girgel, Ü., Çokkızgın, A., Çölkesen, M., A Research on Determination of the Morphological and Agronomical Characteristics of Local Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes

Under The Organic Farming System in Bayburt. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6 (5): 530-535, 2018.

Kıyga, Y., Osmanlı x camarosa çilek melezlerinin morfolojik ve pomolojik karakterizasyonu (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 246181), 2009.

Kuru, S., Hayrat (Trabzon) koşullarında farklı organik malçların çilekte verim ve kalite üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 244564), 2009.

Nacar, Ç., Çilek Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, 2012.

Ortak, S., Çilek yetiştiriciliğinde bitkisel organik artıkların verim ve kalite üzerine olan etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi"nden edinilmiştir. (Tez No. 180687), 2006.

Türemiş, N., Özgüven, A. I., Paydaş, S., Güneydoğu Anadolu bölgesinde çilek yetiştiriciliği. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Adana, 2000.

VAN EKOLOJİK KOŞULLARINDA YAZLIK OLARAK YETİŞTİRİLEN MERCİMEK ÇEŞİTLERİNİN ADAPTASYON ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Murat ERMAN [1], Mustafa CERİTOĞLU [2]

[1] Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Bursa, Turkey, ORCID: 0000-0002-1435-1982

[2] Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt, Turkey, ORCID: 0000-0002-4138-4579

ÖZET

Çalışmanın amacı üç mercimek çeşidinin Van ekolojik koşullarında yazlık olarak tarla koşullarında yetiştirilmesi ve bölge ekolojisine adaptasyonlarının tespit edilmesidir. Ayrıca, kışlık olarak mercimek üretimi yapılan Van bölgesinde yazlık mercimek yetiştiriciliği açısından potansiyelin incelenmesidir. Çalışmada Erzurum89, Meyveci2001 ve Sultan1 mercimek çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi tarımsal üretim arazisi üzerinde yağışa dayalı tarla denemesi olarak 2002 yılında yürütülmüştür. Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; çeşitlere bağlı olarak bitki boyu 28-29.6 cm, dal sayısı 3.2-4.2 adet, bitkide bakla sayısı 61-71.3 adet, bitkide tane sayısı 66.8-100.8 adet, biyolojik verim 249.6-372.0 kg/da, tane verimi 41.4-91.7 kg/da ve 1000-tane ağırlığı 16.3-29.4 g aralığında değişmiştir. Bitkide tane sayısı, biyolojik verim ve tane verimi bakımından en üstün çeşit Erzurum89 olurken verim ögeleri bakımından en düşük değerlerin elde edildiği çeşit Sultan1 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Van bölgesinde yazlık mercimek yetiştiriciliğinde Erzurum89 çeşidinin ot ve tane verimi açısından üstün olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Adaptasyon, Kalite, *Lens culinaris*, Verim

DETERMINATION OF ADAPTATION PROPERTIES OF LENTIL CULTIVARS AS GROWN SPRING IN VAN ECOLOGICAL CONDITIONS

ABSTRACT

The aim of the study is to cultivate three lentil cultivars in Van ecological conditions as a summer sowing under field conditions and to determine their adaptation to the ecology of the region. In addition, it is to examine the potential for summer lentil cultivation in the Van region, where lentils are produced in winter. Erzurum89, Meyveci2001 and Sultan1 cultivars were used in the study, The study was carried out in 2002 as a field trial based on rainfed on the agricultural production land of Van Yüzüncü Yıl University. Experiments were carried out in a completely randomized block design with 4 replications. According to the results, plant height, number of branches, number of pods per plant, number of seeds per plant, biological yield, grain yield and 1000-grain weight varied between 28-29.6 cm, 3.2-4.2, 61-71.3, 66.8-100.8, 249.6-372.0 kg/da, 41.4-91.7 kg/da and 16.3-29.4 g, respectively. Erzurum89 was the highest cultivar in terms of number of seeds per plant, grass and grain yield, while Sultan1 was

the lowest one. As a result, it was determined that Erzurum89 cultivar was superior in terms of grass and grain yield in summer lentil cultivation in Van region.

Keywords: Adaptation, Quality, Lens culinaris, Yield

1. GİRİŞ

Mercimek (*Lens culinaris* M.), protein başta olmak üzere sahip olduğu zengin tane kalitesi sayesinde özellikle az gelişmiş ülkelerde temel besin maddeleri içerisinde yer almaktadır. Ülkemizde de hem besleyici özellikleri hem de yemek kültürümüzdeki yeri sebebiyle çokça üretilen ve tüketilen bitkisel ürünler arasında yer almaktadır. Dünya genelinde bakıldığında 6.1 milyon ha alan üzerinde 7 milyon ton mercimek yetiştirilirken Türkiye özelinde incelendiğinde 250 bin ha alan üzerinde 370 bin ton üretildiği görülmektedir (FAO, 2020; TÜİK; 2020). Dünya nüfusunun hızla artması, gelir dengesizliklerinin yükselmesi, açlık ve yoksulluk sınırındaki insan sayısının artmasına bağlı olarak insan beslenmesinde hayvansal ürünlerin payı giderek daha fazla azalmakta ve tarımsal ürünlere olan talep artmaktadır (Palmer ve ark., 2018; Rampal ve MPhil, 2018). Ancak iklim değişikliği, ekstrem sıcaklıklar, kuraklık, tuzluluk, endüstriyel atıklar ve egzoz gazları, patojenik etmenlerinin faaliyetleri ve tarım topraklarının giderek verimsizleşmesi gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle mercimek tarımında önemli verim ve kalite kayıplarının ortaya çıktığı bildirilmektedir (Warne ve ark., 2019; Pandey ve Sengar, 2020; Ganguly ve ark., 2021).

Tarımsal üretimde ürün verimi ve kalitesini etkileyen faktörlerin başında iklim ve toprak özellikleri gelmektedir. İklim ve toprak özellikleri farklı coğrafyalara göre önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Toprakta besin içeriğinin yetersiz olması durumunda, uygun gübreleme ile bitkinin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi mümkün olmasına karşın, iklim özellikleri kontrol edilememektedir. Bu nedenle, kuraklık, sıcaklık, tuzluluk ve don stresi gibi verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkileyen çevresel faktörler bölgede yetiştirilecek çeşitlerin adaptasyon özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalar farklı genotiplerin aynı veya farklı ekolojik koşullar altında farklı adaptasyon özellikleri sergilediği ve verim açısından önemli değişkenliklerin elde edilmesine yol açtığını işaret etmiştir (Erman, 1998; Akıncı ve ark., 2018; Erman ve ark., 2022). Çalışmanın amacı üç mercimek çeşidinin Van ekolojik koşullarında yazlık olarak tarla koşullarında yetiştirilmesi ve bölge ekolojisine adaptasyonlarının tespit edilmesidir. Ayrıca, kışlık olarak mercimek üretimi yapılan Van bölgesinde yazlık mercimek yetiştiriciliği açısından potansiyelin incelenmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada yazlık olarak geliştirilen Erzurum89, Meyveci2001 ve Sultan1 mercimek çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi tarımsal üretim arazisi üzerinde yağışa dayalı tarla denemesi olarak 2002 yılında yürütülmüştür. Denemenin yürütüleceği arazinin farklı bölgelerinden (0-20 cm) toprak örnekleri alınarak bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen toprak analizi sonuçlarına göre deneme alanını toprak özellikleri killi tınlı tekstüre sahip, pH değeri hafif alkali, kireç içeriği orta ve toplam tuz içeriği az, potasyum içeriği orta, alınabilir fosfor bakımından orta ve organik madde bakımından çok fakirdir (Çizelge 1)

Çizelge 1. Deneme arazisine ait toprak örneğinin fiziko-kimyasal özellikleri

Yıllar	Tekstür	pH	Kireç (%)	Organik madde (%)	EC (%)	Fosfor (ppm)	Potasyum (ppm)
2002-03	Killi-tınlı	7,5	13,7	0,91	0,22	7,81	211

Araştırmanın yürütüldüğü zaman diliminde deneme sezonuna ait toplam yağış 218.8 mm olarak tespit edilirken uzun yıllar ortalaması aynı aylar için 171 mm'dir. Ortalama sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamasının çok az üzerinde olup 12.9 °C olarak tespit edilmiştir. Nispi nem değeri uzun yıllar ortalamasına göre %56 iken deneme sezonunda %64.8 olarak gözlemlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Denemelerin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri

	Yağış (mm)		Ortalama Sıcaklık (°C)		Nispi nem (%)	
Aylar	**02-03**	**UYO**	**02-03**	**UYO**	**02-03**	**UYO**
Mart	83.4	45.7	0.1	0.9	71.9	68.0
Nisan	78.8	56.6	8.4	7.4	73.0	62.0
Mayıs	6.4	45.0	14.5	13.0	64.2	56.0
Haziran	50.2	18.5	18.2	18.0	61.5	50.0
Temmuz	-	5.2	23.1	22.2	53.4	44.0
Toplam	**218.8**	**171**				
Ort.			**12.9**	**12.3**	**64.8**	**56**

(Uzun yıllar ortalaması (UYO) 1949-2005 yıllarını kapsamaktadır)

Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Parsel boyutları 1m x 5m= 5m2 olarak ayarlanmıştır. Her bir parsel 5 sıradan oluşturularak sıra arası mesafe 25 cm olacak şekilde parsel sıraları oluşturulmuştur. Parsel ve blok aralarında 1.5 m boşluk bırakılmıştır. Ekim normu belirlenirken her bir çeşidin 1000-tane ağırlıkları tespit edilmiş ve metrekareye 300 tohum gelecek şekilde ayarlanmıştır (Togay ve Anlarsal, 2008). Ekim öncesinde tüm parsellere başlangıç azotu ve bitkinin fosfor ihtiyacının karşılanması açısından tohum yatağının altına gelecek şekilde diamonyum fosfat (DAP) uygulanmıştır. DAP uygulaması dekara 2.5 kg saf azot gelecek şekilde uygulanmıştır (Dona ve ark., 2020). Parsel sıraları markör yardımı ile açılmıştır. Ekim mart ayında gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme sezonu boyunca çiçeklenme öncesinde olmak üzere bir kez yabancı ot temizliği el ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada; bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, biyolojik verim, tane verimi ve 1000-tane ağırlığı parametreleri incelenmiştir. Bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve bitkide tane sayısının tespit edilmesi için hasat öncesinde her parselden 10 bitki örneği toplanmış ve özellikler tespit edilmiştir. Hasat işlemleri bitkilerin sarardığı ancak tamamen kurumadığı dönemde el ile gerçekleştirilmiştir. Hasat için kenarlardan birer sıra ve parsel uçlarından 0.5 metrelik alanlar kenar tesiri olarak ayrılmış ve ortada kalan alan hasat edilerek dekara verim ve biyolojik verim tespit edilmiştir (Erman, 1998).

Araştırma sonucunda elde edilen veriler JMP istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamaların gruplandırılmasında ise LSD testinden yararlanılmıştır (Kalaycı, 2005).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analizi sonuçlarına göre çeşitler arasında bitki boyu, dal sayısı ve bitkide bakla sayısı değerleri bakımından istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak, bitkide tane sayısı ve biyolojik verim parametreleri incelendiğinde çeşitler arasında %5 düzeyinde önemli farklılıkların ortaya çıktığı, tane verimi ve 1000 tane ağırlığı parametreleri bakımından ise %1 düzeyinde önemli farklılıkların oluştuğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3).

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; çeşitlere bağlı olarak bitki boyu 28-29.6 cm, dal sayısı 3.2-4.2 adet, bitkide bakla sayısı 61-71.3 adet, bitkide tane sayısı 66.8-100.8 adet, biyolojik verim 249.6-372.0 kg/da, tane verimi 41.4-91.7 kg/da ve 1000-tane ağırlığı 16.3-29.4 g aralığında değişim göstermiştir. Bitkide tane sayısı, biyolojik verim ve tane verimi bakımından en üstün çeşit Erzurum89 olurken verim ögeleri bakımından en düşük değerlerin elde edildiği çeşit Sultan1 olarak tespit edilmiştir. Tane iriliğinin önemli bir göstergesi olan 1000-tane ağırlığı bakımından ise verim ögelerinin aksine Erzurum89 çeşidi en düşük olarak gözlemlenirken en yüksek 1000-tane ağırlığı Meyveci2001 çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Van ekolojik koşullarında yazlık olarak yetiştirilen mercimek çeşitlerinin agronomik ve verime dayalı özellikleri

Çeşit	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet)	Bitkide Bakla sayısı (adet)	Bitkide tane sayısı (adet)	Biyolojik verim (kg/da)	Tane verimi (kg/da)	1000-tane ağırlığı (g)
Erzurum89	28,9	4,2	71,3	100,8a	372a	91,7a	16,3c
Meyveci2001	28	3,2	63,8	73,5b	312,1ab	57,6b	29,4a
Sultan1	29,6	3,3	61	66,8b	249,6b	41,4c	28,7a
Ortalama	28,8	3,6	65,4	80,4	311,2	63,6	24,8
LSD	6,76	3,95	26,78	33,0*	187,87*	28,37**	3,78**
Kareler ort.	2,5	1,28	112,58	1296,08	14977,9	2640,3	216,3
VK(%)	5,6	26,3	9,7	9,7	14,2	10,5	3,6

(*:<0.05, **:<0.01)

Farklı lokasyonlarda yapılan araştırmalar bitki boyu bakımından önemli farklılıkların olduğunu ortaya koymaktadır (Çölkesen ve ark., 2005; Çokkızgın ve ark., 2005, Erman ve ark., 2005). Bu durumun sebebi lokasyonlara bağlı olarak değişen iklim ve toprak özellikleridir. Ancak, yürütülen araştırmada bitki boyu bakımından çeşitler arasında istatistiki bir fark bulunmamıştır. Yazlık yetiştirme sezonunun kısa periyodundan dolayı çeşitlerin yeterince vejetatif gelişim gösterememiş olabileceğinden dolayı bu sonuçların ortaya çıktığı düşünülmektedir. Karadavut ve Kavurmacı (2013) yapmış oldukları çalışmada, mercimekte dal sayısı üzerinde genetik ve çevresel faktörlerin etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Erman ve ark. (2022), Van ekolojik koşullarında 4 çeşit ile kışlık olarak yürüttükleri çalışmada çeşitler arasında dal sayılarından

kaynaklanan önemli bir fark bulunmadığını ancak çeşitlerin yıllara göre interaksiyonunun önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen bulgularda da benzer şekilde çeşitler arasında önemli bir farklılık çıkmamıştır.

Ceritoglu (2019) mercimekte özellikler arası ilişkileri incelediği korelasyon analizinde mercimekte bakla sayısı ve tane sayısı parametrelerinin dekara tane verimi ile pozitif yönlü ve önemli bir ilişki içerisinde olduğunu belirtmiştir. Farklı ekolojik koşullarda yürütülen çalışmalar incelendiğinde, mercimekte bakla sayısını Erman (1998) 12.7-24.9, Yılmaz ve ark. (1996) 8.2-14.1, Günel ve ark. (1993) 8.9-13.9, Türk ve Atikyılmaz (1993) 19.4-34.8 aralığında olarak rapor etmişlerdir. Çalışmamızda bitkide bakla sayıları çeşitlere bağlı olarak 61-71.3 adet aralığında değişim göstermiş olup benzer çalışmalara kıyasla daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bitkide tane sayısı bakımından ise istatistiki açıdan önemli farklılıkların olduğu görülmektedir. Bitkide bakla sayısının önemsiz çıkmasına rağmen tane sayıları arasında önemli farklılıkların olması baklada oluşturulan tane sayısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte çeşitler arasındaki farklılıkların genotipik özelliklerden ve bölge ekolojisine adaptasyon bakımından oluşan farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Biyolojik verim ve tane verimi parametrelerine bakıldığında bakla sayısı ve tane sayısı ile uygum içerisinde olduğu görülmekte ve en yüksek ot ve tane veriminin Erzurum89 çeşidinden elde edildiği tespit edilmiştir. Bunun aksine tane iriliği bakımından diğer çeşitlerden küçük olduğu ve en düşün 1000-tane ağırlığına sahip olduğu görülmüştür. 1000-tane ağırlığı özelliğinin daha çok tohumun genetik özelliklerine bağlı olduğu ve bu nedenle farklı genotiplerde önemli farklılıklar gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Biçer ve Sakar, 2004; Tahir et al., 2011). Araştırmamızdan elde edilen bulgular diğer araştırmacıların sonuçları ile uyum göstermektedir.

4. SONUÇ

Van ekolojik koşullarında 2002 yılında yazlık olarak yürütülen tarla denemesi neticesinde Erzurum89, Meyveci2001 ve Sultan1 mercimek çeşitlerinin performansları ve bölge ekolojisine uygunlukları değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, Van ekolojik koşullarında Erzurum89 çeşidinin ot ve tane verimi açısından daha üstün özellikler sergilediği ve bölgeye adaptasyonunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, oldukça kısa bir gelişim periyodunda yetiştirilmiş olmasına rağmen yazlık olarak yetiştirilen mercimek üreticiliğinin yeterli düzeyde tane verimi alınabilmesine imkân sağladığı gözlemlenmiştir. Van ekolojik koşullarında yazlık olarak Erzurum89 çeşidinin ekilebileceği ve ticari bir önem taşıyabileceği sonucuna varılmakla birlikte sonuçların stabilitesi açısından tekrarlamalı tarla çalışmalarının yürütülmesinin faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

Akıncı, C., Biçer, B.T., Kızılgeçi, F., Albayrak, Ö. and Yıldırım, M. (2018). Stability parameters in lentil genotypes. El-Cezeri, 5(2), 287-291.

Biçer, B.T. and Sakar, D. (2004). Evaluation of some lentil genotypes at different locations in Turkey. International Journal of Agriculture & Biology, 6(2), 317-320.

Ceritoglu, M. (2019). Farklı ekim zamanlarında uygulanan vermikompostun mercimek (*Lens culinaris* Medik.) 'te verim ve verim ögeleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi. Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.

Çokkızgın, A., Çölkesen, M., Kayhan, K. ve Aygan, M. (2005). Kahramanmaraş koşullarında değişik kışlık mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşitlerinde verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2), 285-290.

Çölkesen, M., Çokkızgın, A., Turan B.T. ve Kayhan, K. (2005). Kahramanmaraş ve Şanlıurfa koşullarında değişik kışlık mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşitlerinde verim ve kalite özellikleri üzerine bir araştırma. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, Şanlıurfa, 826-833.

Dona, W.H.G., Schoenau, J.J. and King, T. (2020). Effect of starter fertilizer in seed-row on emergence, biomass and nutrient uptake by six pulse crops grown under controlled environment conditions. Journal of Plant Nutrition, 43(6), 879-895.

Erman, M. (1998). Van ekolojik koşullarında azotlu gübre dozları ve *Rhizobium* aşılamasının bazı kışlık mercimek çeşitlerinde verim ve verim ile ilgili karakterlere etkilerinin araştırılması. Doktora tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Erman, M., Çığ, F. ve Ceritoğlu, M. (2022). Van ekolojik koşullarında farklı mercimek çeşitlerinin adaptasyon özelliklerinin belirlenmesi. 5. Uluslararası Fen Bilimleri ve İnovasyon Kongresi, 11-12 November, Ankara, pp. 231-241.

Erman, M., Demirhan, H. ve Tunçtürk, M. (2005). Siirt ekolojik koşullarında kışlık olarak yetiştirilebilen bazı mercimek çeşitlerinin önemli tarımsal ve bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 5- 9 Eylül, Antalya, Cilt I, 237-240.

FAO. (2020). Production quantity of grain legumes on the World. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Ganguly, S., Roy, A., Murmu, S.K., Sagolsem, D., Sarkar, M., Sen, S., Das, D., Das, C., Chakraborty, P., Bhattacharyya, P.K., Nath, R., Tripathi, K., Sarker, A. and Bhattacharyya, S., (2021). Variation in P-acquisition ability and acid phosphatase activity at the early vegetative stage of lentil and their validation on P-deficiency field. Acta Physiologiae Plantarum, 43, 109.

Günel, E., Yılmaz, N., Erman, M. ve Kulaz, H. (1993). Van ekolojik koşullarında mercimeğin (*Lens culinaris* Medic.) fenolojik ve morfolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. Y Y Ü, Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (1-2), 315-323.

Kalaycı, M. (2005). Örneklerle Jump kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analizi modelleri, 21, Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, Eskişehir.

Karadavut, U. and Kavurmacı, Z. (2013). Phenotypic and genotypic correlation for some characters in lentil (*Lens culinaris* Medik.). Research Journal of Agriculture and Environmental Management, 2 (1), 365-370.

Palmer, S.M., Winham, D.M., Oberhauser, A.M. and Litchfield, R.E. (2018). Socio-ecological barriers to dry grain pulse consumption among low-ıncome women: A mixed methods approach. Nutrients, 10 (8), 1108.

Pandey, A.K. and Sengar, R.S. (2020). Effect of salt stress on salt tolerant indices of morpho-physiological traits and yield attributes of lentil (*Lens culinaris* Medik.). International Journal of Chemical Studies, 8 (1), 2292-2301.

Rampal, P. and Mphil, (2018). An analysis of protein consumption in India through plant and animal sources. Food and Nutrition Bulletin, 39 (4), 564-580.

Tahir, M., Lindeboom, N., Baga, M., Vandenberg, A. and Chibbar, R. (2011). Composition and correlation between major seed constituents in selected lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 91(5), 825-835.

Togay, N. ve Anlarsal, A.E. (2008). Van koşullarında farklı bitki sıklıklarının ve ekim şekillerinin mercimek (*Lens culinaris* Medic.)'de verim ve verim öğelerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 18(1), 35-47.

TÜİK, 2020. Türkiye'de bakliyat üretimi. Erişim adresi: https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1 (Erişim tarihi: 02.11.2021)

Türk, Z. ve Atikyılmaz, N. (1993). Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirilen mercimek çesitlerinin verim ve bazı verim ögeleri üzerine araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4 (3-4), 43-52.

Warne, T., Ahmed, S., Shanks, C.B. and Miller, P. (2019). Sustainability dimensions of a North American lentil system in a changing World. Frontiers in Sustainable Food Systems, 3, 88.

Yılmaz, N., Kulaz, H. ve Erman, M. (1996). Siirt ekolojik koşullarına adapte olabilecek mercimek (*Lens culinaris* Medic.) çeşitlerinin verim ve adaptasyonu üzerine araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 6(2), 1-9.

THE STATUS OF NON-CHEMICAL WEED CONTROL IN AGRICULTURE

Assoc. Prof., FIRAT PALA [1], Prof. Dr., HUSREV MENNAN [2]

[1] Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection,

firatpala@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4394-8841

[2] Ondokuz Mayis University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection

hmennan@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1410-8114

ABSTRACT

Weeds, one of the most significant pests of agricultural products, substantially impair product quality while also reducing crop productivity. If preventive weed management techniques fail to effectively control weeds in the field, direct weed control may be required. Although herbicides are the most often used direct weed control method, farmers can also use non-chemical weed control methods. Non-chemical weed management techniques are now more important than ever due to several variables. Among these are issues with the environment brought on by the excessive use of herbicides, the rise in the demand for organic food, and the development of herbicide resistance in weeds. Herbicide use and risk can be reduced by conventional farmers by using mechanical and biological control methods that are frequently utilized on organic farms. Consequently, cultural treatments, mechanical methods, and biological tactics are examples of non-chemical weed control measures. Recent years have seen the rise of robotic technology, cover crops, and thermal procedures among these methods. This paper explains why non-chemical weed control is necessary. This offers a summary of the current non-chemical weed control methods that are available.

Keywords: Non-chemical, Mechanical, Biological, Thermal, Cover Crops

INTRODUCTION

Non-chemical weed control is necessary as part of plant protection actions for agricultural production and sustainability. Herbicides (chemicals that kill weeds) have generally been used more and more in agriculture, both in Turkey and globally, enhancing crop yields and food output. As a result, in today's arable agricultural systems, herbicides have taken the lead in weed management. Herbicides comprise one-third of the insecticides used. Herbicides have an impact on non-targets, the environment, and both human and animal health. It is intended to lessen reliance on these herbicides due to these detrimental effects by developing and implementing integrated weed management solutions. The agricultural industry's competitiveness will be preserved by using less herbicides. The risks connected with the use of herbicides can be decreased by establishing and/or supporting non-chemical weed management techniques. Crop rotation, cover crops, mulching, solarization, mowing, tillage, thermal methods, allelopathy, and robotic technologies are a few examples of management alternatives that encompass both organic and conventional sectors and range from preventive measures to therapeutic measures. Designing non-chemical weed management solutions for agricultural productivity should take into account the following factors. Arable crop systems' climatic zones should be used to categorize a list of non-chemical weed control methods. Analysis of the obstacles and potential for the adoption of these techniques is necessary, especially in light of their adaptability to a range of situations and farm-level cost and safety. To encourage farmers to embrace these strategies, it is important to identify key components including information needs, decision support tools, and partnerships and to look at the technical, financial, and social obstacles that stand in their way. Analysis of interactions between additional issues caused by non-chemical solutions, such as increased soil carbon sequestration, nutrient losses, soil erosion, compaction, and biodiversity loss, is necessary. Taking into consideration the learnings from the experience of farmers and consultants as well as the outcomes of innovation projects, effective approaches and case studies should be devised to reduce the usage of herbicides in numerous locations. Projects that support chemical-free weed control techniques should be identified, as well as information gaps. In order to present new technologies and approaches, demonstrations, field days, or courses should be planned on model farms. The long-term viability of agricultural production depends critically on non-chemical weed management in agricultural production. For the sake of public health and environmental protection, this problem is also crucial.

NON-CHEMICAL WEED CONTROL IN AGRICULTURE

Herbicides are often used in agricultural areas for weed control (Mennan et al., 2020). Compared to other solutions, herbicides are affordable and simple to use. But they need to be mixed to be as effective as herbicides. One potential drawback of using herbicides is the development of weed resistance to them. The coordinated use of alternatives is referred to as integrated weed management (Harker & O'Donovan, 2013). Utilizing a range of mowing technologies, competitive types, weed inhibitor varieties, suitable field and soil management, targeted control, monitoring, and evaluation are all part of integrated weed management. Implementing an integrated weed management strategy is necessary to attain a reliable level of weed control (Bhowmik, 1997). Weed biology knowledge, weed resistant and tolerant crops and types, understanding of weed biology, and farmers' views and choices of labor and financial restrictions as potential and development requirements for integrated weed management can all be sorted.

Creating Farming Systems for Natural Weed Control

Weeds' interactions with crops and the environment alter frequently as the environment changes and weed management tactics evolve (Pimentel & Burgess, 2014; Rasmussen & Ascard, 1995). It never remains static and manages over the long run with a variety of approaches and plans (Bond & Grundy, 2001). It is necessary to have a basic understanding of weed biology and population dynamics to prevent and manage resistant populations as well as to control perennial weeds (Wyse, 1994). We need to move past the notion that weeds are an issue that can only be addressed by using herbicides and instead focus on improving farming system design (Monteiro & Santos, 2022). Major crops like wheat-corn or wheat-cotton are frequently planted on the same piece of land since intensive farming systems are built on short crop rotations (Bullock, 1992). Weeds can be handled more successfully utilizing non-chemical weed control techniques by revamping farming systems to be more diversified. Farmers can employ effective techniques including rotation, cover crops, sowing norm, sowing schedule, irrigation, and fertilizer when rebuilding their planting systems for non-chemical weed control. The diversity and density of weeds in spring-planted crops, for instance, can be influenced by winter cover crops and rotation tactics. These substances will bind the free nitrogen of the air to the soil and the plant, particularly when legumes are chosen as substitute plants. Applying cover crop residues to the soil, using them as green manure, or leaving them on the soil surface as dead mulch has an impact on the physical, chemical, and biological aspects of the soil. Allelopathic substances may also be used to stop the growth of weeds (Dahiya et al., 2017). Two examples of the allellochemicals these products are known to create are glucosinolates from Brassicaceae and

benzoxazinoids from Poaceae (Bachheti et al., 2020; Scavo & Mauromicale, 2021). They can be utilized as bioherbicides as well (Hasan et al., 2021). Nevertheless, phytotoxicity is a potential issue (Kremer, 2005). Utilizing a range of crops with various sowing norms (sowing density, planting type, canopy architecture, and other traits) lessens the selection of dominant weed species and guards against their harmful consequences. The length of germination has a substantial impact on a weed's capacity to outcompete a crop. Early emerging weeds tend to be the most competitive, have a higher chance of surviving, and generate a lot of seeds. For instance, crops sown in late spring and early fall often contain fewer wild oat weeds than crops planted in early spring or late autumn. In some cases, farmers adopt a different approach and prefer to sow after pulling weeds that sprout following the rains. Delaying seeding may have a negative impact on crop quality or output.

While strong, high-yielding crops are mostly dependent on optimal plant nutrition, nutrients can also promote the growth of weeds (Ullah et al., 2009). It is crucial to give the crop nutrients rather than weeds to build a vigorous and competitive crop (Brand et al., 2007; Oliveira et al., 2016). To make more nutrients available for the crop and less for weeds, fertilizer placement and timing can be altered. The competitiveness of the crop is generally increased by taping the fertilizer beneath the soil's surface as opposed to distributing it since it makes it simpler for seedlings to acquire nutrients more quickly. Formulations for nutrients and fertilizers need to be treated differently (Ullah et al., 2009). For instance, nitrogen is highly soluble in water and swiftly moves from its initial location. The optimal time to apply nitrogen patching is right before planting because it is a short-term approach. However, it is crucial to keep in mind that overfertilizing with nitrogen close to the seed can harm it and reduce its capacity to compete. For early development to proceed quickly, adequate phosphorus levels are necessary. Because phosphorus is less soluble in water than nitrogen, it is also less mobile. So apply some phosphate fertilizer close to the seed. The amount of irrigation varies depending on the product. It is important to select the drip, sprinkler, or release irrigation system that is best for the product and to water during the times when the product need it to boost the weed competition of the plant. Uncontrolled and excessive irrigation will promote the growth of weeds.

Complete Non-Chemical Weed Control

Agricultural operations are becoming more precise as technology advances allow for the collection of more data (Osinga et al., 2022). To increase weed observation, identification, picture capture, collection, analysis, and ultimately treatment, it is essential to meet the demand

for technology and software in this quickly expanding business (Osinga et al., 2022; Rask & Kristoffersen, 2007). The development of both chemical and non-chemical weed management techniques that use various degrees of sensitivity is ongoing (Upadhyaya & Blackshaw, 2007). For farming systems to operate effectively, non-chemical weed management solutions must be developed because chemical weed control alternatives are hampered by law, environmental concerns, chemical resistance, and supply chain restrictions (Bond & Grundy, 2001). These could take the form of sharing tried-and-true management methods, particularly for certain items like leafy edible vegetables. Other crops and environmental circumstances, however, are significantly more challenging to develop. It is also acknowledged that non-chemical weed control may result in issues with the environment and the economy, such as increased labor and mechanization expenses and possible harm from mechanical weed control to the soil's quality, birds, and beneficial insects. It's critical to recognize and act against the factors that affect farmers' use of non-chemical weed control.

Narrowly spaced crops are those with high seeding rates and little room between the crop plants in a row (Moss, 2010; Rueda-Ayala et al., 2015). Cultivars from the families Poacea, Fabacea, and Brassicaceae are among the most common agricultural products grown in compact rows. Weeds between the rows and autonomous steering systems are used to regulate industrial plants like Asteraceae and Malveceae. Weeds can be controlled more effectively with hoeing than with raking, and hoe knives are better at tackling taproot weeds. Smart cultivator systems that employ GPS or precision sensor cameras can be used to guide the hoe blades so they can get near to the crops without endangering them (Fennimore et al., 2016; Machleb et al., 2020). Current robotic weed eaters (such Robovator, Steketee, Robocrop, IC, and Remoweed) can control weeds on and between rows without damaging crop stands or yield. They are also equipped with camera, infrared, or other precision technology guidance systems (Machleb et al., 2020). Precision weed management at the field or plant level depends on accurate weed detection and targeting (Cutulle & Maja, 2021). Image capture and processing techniques are frequently utilized for weed mapping and weed detection. But how well they function can vary greatly depending on the farming climate. A handheld GPS gadget can also be used by farmers to manually find weed fields. Satellite-based image-based technologies are becoming more and more common (Machleb et al., 2020). Land vehicles, manned aircraft, and unmanned aerial vehicles (UAVs) are utilized in contrast. Benefits and downsides exist for any technique. Farm equipment should be marked with recipe maps that show precisely where non-chemical weed management will be used in crop production (Westwood et al., 2018). In crop growth methods

based on interrow hoeing, the choice of row spacing is crucial (Rasmussen et al., 2012). Farmers can try to widen row spacing while increasing planting density under local conditions, considering important factors like fertilization, to develop experience hoeing narrow-gap crops.

Due to their reduced prices and ease of usage, growers frequently choose chemical herbicides over mechanical ones (Brand et al., 2007; Kurstjens, 2007). However, pressure to protect chemical plants is growing from the social, environmental, and scientific groups (Shaner & Beckie, 2014). The interest in mechanical weed management methods that can financially compete with the use of pesticides is particularly driven by the rising popularity of organic farming, which is supported by legislative measures like the Green Deal proposed by the European Commission. New technological tractor and equipment solutions are need for this. Farmers typically lack the tools needed to accurately manage weeds for all their crops. Additionally, it is vital to eliminate any chance that a single living seed may have been accidentally transferred from a dense area to a "clean" portion of the field by a farmer, an agronomic, or a piece of livestock or equipment. If the weed maps are based on weeds discovered in the prior crop, uncertainty surrounding the stability of the weed patches may also be an issue. In the early phases of crop growth, UAV-based near real-time sensing can address numerous issues, but the inability to identify specific weed plants may discourage farmers from making investments or taking chances. Farmers must be convinced that appropriate non-chemical weed management offers financial benefits before they embrace and use these tools.

Weed Resistance (Tolerant) Crops

Agricultural crops must be more competitive against weeds to lessen the need for more intrusive weed management (Bonny, 2016). Many breeding efforts have recently placed a strong emphasis on creating crops that are herbicide tolerant (Owen & Zelaya, 2005). Because of the development of herbicide-resistant crops, the use of herbicides in agricultural systems is expanding globally (Shaner, 2000). Contrarily, switching to breeding programs that focus on genotypes that inhibit weed growth has the potential to lessen the need for weed management and direct weed control without the negative environmental implications of pesticide use. To lessen the need for weed control, it is vital to consider plant breeding factors such as crop plant growth potential, early soil coverage, optimal use of light, water, and nutrients for high competitiveness. Due to the reduction in production brought on by weed competition, a crop variety is classified as a suppressive (tolerant) product. It is described as a weed suppressor that lessens the suitability of a crop for agriculture. The long-term management of weeds will be

helped by suppressing it in an agricultural crop.

Understanding the Biology of Weeds

Developing adaptive crop systems that can control a major bio-aggressor like weeds is one of the largest issues in modern agriculture (Mortimer, 1990). It's important to comprehend the variety, traits, and survival mechanisms of the species that make up the weed flora in a crop (Hill, 1977). With this understanding, preventive weed management strategies can be created before deploying weed eradication procedures (Holzner & Numata, 2013). It is important to comprehend elements like a species' biological type, the timing and process of emergence, the quantity of seeds produced, and how long the seeds spend in the soil until they germinate to define how a species behaves.

The three categories of weeds—annual, biennial, and perennial—are based on their life cycles (Fernandez-Quintanilla, 1988). a) Annual species, which have a life cycle of less than a year (or one growing season), and mostly reproduce through seed. In conventional arable agricultural methods, they make up more than 80% of the weeds. b) These are biennial and perennial species, which can survive for one or more years before going extinct following one or more seed-producing cycles. Given that agronomic practices frequently result in their death, they frequently behave like annuals in field crops. c) Due to a variety of specialized organs, perennial plants can reproduce for years and endure "via their vegetative system" (underground stems, creeping aerial stems rooting at nodes, aerial stems arising from root buds, tuberous stems or roots filled with reserves). Most perennial plants still can produce seeds, which greatly increases their adaptability.

The first stage is to determine which species are frequently found in the field and to select a weed control strategy for this specific plant family (Bhowmik, 1997). If there are perennial weeds, for instance, tillage might be an excellent choice (Balah, 2020; Gunsolus & Buhler, 1999; Koskinen & McWhorter, 1986). Finding out when the area's main species initially arose is crucial. Some species are season-indifferent; they can germinate and emerge at any time of the year, while others spawn mostly in the spring, some in the fall, and yet others are agnostic. Since every crop is accompanied by appropriate floristic weeds, alternation might be a useful strategy for weed control. Not all sound seeds planted in the ground will grow into seedlings. Age, hunting, or parasitism will cause most of them to vanish. Furthermore, not every germination leads to the appearance of a plant. Soil crusts and deep graves are obstacles to plant emergence. There is a reduction in seed stock when there are no reinfestations. This drop, which

is sometimes quantified as a percentage of starting stock, is known as the "seed yearly reduction rate." This criterion for each species must be specifically considered to comprehend the dynamics of weed emergence in crops. How weed species react to plowing differently. Plants that suffer a considerable annual decline, like most grasses, are effectively controlled by tillage. Deep tilling every three to four years is typically plenty. Too much plowing increases the chance of distributing seeds to the worked depth, which eliminates their advantage. Particularly true for animals whose stocks are tenacious in nature.

Labor and Cost Issues

Herbicide use and its effects on the environment and human health are issues that farmers as well as the public are worried about (particularly considering current glyphosate study). Concerns about the environment include weed populations that are resistant to herbicides (Shaner & Beckie, 2014). Herbicide resistance, according to weed management research, is the main factor causing farmers to use a range of weed control techniques. It's crucial to keep in mind that research on the variables influencing farmers' weed control choices is still in its infancy. Legislation may place restrictions on the variety and application of herbicide-active substances. The pesticide's accessibility is also restricted by the lack of novel herbicide compounds created in the last 30 years. Different factors, including the economy, the likelihood of weed presence, and the rise in biodiversity, have an impact on non-chemical weed management techniques. First, if agricultural grants and subsidies are provided for non-chemical weed control, farmers are more likely to implement such cutting-edge methods due to reduced profit margins. Second, even if weeds must be balanced out in the field, some farmers are aware of their benefits. In other words, the amount of weed may be acceptable. Weeds generate a ground cover when crops are gone, which is regarded as a cheap alternative to pricey seeds and labor-intensive cover crops. Weeds can help farmers learn about their soil and preserve it. Third, a diverse weed flora can have ecological advantages other from just producing food. For instance, insects that serve as natural enemies or pollinators may find food and shelter in weeds. Insects are another source of food for birds. The variety of weeds' root systems contributes to the beneficial effects on soil biodiversity.

Weed resistance, which has started to render some herbicides worthless, is one of the current concerns that raises questions about how much it will cost to control weeds (Gaines et al., 2020). A growing number of people are worried about human health and water quality, chemical residues in food, and the harm that herbicides do to insects. How to urge farmers to utilize non-

chemical weed control methods is up for debate if these issues worsen yet there aren't any accessible alternatives (Abouziena & Haggag, 2016). Additionally, more pre-harvest sprayings are being done than is necessary, which worries consumers about herbicides. When laws forbid the use of specific active components, farmers might be urged to utilize alternatives rather than methods that make more of these chemicals available.

The following are some reasons why farmers don't employ non-chemical weed control techniques or approaches (Bond & Grundy, 2001). The ecological weed management principles-based management of alternative strategy integration is pricy, challenging, knowledge-intensive, and regional. The only approach to quantify the true costs of ecological weed management strategies quantitatively. A complete quantitative analysis of weed management methods is still exceedingly challenging to do. Modern technologies like precision farming have a cost effectiveness that is still being completely appreciated. This uncertainty hinders the use of weed control methods like robotics. Farmers frequently have immediate economic problems. Non-chemical methods with an ecological foundation have higher initial costs but greater overall environmental advantages. A long-term outlook, however, is undesirable unless the payments offset the short-term revenue reduction. Clarifying the long-term advantages is also vital in order to engage farmers in the process. Since chemical weed control has been employed successfully in the past, each change carries a certain amount of risk. When considering changes, such as ceasing to use herbicides, some people may get concerned about whether they will achieve the intended results and whether the farm will be profitable. In the farming community, labor and family are closely entwined, therefore this frequently impacts the entire cooperating family rather than just one person. Farms are traditionally handed down from one generation to the next. As a result, those in charge are burdened greatly by their fear of failing. When battling established systems, one frequently feels helpless. To overcome both fear of failing and fear of falling behind, it takes courage to follow new or uncharted avenues. Farmers are familiar with one another and value good management. Some landowners do not want weeds growing on their property. However, farmers that are effective in weed control can have a big positive influence on other people. Chemicals are concerning, but until they transition to organic farming and receive a big price, the willingness to attempt another option looks limited (Bond & Grundy, 2001; Zhang, 2003). As they believe this will result in poorer yields and some consumers still do not like the idea of selecting organic farming, most traditional farmers are not receptive to new approaches to doing this. Instead of employing a single sprayer, non-chemical weed control necessitates the

purchase of pricey equipment or a range of tools. They will be able to use machinery that they otherwise wouldn't be able to buy by combining resources with other farmers. However, because to issues with transportation between farms, the expense of contracts, damage to machinery, and delays while planting or harvesting, it is not commonly used. Hired labor and machine contracts are better tactics.

The following elements have influenced or contributed to farmers' trust in chemical weed control (Parish, 1990; Zhang, 2003). When margins are slim or nonexistent, farmers are unable to see a viable alternative. Alternatives could demand a significant investment of time, money, and knowledge. Some substitutes call for interrow planting, which raises compression and fuel consumption and can be harmful to the environment. As there are now just two choices available to farmers, adopting alternative weed control without a large cost or financial incentive is not appealing. Choose between conventional farming methods that use chemical weed control and organic farming methods. The organic option might not be preferable to everyone due to lower yields and weeds on some long-term organic farms (Bàrberi, 2002). However, in recent years, there has been talk of encouraging agro-ecological methods, such as organic farming (Gaba et al., 2014). Farmers believe that major disruption would occur without glyphosate. Non-chemical weed management will need to make considerable advancements without a financial incentive before it is considered a competitive option. In nations with inadequate food security, agricultural assistance for non-chemical weed management is uncertain, especially if it results in poorer yields.

CONCLUSION

Agriculture now uses more pesticides to promote crop yield and food production. As a result, in today's arable agricultural systems, herbicides have taken the lead in weed management. Herbicides may also have an adverse effect on the environment, unintended targets, and human and animal health. As a result, the use of these substances must be decreased. Establishing and/or promoting non-chemical weed management techniques can help to lessen the risks connected to the usage of herbicides. These management options include both preventive and therapeutic strategies, and they can be used to both organic and conventional sectors. The use of non-chemical weed management methods in systems for growing arable crops presents both potential and difficulties. For weed control without chemicals, there are various priorities.

It is necessary to reformulate agricultural strategies. New crop types, crop combinations, equipment, and management needs, as well as changes in pests and diseases, all have an impact

on how new agricultural systems are designed. Consideration should be given to effectiveness and safety while implementing Integrated Weed Management Strategies in various farming systems. Conflicts could emerge if crop management practices that are good for weed control have bad effects on other objectives, such energy savings or CO_2 reduction. Research should be conducted to identify the optimal cover crop varieties for increased weed suppression and reduced phytotoxicity in vegetable production systems. Further research is also necessary into how cover crops and protective tillage practices affect perennial weed behavior.

Weeds must be precisely controlled without the use of herbicides. Use of quicker-acting, less-expensive methods of non-chemical weed control is recommended. The appropriate bandwidth should be established for crops produced in short rows within a specific row spacing. Row crops that were directly sowed ought to be sorted using sophisticated in-row technologies. Individual plant identification is necessary for more precise weed management at specific sites. It is advisable to create both printed and digital weed development period catalogs. Deep learning quantities of weed images must be gathered to build learning classification networks, and the training data must be changed to take new crops and plant kinds into consideration. Weed detection and control for a single plant should be carried out in a single phase. Camera and detecting system development is a critical research field required to accomplish this. With advancements in technology, in-row mechanical weed control must be enhanced. Additionally, it should focus more research on topics including fresh sources of potential bioherbicides, methods for genetic and cultural development of bioherbicidal organisms, and the constant efficacy of bioherbicides in real-world settings.

RESOURCES

Abouziena, H., & Haggag, W. (2016). Weed control in clean agriculture: a review. *Planta daninha*, *34*, 377-392.

Bachheti, A., Sharma, A., Bachheti, R., Husen, A., & Pandey, D. (2020). Plant allelochemicals and their various applications. In *Co-Evolution of Secondary Metabolites* (pp. 441-465). Springer.

Balah, M. A. (2020). Weed control ability of egyptian natural products against annual, perennial and parasitic weeds. *Acta Ecologica Sinica*, *40*(6), 492-499.

Bàrberi, P. (2002). Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed research*, *42*(3), 177-193.

Bhowmik, P. C. (1997). Weed biology: importance to weed management. *Weed science*, *45*(3), 349-356.

Bond, W., & Grundy, A. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed research*, *41*(5), 383-405.

Bonny, S. (2016). Genetically modified herbicide-tolerant crops, weeds, and herbicides: overview and impact. *Environmental management*, *57*(1), 31-48.

Brand, J., Yaduraju, N., Shivakumar, B., & Murray, L. (2007). Weed management. In *Lentil* (pp. 159-172). Springer.

Bullock, D. G. (1992). Crop rotation. *Critical reviews in plant sciences*, *11*(4), 309-326.

Cutulle, M. A., & Maja, J. M. (2021). Determining the utility of an unmanned ground vehicle for weed control in specialty crop systems. *Italian Journal of Agronomy*.

Dahiya, S., Kumar, S., Khedwal, R. S., & Jakhar, S. R. (2017). Allelopathy for sustainable weed management. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *6*(6S), 832-837.

Fennimore, S. A., Slaughter, D. C., Siemens, M. C., Leon, R. G., & Saber, M. N. (2016). Technology for automation of weed control in specialty crops. *Weed Technology*, *30*(4), 823-837.

Fernandez-Quintanilla, C. (1988). Studying the population dynamics of weeds. *Weed research*, *28*(6), 443-447.

Gaba, S., Fried, G., Kazakou, E., Chauvel, B., & Navas, M.-L. (2014). Agroecological weed control using a functional approach: a review of cropping systems diversity. *Agronomy for sustainable development*, *34*(1), 103-119.

Gaines, T. A., Duke, S. O., Morran, S., Rigon, C. A., Tranel, P. J., Küpper, A., & Dayan, F. E. (2020). Mechanisms of evolved herbicide resistance. *Journal of Biological Chemistry*, *295*(30), 10307-10330.

Gunsolus, J., & Buhler, D. (1999). A risk management perspective on integrated weed management. *Journal of crop production*, *2*(1), 167-187.

Harker, K. N., & O'Donovan, J. T. (2013). Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Technology*, *27*(1), 1-11.

Hasan, M., Ahmad-Hamdani, M. S., Rosli, A. M., & Hamdan, H. (2021). Bioherbicides: an eco-friendly tool for sustainable weed management. *Plants*, *10*(6), 1212.

Hill, T. A. (1977). The biology of weeds. *The biology of weeds.*(Studies in Biology No. 79).

Holzner, W., & Numata, M. (2013). *Biology and ecology of weeds* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.

Koskinen, W. C., & McWhorter, C. G. (1986). Weed control in conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, *41*(6), 365-370.

Kremer, R. J. (2005). The role of bioherbicides in weed management. *Biopestic. Int*, *1*(3), 4.

Kurstjens, D. A. (2007). Precise tillage systems for enhanced non-chemical weed management. *Soil and Tillage Research*, *97*(2), 293-305.

Machleb, J., Peteinatos, G. G., Kollenda, B. L., Andújar, D., & Gerhards, R. (2020). Sensor-based mechanical weed control: Present state and prospects. *Computers and electronics in agriculture*, *176*, 105638.

Mennan, H., Jabran, K., Zandstra, B. H., & Pala, F. (2020). Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: A review. *Agronomy*, *10*(2), 257.

Monteiro, A., & Santos, S. (2022). Sustainable approach to weed management: The role of precision weed management. *Agronomy*, *12*(1), 118.

Mortimer, A. (1990). The biology of weeds. *The biology of weeds.*(Ed. 8), 1-42.

Moss, S. R. (2010). Non-chemical methods of weed control: benefits and limitations. 17th Australasian weed conference. CAWs, Christchurch,

Oliveira, B. S., Ambrosini, V. G., Trapp, T., dos Santos, M. A., Sete, P. B., Lovato, P. E., Loss, A., Comin, J. J., Lourenzi, C. R., & da Rosa Couto, R. (2016). Nutrition, productivity and soil chemical properties in an apple orchard under weed management. *Nutrient cycling in agroecosystems*, *104*(2), 247-258.

Osinga, S. A., Paudel, D., Mouzakitis, S. A., & Athanasiadis, I. N. (2022). Big data in agriculture: Between opportunity and solution. *Agricultural Systems*, *195*, 103298.

Owen, M. D., & Zelaya, I. A. (2005). Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, *61*(3), 301-311.

Parish, S. (1990). A review of non-chemical weed control techniques. *Biological Agriculture & Horticulture*, *7*(2),

117-137.
Pimentel, D., & Burgess, M. (2014). An environmental, energetic and economic comparison of organic and conventional farming systems. In *Integrated Pest Management* (pp. 141-166). Springer.
Rask, A., & Kristoffersen, P. (2007). A review of non-chemical weed control on hard surfaces. *Weed research*, *47*(5), 370-380.
Rasmussen, J., & Ascard, J. (1995). Weed control in organic farming systems. *Weed control in organic farming systems.*, 49-67.
Rasmussen, J., Griepentrog, H. W., Nielsen, J., & HENRIKSEN, C. B. (2012). Automated intelligent rotor tine cultivation and punch planting to improve the selectivity of mechanical intra-row weed control. *Weed research*, *52*(4), 327-337.
Rueda-Ayala, V., Peteinatos, G., Gerhards, R., & Andújar, D. (2015). A non-chemical system for online weed control. *Sensors*, *15*(4), 7691-7707.
Scavo, A., & Mauromicale, G. (2021). Crop allelopathy for sustainable weed management in agroecosystems: Knowing the present with a view to the future. *Agronomy*, *11*(11), 2104.
Shaner, D. L. (2000). The impact of glyphosate-tolerant crops on the use of other herbicides and on resistance management. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, *56*(4), 320-326.
Shaner, D. L., & Beckie, H. J. (2014). The future for weed control and technology. *Pest management science*, *70*(9), 1329-1339.
Ullah, E., Ur-Rehman, A., Arshad, Q., & Shah, S. (2009). Yield response of fine rice to NP fertilizer and weed management practices. *Pak. J. Bot*, *41*(3), 1351-1357.
Upadhyaya, M. K., & Blackshaw, R. E. (2007). *Non-chemical weed management: principles, concepts and technology*. Cabi.
Westwood, J. H., Charudattan, R., Duke, S. O., Fennimore, S. A., Marrone, P., Slaughter, D. C., Swanton, C., & Zollinger, R. (2018). Weed management in 2050: Perspectives on the future of weed science. *Weed science*, *66*(3), 275-285.
Wyse, D. L. (1994). New technologies and approaches for weed management in sustainable agriculture systems. *Weed Technology*, *8*(2), 403-407.
Zhang, Z. P. (2003). Development of chemical weed control and integrated weed management in China. *Weed Biology and Management*, *3*(4), 197-203.

STRATEGIES FOR NON-CHEMICAL WEED MANAGEMENT IN AGRICULTURE

Assoc. Prof., FIRAT PALA [1], Prof. Dr., HUSREV MENNAN [2]

[1] Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection,

firatpala@siirt.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4394-8841

[2] Ondokuz Mayis University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection

hmennan@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1410-8114

ÖZET

Unwanted plants in a certain area are commonly referred to as weeds. For weeds to be effectively controlled, one must be familiar with their biology. Because they are practical and affordable, herbicides are frequently employed to control weeds. The problem of weed resistance to herbicides as well as issues with public and environmental health, however, have led to an increase in the trend toward non-chemical weed management approaches in recent years. For non-chemical weed control, it is important to choose cultural, mechanical, and biological methods. To effectively control weeds over the long term, several strategies that work well with various agricultural products should be used. In organic plant production systems, tillage is one of the most crucial weed control methods. Herbicides can be used in place of tillage using reduced and zero tillage systems. Mulches made of straw, grass, and plastic can physically stop weed growth. Mulch for weed control can help minimize the need for tillage and herbicides, and it can be a crucial component of organic conservation tillage systems. Organic farmers utilize a technique called cutting tall weeds on the vegetation to stop them from shedding weed seeds. Flaming, steaming, freezing, and numerous more techniques, such as the use of a laser or electricity, are further mechanical weed control methods. The intentional use of a organisms or animals to suppress weeds is known as biological weed management. Weeds can be fed to cattle as forage. offers protection against sheep, goats, nomads, spurge, and other plants. Because they are discriminating in their foraging, geese can also effectively control some weed species. weed-controlling plants are also possible. Certain plants release allelopathic compounds that prevent the growth of other plants.

Keywords: Mechanical, Tillage, Mulches, Biological, Allopathy

INTRODUCTION

Agricultural systems for non-chemical weed management must be adapted to fit local conditions and market demands through co-design groups that comprise farmers, researchers, industry, and consultants. To apply cover crops successfully, regional planning must be set up. A variety of cover crops should be managed at the best times possible by identifying the best species (and mixtures), best planting and mowing methods, and best times to plant and mow them. For successful crop co-planting, regional planning might be developed. In order to do this, local farmers and specialists will need to choose the best crop combinations that are suitable for their environment, match market demands, and adhere to agricultural, mechanization, and market criteria. Utilizing already established local farmer networks, approaches for boosting biodiversity on arable land should be tested to conserve and improve it in field systems. The test tools for effective weed control should include local pharmaceutical businesses, farmers' associations, and chambers of commerce. As a result, farmers can test pricey equipment in actual working conditions. These tests must incorporate evaluation in order to instruct and extensively share profitable experiences with other farmers. Direct physical control projects and demonstrations should be carried out that fully integrate these strategies into the whole crop/foreign management system, especially when it comes to cultural operations like crop/variety selection, tillage, and other agricultural practices. Participatory programs concentrating on crop mixtures or cultivars with enhanced weed resistance should be encouraged. Information on non-chemical weed management is widely shared by farmer associations. Another tactic is to participate in local fairs and exhibitions. Information dissemination methods include social media and mobile technology. Information can be exchanged in this situation in a timely and thorough manner. Utilizing these resources is crucial if we want to inspire farmers with positive messages about weed control without chemicals.

A GROWING STRATEGY FOR NON-CHEMICAL WEED MANAGEMENT

Systems for managing weeds in agriculture without the use of chemicals ought to be developed by a consultant and tailored to local needs (Mennan et al., 2020; Pannacci et al., 2017; Parish, 1990). To apply cover crops successfully, regional planning must be set up (Mennan et al., 2020). A variety of cover crops will be managed using the best, most suited species (and mixtures) for the region, as well as the best planting and mowing practices and timing (Wei et al., 2010). To successfully co-plant crops, regional planning must be established (Upadhyaya & Blackshaw, 2007). For this, local farmers and specialists will need to choose the best crop

combinations that are suitable for the region, meet local market demands, and consider agricultural limitations and mechanization (Jabran & Chauhan, 2018). To maintain and enhance biodiversity, agricultural systems are experimenting with ways to promote weed diversity in arable lands (Bond & Grundy, 2001). Projects can build a list of regionally tailored best practices to preserve or boost biodiversity in arable crops. It is important to involve local growers of arable crops in the testing of weed control methods (Melander et al., 2017). As a result, farmers can test pricey equipment in actual working conditions. In addition to alternatives for non-chemical weed control, tools can include site-specific weed management equipment for precision farming. These tests must incorporate evaluation to instruct and extensively share profitable experiences with other farmers. It's important to share effective examples. Projects that fully integrate physical direct control techniques into the system should be encouraged to manage weeds and crops more generally, especially when it comes to cultural activities like crop/variety selection, tillage, and other agricultural methods. Weed resistance should be improved by the development of initiatives centered on crop mixtures or cultivars.

Use non-chemical weed management instruments and methods including electric shock, laser damage or cutting, precise flame burning, steam scalding, cutting defoliation, mechanical damage, spraying foam, driving, or drilling weed into the ground, or removing more quickly and gently (Rask & Kristoffersen, 2007; Walsh et al., 2013). The best bandwidth for narrow row crops in a certain row spacing needs to be discovered in a variety of crops in terms of yield responses and weed suppression of in-row weeds (Loddo et al., 2021). Industry, advisory groups, and the research community all agree that if smart in-row weeding technology could be modified to operate on directly sown in-row crops as well as transplanted crops, significant advancements may be realized (Hatcher & Melander, 2003). Individual plant recognition will be essential for more precise site-specific weed management (Pavlović et al., 2022). Weed detection and control should be carried out in one step for single plant weed management. Technology has enhanced in-row mechanical weed control, as evidenced by the creation of high-tech torsion-toothed weeders, rakes, hoes, and flamethrowers that can approach agricultural plants without harming them.

The discovery of fresh sources for possible bioherbicides, the development of strategies for the genetic and cultural enhancement of bioherbicidal species, and the understanding of the mechanisms behind these effects (Pavlović et al., 2022). It's crucial to evaluate potential effects on human and ecological health along with achieving consistent efficacy using biocontrol

agents (Hatcher & Melander, 2003). The use of bioherbicides in field tests on various crops and climates is crucial. In the modern era, chemical control is usually more effective than bioherbicides (Mennan et al., 2020). Bioherbicides should be considered in combination with other weed management techniques in agricultural system experiments (Melander et al., 2017). The performance and standardization of some bioherbicides must be improved, therefore formulation development and evaluation are important. Improved formulation, timing, and mode of application can all have positive implications on the level of protection that can be attained. This is made possible by a greater understanding of the ecology of field applied antagonists. Methods for sustaining uniformity should be developed.

There are several difficulties that need to be resolved to improve the production and use of bioherbicides, including making bioherbicide regulation more flexible, improving the quality and affordability of materials, and strengthening the partnership between manufacturers and researchers (Bond & Grundy, 2001; Mennan et al., 2020; Upadhyaya & Blackshaw, 2007). For controlling weeds, competitiveness, which suppresses capacity and tolerance, may be chosen. Tolerance levels can be determined by the pace at which weeds reduce crop output, and suppression levels can be determined by the relative biomass of weeds that are present while certain types are in use. A few non-destructive evaluations of important growth features serve as the finest foundation for a screening procedure for crop variety suppression. A few factors are taken into consideration, including the vegetation index and leaf area index, leaf angle, growth time, plant height and shading tolerance, early vigor or early leaf area development, tillering, canopy height, early growth rate, crown structure, root length/density, and other root-related characteristics, shelter, food, and water efficiency, and more. Other crucial techniques to stop the transmission of weed seeds include using certified seed and producing allelopathic varieties.

The following points should be considered while looking at soil-based weeds (Jabran & Chauhan, 2018). Different tillage practices affect the dynamics of weed seed banks for various weed species (Hussain et al., 2018; Parish, 1990). It is important to create methods that encourage the predation and rot of weed seeds (Walsh et al., 2013). Encouragement should be given to the soil microorganisms' impact on the soil seed bank (Farooq et al., 2019; Mennan et al., 2020). On how different agricultural rotations affect the weed seed bank, more investigation is required (Pavlović et al., 2022). It is necessary to streamline evaluation procedures for the soil seed bank (Shaner & Beckie, 2014). Long-term solutions should be addressed, for instance,

with the combination of biomolecular probes, technology (x-ray), and automation, as well as preventive and direct techniques. Control of weeds has lately come to light. Since weeds can act as both a haven and a food source for other biota, restoring a diverse native weed flora can help with the recovery of biodiversity. It may be possible to delay herbicide resistance by raising taxes on herbicide use. In addition to encouraging the use of less expensive herbicides, such methods result in less herbicide use.

Farmers should plan social events to get to know one another to promote cooperation (Shaner & Beckie, 2014). Effective weed control and cost-saving management strategies require the collaboration of farmers on a field-level (Mennan et al., 2020). Peer education is advantageous to farmers. A format with a facilitator leading the group discussions worked well. The farmers will swiftly adopt the new techniques if one of them employs non-chemical ways and finds them effective; this will be discussed later among the group. The method greatly benefits from exceptional or leading farms. Support can be given to young farmers who are concerned about this issue. Agriculture is greatly influenced by the viewpoints of farmer organizations (such the chamber of agriculture and cooperatives). The use of local fairs and exhibitions as a means of distribution is possible with these organizations. Social media and mobile technology are quick, flexible, and accessible tools for information dissemination. Information can be exchanged in this situation in a timely and thorough manner. It is crucial to use these resources to share enlightening information and inspiring tales about weed control without the use of chemicals.

CONCLUSION

The establishment of effective control management requires an understanding of weed biology. Weed seed bank dynamics for different weed species should be studied in relation to the impact of different tillage techniques. It is necessary to determine how to encourage weed seed predation and decay. Weed seed banks should be studied to learn how different crop rotations affect them. It is necessary to investigate the impact of various soil microorganisms on the weed seed bank. It would be best to perform long-term studies combining direct and preventive approaches. By utilizing strategies like robots collecting soil samples, the procedures to be employed for the evaluation of the soil seed bank must be made simpler.

It is necessary to modify farmers' viewpoints and decisions. The management of challenging weed issues is better done as a component of larger programs to improve ecosystem sustainability rather than as a stand-alone issue, requiring interdisciplinary weed study. Cost of tillage techniques, which frequently involves labor and cover crop costs, can be linked to

indirect costs from less effective weed management and yield loss in non-chemical weed management. For weed management strategies to be successful on farms, farmers should be involved in their development and application. A farmer's sense of risk and subsequent decision-making about weed management must be taken into consideration. It is best to plant weed-tolerant and resistant crop cultivars. It is critical to investigate whether mixed cross populations may be used in evolutionary breeding to breed for competitiveness. The setting in which this breeding method is employed can be changed. Breeding for short-season cultivars allows for the restructuring of farming methods. It is important to keep in mind that allelopathic substances can be poisonous, can leave behind residues that can pollute the soil, and can have negative effects on nearby crops while breeding for allelopathic types. In general, more research is needed to better understand the abilities of different crops and crop mixes to smother and tolerate weeds.

RESOURCES

Bond, W., & Grundy, A. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed research*, *41*(5), 383-405.

Farooq, O., Mubeen, K., Ali, H. H., & Ahmad, S. (2019). Non-chemical Weed Management for field crops. In *Agronomic crops* (pp. 317-348). Springer.

Hatcher, P., & Melander, B. (2003). Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed research*, *43*(5), 303-322.

Hussain, M., Farooq, S., Merfield, C., & Jabran, K. (2018). Mechanical weed control. In *Non-chemical weed control* (pp. 133-155). Elsevier.

Jabran, K., & Chauhan, B. S. (2018). Overview and significance of non-chemical weed control. In *Non-chemical weed control* (pp. 1-8). Elsevier.

Loddo, D., McElroy, J. S., & Giannini, V. (2021). Problems and perspectives in weed management. *Italian Journal of Agronomy*.

Melander, B., Liebman, M., Davis, A. S., Gallandt, E. R., Bàrberi, P., Moonen, A. C., Rasmussen, J., van der Weide, R., & Vidotto, F. (2017). Non-chemical weed management. *Weed Research: Expanding Horizons, 1st ed.; Hatcher, PE, Froud-Williams, RJ, Eds*, 245-270.

Mennan, H., Jabran, K., Zandstra, B. H., & Pala, F. (2020). Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: A review. *Agronomy*, *10*(2), 257.

Pannacci, E., Lattanzi, B., & Tei, F. (2017). Non-chemical weed management strategies in minor crops: A review. *Crop protection*, *96*, 44-58.

Parish, S. (1990). A review of non-chemical weed control techniques. *Biological Agriculture & Horticulture*, *7*(2), 117-137.

Pavlović, D., Vrbničanin, S., Anđelković, A., Božić, D., Rajković, M., & Malidža, G. (2022). Non-Chemical Weed Control for Plant Health and Environment: Ecological Integrated Weed Management (EIWM). *Agronomy*, *12*(5), 1091.

Rask, A., & Kristoffersen, P. (2007). A review of non-chemical weed control on hard surfaces. *Weed research*, *47*(5), 370-380.

Shaner, D. L., & Beckie, H. J. (2014). The future for weed control and technology. *Pest management science*, *70*(9), 1329-1339.

Upadhyaya, M. K., & Blackshaw, R. E. (2007). *Non-chemical weed management: principles, concepts and technology*. Cabi.

Walsh, M., Newman, P., & Powles, S. (2013). Targeting weed seeds in-crop: a new weed control paradigm for global agriculture. *Weed Technology*, *27*(3), 431-436.

Wei, D., Liping, C., Zhijun, M., Guangwei, W., & Ruirui, Z. (2010). Review of non-chemical weed management for green agriculture. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, *3*(4), 52-60.

EVALUATION OF ANTIMUTAGENIC ACTIVITY OF *Salvia triloba* L. THAT MEDICINAL PLANT

Assoc. Prof. Dr. PINAR GOC RASGELE [1], HILAL UCAN [2]

[1] Duzce University, Faculty of Agriculture, pinargocrasgele@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-7558-3138

[2] Duzce University, Graduate School, ucan.hilal@outlook.com - ORCID ID: 0000-0002-7588-9882

ABSTRACT

Medicinal and aromatic plants are plants that are used as medicine to prevent diseases, maintain health or cure diseases. *Salvia triloba* is one of the plants used for this purpose and belongs to the Lamiaceae family. In this study, antimutagenic effect of volatile oil of *S. triloba* L. was investigated by with *Salmonella* / microsome testing system. Three different concentrations (0.01, 0.1, 1 and 10 µl/plak) volatile oil of *Salvia triloba* L. was used as material in our study. Also, *Salmonella typhimurium* TA 98 and TA 100 strains were used in experiments. It was determined that the volatile oil of *Salvia triloba* L. at the two highest concentrations (1 and 10 µl/plate) showed strong antimutagenic activity on *Salmonella typhimurium* TA98 strain with inhibition rates of 44.89% and 99.65%, respectively. It was determined that 1 and 10 µl/plate volatile oil of *Salvia triloba* L. on *Salmonella typhimurium* TA100 strain showed strong antimutagenic activity with inhibition rates of 85.40% and 99.37%. No antimutagenic activity was found on *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100 strains at both low concentrations (0.01 and 0.1 µl/plak) of plant volatile oil. As a result, it is determined that *Salvia triloba* L. has antimutagenic activity. It is recommended that further preclinical and clinical medical application researches be carried out so that it can be used in traditional and complementary medicine applications such as aromatherapy and phytotherapy.

Key Words: Ames assay, *Salvia triloba (*syn. *S. fruticosa* Mill.), *Salmonella typhimurium* TA 98 and TA 100.

1. INTRODUCTION

Salvia triloba is a shrub, 50-60 cm tall, with white hairs on the underside of the leaves and grayish green on the top. It is a medicinal plant belonging to the *Salvia* genus of the Lamiaceae family, which has been used in a wide variety of fields, primarily for medicinal purposes, since ancient times. It is used as a tea in stomach, throat and rheumatic pains, hoarseness and kidney disorders, and its oil is used as a mouthwash as it has an external antiseptic, fungicide and antiphlogistic effect (Kaplan and Çakır 2020, Etik 2017, Faydaoglu and Surucuoglu 2013).

The main chemical composition of volatile oils in *S. triloba* is mono-sesquiterpene hydrocarbons (α-pinene, β-pinene, camphene, myrcene, caryophylline) and oxygenated monoterpenes (1,8 cineol, camphor, borneol, α-terpinyl acetate). It has been reported that its volatile oil is very rich in phenolic acids, flavonoids, caffeic acid and especially rosmarinic acid. It is stated in the literature that phenolic

acids, especially rosmarinic acid, impart a significant antioxidant effect to *S. triloba* (Exarchou et al. 2002, Dincer et al. 2012, Papageorgiou et al. 2008, Pizzale et al. 2002).

The term antimutagenicity was first used by Novick and Szilard (1952) and is defined as compounds that reduce the frequency or rate of spontaneous or induced mutations. Antimutagens have mechanisms that act through DNA repair systems either by inactivating mutagens directly before they reach DNA or after binding to DNA. Especially in recent years, plants or various secondary metabolites produced in plants are used as the main source of antimutagenic ingredients. Many tests such as SOS chromo test, micronucleus test, chromosomal abnormality test, Ames test and comet test are used in antimutagenicity studies. The Ames test is known as one of the tests performed to observe the mutagenicity/antimutagenicity of chemicals/natural products (Metin, 2018).

There are many investigations on the anticancer effects (Altay et al. 2019, Tundis et al. 2017); antidiabetic (Cam et al. 2017); antibacterial (Askun et al. 2010); anti-angiogenic (Atmaca et al. 2016, Zihlif et al. 2013); antioxidant (Senol et al. 2010, Pizzale et al. 2002) of *S. triloba*. But there are very limited studies on the antimutagenic activity of *S. triloba* (Basaran et al. 1996, Adam et al. 1998).

In this study, it was aimed to determine the antimutagenic activity of the volatile oil of the medicinal plant *S. triloba* with the Ames test.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Chemicals

Nutrient agar, di-potassium hydrogen phosphate, sodium chloride, D-glucose and magnesium sulfat-heptahydrat were obtained from Merck®. Sodium ammonium phosphate, citric acid monohydrate, sodium azide and 4-nitro-o-fenilendiamine (NFD) were purchased from Sigma Aldrich®. D-biyotin (F.W.244.3), L-histidin.HCL (F.W.191.7), nutrient broth (Condalab), bacteriological agar (Oxoid) and ampicillin trihydrate were also used in the present study.

Volatile oil (VO) of *S. triloba* L. was supplied from farmers in Duzce situated in Western Black Sea Region of Türkiye.

2.2. *Salmonella typhimirium* Strains

The *S. typhimurium* test strains TA98, and TA100 were purchased from EBPI Bio-Detection Products (Mississauga, ON, Canada). NFD and sodium azide were used as positive controls for *S. typhimurium* TA98 and TA100 strains, respectively, in the absence of S9 mix (Maron and Ames, 1983).

2.3. Determination of Non-Cytotoxic Concentrations

In order to determine the cytotoxic effect of VO of *S. triloba* L., different concentration series (0.01 - 80 µl/plate) were first prepared. Then, 0.1 ml of bacterial culture and 0.1 ml of different concentrations of VO of *S. triloba* L. were added to tubes containing 3 ml of top agar. After the mixture was shaken well, it was quickly poured and spread on plates with nutrient agar. Plates were incubated for 24 hours at 37°C. After incubation, the number of colonies on the plates was compared with the number of bacteria on the control plates, and non-toxic doses were determined (Dean et al. 1985).

2.4. Antimutagenicity Assay – Ames Test

Using the assay as stated by Maron and Ames (1983), the application was performed as (-) without metabolic activation. In the experiment, the tubes added to 2.5 ml of top agar were kept ready in a water bath at 45ºC and then 100 µl of test substance, 250 µl of histidine-biotin solution and 100 µl of 16-hour overnight bacterial cultures were added and poured into minimal glucose agar plates by drawing the eight marks. After waiting for 15 minutes to freeze, the plates were turned upside down and incubated for 48-72 hours in a 37ºC incubator. For each experiment, 3 petri dishes were made. In the experiments, the arithmetic average of the number of revertant colonies in each plate was taken and the percent inhibition (%I) results were calculated.

$$\%I = [1- (a-b)/(c-b)] \text{ X } 100$$

a: Number of returned colonies in petri dishes with essential oil, mutagen and bacteria

b: Number of colonies returning spontaneously

c: Number of colonies in petri dishes with mutagen

To measure antimutagenic activity by the VO, categorization was carried out by dividing into three categories for a semi quantitative evaluation: <20%, negative; 20-40%, moderate; >40%, strong. This categorization was made according to Negi et al (2003).

3. RESULTS AND DISCUSSION

In our study, the antimutagenic effects of four different concentrations (0.01, 0.1, 1 and 10 µl/plate) of VO of *S. triloba* L. species were investigated on *S. typhimurium* TA98 and TA100 strains in the absence of metabolic activation.

It was determined that the two highest concentrations of VO of *S. triloba* L. (1 and 10 µl/plate) showed strong antimutagenic activity on *S. typhimurium* TA98 strain with inhibition rates of 44.89% and 99.65%, respectively (Table 1, Figure 1).

Similarly, it was observed that *S. triloba* L. showed strong antimutagenic effect on *S. typhimurium* TA100 strain with inhibition rates of 85.40% and 99.37%, respectively. No antimutagenic activity was found on *S. typhimurium* TA98 and TA100 strains at both low concentrations of plant essential oil (Table 2, Figure 1).

Table 1. Antimutagenic effects of different concentrations of VO of *S. triloba* L. on *S. typhimurium* TA98 strain.

Strain	Groups	Concentrations (µl/plate)	Revertant Colonies Number	
			Mean±SD	%Inhibition
TA 98	Negative Control	100µl	34.16±7.02	
	Positive Control	0.02mg	1531.50±301.42	
	S. triloba L.	0.01	1518.00±445.24	0.90
		0.1	1287.00±528.73	16.33
		1	859.33±59.19	44.89*
		10	39.33 ±21.73	99.65*

*=Strong antimutagenic effect

Tablo 2. Antimutagenic effects of different concentrations of VO of *S. triloba* L. on *S. typhimurium* TA100 strain.

Strain	Groups	Concentrations (µl/plate)	Revertant Colonies Number	
			Mean±SD	%Inhibition
TA 100	Negative Control	100µl	129.33±3.21	
	Positive Control	0.02mg	2234.20±605.54	
	S. triloba L.	0.01	2086.00±531.01	7.04
		0.1	1742.33±156.87	23.37
		1	436.66±58.79	85.40*
		10	142.66±26.57	99.37*

*=Strong antimutagenic effect

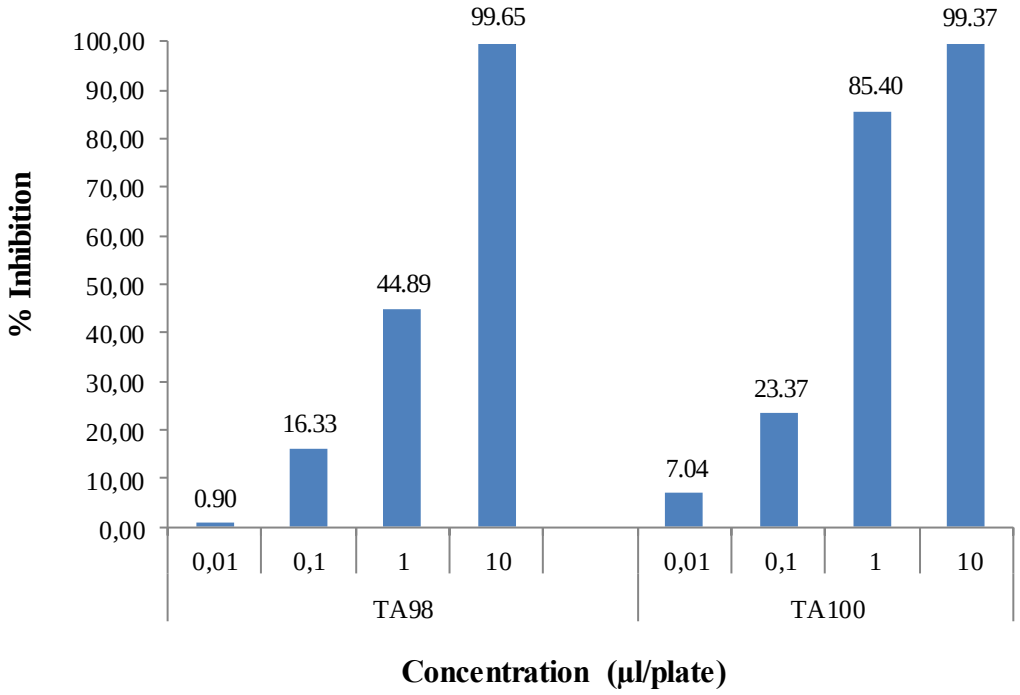


Figure 1. Inhibition rates of different concentrations of VO of *S. triloba* L. on *S. typhimurium* TA100 and TA98 strains.

However, there are mutagenicity and genotoxicity studies on *S. triloba*. Basaran et al (1996) revealed that the concentration of 40 and 80 µg per plaque of the extract obtained from the *S. triloba* showed no mutagenic activity on *S. typhimurium* TA98 and TA100 strains with and without metabolic activation. Adam et al. (1998) showed that the essential oil of *S. fruticosa* leaf at 250-2000 ppm concentrations did not show any mutagenic activity in the Ames test using *S. typhimurium* strains TA97, TA98, TA100 and TA102. Pavlidou et al. (2004) reported that Anatolian sage did not have genotoxic and insecticidal effects on *Drosophila melanogaster* and *Bactrocera oleae* by somatic mutation and recombination test in their studies with essential oils.

Kopar et al. (2010) determined the genotoxic and antigenotoxic effects of the leaf extract of *S. fruticosa* (Sf) on human peripheral lymphocytes in the presence and absence of metabolic activator by using sister chromatid exchange (SCE), chromosomal abnormality (CA), and

micronucleus (MN) tests. The cytotoxic effect of Sf leaf extract was also determined by calculating the mitotic index (MI), proliferation index (PI) and nucleus division index (NBI). For this purpose, 1.5, 3.0 and 6.0 µL/mL doses of Sf leaf extract were tested in 24 and 48hour treatment periods. In the absence of metabolic activator, it was determined that Sf leaf extract increased the number of PPE only in the 48-hour treatment period, while it increased the number of CA in all treatment periods. It was determined that when applied together with Mitomycin C (MMC), it induced the effect of MMC synergistically, but did not increase the effect of MMC on the formation of SCE at the highest dose. In parallel with these results, it was reported that Sf leaf extract also increased the number of MN, inducing the effect of MMC in the 24-hour treatment period, and decreasing the effect of MMC in the 48-hour treatment period. In the presence of metabolic activator, Sf leaf extract only increased the number of PPE compared to the untreated control, but decreased the effect of cyclophosphamide (Cyp); observed that the highest dose of Sf leaf extract induced KA number and percentage of abnormal cells, but did not increase the effect of Cyp. While Sf leaf extract alone increased MN formation, it did not induce MN formation when used together with Cyp. In the absence of metabolic activator, Sf leaf extract alone had a cytotoxic effect by reducing MI, but not PI and NBI. It has been found that it is not cytotoxic in the presence of metabolic activator, and it increases the cytotoxic effect of Cyp at high doses (Kopar, 2010).

It can be said that the antimutagenic effect of *S. triloba* VO is achieved through the components it has. Many studies have shown that *S. triloba* has antioxidant, antimicrobial, anticancer, antiangiogenic, antifungal and antiproliferative activities (Abdelshafeek et al. 2022, Atmaca et al. 2016, Exarchou et al. 2015, Zihlif et al.2013, Dincer et al. 2012; Senol et al. 2010, Xavier et al. 2009, Delamare et al. 2007).

It has been reported that many compounds found naturally in nature regulate the toxic effect of chemicals and suppress tumor formation (Milner, 2001; Shukla and Taneja, 2002; Madhavi et al., 2007). In this study, VO obtained from *S. triloba* plant species was found to have antimutagenic effects on *S. typhimurium* TA98 and TA100 strains.

4. CONCLUSION

In the absence of S9mix, the VO of *S. triloba* in the two highest concentrations (1 and 10 µl/plate) was found to have a strong antimutagenic effect on *S. typhimurium* TA98 and TA100 strains. It is understood from previous studies that the components of *Salvia* species contain properties that improve human health. It is seen that they show antigenotoxic and antimutagenic effects and protect the cell, especially due to the significant presence of anti-oxidant substances in the extracts of these species. Detection of these substances and especially the determination of the substance with anti-mutagenic properties will enable us to better understand the mechanism of action of this species, and perhaps it will be a new treatment option in complementary medicine.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by grants from the Duzce University DUBAP project 2021.11.01.1256.

REFERENCES

Abdelshafeek, K.A., Rahmatalla, A.B., Muftah, A.H., Alderhami, S.A. GC/MS Analysis of the Oils and Lipid Constituents and Evaluation of Different Extracts from *Salvia fruticosa* Mill, Seed Egypt J Chem, 65, 8, 763–771, 2022.

Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M. Antifungal Activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirsutum, Mentha spicata, Lavandula angustifolia* and *Salvia fruticosa* Essential Oils against Human Pathogenic Fungi, J Agric Food Chem, 46, 1739-45, 1998.

Altay, A., Kılıç Süloğlu, A., Sagdıçoğlu Celep, G., Selmanoğlu, G., Bozoğlu, F. Anatolian Sage *Salvia fruticosa* Inhibits Cytosolic Glutathione-s-transferase Activity and Colon Cancer Cell Proliferation, Journal of Food Measurement and Characterization, 13, 2, 1390-1399, 2019.

Askun, T., Başer, K.H.C., Tümen, G., Kürkçüoğlu, M. Characterization of Essential Oils of Some *Salvia* Species and Their Antimycobacterial Activities, Turkish Journal of Biology, 34, 1, 89-95, 2010.

Basaran, A.A., Yu, T.W., Plewa, M.J., Anderson, D. An Investigation of Some Turkish Herbal Medicines in *Salmonella typhimurium* and in the COMET Assay in Human Lymphocytes, Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis, 16, 125-138, 1996.

Cam, M.E., Yıldız, S., Ertaş, B., Acar, A.E., Taşkın, T., Kabasakal, L. Antidiabetic Effects of *Salvia triloba* and *Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii* in a Rat Model of Streptozotocin/nicotinamide-induced Diabetes, Marmara Pharmaceutical Journal, 21, 4, 818-827, 2017.

Dean, B.J., Brooks, T.M., Hodsonwalker, G., Hutson, D.H. GeneticToxicology Testing of 41 Industrial-Chemicals, Mutat Res, 153, 57-77, 1985.

Delamare, A.P.L., Moschen-Pistorello, I.T., Artico, L., Atti-Serafini, L., Echeverrigaray, S. Antibacterial Activity of the Essential Oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. Cultivated in South Brazil, Food Chemistry, 100, 2, 603-608, 2007.

Dincer, C., Topuz, A., Sahin-Nadeem, H., Ozdemir, K.S., Cam, İ.B., Tontul, İ., Gokturk, R.S., Ay, S.T. A Comparative Study on Phenolic Composition, Antioxidant Activity and Essential Oil Content of Wild and Cultivated Sage (*Salvia fruticosa* Miller) as Influenced by Storage, Industrial Crops and Products, 39, 170-176, 2012.

Etik, M. *Muğla Florasından Salvia fruticosa Mill. (syn. Salvia triloba L.) Örneklerinde Genetik Farklılıkların Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Entitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Muğla. 2017.

Exarchou, V., Nenadis, N., Tsimidou, M., Gerothanasssis, I.P., Troganis, A., Boskou, D. Antioxidant Activities and Phenolic Composition of Extracts from Greek Oregano, Greek Sage, and Summer Savory, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 5294-5299, 2002.

Faydaoglu, E., Surucuoglu, M. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Antimikrobiyal, Antioksidan Aktiviteleri ve Kullanım Olanakları, EÜFBED, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 2, 233-265, 2013.

Kaplan, F., Çakır, E. Sakarya İli Çevresinde Yetişen Bazı *Salvia* L. Taksonlarının Anatomik Özellikleri, Düzce Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8, 1258-1278, 2020.

Kopar, N., *Salvia fruticosa Bitki Ekstraktının Metabolik Aktivatör Varlığında ve Yokluğunda İnsan Lenfositlerinde Genotoksik ve Anti-Genotoksik Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Adana. 2010.

Madhavi, D., Devil, K.R., Rao, K.K., Reddy, P.P. Modulating Effect of Phyllanthus Fruit Extract Against Lead Genotoxicity in Germ Cells of Mice, Environ. Biol., 28, 1, 115-117, 2007.

Maron, D.M., Ames, B.N. Revised Methods for the *Salmonella* Mutagenicity Test, Mutat Res, 113, 173-215, 1983.

Metin, S. *Bazı Plantago Ekstrelerinin Antimutajenik Etkilerinin Salmonella/E.coli WP2 Test Sistemiyle Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Universitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara. 2018.

Milner, J.A. A Historical Perspective on Garlic and Cancer, Nutr, 131, 3, 1027-1031, 2001.

Negi, P.S., Jayaprakasha, G.K., Jena, B.S. Antioxidant and Antimutagenic Activities of Pomogrenate Peel Extracts, Food Chemistry, 80, 393-397, 2003.

Papageorgiou, V., Gardeli, C., Mallouchos, A., Papaioannou, M., Komaitis, M. Variation of the Chemical Profile and Antioxidant Behavior of *Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia fruticosa* Miller Grown in Greece, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 16, 7254-7264, 2008.

Pavlidou, V., Karpouhtesis, I., Franzios, G., Zambetaki, A., Scouras, Z. Mavragani-Tsipidou, P. Insecticidal and Genotoxic Effects of Essential Oils of Greek Sage, *Salvia fruticosa*, and Mint, *Mentha pulegium*, on *Drosophila melanogaster* and *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), J. Agric. Urban Entomol., 21, 1, 39-49, 2004.

Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Überegger, E., Conte, L.S. Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) and Oregano (*Origanum onites* and *O. indercedens*)

Extracts Related to Their Phenolic Compound Content, Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, 14, 1645-1651, 2002.

Senol, F.S., Orhan, İ., Celep, F., Kahraman, A., Dogan, M., Yilmaz, G., Sener, B. Survey of 55 Turkish *Salvia* Taxa for Their Acetylcholinesterase Inhibitory and Antioxidant Activities, Food Chemistry, 1, 34-43, 2010.

Shukla, Y., Taneja, P. Mutagenic Potential of Cypermethrin in Mouse Dominant Lethal Assay. *Environ* Pathol Toxicol Oncol., 21, 3, 259-265, 2002.

Tundis, R., Peruzzi, L., Menichini, F. Phytochemical and Biological Studies of *Stachys* Species in Relation to Chemotaxonomy: A Review, Phytochemistry, 102, 7-39, 2014.

Xavier, C.P.R., Lima, C.F., Fernandes-Ferreira, M., Pereira-Wilson, C. *Salvia fruticosa, Salvia officinalis*, and Rosmarinic Acid Induce Apoptosis and Inhibit Proliferation of Human Colorectal Cell Lines: The Role in MAPK/ERK Pathway, Nutrition and Cancer, 61, 4, 564-571, 2009.

Zihlif, M., Afifi, F., Abu-Dahab, R., Majid, A.M.S.A., Somrain, H., Saleh, M.M., Nassar, Z.D., Naffa, R. The Antiangiogenic Activities of Ethanolic Crude Extracts of Four *Salvia* species, BMC Complementary and Alternative Medicine, 13, 1, 358, 2013.

TUZ STRESİ ALTINDAKİ ARI OTU (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) BİTKİSİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Semih AÇIKBAŞ[1], Doç. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI[2]
[1]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt/Türkiye - semihacikbas@siirt.edu.tr
ORCID NO: 0000-0003-4384-3908
[2]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt/Türkiye - arifozyazici@siirt.edu.tr
ORCID NO: 0000-0001-8709-4633

ÖZET

Bu çalışmada, tuz stresinin arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Laboratuvarı'nda, 25±1 °C kontrollü şartlar altında yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini "Sağlamtimur" arı otu çeşidi oluşturmuştur. Laboratuvar çalışması, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak petri kaplarında kurulmuştur. Çalışmada; tuzun (NaCl) 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM ve 250 mM dozları araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Denemede 7. günün sonunda her bir petri kabındaki bitkilerden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden ölçümler yapılmıştır. Çalışmada; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları; çimlenme oranı % 6.8-88.0, ortalama çimlenme süresi 2.23-4.55 gün, çimlenme üniformite katsayısı 1.6-39.5, çimlenme enerjisi 2.8-68.0, çimlenme indeksi 0.5-10.2, fide yaş ağırlığı 1.4-33.6 mg ve fide güç indeksi 0.01-2.97 arasında değişim göstermiştir. Tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak incelenen çimlenme ve fide gelişim parametrelerinde anlamlı azalmalar olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tuz Stresi, Arı Otu, Çimlenme Oranı, Ortalama Çimlenme Süresi, Fide Güç İndeksi

DETERMINATION OF GERMINATION AND SEEDLING CHARACTERISTICS OF PHACELIA (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) PLANT UNDER SALT STRESS

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of salt stress on germination and seedling development of phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). The research was conducted in Siirt University, Faculty of Agriculture, Field Crops Laboratory under controlled conditions of 25±1 °C. The plant material of the study consisted of "Sağlamtimur" phacelia variety. The laboratory study was set up in petri dishes with 4 replications according to the randomized plot design. In the study; salt (NaCl) 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM and 250 mM doses were applied the subject. At the end of the 7th day in the experiment, measurements were made on 10 plants randomly selected from the plants in each petri dish. In the study; germination rate, mean germination time, coefficient of uniformity of germination, germination energy, germination index, seedling fresh weight and seedling vigor index parameters were examined. According to the results of the research; germination rate 6.8-88.0%, mean germination time 2.23-4.55 day, coefficient of uniformity of germination 1.6-39.5, germination energy 2.8-68.0, germination index 0.5-10.2, seedling fresh weight 1.4-33.6 mg and seedling vigor index 0.01-2.97 varied in ranges. It was determined that there were significant decreases in germination and seedling growth parameters, which were examined depending on the increase in salt concentrations.

Keywords: Salinity, Phacelia, Germination Rate, Mean Germination Time, Seedling Vigor Index

1. GİRİŞ

Toprak tuzluluğu dünya genelinde bir sorun olup, ekili alanların yaklaşık % 20'sinin tuzluluktan etkilenmesi söz konusudur (Munns ve Tester, 2008). İnsan faaliyetleri ile giderek şiddetlenen bu etki, günümüzde tarım alanlarının en ciddi çevresel tehditlerinden biridir (Odat ve ark., 2021). Tuzluluk, bitkinin su potansiyelinde azalmaya neden olmakta; çimlenmeyi ve fide oluşumunu sınırlayan ve bitkilerin büyümesini azaltan sodyum (Na^+) ve klor (Cl^-) iyonlarının birikmesine yol açmaktadır (Yasmine ve ark., 2019; Kiani ve ark., 2020). Birçok çalışma, farklı tuz konsantrasyonlarında sürgün sisteminin taze ve kuru ağırlıklarının, tuz çeşidine ve bitki türlerine göre olumlu veya olumsuz yönde etkilendiğini göstermiştir (Niaz ve ark., 2005; Saqib ve ark., 2006; Rui ve ark., 2009; Taffouo ve ark., 2009, 2010; Memon ve ark., 2010). Tohum

çimlenmesi, bitki yaşamının en kritik aşamasıdır. Yapılan birçok çalışmalarda, tuz stresinin çimlenme ve fide büyümesini azalttığı rapor edilmiştir (bizim çalışmalarla burayı arttıralım-atfı Farooq ve ark., 2015; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021; Açıkbaş, S., Özyazıcı, M.A., 2022.).

Kuzey ve Orta Amerika kökenli (Kirk, 2005), bir yıllık bal arısı bitkisi olan arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), Avrupa'da hem örtü bitkisi ve yeşil gübre hem de arı yemi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Emery, 1998; Kumova ve Korkmaz, 2002; Pinke ve ark., 2022). Arı otu, bal arıları için en çok bal üreten 20 çiçekten biri olarak kabul edilir ve birçok tozlayıcı böcekler için yüksek kaliteli nektar ve polen sağlar (Kunelius, 1995; Petanidou, 2003; Clay, 2004).

Bu çalışmanın temel amacı, farklı tuzluluk stresi altında arı otu (*P. tanacetifolia* Benth.) bitkisinin çimlenme ve fide gelişiminin belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak, arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Bentham) bitkisinin 'Sağlamtimur' çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada, tuzun (NaCl); 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM ve 250 mM dozları araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Laboratuvar denemesi, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her bir tekerrür için 25 adet tohum kullanılmıştır. Tüm uygulamalarda tohumlar 1 dakika % 70 etil alkolde steril edildikten sonra 3 defa steril su ile durulanmıştır. Daha sonra tohum yüzeyindeki mikroorganizmaların deforme olması için 10 dakika % 10'luk sodyum hipoklorit (NaOCl) + % 0.01 tween20 solüsyonu ile tohumları kaplayacak şekilde yüzey strerilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Steril hale gelen tohumlar Petri (90 mm x 15 mm) kaplarında bulunan iki katlı Whatman filtre kâğıdının arasına yerleştirilmiştir.

Altı farklı konsantrasyonda hazırlanan tuz dozları, her bir Petri kabına 3 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Petri kapları 25±1 ^{o}C sıcaklığa ayarlı etüv (BINDER, GmbH, Almanya)'de çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışmanın bittiği güne kadar 48 saatte bir 3 ml uygun tuz dozu Petri kaplarına ilave edilmiştir. Çalışmada, 24 saatte 1 kez olacak şekilde çimlenen tohumlar sayılmıştır. Deneme 7. günün sonunda her bir Petri kabındaki bitkilerden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden fide yaş ağırlığı ölçümü yapılmıştır. Çalışmada, çimlenme oranı, ortalama

çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme indeksi, çimlenme enerjisi ve fide güç indeksi özellikleri incelenmiştir.

Çimlenme oranı parametresi, her 12 saatte bir çimlenen tohumlar sayılarak Scott ve ark. (1984)'nın kullandığı Eşitlik 1'e göre belirlenmiştir.

Çimlenme oranı= ($NÇTS/TS$)x100 (1)

Eşitlikte *NÇTS*, normal çimlenen tohum sayısını; *TS*, kullanılan toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

Ortalama çimlenme süresi genel olarak tohumların çimlendiği günü belirlemede kullanılmakta olup, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1981).

Ortalama çimlenme süresi= $\sum(N_i T_i / N_i)$
(2)

Burada N_i, T_i gününde çimlenen tohum sayısını; T_i, çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen günlerin sayısını ifade etmektedir.

Çimlenme indeksi Eşitlik 3 (Wang ve ark., 2004), çimlenme üniformite katsayısı Eşitlik 4 (Bewely ve Black, 1994), çimlenme enerjisi Eşitlik 5 (Li ve ark., 2020) ve fide güç indeksi Eşitlik 6 (Kalsa ve Abebie, 2012) yardımıyla hesaplanmıştır.

Çimlenme indeksi= $\sum(G_i/T_t)$
(3)

Eşitlikte G_i, i. gündeki çimlenme oranı ve T_t, çimlenme süresinin günleridir.

Çimlenme üniformite katsayısı= $\sum n / \sum[(OÇS\text{-}t)^2 n]$ (4)

Eşitlikte *t*, ekim günü olan 0. günden başlayarak gün cinsinden süreyi; *n, t* gününde çimlenmeyi tamamlayan tohum sayısını ifade etmektedir.

Çimlenme enerjisi= (T_1/N)x100
(5)

Eşitlikte T_1, birinci günde çimlenen tohum sayısını; *N*, toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

Fide güç indeksi= Çimlenme oranı x fide yaş ağırlık (g)
(6)

Elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, F testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Arı otuna farklı tuz konsantrasyonlarının etkisi sonucunda elde edilen, bazı çimlenme ve fide gelişim parametrelerine ait veriler Tablo 1'de sunulmuştur. Araştırmada incelenen çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi yönünden uygulamalar arasında anlamlı ($p<0.01$) farklılıklar bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Tuz stresi altındaki arı otunun bazı çimlenme ve fide gelişim özellikleri*

Tuz (NaCl) dozları (mM)	Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Çimlenme üniformite katsayısı	Çimlenme enerjisi	Çimlenme indeksi	Fide yaş ağırlığı (mg)	Fide güç indeksi
0	88.0 a	2.23 c	39.5 a	68.0 a	10.2 a	33.6 a	2.97 a
50	56.0 b	2.49 c	22.9 b	45.3 b	6.3 b	26.7 ab	1.47 b
100	38.7 c	2.51 c	15.7 b	32.0 b	4.4 c	15.5 bc	0.62 bc
150	21.3 d	2.87 bc	7.4 c	14.7 c	2.2 d	8.8 cd	0.19 c
200	12.0 de	3.81 ab	3.2 c	5.3 c	1.0 d	3.4 cd	0.04 c
250	6.8 e	4.55 a	1.6 c	2.8 c	0.5 d	1.4 d	0.01 c
Önemlilik düzeyi (P)							
	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir.

Çalışmada incelenen çimlenme oranı, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi özellikleri bakımından en yüksek değerler sırasıyla % 88.0, 39.5, 68.0, 10.2, 33.6 mg ve 2.97 ile tuz stresinin uygulanmadığı kontrol grubunda tespit edilmiştir. İncelenen bu özelliklerde en düşük değerler 200 mM ve 250 mM tuz konsantrasyonunda belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi bakımından en hızlı çimlenmeler 2.23 ile kontrol (0 mM) grubunda olurken, en geç çimlenmeler 4.55 gün ile 250 mM tuz konsantrasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 1).

Çalışmada artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme ve fide gelişim parametrelerinde anlamlı azalmalar olmuş olup, 50 mM tuz konsantrasyonundan itibaren olumsuz etkiler görülmüştür. Farklı bitkiler ile yapılan çalışmalarda da örneğin; sorgum (Atış, 2011), yulaf (Güngör ve ark., 2017; Öner ve ark., 2018), tritikale (Doğan ve Çarpıcı, 2016), kinao (Kuşçu ve ark., 2018), yem bezelyesi (Demirkol ve ark., 2019), yaygın fiğ (Ertekin ve

ark., 2017), nohut (Khalid ve ark., 2001) ve burçak (Çöçü ve Uzun, 2011; Açıkbaş ve Özyazıcı, 2022) bitkilerinde de çalışmamızı destekler nitelikte sonuçlar elde etmişlerdir.

4. SONUÇ

Arı otu bitkisinde, tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak incelenen çimlenme ve fide gelişim parametrelerinde anlamlı azalmalar olmuştur. İncelenen tüm parametreler yönünden tuzluluğun olumsuz etkisi 50 mM dozunda başlamıştır. Bu durum arı otu tohumlarının tuzluluğa dayanıksız olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, tuzluluk problemi olan topraklarda arı otu yetiştiriciliği için önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Açıkbaş, S., Özyazıcı, M.A., 2022. Tuz stresi altındaki burçak (*Vicia ervilia* L.) bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi. 5. Uluslararası Fen Bilimleri ve İnovasyon Kongresi, 11-12 Kasım, Ankara. s. 190-197.

Açıkgöz, N., Açıkgöz, N., 2001. Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek faktörlü denemeler. *Anadolu*, 11(1): 135-147.

Atış, İ., 2011. Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 58-67.

Bewely, J., Black, M., 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination, New York.

Clay, H., 2004. Hivelights. Canadian Honey Council, Calgary.

Çöçü, S., Uzun, O., 2011. Germination, seedling growth and ıon accumulation of bitter vetch (*Vicia ervilia* (L.) Wild.) lines under NaCl stress. *African Journal of Biotechnology*, 10:15869-15874.

Demirkol, G., Yılmaz, N., Önal Aşcı, Ö., 2019. Tuz Stresinin Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) Seçilmiş Genotipinde Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*., 22(3): 354-359.

Doğan, R., Çarpıcı, E.B., 2016. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı tritikale hatlarının çimlenmesi üzerine etkileri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(2): 130-135.

Ellis, R.A., Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9(2): 373-409.

Emery, D.E., 1988. Seed Propagation of Native California Plants. Santa Barbara Botanic Garden, Santa Barbara, CA, pp. 115.

Ertekin, İ., Yılmaz, Ş., Atak, M., Can, E., Çeliktaş, N., 2017. Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 10-18.

Farooq, M., Hussaën, M., Wakeel, A., Sëddëque, K.H.M., 2015. Salt stress ën maëze: effects, resëstance mechanësms and management. A revëew. *Agron. Sustaën. Development*. 35, 461-481.

Güngör, H., Çıkıllı, Y., Dumlupınar, Z., 2017. Bazı Ticari ve Yerel Yulaf Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Tuz Stresinin Etkileri. Doga Bilimleri Dergisi 20 : 263.

Kalsa, K.K., Abebie, B., 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Vicia villosa* ssp, d*asycarpa* (Ten.), *African Journal of Agricultural Research*, 7(21): 3202-3208.

Khalid, M.N., Iqbal, H.F., Tahir, A., Ahmad, A.N., 2001. Germination potential of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) under saline conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4: 395-396.

Kiani, P.A., Rasouli, F., Rabbi, B., Boland, Z.R., Yong, M., Chen, Z.H., Zhou, M., Shabala, S., 2020 Stomatal traits as a determinant of superior salinity tolerance in wild barley. *J. Plant Physiol*., 245: 1-9.

Kirk, W., 2005,,. Phacelia. *Bee World*. 86: 14-16.

Kumova, U., Korkmaz, A., 2002. Arıcılık açısından arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Bentham) bitkisinin önemi ve bu konuda ülkemizde yapılan çalışmalar. *Uludag Arıcılık Dergisi*; 2:11-16.

Kunelius, T., 1995. Phacelia for cover cropping and beekeeping. Agriculture and Agri-Food Canada Research Centre. Feed Crops Program, Canada Charlottetown.

Kuşçu, H. , Çayğaracı, A., Ndayizeye, J.D.D., 2018. Tuz stresinin bazı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1): 89-99.

Li, W., Zhang, H., Zeng, Y., Xiang, L., Lei, Z., Huang, Q., Li, T., Shen, F., Cheng, Q., 2020. A salt tolerance evaluation method for sunflower (*Helianthus annuus* L.) at the seed germination stage. *Scientific Reports*, 10 (1): 1-9.

Memon, S.A., Hou, X., Wang, L.J., 2010. Morphological analysis of salt stress response of pak Choi. *EJEAFChe*, 9 (1): 248-254.

Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol*., 591: 651-681.

Niaz, B.H., Athar, M., Salim, M., Rozema, J., 2005. Growth and ionic relations of fodder beet and sea beet under saline. *CEERS*, 2(2): 113-120.

Odat, N., Tawaha, A. M., Hasan, M., Al-Tawaha, A. R., Thangadurai, D., Sangeetha, J., Sirajuddin, S.N., 2021. Seed priming with chitosan alleviates salinity stress by improving germination and early growth parameters in common vetch (*Vicia sativa*). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788 (1): 012059.

Öner, F., Özkorkmaz, F., Yılmaz, N., 2018. Tuz stresi altında gibberellik asit uygulamalarının yulafta bazı çimlenme parametreleri üzerine etkisi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(1): 33-35.

Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., 2021. Tuz stresinin koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) bitkisinde çimlenme üzerine etkileri. *2. International Baku Scientific Research Conference*, 28-30 April, Baku-Azerbaijan, s. 310-317.

Petanidou, T., 2003. Introducing plants for bee-keeping at any cost? Assessment of Phacelia tanacetifolia as a nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. *Plant Syst. Evol*., 238:155-168.

Pinke, G., Giczi, Z., Vona, V., Dunai, É., Vámos, O., Kulmány, I., Koltai, G., Varga, Z., Kalocsai, R., Botta-Dukát, Z., 2022. Weed composition in hungarian phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) seed production: could tine harrow take over chemical management? *Agronomy*, 12: 891.

Rui, L., Wei, S., Mu-xiang, C., Cheng-jun, J., Min, W., Bo-ping, Y., 2009. Leaf anatomical changes of *Burguiera gymnorrhiza* seedlings under salt stress. J. Trop. Subtrop. Bot. 17 (2): 169-175.

Saqib, M., Zorb, C., Schubert, S., 2006. Salt resistant and salt-sensitive wheat genotypes show similar biochemical reaction at protein level in the first phase of salt stress. *J. Plant Nutr. Soil Sci*., 169: 542-548.

Scott, S.J., Jones, R.A., Williams, W.A., 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24: 1192-1199.

Taffouo, V.D., Kouamou, J.K., Ngalangue, L.M.T., Ndjeudji, B.A.N., Akoa, A., 2009. Effects of salinity stress on growth, ions partitioning and yield of some cowpea (*Vigna ungiuculata* L., walp) cultivars. *Int. J. Bot*., 5(2): 135-143.

Taffouo, V.D., Wamba, O.F., Yombi, E., Nono, G.V., Akoe, A., 2010. Growth, yield, water status and ionic distribution response of three bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L.) verdc.) landraces grown under saline conditions. *Int. J. Bot.*, 6(1): 53-58.

Wang, Y.R., Yu, L., Nan, Z.B., Liu, Y.L., 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Sciences*, 44(2): 535-541.

Yasmine, F., Rahman, M. A., Hasan, M. M., Amirul Alam, M.D., Haque, M.S., Ismail, M.R., Rafii, M.Y., 2019. Morphophysiological and yield attributes of groundnut varieties under different salinity stress conditions. *Legum. Res*., 42 684-87.

SALİSİLİK ASİT TOHUM ÖN UYGULAMA İŞLEMİNİN BURÇAK (*Vicia ervilia* L.) BİTKİSİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Semih AÇIKBAŞ[1], Doç. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI[2]
[1]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt/Türkiye - semihacikbas@siirt.edu.tr
ORCID NO: 0000-0003-4384-3908
[2]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt/Türkiye - arifozyazici@siirt.edu.tr
ORCID NO: 0000-0001-8709-4633

ÖZET

Bu çalışmada, burçak (*Vicia ervilia* L.) bitkisi tohumlarına salisilik asit (SA) ön uygulamasının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Laboratuvarı'nda, 25±1 °C kontrollü şartlar altında yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini yerel popülasyon oluşturmuştur. Laboratuvar çalışması, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak petri kaplarında kurulmuştur. Çalışmada; salisilik asitin 0.10 mM, 0.25 mM, 0.50 mM, 1 mM ve 2 mM dozları ile su ile ön uygulama (Hidropriming, HP) ve hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol grubu araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Denemede 7. günün sonunda her bir petri kabındaki bitkilerden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden ölçümler yapılmıştır. Çalışmada; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme üniformite katsayısı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları; çimlenme oranı % 4.4-78.7, ortalama çimlenme süresi 2.40-3.82 gün, çimlenme üniformite katsayısı 1.2-32.5, çimlenme enerjisi 1.0-50.7, çimlenme indeksi 0.30-8.53, fide yaş ağırlığı 89.1-241.8 mg ve fide güç indeksi 0.4-17.7 arasında değişim göstermiştir. Çalışma sonucunda, salisilik asit uygulamalarının hidropriming ve kontrole göre istatistiksel olarak farklılık göstermediği görülmüştür. Özellikle salisilik asitin 1 ve 2 mM dozlarının burçak bitkisinin çimlenme ve fide gelişim parametrelerinde olumsuz etkiler yaptığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Burçak, Salisilik Asit, Tohum Ön Uygulama, Çimlenme Oranı, Fide Güç İndeksi

THE EFFECT OF SALICYLIC ACID SEED PRIMING ON GROWTH AND SEEDLING DEVELOPMENT OF BITTER VETCH (*Vicia ervilia* L.)

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of salicylic acid (SA) priming on the seeds of bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) on germination and seedling growth. The research was conducted in Siirt University, Faculty of Agriculture, Field Crops Laboratory under controlled conditions of 25±1 °C. The plant material of the study was local population. The laboratory study was set up in petri dishes with 4 replications according to the randomized plot design. The subject of the study consists of hydropriming (HP) application with 0.10 mM, 0.25 mM, 0.50 mM, 1.0 mM and 2.0 mM priming doses of SA. The study also included the non-priming application as a control subject. At the end of the 7th day in the experiment, measurements were made on 10 plants randomly selected from the plants in each petri dish. In the study; germination rate, mean germination time, coefficient of uniformity of germination, germination energy, germination index, seedling fresh weight and seedling vigor index parameters were examined. According to the results of the research; germination rate 4.4-78.7%, mean germination time 2.40-3.82 day, coefficient of uniformity of germination 1.2-32.5, germination energy 1.0-50.7, germination index 0.30-8.53, seedling fresh weight 89.1-241.8 mg and seedling vigor index 0.4-17.7 varied in ranges. As a result of the study, it was seen that salicylic acid applications did not differ statistically compared to hydropriming and control. It was determined that 1 and 2 mM doses of salicylic acid had negative effects on the germination and seedling growth parameters of bitter vetch plant.

Keywords: Bitter Vetch, Salicylic Acid, Priming, Germination Rate, Seedling Vigor Index

1. GİRİŞ

Fiğ cinsi (*Vicia*), dünyanın ılıman bölgelerinde dağılmış çok sayıda türü bünyesinde barındıran önemli bir baklagil yem bitkisi cinsidir. Bu cins içerisinde yer alan burçak (*Vicia ervilia* L.), hem yem hem de tanesi için yetiştirilmekte; protein içeriği yüksek olan otu, kuru ot ve otlatılarak değerlendirilirken (Haddad, 2006), tanesi ise geviş getiren hayvanların rasyonlarında ve kanatlı beslenmesinde daha az maliyetli alternatif bir protein kaynağı olarak kullanılır (Sadeghi ve ark., 2004; Haddad, 2006; Abdullah ve ark., 2010). Yağışın uygun olduğu verimli topraklarda 3000 kg/ha'ın üzerinde tohum verimi elde edilebilmektedir (López Bellido, 1994).

Yüksek verimli ot ve tohum elde etmek, bir başka ifade ile potansiyel tarla performansı, diğer birçok kültür bitkilerinde olduğu gibi burçakta da tohum canlılığına bağlıdır.

Tohum ön uygulaması (priming tekniği), kontrollü bir ortamda tohumu kısmen nemlendiren, ardından tohumun kurutulduğu ve böylece kökçük çıkışı olmadan çimlenme süreçlerinin başladığı basit bir prosedürdür (Paparella ve ark., 2015). Bu teknik, tohumda çok çeşitli biyokimyasal değişikliklere neden olarak çimlenmeyi teşvik eder (Damalas ve ark., 2019). Bu amaçla çok sayıda büyüme düzenleyicileri ve/veya kimyasallar kullanılmaktadır. Büyüme düzenleyicileri, tohumların çimlenme oranını artırmada önemli bir rol oynamakta; köklenme ve vejetatif büyüme için kullanılmakta, tohum çimlenmesini ve çok sayıda tarımsal ürünün verimliliğini iyileştirmek için kullanılmaktadır (Jam ve ark., 2012). Salisilik asit (SA), bitkilerde belirli fizyolojik süreçlerde ve savunma tepkilerinde merkezi bir rol oynayan doğal bir bileşik olup (Shi ve Zhu, 2008), tohum çimlenmesini ve fide gelişimini etkileyebilir (Klessig ve ark., 2009; Soliman ve ark., 2016).

Bu çalışma, burçak (*V. ervilia* L.) bitkisi tohumlarına SA ön uygulamasının, çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak yerel burçak (*V. ervilia* L.) popülasyonu kullanılmıştır.

Çalışmanın konusu; salisilik asitin 0.10 mM, 0.25 mM, 0.50 mM, 1 mM ve 2 mM dozlarından oluşmaktadır. Çalışmada kontrol olarak, su ile priming (Hidropriming, HP) ve priming yapılmayan (0 mM) uygulamalar yer almaktadır.

Laboratuvar denemesi, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrür için 25 adet tohum kullanılmıştır. Yapılan ön sterilizasyon denemesinden elde edilen sonuçlara göre; tüm uygulamalarda tohumlar 1 dakika % 70 etil alkolde steril edildikten sonra 3 defa steril su ile durulanmıştır. Daha sonra tohum yüzeyindeki mikroorganizmaların deforme olması için 10 dakika % 10'luk sodyum hipoklorit (NaOCl) ile tohumları kaplayacak şekilde yüzey strerilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Steril hale gelen tohumlar petri (90 mm x 15 mm) kaplarında bulunan Whatman (Little Chalfont, Buckinghamshire, UK) Grade 2 filtre kağıt arasına yerleştirilmiştir. Dozlara göre hazırlanan SA solüsyonları, her bir petri kabına 3 ml olacak şekilde uygulanmış ve tohumlar salisilik asitte 12 saat (Sundstrom ve ark., 1987) süreyle bekletilmiştir. Her bir petri kabına tohum/solüsyon

oranı 2:1 g/ml olacak şekilde ayarlanmıştır (Johnson ve ark., 2005). Priming sonrası tohumlar saf su ile tüm yüzey temizlenecek şekilde yıkanmış ve kurutma kağıdı içerisinde önce kabaca kurutulmuş, daha sonra tekrar kuru filtre kağıdı arasına alınarak 24 saat boyunca başlangıç nemine kadar (% 3±) kurutulmuştur. Kurutulmuş burçak tohumları yeni petrilere yerleştirilmiş ve her petri için 3 ml saf su eklenmiştir. Petri kapları 25±1 °C sıcaklığa ayarlı etüv (BINDER, GmbH, Almanya)'de çimlenmeye bırakılmıştır.

Çimlenme kontrolleri, deney süresi boyunca her 24 saatte bir yapılmış ve çimlenme deneyi 10. günde tamamlanmıştır. Tohumlarda çimlenme tespit edilirken, en az 2 mm kökçük çıkışı çimlenme kıstası olarak kabul edilmiştir (Scott ve ark., 1984; Soleymani ve Shahrajabian, 2018).

Burçak tohumlarına uygulanan SA priming uygulamalarında çimlenme ve fide gelişimine etkisi bakımından; çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi (OÇS), çimlenme indeksi, çimlenme enerjisi, çimlenme üniformite katsayısı, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi özellikleri incelenmiştir.

Çimlenme oranı parametresi, her 12 saatte bir çimlenen tohumlar sayılarak Scott ve ark. (1984)'nın kullandığı Eşitlik 1'e göre belirlenmiştir.

Çimlenme oranı= ($NÇTS/TS$)x100 (1)

Eşitlikte $NÇTS$, normal çimlenen tohum sayısını; TS, kullanılan toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

Ortalama çimlenme süresi genel olarak tohumların çimlendiği günü belirlemede kullanılmakta olup, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1981).

Ortalama çimlenme süresi= $\sum(N_i T_i / N_i)$
(2)

Burada N_i, T_i gününde çimlenen tohum sayısını; T_i, çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen günlerin sayısını ifade etmektedir.

Çimlenme indeksi Eşitlik 3 (Wang ve ark., 2004), çimlenme üniformite katsayısı Eşitlik 4 (Bewely ve Black, 1994), çimlenme enerjisi Eşitlik 5 (Li ve ark., 2020) ve fide güç indeksi Eşitlik 6 (Kalsa ve Abebie, 2012) yardımıyla hesaplanmıştır.

Çimlenme indeksi= $\sum(G_i/T_t)$
(3)

Eşitlikte G_i, i. gündeki çimlenme oranı ve T_t, çimlenme süresinin günleridir.

Çimlenme üniformite katsayısı= $\sum n / \sum[(\text{OÇS}-t)^2 n]$ (4)

Eşitlikte t, ekim günü olan 0. günden başlayarak gün cinsinden süreyi; n, t gününde çimlenmeyi tamamlayan tohum sayısını ifade etmektedir.

Çimlenme enerjisi= (T_1/N)x100
(5)

Eşitlikte T_1, birinci günde çimlenen tohum sayısını; N, toplam tohum sayısını ifade etmektedir.

Fide güç indeksi= Çimlenme oranı x fide yaş ağırlık (g)
(6)

Elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, F testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Burçak bitkisi tohumlarına SA priming uygulamasının çimlenme ve fide gelişim özelliklerine etkisi sonucunda elde edilen değerler Tablo 1'de sunulmuştur. Çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, çimlenme enerjisi, çimlenme üniformite katsayısı, fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi özelliklerine SA priming uygulamalarının etkisi istatistiki anlamda $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Burçak bitkisine SA priming uygulamalarının çimlenme ve fide gelişim parametrelerine etkisi*

SA dozları (mM)	Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Çimlenme üniformite katsayısı	Çimlenme enerjisi	Çimlenme indeksi	Fide yaş ağırlığı (mg)	Fide güç indeksi
Kontrol	73.3 a	2.60 a	28.3 ab	50.7 a	7.87 ab	241.8 a	17.7 a
HP	74.7 a	2.49 a	30.1 ab	50.7 a	8.08 ab	234.4 a	17.5 a
0.10	53.3 b	2.40 a	22.2 b	41.3 a	5.99 b	172.7 bc	9.0 b
0.25	68.0 ab	2.49 a	27.3 ab	48.0 a	7.41 ab	159.5 bc	10.8 b
0.50	78.7 a	2.42 a	32.5 a	49.3 a	8.53 a	219.7 ab	17.3 a
1.00	26.7 c	2.65 a	10.1 c	10.7 b	2.64 c	123.7 cd	3.3 c
2.00	4.4 d	3.82 b	1.2 d	1.0 b	0.30 d	89.1 d	0.4 c
P değeri	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir.

Çimlenme oranı, çimlenme üniformite katsayısı ve çimlenme indeksi birlikte değerlendirildiğinde, SA priming uygulamaları açısından 0.50 mM SA konsantrasyonunda en yüksek değerlere ulaşıldığı ve istatistiksel olarak en iyi grupta olduğu görülmektedir. Bu doz

ile kontrol grubu, hidropriming ve 0.25 mM SA uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Artan SA konsatrasyonlarında ise salisilik asitin toksik etki gösterdiği ve en düşük sonuçların elde edildiği görülmüştür (Tablo 1).

Ortalama çimlenme süresi bakımından en hızlı çimlenmeler 2.40 gün ile 0.10 mM SA uygulamasında olurken, en geç çimlenen 2.00 mM SA uygulaması hariç diğer tüm uygulamalar istatistiksel olarak birinci grupta yer almışlardır. Çimlenme enerjisi değerlendirildiğinde 1.00 ve 2.00 mM SA uygulamalarında en düşük sonuçlar elde edilirken, bu uygulamalar dışında kalan tüm SA ve kontrol grupları istatistiksel olarak birinci grubu oluşturmuştur (Tablo 1).

Fide yaş ağırlığı ve fide güç indeksi yönünden en yüksek değerler kontrol grubunda sırasıyla 241.8 mg ve 17.7 olarak belirlenirken, kontrol grubuyla hidropriming ve 0.50 mM SA uygulaması istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. En düşük değerler fide yaş ağırlığında 2.00 SA uygulamasında belirlenirken, fide güç indeksinde ise 1.00 ve 2.00 mM SA uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 1).

Burçak tohumlarına uygulanan SA priming çimlenme özelliklerine 0.50 mM doza kadar olumlu etkiler yaparken, bu dozdan itibaren ise toksik etki yaparak çimlenme ve fide parametrelerini azalttığı görülmüştür. Salisilik asit priming uygulamasının kontrollere göre herhangi bir istatistiksel fark oluşturmadığı, ancak SA priming uygulamasının ortalama çimlenme süresini hızlandırdığı belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda da salisilik asitin tohum çimlenmesinin hızlanmasına yardımcı olduğu (Simaeia ve ark., 2011; Kim ve Lee, 2013) bildirilmiştir. Aynı zamanda yapılan birçok çalışmada SA priming uygulamalarının çimlenme ve fide gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir (Hameed ve ark., 2013; Biju ve ark., 2017; Kumari ve ark., 2017; Anaya ve ark., 2018; Ceritoğlu ve Erman, 2020; Moghaddam ve ark., 2021; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021).

4. SONUÇ

Çalışma sonucunda, salisilik asit uygulamalarının hidropriming ve kontrole göre istatistiksel olarak farklılık göstermediği görülmüştür. Özellikle salisilik asitin 0.50 mM dozundan sonra dozlarda burçak bitkisinin çimlenme ve fide gelişim parametrelerinde olumsuz etkiler yaptığı belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

Abdullah, Y., Muwalla, M.M., Qudsieh, R.I., Titi, H.H., 2010. Effect of bitter vetch (*Vicia ervilia*) seeds as a replacement protein source of soybean meal on performance and carcass characteristics of finishing Awassi lambs. *Trop. Anim. Health Prod*., 42: 293-300.

Açıkgöz, N., Açıkgöz, N., 2001. Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek faktörlü denemeler. *Anadolu*, 11(1): 135-147.

Anaya, F., Fghire, R., Wahbi, S., Loutfi, K., 2018. Influence of Salicylic Acid on Seed Germination of *Vicia Faba* L. Under Salt Stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(1): 1-8.

Bewely, J., Black, M., 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination, New York.

Biju, S., Fuentes, S., Gupta, D., 2017. Silicon Improves Seed Germination and Alleviates Drought Stress in Lentil Crops by Regulating Osmolytes, Hydrolytic Enzymes and Antioxidant Defense System. *Plant Physiology and Biochemistry*, 119: 250-264.

Ceritoğlu, M., Erman, M., 2020. Mitigation of salinity stress on chickpea germination by salicylic acid priming. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6(3): 582-591.

Damalas, C.A., Koutroubas, S.D., Fotiadis, S., 2019. Hydro-priming effects on seed germination and field performance of faba bean in spring sowing. *Agriculture*, 9(9): 201.

Ellis, R.A., Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9(2): 373-409.

Jam, B.J., Shekari, F., Azimi, M.R., Zangani, E., 2012. Effect of priming by salicylic acid on germination and seedling growth of safflower seeds under $CaCl_2$ stress. *International Journal of Agricultural Research*, 2:1097-1105.

Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch, R.M., Duxbury, J.M., 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Experimental Agriculture*, 41: 427-448.

Haddad, S.G., 2006. Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs. *Livest. Sci*. 99: 221-225.

Hameed, A., Sheikh, M.A., Jamil, A., Basra, S.M.A., 2013. Seed priming with sodium silicate enhances seed germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) under water deficit stress induced by polyethylene glycol. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 11(1): 19-24.

Kalsa, K.K., Abebie, B., 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Vicia villosa* ssp, dasycarpa (Ten.), *African Journal of Agricultural Research*, 7(21): 3202-3208.

Kim, Y.H., Lee, I.J., 2013. Influence of plant growth regulator application on seed germination of dandelion (*Taraxacum officinale*). *Weed Turf Sci*., 2: 152-158.

Klessig, D.F., Vlot, C.A., Dempsey, D.A., 2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review Phytopathology*, 47:177-206.

Kumari, N., Rai, P.K., Bara, B.M., Singh, I., Rai, K., 2017. Effect of halo priming and hormonal priming on seed germination and seedling vigour in maize (*Zea mays* L.) seeds. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4): 27-30.

Li, W., Zhang, H., Zeng, Y., Xiang, L., Lei, Z., Huang, Q., Li, T., Shen, F., Cheng, Q., 2020. A salt tolerance evaluation method for sunflower (*Helianthus annuus* L.) at the seed germination stage. *Scientific Reports*, 10(1): 1-9.

López Bellido, L., 1994. Grain legumes for animal feeds. In : J. E. Hernándo Bermejo and J. León (eds.). Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective. Plant Production and Protection Series No. 26. FAO, Rome, Italy. pp. 273-288.

Moghaddam, S.S., Pourakbar, L., Rahimi, A., Jangjoo, F., 2021. Mitigation of Salinity Effects by Salicylic Acid Priming on Germination and Physiological Characteristics of Bitter Vetch (*Vicia ervilia* L.). *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Science*, 31(1): 98-110.

Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., 2021. The Effect of Seed Priming Applications on Germination Parameters of Red Clover (*Trifolium pratense* L.). *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4): 3232-3242.

Paparella, S., Araújo, S.S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D., Balestrazzi, A., 2015. Seed priming: State of the art and new perspectives. *Plant Cell Rep*., 34: 1281-1293.

Sadeghi, G.H., Samie, A., Pourreza, J. and Rahmani, H., 2004. Canavanine content and toxicity of raw and treated Bitter Vetch (*Vicia ervilia*) seeds for broiler chicken. *International Journal of Poultry Science*, 8: 522-529.

Scott, S.J., Jones, R.A., Williams, W.A., 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24: 1192-1199.

Shi, Q., Zhu, Z., 2008. Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. *Environmental and Experimental Botany*, 63:317-326.

Simaeia, M., Khavarinejada, R.A., Saadatmanda, S., Bernardb, F., Fahimia, H., 2011. Interactive effects of salicylic acid and nitric oxide on soybean plants under NaCl salinity. *Russ. J. Plant Physiol*., 58(5):783-790.

Soleymani, A., Shahrajabian, M.H., 2018. Changes in germination and seedling growth of different cultivars of cumin to drought stress. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 1(173): 91-100.

Soliman, M.H., Al-Juhani, R.S., Hashash, M.A., Al-Juhani, F.M., 2016. Effect of seed priming with salicylic acid on seed germination and seedling growth of broad bean (*Vicia faba* L). *International Journal of Agricultural Technology*,12(6):1125-1138.

Sundstrom, F.J., Reader, R.B., Edwards, R.L., 1987. Effect of seed treatment and planting method on tabasco pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112 (4): 641-644.

Wang, Y.R., Yu, L., Nan, Z.B., Liu, Y.L., 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Sciences*, 44(2): 535-541.

TÜRKİYEDE ÇELTİK ÜRETİMİNİN YILLAR İTİBARİYLE DEĞİŞİMİ

THE CHANGE OF RICE PRODUCTION BY YEARS IN TURKEY

Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA[1], ZM. Merve ATEŞ[2]

[1]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, aybukekaya@mku.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-6866-1951
[2]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi ABD, merveates_1@outlook.com.tr - ORCID ID: 0000-0002-0498-5236

Özet

Artan nüfus ile birlikte açlık ve yoksulluğun kendini daha fazla hissettirmesi dünya tahıl üretimine dikkat çekmektedir. Sıcak iklim tahıllarından olan çeltik, insanlar tarafından tüketilen önemli bir gıda maddesidir. Dünya genelinde uzun yıllardır yetiştiriciliği yapılan bu ürün, pirinç, yağ, nişasta, un, şeker ve yem sanayinde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de çeltik üretiminin yıllar itibariyle değişimini ortaya koymak ve bölgelere göre dağılımını incelemektir. Dünyada son yıllarda yaklaşık 164 milyon hektar alanda, 750 milyon tonun üzerinde çeltik üretimi gerçekleştirilmektedir. Çeltik tarımının büyük çoğunluğu Asya kıtasında yapılmaktadır. Çin, Hindistan, Endonezya, Bangladeş ve Tayland çeltik üretiminde önde gelen ülkelerdir. Türkiye'de ise yaklaşık 1.3 milyon alandan 1 milyon ton çeltik üretilmektedir. Dünya çeltik verimi 2020 yılında 461 kg/da olarak belirlenirken Türkiye'de 772 kg/da' dır. Türkiye, iklimi itibariyle çeltik tarımına elverişli olsa da, üretimi belirli bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Daha çok Marmara ve Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen çeltik ekim alanlarında son yıllarda ciddi bir artış söz konusudur. Bu kapsamda dışa bağımlılığın azaltılması, verilen desteklemelerin artırılması ve çeltik üretiminin teşvik edilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Tahıl, çeltik, üretim, pirinç, Türkiye

Abstract

Hunger and poverty are felt more with the increasing population that draws attention to world grain production. Rice, which is one of the hot climate cereals, is an important food consumed by people. This product has been cultivated around the world for many years. It is used in rice, oil, starch, flour, sugar and feed industries. The aim of this study is to reveal the change in rice production over the years in Turkey. In addition, the distribution of rice production by regions is to be examined in Turkey. In recent years, over 750 million tons of rice has been produced on an area of approximately 164 million hectares in the world. The majority of rice farming is in Asia. China, India, Indonesia, Bangladesh and Thailand are the leading countries in rice production. In Turkey, 1 million tons of rice is produced from approximately 1.3 million fields. While the world rice yield is determined as 461 kg/da in 2020, it is 772 kg/da in Turkey. Turkey is suitable for rice cultivation due to its climate. However, its production is concentrated in certain regions. There has been a significant increase in paddy cultivation areas, which are mostly grown in the Marmara and Black Sea Regions, in recent years. In this context, it is necessary to reduce foreign dependency, increase the support given and encourage production.

Keywords: Grain, paddy, production, rice, Turkey

1. GİRİŞ

Tarım; sektör genelinde ciddi ölçüde nüfus, milli gelir ve ihracata katkı sağlaması, ülkenin gıda gereksinimini karşılaması, sanayiye girdi sağlaması ve bu sektöre talep yaratması bakımından gelişmekte olan ülkeler için önemlidir (Boz, 2004; Cinemre ve Kılıç, 2015). Dünya nüfusundaki artış, tarım ürünlerine ve dolayısıyla tahıllara olan talebi artırmaktadır. Çeltik ve buğday, tahıllar içinde en önemli besin kaynağıdır. Çeltik ve çeltiğin kavuzlarından ayrılarak işlenen pirinç insan beslenmesinde temel gıda maddeleri arasındadır (Oğuzhan ve Özalp, 2005; Taşlıgil ve Şahin, 2011). Bu nedenle tahıllar içerisinde dünya çapında büyük bir öneme sahiptir (Sezer ve Mut, 2004; Özşahin, 2016).

Çeltik, buğdaygiller (Poaceae) familyasından olup, yüksek verime ve tüketime sahip olan bir tahıldır (Gençtan ve ark., 2010; Doğanay ve Coşkun, 2019). Zengin besin içeriğine sahip olan çeltiğin işlenmesiyle elde edilen pirinç, dünya mutfaklarında farklı şekilde kullanıma sahiptir. Türkiye'de başta pilav olmak üzere geleneksel Türk yemeklerinde, pirinç unu olarak muhallebi, tatlı ve çocuk mamalarında kullanılmaktadır (Öktem, 2016). Pirinç, özellikle Uzakdoğu ülkelerinde temel ihtiyaç maddesi olarak fazla tüketilmektedir (Dönmez, 2007).

Çeltik, Mısır ve Mezopotamya gibi bölgelerde kültüre alınmıştır (Doğanay ve Coşkun, 2019). Tarihi geçmişinin milattan önceki yıllara dayandığı, Anadolu'ya ise Çin'den geldiği (Bölükbaş ve Kaya, 2018), Türkiye'de çeltik tarımı, yaklaşık 500 yıldır süregeldiği (Özşahin, 2008) bilinmektedir. Pirinç elde etmek amacıyla yetiştirilen çeltik, Osmanlı Devleti muhasebe kayıtlarında da yer almaktadır (Taş, 2020). Dünyada çeltik için iklim şartları en uygun olan bölge Doğu Asya'dır (Abdioğlu ve Baki, 2021). Çeltik, değişimi gereken su kaynağına olan ihtiyacı, özel iklim koşullarında yetişmesi ve yoğun işgücü ihtiyacından dolayı çok maliyetlidir (Sarıkaya, 2014). Ayrıca sıtma hastalığına neden olma ihtimali nedeniyle izne tabi olan ve yetiştirildiği alanlarda kontrollü davranılan bir sıcak iklim tahılıdır (Abdioğlu ve Çakır, 2021; Taşlıgil ve Şahin, 2011). Türkiye iklim ve toprak yapısı itibariyle çeltik yetiştiriciliği için elverişli koşullara sahiptir. Ancak Türkiye'de yağış yetersizliğinden dolayı daha çok akarsuların delta ovalarında ve vadi tabanlarında çeltik tarımı yapılmaktadır (Semerci, 2020). Ayrıca çeltik, yüksek sıcaklık isteğinden dolayı ve genellikle ülkenin kıyı bölgelerinde yetiştirilmektedir (Ulukan, 2008). Türkiye'nin iklimi çeltik ve pirinç yetiştirilmesine elverişli olmasına rağmen üretim, Marmara ve Karadeniz Bölgesi'nde yoğunlaşmaktadır (Çelik ve Emeksiz, 2019). Doğu Anadolu'nun büyük bir kısmı ile Ege Bölgesi'nin dışında Türkiye'nin hemen tüm bölgelerinde çeltik bitkisinin yetiştiriciliği mümkün olmakla birlikte; fiziki koşullar, ekonomik ve yasal zorunluluklar üretimi sınırlamamaktadır. Bu sebeple Türkiye'nin çeltik ekim alanları yıllar itibariyle değişim göstermiştir (Taşlıgil ve Şahin, 2011). Ancak Türkiye, artan tüketimini üretim miktarı ile karşılayamadığından çeltik ve pirinçte dışa bağımlıdır. Türkiye'deki çeltiğin verimi dünya ortalamasının yaklaşık iki katıdır (Çelik ve Emeksiz, 2019). Günümüzde çevre ve su kirliliği tarımsal üretimi etkileyen önemli bir sorudur. Su kirliliği tarımsal üretimde özellikle çeltik üretiminde önemli kayıplara yol açabilmektedir (Oğuzhan ve Özalp, 2005).

Dünyada farklı damak tatlarına hitap eden çeltiğin birçok türü bulunmaktadır. Doğu Asya Bölgesi'nde nüfusun %76'sının kalori ihtiyacı ve dünya nüfusunun ise %21'nin kalori ihtiyacı bu üründen karşılanmaktadır. Dünya nüfusundaki artış ile çeltiğin öneminin daha da artacağı düşünülmektedir (Kaya ve ark., 2017; Albayrak ve Yılmaz, 2021).

Çeltik tahıl ürünleri arasında buğdaydan sonra dünya genelinde en fazla yetiştirilen ikinci üründür. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2020 yılı verilerine göre dünyada tahıl üretiminde çeltik tarımının payı %25'tir (Özçelebi ve Yılmaz, 2020). Çeltik, Türkiye tahıl üretimi içerisinde üretim hacmi bakımından buğday, arpa ve mısırdan sonra dördüncü sıradadır (Bölükbaş ve Kaya, 2018). Türkiye'de, 2020 yılında 116 bin hektar alanda, 900 bin ton çeltik üretimi gerçekleşmiştir (Abdioğlu ve Baki, 2021). Çeltik tarımında uygun teknoloji ve üretim faktörlerinin kullanımı, verim ve kalite üzerinde önemli etkiye sahiptir (Alamyar ve Boz, 2019; Bal ve Altuntaş, 2019). Çeltik yetiştiriciliğinde yaşanan sorunların giderilmesi (herbisitlerin kullanımı, anız yakma gibi) delta ekosisteminin korunması, yerel olarak bütünsel/önleyici çevre yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanmasına yön verecektir (Sirat ve ark., 2012).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin çeltik üretimini ve değişimini yıllar itibariyle ortaya koymak ve bölgelere göre dağılımını incelemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) gibi veri tabanlarından elde edilen ikincil veriler oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında dünya çeltik üretiminin yıllar itibariyle değişimi ve gelişimi değerlendirilmiştir. Ayrıca Türkiye'nin çeltik üretim değerleri (ekim alanı, üretim miktarı ve verim), çeltik üretiminin bölgelere göre dağılımı, dış ticaret değerlerinin (ihracat miktarı, ihracat değeri, ithalat miktarı, ithalat değeri) değişimi tablolar aracılığıyla yorumlanmıştır. Verilerin yıllar itibariyle değişimini ortaya koymak amacıyla basit indeks yöntemi kullanılmış olup, ürünün son yıllardaki durumu incelenmiştir. Bu kapsamda, çeltiğin Türkiye açısından önemi değerlendirilmiş olup, Toprak Mahsulleri Ofisi'nin (TMO) 2022 dönemi çeltik alım fiyatları ve politikaları araştırılmıştır. Ayrıca Türkiye'de çeltik tarımında 2022 yılı için ödenen destekler incelenmiştir.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Dünyada Çeltik Üretimi

Çeltik, genel olarak ılıman kuşakta ve özellikle Pakistan'dan Japonya'ya kadar, Güney ve Güneydoğu Asya'da birçok ülkede yetiştirilmektedir. Dünya'da en fazla çeltik yetiştiren 25 ülkeden 17'si bu bölgede yer almaktadır (Taşlıgil ve Şahin, 2011). Çeltik yetiştiriciliği, dünyada tarım alanlarının yaklaşık olarak %10'unda (161 milyon hektar) ve daha çok Asya kıtasında yapılmaktadır (Bal ve Altuntaş, 2019).

Dünya'nın çeltik üretim değerlerinde yıllar itibariyle dalgalanmalar görülmekle birlikte, ekim alanı, üretim ve verim değerlerinde artış söz konusudur. FAO'nun 2022 yılı verilerine göre

2010 yılında 160 833 727 ha olan ekim alanı, 2020 yılında 164 192 164 ha olarak gerçekleşerek %2 oranında artış göstermiştir. Çeltik üretim miktarı 2010-2020 yılları arasında %9 artarak 2020 yılında 756 743 722 tona ulaşmıştır. Çeltik verimi ise belirtilen yıllarda %7 oranında artarak 2020 yılında 461 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Çeltik üretim miktarındaki artış üzerinde ekim alanı bir miktar etkili olsa da, daha çok verim artışının etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Dünya çeltik verilerinin değişimi (hasat edilen alan, üretim miktarı ve verim)

Yıl	Ekim alanı (ha)	İndeks (2010=100)	Üretim miktarı (ton)	İndeks (2010=100)	Verim (kg/da)	İndeks (2010=100)
2010	160 833 727	100	694 471 884	100	432	100
2015	160 207 328	99	731 952 333	105	457	106
2016	161 77 3361	101	734 073 708	106	454	105
2017	164 123 804	102	747 410 272	108	455	105
2018	165 751 531	103	759 066 702	109	458	106
2019	161 771 753	100	749 189 908	108	463	107
2020	164 192 164	102	756 743 722	109	461	107

Kaynak: FAO, 2022

Dünyada çeltik üretiminde önde gelen ülkeler; Çin, Hindistan, Endonezya Bangladeş, Vietnam'dır (Anonymous, 2021). Ayrıca, Hindistan ve Çin dünyada toplam çeltik üretimin %49'unu gerçekleştirmektedir. Bu ülkeleri sırasıyla Endonezya (%10), Bangladeş (%7), Vietnam (%5), Tayland (%4) ve Myanmar (%3) gibi diğer Asya ülkeleri takip ederken Türkiye'nin dünya çeltik üretimindeki payı oldukça düşük olup, ülke %0,12'lik oranla 38. sıradadır (FAO, 2020).

Türkiye'de Çeltik Üretimi

Türkiye'nin çeltik üretim değerlerinde de yıllar itibariyle dalgalanmalar görülmekle birlikte, ekim alanı ve üretim miktarı değerlerinde önemli oranda artış söz konusudur. TÜİK 2022 yılı verilerine göre, 2010 yılında 990 000 ha olan ekim alanı, 2021 yılında 1 294 904 ha olup son 10 yılda %31 oranında artış göstermiştir. Türkiye'de çeltik üretim miktarı 2010-2021 yılları arasında %16 oranında artarak 1 000 000 tona ulaşmıştır. Çeltik verimi ise ekim alanı ve üretim miktarının aksine belirtilen yıllarda %11 oranında azalarak 2021 yılında 772 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Çeltik ekim alanın üzerinde artış, verimdeki azalıştan fazla olduğundan üretim miktarı artışını sürdürmüştür.

Çizelge 2. Türkiye çeltik verilerinin değişimi (hasat edilen alan, üretim miktarı ve verim)

Yıl	Alan (ha)	İndeks (2010=100)	Üretim miktarı (ton)	İndeks (2010=100)	Verim (kg/da)	İndeks (2010=100)
2010	990 000	100	860 000	100	869	100
2015	1 158 561	117	920 000	107	794	91
2016	1 160 563	117	920 000	107	793	91
2017	1 095 599	111	900 000	105	821	94
2018	1 201 424	121	940 000	109	782	90
2019	1 264 190	128	1 000 000	116	791	91

2020	1 253 980	127	980 000	114	782	90
2021	1 294 904	131	1 000 000	116	772	89

Kaynak: TÜİK, 2022

Türkiye'de çeltik dış ticaret değerlerinde yıllar itibariyle dalgalanmalar görülmekle birlikte, ihracat-ithalat miktar ve değerlerinde ciddi bir artış söz konusudur. 2010-2020 yılı çeltik dış ticaret verilerinde 2010 yılında 51 515 ton olan ihracat miktarı, 2020 yılında 233 962 tona yükselerek neredeyse dört katına çıkmıştır. Çeltik ihracat değeri ise 2010 yılında $47 586 000 olarak gerçekleşirken 2020 yılında $121 400 000 olup, neredeyse iki buçuk katına çıktığı görülmüştür. İthalat miktarı ise; belirtilen yıllar arasında 391 880 tondan 520 796 tona yükselerek %33 oranında artış göstermiştir. İthalat miktarına bağlı olarak ithalat değerinde de artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türkiye çeltik dış ticaret verilerinin değişimi

Yıl	İhracat miktarı (ton)	İndeks (2010=100)	İhracat değeri (bin $)	İndeks (2010=100)	İthalat miktarı (ton)	İndeks (2010=100)	İthalat değeri (bin $)	İndeks (2010=100)
2010	51 515	100	47 586	100	391 880	100	264 541	100
2015	27 544	53	25 031	53	245 816	63	166 058	63
2016	57 243	111	40 445	85	220 251	56	116 207	44
2017	55 780	108	39 770	84	287 044	73	148 788	56
2018	42 744	83	31 662	66	253 946	65	144 989	55
2019	202 003	392	108 593	228	484 398	124	245 194	93
2020	233 962	454	121 400	255	520 796	133	288 897	109

Kaynak: FAO, 2022

Pirinç dünyada en çok tüketilen tahıllardan biridir. Dünya'da çeltik yetiştiriciliğinde önde gelen bazı ülkelerin pirinç ticaretindeki sıralaması daha düşük olabilmektedir. Bunun nedeni büyük nüfus kitlelerine sahip olan ülkelerin pirinci kendi besin ihtiyaçları için tüketmeleridir (Özçelebi ve Yılmaz, 2020).

Türkiye çeltik üretiminde 2021 yılı ekim alanlarında önde gelen bölgeler, başta Batı Marmara (854 263 da) olmak üzere, Batı Karadeniz (367 918 da), Doğu Marmara (28 241 da), Güneydoğu Anadolu (16 504 da), Akdeniz (16 468 da) olarak sıralanmaktadır. 2021 yılı ekim alanlarında ise, 2020 yılındaki verilerin sıralamaları ile aynı olduğu görülmektedir. Bölgelerin bir önceki yıla göre çeltik ekim alanlarındaki değişimi (%) Çizelge 4'te verilmiştir. Çeltik ekim alanı 2021 yılında; Batı Marmara (%5), Batı Karadeniz (%1), Doğu Marmara (%7) ve Akdeniz Bölgesi (%10) oranında artış görülürken Güneydoğu (%24) ve Orta Anadolu Bölgesi'ne (%4) ait çeltik ekim alanlarında ciddi bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

TÜİK 2022 yılı verilerine göre; 2021 yılı üretim miktarlarında önde gelen bölgeler 680 113 ton ile Batı Marmara, 273 146 ton ile Batı Karadeniz, Doğu Marmara, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Orta Anadolu Bölgesi olarak sıralanmaktadır. Çeltik üretimine ait 2021 yılı verilerinde de dalgalanmalar görülmekle birlikte, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde %78 oranında ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki %24 oranında ciddi bir azalma olduğu dikkat çekmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Türkiye'de çeltik üretiminin bölgelere göre dağılımı

Bölgeler	Ekim alanı (da)		Değişim	Üretim miktarı (ton)		Değişim
	2020	2021	(%)	2020	2021	(%)
Akdeniz	14 935	16 468	+10	9370	10 276	+9
Batı Anadolu	2215	2435	+9	1770	2003	+13
Batı Karadeniz	362 762	367 918	+1	284 828	273 146	-4
Batı Marmara	815 257	854 263	+5	647 545	680 113	+5
Doğu Karadeniz	125	125	---	69	68	-1
Doğu Marmara	26 480	28 241	+7	19 009	20 960	+10
Güneydoğu Anadolu	21 786	16 504	-24	9457	7189	-24
Kuzeydoğu Anadolu	2050	450	-78	1156	253	-78
Orta Anadolu	5000	5150	+3	4464	3738	-16
Ortadoğu Anadolu	470	450	-4	103	96	-7
İstanbul	2900	2900	---	2229	2158	-3

Kaynak: TÜİK, 2022

Türkiye'de bölgelere göre çeltik üretiminin 2019 yılı verileri değerlendirildiğinde, %66 ile Marmara Bölgesi başta gelirken %22 ile Karadeniz Bölgesi, %10'la İç Anadolu Bölgesi ve %2 ile de diğer bölgeler şeklinde sıralanmaktadır (Özçelebi ve Yılmaz, 2020). Türkiye çeltik üretiminde en büyük paya sahip iller sırasıyla Edirne (%41.2), Samsun (%15.3), Balıkesir (%13.7), Çanakkale (%9.8), Çorum (%5.9), Sinop (%2.8), Çankırı (%2.2), Bursa (%2.0), Kırklareli (%1.7) ve Tekirdağ'dır (%1.6) (Anonymous, 2022).

Türkiye çeltik yetiştirme türüne göre, 2022 yılı TMO alım fiyatları da değişiklik göstermektedir. Türkiye'de yetiştirilen çeltik gruplarına göre randımanı 55-65 arasında olan ürünler için, ₺12 500 ile ₺15 000 arasında çeltik alım fiyatı belirlenmiştir. Baldo çeşit grubu 55 randıman çeltik için ₺15 000, Cammeo çeşit grubu 58 randıman çeltik için ₺14 500, Özgür çeşit grubu 58 randıman çeltik için ₺14 000, Osmancık çeşit grubu 60 randıman çeltik için ₺13 500, Ronaldo-Vasco çeşit grubu 60 randıman için ₺13 000 ve Luna çeşit grubu 65 randıman çeltik için ise ₺12 500 olarak fiyat belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Çeşitlerine göre Türkiye'de 2022 dönemi çeltik alım fiyatları

Çeşit grubu	Randıman	Fiyat (₺/ton)
Baldo, Edirne, Gönen	55	15 000
Cammeo, Casanova, Keshan, Romeo, Sultan, Ayer 01 (Neve)	58	14 500
Özgür CL, Aga, Beşer, Fedra, Galileo, Proteo, Güneş CL, Toros CL	58	14 000
Osmancık-97, Efe, Yatkın, Ormanlı CL, İskender, Aslı, Alba, Gala, Paşalı, Halilbey, Durağan, Barone CL, Borandotto, Değirmen CL, Köprü CL, Tunca, Hamzadere, Ülfet, Boyabatkalesi, Rekor CL, Kızıltan	60	13 500
Ronaldo-Vasco, Meco, Nembo, Kikko, Ribaldo, 7721, Rocca, Nemesi CL, Sur CL, Turbo CL, Yıldız, Haziran, Çakmak, Reis CL, Hasat, Sarhan, Zeybek, Aliço	60	13 000
Luna CL ve diğer uzun taneli çeltikler	65	12 500

Kaynak: TMO, 2022

Arz güvenliğinin ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla Türkiye'de 2022 yılında çeltik için 250 ₺/da mazot desteği ve 21 ₺/da gübre desteği olmak üzere toplam 271 ₺/da tarımsal

destek miktarı belirlenmiştir. Türkiye Tarım Havzaları Üretim ve Destekleme Modeline göre çeltikte 0.10₺/kg havza bazlı fark ödemesi desteği ve 50 ₺/da sertifikalı tohum kullanımına yönelik tarımsal destek ödemesi bulunmaktadır. Ayrıca yurt içinde sertifikalı tohum üreten/ürettiren, sertifikalandıran ve yurt içinde satışını gerçekleştiren, Çiftçi Kayıt Sistemi'ne kayıtlı yetkilendirilmiş tohumculuk kuruluşlarına 2022 yılında ürettikleri sertifikalı tohumluklar ile orijinal (temel ve üstü kademe) üretimlerine yönelik olarak 0.35 ₺/kg, sertifikalı kademe için ise 0.25 ₺/kg destek ödemesi yapılmaktadır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Türkiye'de çeltik tarımında ödenen destekler

Destek türü	₺
Mazot (₺/da)	250
Gübre (₺/da)	21
Fark ödemesi (₺/kg)	0.10
Sertifikalı tohum kullanımı (₺/da)	50
Sertifikalı tohum üretimi (orijinal) (₺/kg)	0.35
Sertifikalı tohum üretimi (sertifikalı kademe)(₺/kg)	0.25

Kaynak: TOB, 2022

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Dünyada son yıllarda yaklaşık 164 milyon hektar alanda, 750 milyon tonun üzerinde çeltik üretimi gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de ise yaklaşık 1.3 milyon alandan 1 milyon ton çeltik üretilmektedir. Dünya çeltik verimi 2020 yılında 461 kg/da olarak belirlenirken Türkiye'de 772 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin çeltik verimi dünya ortalamasının neredeyse 2 katı kadardır. Türkiye'nin çeltik verilerinde ise 2010-2020 yılları arasında önemli artış olduğu ve ülke ekonomisine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Türkiye'de çeltik dış ticaret değerlerinde de yıllar itibariyle ihracat-ithalat miktar ve değerinde ciddi bir artış söz konusudur.

Depolanabilir ve diğer ürünlere göre muhafazası kolay olan tahıllar tarımsal faaliyetler içinde büyük öneme sahiptir. Son yıllarda gelişen ve değişen teknoloji ve üretime verilen destekler ile birlikte Türkiye'de çeltik tarımı artsa da, çeltikte dışa bağımlılığın önüne geçilememektedir. Türkiye'de artan nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması, dışa bağımlılığın azaltılması ve kendine yetebilen bir ülke haline gelebilmesi önem arz etmektedir. Bu sebeple ülkede çeltik tarımında faaliyet gösteren üreticilerin desteklenmesi ve üretime teşvik edilmesi gerekmektedir. Yoğun girdi kullanılan çeltik üretiminde girdi maliyetlerinin yüksekliği, üretim önündeki en büyük engeldir. Üretimin artırılmasıyla birlikte hem çiftçilerde bir gelir ve refah seviyesinde artış hem de ülke ekonomisine önemli düzeyde katkı sağlayan bir faaliyet kolu haline gelecektir. Çeltik üretiminin artırılmasına yönelik yetiştiricilerin bilgilendirilmesiyle, üretim desteklemesinin artırılması ve üreticilerin bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Abdioğlu, H., Çakır, B. (2021) Osmanlı devletinde çeltik tarımı ve muhasebe işlemleri. Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi Sayı: 2021 Özel Sayı, ss. 205-224.

Alamyar, R., Boz, İ. (2019) Afganistan'ın Tahar İlinde Çeltik Üretimi Yapan Çiftçilerin Sorunları ve Çözüm Önerileri. TEAD, 5(1), 44-54.

Albayrak, L., Yılmaz, C. (2021) Çoruh vadisinde geleneksel çeltik tarımı (Artvin-Yusufeli). Doğu Coğrafya Dergisi 26(45), 19-36.

Anonymous (2021) Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Tarım Ürünleri Piyasaları.

Anonymous (2022) Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Tarım Ürünleri Piyasaları.

Bal, M., Altuntaş, E. (2019) Çorum ilinde çeltik üretimi yapan işletmelerin tarımsal mekanizasyon durumu. Akademik Ziraat Dergisi 8(1): 63-76.

Boz, İ. (2004) Tarım Sektörünün İktisadi Kalkınmadaki Rolü. İçinde, Kalkınma Ekonomisi: Seçme Konular, Ed: Sami Taban-Muhsin Kar, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, ss (137-158).

Cinemre, H.A., Kılıç O. (2015) "Tarım Ekonomisi". Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, No:11, (5. Baskı), s:179, Samsun.

Bölükbaş, B., Kaya, İ. (2018) Çeltik Samanının Besin Madde Bileşimi ve Yem Değerini Artırma Yöntemleri, Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 58 (2), 99-107.

Çelik, H., Emeksiz, F. (2019) Türkiye'de pirinç üretimi, tüketimi ve pazarlaması. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 37-1 133.

Doğanay, H., Coşkun, O. (2019) Tarım Coğrafyası. Ankara: Pegem Akademi Yayınevi.

Dönmez, D. (2007) Pirinç, TEAE/Bakış. Sayı: 9, Nüsha:4, ISSN 1303-8346 (http://www.aeri.org.tr)

FAO (2020) Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). (2020). Crops Data, Erişim: 12.04.2020, http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

FAO (2022) Food and Agriculture Organization, Erişim linki: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL Erişim tarihi:12.12.2022

Gençtan, T., Öktem, A., Sürek, H., Gevrek, M., Balkan, A. (2010) Sıcak iklim tahılları üretiminin artırılması olanakları. TMMOB Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, 11-15 Ocak, Ankara, s. 307-326.

Kaya, Y., Kuyumcu, G., Karakütük, S., Arvas, Y.E. (2017) Kır Çeltik Bitkisi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27 (1), 151-156.

Oğuzhan, A., Özalp, A. (2005) Trakya'da çeltik üretiminin verimine ilişkin logit model denemesi. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Cilt:6 Sayı:1.

Öktem, A. (2016) Şanlıurfa Koşullarında Karacadağ Çeltiği (Oryza sativa L.) Yetiştiriciliği Üzerine Anket Çalışması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 3(2): 102-108.

Özçelebi, M. A., Yılmaz, C. (2020) Samsun'da Çeltik Üretimi ve Pirinç İmalat Sanayi, Kesit Akademi Dergisi, 6 (24), 324-349.

Özşahin, E. (2008) Gönen Ovasında Pirinç Tarımı. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 18(2): 49-70.

Özşahin, E. (2016) CBS Kullanılarak Çeltik Tarımı için Arazi Uygunluk Değerlendirmesi: Hayrabolu Deresi Havzası (Trakya Yarımadası) Örneği. Tarım Bilimleri Dergisi, 22 (2016) 295-306.

Sarıkaya, H.(2014) T.T. 0008 Numaralı Tapu Tahrir Defteri'nin Transkripsiyonu ve Tahlili, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih ABD, Aydın.

Semerci, A. (2020) Çeltik Üretiminde Maliyet Faktörlerinin Farklılık Analizleri: Çanakkale İli Örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7(4): 1078-1086.

Sezer, İ., Mut, Z. (2004) Samsun ilinde çeltik tarımının durumu ve üretimi arttırmak için öneriler. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi 21(1): 57-66.

Sirat, A., Sezer, İ., Akay, H. (2012) Kızılırmak Deltası'nda Organik Çeltik Tarımı. GÜFBED/GUSTIJ, 2 (2):76-92.

Taş, K.Z. (2020). Osmanlı Çeltik Üretim Sahası Olarak Konrapa ya da "Osmanlı Sarayının Nadidesi Konuralp Pirinci, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt: 23, Sayı: 44, 1253-1268.

Taşlıgil, N., Şahin, G, (2011) Türkiye'de çeltik (Oryza sativa L.) yetiştiriciliği ve coğrafi dağılımı. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 4(6): 182-203.

TMO (2022) Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, 2022 Dönemi Çeltik Alım Fiyat ve Politikaları, Erişim linki: https://www.tmo.gov.tr/kamuoyu-duyurulari/987/2022-donemi-celtik-alim-fiyat-ve-politikalari, Erişim tarihi: 14.12.2022

TOB (2022) Tarım ve Orman Bakanlığı, Erişim linki: https://ordu.tarimorman.gov.tr/Haber/1296/2022-Yili-Tarimsal-Desteklemeleri-Aciklandi, Erişim tarihi: 14.12.2022

TÜİK, (2022) Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim linki: https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1 Erişim tarihi:11.12.2022

Ulukan, H. (2008) Agronomic Adaptation of Some Field Crops: A General Approach, J. of Agron. and Crop Sci., 194:169-179.

HATAY İLİNİN KAVUN ÜRETİMİ VE TÜRKİYEDEKİ YERİ

MELON PRODUCTION OF HATAY PROVINCE AND ITS PLACE IN TURKEY

Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA[1], ZM. Sude TARAKÇI[2]

[1]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü,
aybukekaya@mku.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-6866-1951

[2]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi ABD,
tarakcisude71@gmail.com.tr - ORCID ID: 0000-0001-7843-7390

Özet

Tarım sektörü, ekonomik ve sosyal açıdan ülke ekonomisine önemli katkılar sunmaktadır. Ancak doğal koşullara bağlı olduğundan dolayı ciddi riskleri bulunmaktadır. Özellikle yaş meyve ve sebze üretiminde meydana gelebilecek riskler (dolu, don, kuraklık, sel, hastalık ve zararlı vb.) pazar ve pazarlama bakımından oldukça önemlidir. Tarımda kullanılan girdi fiyatlarındaki değişmeler ve ürün fiyatlarındaki dalgalanmalar da üretimde risk unsurudur. Kavun da yaş meyve sektörü içerisinde riskli ürünler arasındadır. Bu çalışmanın amacı; Hatay ilinin kavun üretim potansiyelini belirlemek ve Türkiye'deki yeri ve önemini ortaya koymaktır. Türkiye'de 2021 yılında 668 753 ha alanda, 1 638 638 ton kavun üretimi gerçekleştirilmiştir. Hatay'da ise 13 230 da ekim alanından 32 537 ton kavun üretilmiş olup, daha çok Hatay'ın Kırıkhan, Reyhanlı ve Arsuz ilçelerinde yetiştirilmektedir. Ancak en fazla üretim 13 925 ton ile Kırıkhan ilçesindedir. Ayrıca Kırıkhan kavunu coğrafi işaret alan, tat ve aroma bakımından dikkat çekmektedir. Kavun fiyatları üretim sezonunda dalgalı bir seyir izlemektedir. Kavun üretiminde girdi maliyetleri de ciddi bir sorundur. Bu alanda üreticilerin desteklenmesi ve üretime teşvik edilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Kavun, üretim, ticaret, aroma, Kırıkhan-Hatay.

Abstract

Agriculture provides important contributions to the country's economy in economic and social terms. However, it carries serious risks due to its dependence on natural conditions. The risks that may occur in the production of fresh fruits and vegetables (hail, frost, drought, flood, disease and pest, etc.) are very important in terms of market and marketing. Changes in input prices used in agriculture and fluctuations in product prices are also risk factors in production. Melon is also among the risky products in the fresh fruit and vegetable sector. The aim of study, to reveal the structure and functioning of melon production enterprises in Hatay and to develop strategies for melon production and marketing in the region. In 2021, 1 638 638 tons of melon production was realized in an area of 668 753 hectares in Turkey. In Hatay, 32537 tons of melons were produced from 13 230 decares in 2021. However, the highest production was in Kırıkhan district with 13 925 tons. In addition, Kırıkhan melon draws attention in terms of geographical indication, taste and aroma. While melon prices vary during the production season, input costs are also a serious problem. In this context, producers should be supported and encouraged to produce.

Keywords: Melon, production, trade, aroma, Kırıkhan-Hatay.

1. GİRİŞ

Tek yıllık sıcak ve ılıman iklim bitkisi olan kavun, içerdiği zengin mineral, vitamin bakımından besin ve ekonomik değeri yüksek bir üründür. Türkiye'de en çok üretilen ve tüketilen sebzeler arasındadır. Bu ürün açıkta yetiştirildiği gibi, kavunun örtüaltında da üretimi mümkündür (Taşkaya ve Keskin, 2004; Abiola ve Daniel, 2014). FAO 2017 yılı verilerine göre dünyada kavun üretimi 31,9 milyon ton olup, ekili alan 1,22 milyon hektardır. Üretimde en önemli pay Çin (%53,7), Türkiye (%5,7), Hindistan (%3,2) ve ABD'ye (%2,4) aittir (Saediman ve ark., 2020). Kavunun kendisi taze olarak tüketilebildiği gibi, çekirdeği de çerez olarak tüketilmektedir. Yanı sıra, gıda, ilaç (doğal ilaçlar) ve kozmetik sektöründe kabuğunun kullanımı da son yıllarda önem kazanmıştır. Bu yüzden stratejik bir ihracat ürünü özelliklerine sahiptirler. Ancak kavun yetiştiricilik ve pazarlama bakımından oldukça riskli bir üründür. Kavun üretiminde yoğun girdi kullanımı söz konusudur. Bu alanda yaşanan ani fiyat değişmeleri ve ürün fiyatlarının düşük ve dalgalı olması önemli bir sorundur. Buna rağmen; farklı ülkelerde ticari değeri yüksek ve değerli bir ürün olarak görülmektedir. Kavun üretiminin getirisinin yüksek olduğunu ve verimliliğinin artırılması gerekmektedir (Yılmaz ve ark., 2011). Ancak küçük çiftçilerin bilgi ve beceri eksikliği, çiftçilerin girişimcilik yeteneği, depo ve depolama sorunu, pazar ve piyasa sorunu maliyetleri ciddi ölçüde etkilemektedir (Saediman ve ark., 2019; Saediman ve ark., 2020). Kavun yetiştiriciliğinde genel enerji girdileri içerisinde en fazla enerji tüketim girdileri sırasıyla gübre enerjisi, yakıt-yağ enerjisi ve insan işgücü enerjisidir (Baran ve Gökdoğan, 2014). Yılmaz ve ark. (2011) teknoloji kullanım düzeyinin düşük olması, kendi tohumlarını kullanmaları ve maliyetlerin yüksek olması modern kavun yetiştiriciliği önünde engel olarak görülmektedir. Ayrıca; kavun bölgelere ve çeşitlere göre farklı aromalara sahiptir. Bu sebeple tüketicilerin tercih ettiği ve severek tükettiği ürünler arasındadır. Ancak kavun hasat döneminde arz fazlalığı nedeniyle fiyat düşüktür. Kavun, Türkiye'de fiyat dalgalanmalarından en çok etkilenen ürünlerden biridir (Anonymous, 2009). Mevsimsel fiyat dalgalanmaları Türkiye'de kavun üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir.

Bu çalışmanın amacı, Hatay ilinin kavun üretim potansiyelini belirlemek ve Türkiye'nin kavun üretimindeki yeri ve önemini ortaya koymaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) gibi veri tabanlarından ve Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan elde edilen ikincil veriler oluşturmaktadır. Araştırmada Türkiye'nin ve Hatay ilinin kavun üretimi incelenmiş olup, yıllar itibariyle değişimi ve gelişimi değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Türkiye'nin kavun üretim değerleri (ekim alanı ve üretim miktarı) ve Hatay ili kavun üretiminin ilçelere göre dağılımı incelenerek tablolar aracılığıyla yorumlanmıştır. Kavun üretim değerlerinin değişiminin belirlenmesinde, 2010 yılı verileri baz alınarak basit indeks yöntemi kullanılmıştır. Hatay ili Kırıkhan ilçesinde yetiştirilen kavun, tat ve aroma bakımından öne çıkmaktadır. Ayrıca "Kırıkhan kavunu" coğrafi işaret alan Hatay ili için önemli bir üründür.

Şekil 1. Hatay ili Kırıkhan ilçesi kavun tarlası

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Kavun hem Türkiye'de hem de Hatay'da üretim ve dış ticaret bakımından yaş meyve ve sebze sektörüne katkı sağlayan önemli bir ürün olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye'nin kavun üretim değerlerinde yıllar itibariyle dalgalanmalar görülmekle birlikte yaklaşık son 10 yılda ekim alanında ciddi bir azalma görülürken, üretim miktarında önemli bir değişim görülmemektedir. TÜİK 2021 yılı kavun verilerine göre, Türkiye'nin 2010 yılında 795 713 da olan ekim alanı, 2021 yılında 668 753 da olarak gerçekleşerek, son 12 yılda %16 oranında azalmıştır. Türkiye'nin kavun üretim miktarı 2010-2021 yılları arasında %2 oranında artmış olup, 2021 yılında 1 638 638 tona ulaşmıştır. Hatay'da ise 2010-2021 yılları arasında kavun ekim alanı 2010 yılında 16 818 da olarak gerçekleşirken, 2021 yılında 13 230 da olup, 2010 yılına göre %21 oranında azaldığı görülmektedir. Ayrıca Hatay'ın kavun üretim miktarı 2021 yılında %12 azalarak 32 537 ton olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye'de ve Hatay'da kavun ekim alanı ve üretim miktarı

Yıl	Hatay				Türkiye			
	Ekim alanı (da)	İndeks (2010=100)	Üretim miktarı (ton)	İndeks (2010=100)	Ekim alanı (da)	İndeks (2010=100)	Üretim miktarı (ton)	İndeks (2010=100)
2010	16 818	100	37 061	100	795 713	100	1 611 695	100
2011	16 658	99	36 836	99	800 794	101	1 647 988	102
2012	17 580	105	38 625	104	796 417	100	1 688 687	105
2013	14 465	86	36 320	98	787 687	99	1 699 550	105
2014	16 595	99	40 885	110	791 488	99	1 707 302	106
2015	16 500	98	40 653	110	790 524	99	1 719 620	107
2016	20 422	121	51 696	139	786 632	99	1 854 356	115
2017	23 720	141	45 235	122	774 106	97	1 813 422	113
2018	23 426	139	44 295	120	735 176	92	1 753 942	109
2019	21 376	127	41 661	112	721 758	91	1 777 059	110
2020	18 069	107	39 905	108	690 904	87	1 724 856	107
2021	13 230	79	32 537	88	668 753	84	1 638 638	102

Kaynak: TÜİK, 2021

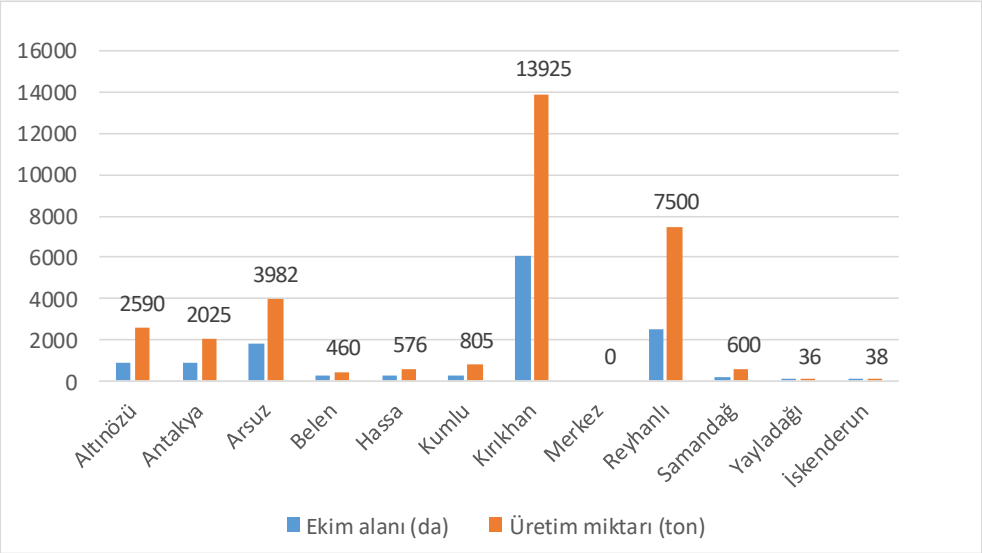
Hatay ilinin ilçeleri kavun ekim alanlarına göre başta Kırıkhan (6100 da) olmak üzere, Reyhanlı (2500 da), Arsuz (1810 da), Altınözü (925 da), Antakya (900 da), Kumlu (298 da) olarak sıralanmaktadır. TÜİK 2021 yılı verilerine göre, Hatay ili ilçelerindeki üretim miktarlarında ise ekim alanında olduğu gibi ilk sırada 13 925 ton ile Kırıkhan, 7500 ton ile Reyhanlı, Arsuz, Altınözü, Antakya, Kumlu sırasıyla devam etmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Hatay ili ilçelere göre kavun ekim alanı ve üretim miktarı

İlçe	Ekim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)
Altınözü	925	2 590
Antakya	900	2 025
Arsuz	1 810	3 982
Belen	230	460
Hassa	240	576
Kumlu	298	805
Kırıkhan	6 100	13 925
Merkez	---	---
Reyhanlı	2 500	7 500
Samandağ	200	600
Yayladağı	12	36
İskenderun	15	38

Kaynak: TÜİK, 2022

Tarım ve Orman Bakanlığı 2021 yılı verilerine göre, Hatay ilinde kavun üretimi 189 çiftçi tarafından 6 467,17 da alanda gerçekleştirilmiştir (TOB, 2021). Coğrafi işaret alan Kırıkhan kavunu bölgede önemli bir yere sahiptir. 2021 yılı verilerine göre kavun üretim miktarının ilçelere dağılımı Şekil 2'de açıkça görülmektedir.



Şekil 2. Hatay ili kavun üretiminin ilçelere göre dağılımı

Türkiye'nin kavun üretiminde önde gelen bazı iller Çizelge 3'te verilmiştir. Türkiye'de 2021 yılında en fazla kavun üreten iller Adana, Antalya, Konya ve Denizli olarak devam etmektedir. Adana ili 2021 yılında 196 147 ton kavun üretim miktarı ile Türkiye kavun üretiminin %12'sini gerçekleştirmiştir. Hatay ili ise 32 537 ton kavun üretim miktarı ile Türkiye kavun üretiminin %2'sine sahiptir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türkiye'nin kavun üretiminde önde gelen bazı iller (2021)

İller	Üretim miktarı (ton)	Oran (%)
Adana	196 147	12
Antalya	138 403	8
Konya	115 212	7
Denizli	99 007	6
Manisa	86 788	5
Ankara	63 906	4
Balıkesir	56 931	3
Çankırı	52 202	3
Diyarbakır	47 643	3
Samsun	46 665	3
Bursa	45 670	3
Hatay	32 537	2
Türkiye	1 638 638	---

Kaynak: TÜİK,2022

Kavun yetiştirme yöntemine ve kavunun türüne göre hâl fiyatları da değişiklik göstermektedir. Türkiye'de 2022 yılında geleneksel (konvansiyonel), iyi tarım ve organik tarım yöntemi ile yetiştirilen kavun türlerine göre hâl fiyatları ve bu fiyatlara bağlı oluşan işlem hacmi Çizelge 4'te verilmiştir. Bu fiyatlar Ticaret Bakanlığı'na bağlı Hal Kayıt Sistemi üzerinden 01.08.2022 tarihli bülten olarak yayınlanmıştır. Türkiye'de geleneksel yöntemle yetiştirilen kavun fiyatı ₺2,25 ile ₺5,61 arasında değişirken iyi tarım ₺2,58 ile 5,26 arasında ve organik tarım yöntemi ile yetiştirilen kavun piyasada ₺12,00'den alıcı bulmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Türkiye'nin kavun piyasası

Cinsi	Ürün Yetiştirme Yöntemi	Ortalama Fiyat (₺)	İşlem Hacmi (kg)
Diğer	Geleneksel(Konvansiyonel)	2,25	2 782 859
Galya	Geleneksel(Konvansiyonel)	3,04	104 165
Kelek	Geleneksel(Konvansiyonel)	5,61	11 755
Kırkağaç	Geleneksel(Konvansiyonel)	3,59	466 368
Diğer	İyi Tarım	3,42	419 606
Galya	İyi Tarım	2,58	732
Kırkağaç	İyi Tarım	5,26	37 934
Diğer	Organik Tarım	12,00	160

Kaynak: Anonymous, 2022 (Ticaret Bakanlığı Hâl Kayıt Sistemi)

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kavun, Hatay ilinde yetiştiriciliği yapılan ve bölge ekonomisine önemli katkı sunan bir üründür. Hatay ili yaş meyve ve sebze sektörü için önemli bir ihracat ürünüdür. Hatay ilinin hemen her ilçesinde kavun yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak en fazla ekim alanı ve üretim miktarına sahip olan ilçeler sırasıyla Kırıkhan, Reyhanlı ve Arsuz'dur. Bu ilçeler arasında Kırıkhan'da yetiştirilen kavun coğrafi işaret almış olup, tat ve aroma bakımından dikkat çekmektedir. Hatay ilinde Kırıkhan kavunu dışında farklı kavun çeşitlerinin yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Hatay'da 2010-2021 yılları arasında kavun ekim alanı (%21) ve üretim miktarı (%12) önemli oranda azalmıştır. Artan girdi maliyetlerinin üreticiler için sıkıntı yaşattığı ve bölgedeki kavun üretimini tehdit ettiği düşünülmektedir. Ayrıca kavun üretiminde herhangi bir destek ödemesi de yapılmamaktadır. Bölgedeki depolama koşullarının yetersizliği ve üreticiler arasında örgütlenmenin zayıf olması pazar ve pazarlama açısından önemli bir sorundur. Üreticiler arasında işbirliğinin artırılmasının girdi maliyetlerinin azalmasına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Abiola, M.O., Daniel, I. (2014) Efficiency of Melon Production in Oredo and Egor Local Government Area of Edo State , Nigeria, International Journal of Agriculture Innovation and Research, Vol. 2, No. 5, pp. 732-738.

Anonymous (2009) Working Reports of Cankiri Province Office of the Ministry of Agriculture and Rural Affaires (Tr).

Anonymous (2022) Ticaret Bakanlığı İç Ticaret Genel Müdürlüğü Hal Kayıt Sistemi (Bülten tarihi: 01.08.2022, 31.07.2022 tarihli veriler kullanılmıştır) Erişim linki: http://www.hal.gov.tr/Sayfalar/FiyatDetaylari.aspx Erişim tarihi: 06.12.2022

Baran, M.F., Gökdoğan, O. (2014) Karpuz ve kavun yetiştiriciliğinde enerji girdi-çıktı analizi: Kırklareli ili örneği, Anadolu Tarım Bilim. Derg., 29(3):217-224.

Saediman, H., Kurniansi, S., Yusria, W.O., Geo, L. (2019) Economic Returns And Production Constraints In Palm Sugar Processing In Kolaka District Of Southeast Sulawesi, International Journal of Scientific and Technology Research. Vol. 8, No. 11, pp. 3967-3970.

Saediman, H., Alwi, L.O, Sarimustaqıyma, R., Taridala, S. a., Salahuddin, S., Indarsyih, Y., Astuti, R.W. (2020) Comparative Profitability of Melon and Watermelon Production in South Konawe District of Southeast Sulawesi, Wseas Transactions on Business and Economics, Vol. 17, DOI: 10.37394/23207.2020.17.91

Taşkaya, B., Keskin, G. (2004) Kavun-Karpuz. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, TEAE Bakış, Sayı: 6, Nüsha: 9. http://www.tepge.gov.tr/dosyalar/yayinlar/99207d99210e43499096dac3ce74886c.pdf

TOB (2021) Tarım ve Orman Bakanlığı Hatay İl Müdürlüğü, Çiftçi Kayıt Sistemi Ürün Listesi, Erişim tarihi: 15.06.2022

TÜİK (2022) Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Erişim linki: https://www.tuik.gov.tr/ Erişim tarihi: 18.06.2022

Yılmaz, H., Demircan, V., Kurtluk, S. (2011) An Economic Analysis of Open-Field Melon (Cucumis Melo L.) Production in Cankiri Province of Turkey, Bulgarian Journal of Agricultural Science, Vol. 17, No. 4, pp. 484-490.

Different types of weekly open sets in ideal topological spaces

Nitakshi Goyal

Akal Degree College, Mastuana(Sangrur), Punjab, India, Email : goyal.nishu53@gmail.com.

ORCID ID : 0000-0002-7056-7411.

ABSTRACT

The subject of ideals in topological spaces were introduced by Kuratowski and further studied by Vaidyanathaswamy. Janković and Hamlett introduced the concept of $\mathfrak{T}$-open sets in topological spaces, Dontchev introduced the concept of pre- $\mathfrak{T}$-open sets and Hatir and Noiri introduced the notion of semi-$\mathfrak{T}$-open sets, α- $\mathfrak{T}$-open sets and β- $\mathfrak{T}$-open sets. In this paper, different types of weekly open sets with respect to ideals in topological spaces are introduced. Also some properties of these open sets and relationship between them will be obtained. Examples are given throughout the paper.

Keywords: ideal, weekly-α- $\mathfrak{T}$- open, weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open, weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open, weekly-β-$\mathfrak{T}$-open.

1. Introduction

The subject of ideals in topological spaces were introduced by Kuratowski in [5] and further studied by Vaidyanathaswamy [6]. An ideal $\mathfrak{T}$ defined on a set Y is a collection of subsets of Y such that it is closed downwards (i.e. every subset of member of $\mathfrak{T}$ is in $\mathfrak{T}$) and closed under finite union. A topological space (Y, τ) together with an ideal $\mathfrak{T}$ is known as ideal space. Further, an ideal $\mathfrak{T}$ defined on a topological space (Y, τ) gives rise to a new topology $\tau^*(\mathfrak{T}, \tau)$ called the *-topology which is generally finer than the original topology having the corresponding Kuratowski closure operator $cl^*(E) = E \cup E^*(\mathfrak{T},\tau)$ where $E^*(\mathfrak{T},\tau) = \{y \in Y : G \cap E \notin \mathfrak{T}$ for every open subset G containing y in Y called a local function of E with respect to $\mathfrak{T}$ and τ. We will write τ^* for $\tau^*(\mathfrak{T}, \tau)$ and $\beta = \{G - E : G \in \tau$ and $E \in \mathfrak{T}\}$ is a basis for the *-topology τ^*. In [4], Janković and Hamlett introduced the concept of $\mathfrak{T}$-open sets in topological spaces, in [1], Dontchev introduced the concept of pre- $\mathfrak{T}$-open sets and in [2], Hatir and Noiri introduced the notion of semi-$\mathfrak{T}$-open sets, α- $\mathfrak{T}$-open sets and β- $\mathfrak{T}$-open sets, where for any subset E of Y in an ideal space $(Y,\tau,\mathfrak{T})$, E is said to be $\mathfrak{T}$-open if $E \subset int(E^*)$, semi-$\mathfrak{T}$-open if $E \subset cl^*(int(E))$, pre-$\mathfrak{T}$-open if $E \subset int(cl^*(E))$, α- $\mathfrak{T}$-open if $E \subset int(cl^*(int(E)))$ and β-$\mathfrak{T}$-open if $E \subset cl(int(cl^*(E)))$. In this paper, different types of weekly open sets with respect to ideals in topological spaces are introduced. Also some properties of these open sets and

relationship between them will be obtained. Counterexamples are given throughout the paper to prove the validity of the results.

2. Results

Definition 2.1: Let $(Y,\tau,\mathfrak{T})$ be an ideal space and E be any subset of Y. Then E is said to be

a.) weekly- α- $\mathfrak{T}$- open if $E \subset int^*(cl(int(E)))$.
b.) weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open if $E \subset cl(int^*(cl^*(E)))$.
c.) weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open if $E \subset cl^*(int^*(cl(E)))$.
d.) weekly-β-$\mathfrak{T}$-open if $E \subset cl(int^*(cl(E)))$.
e.) β_s-$\mathfrak{T}$-open if $E \subset cl^*(int(cl^*(E)))$.

Proposition 2.2: Let $(Y,\tau,\mathfrak{T})$ be an ideal space. Then the following holds:

a.) Every α- $\mathfrak{T}$- open subset of Y is weekly- α- $\mathfrak{T}$- open.
b.) Every semi- $\mathfrak{T}$-open subset of Y is weekly-semi- $\mathfrak{T}$-open.
c.) Every pre-$\mathfrak{T}$-open subset of Y is weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open.
d.) Every β-$\mathfrak{T}$-open subset of Y is weekly-β-$\mathfrak{T}$-open.
e.) Every β_s-$\mathfrak{T}$-open subset of Y is β-$\mathfrak{T}$-open.

Proof: For any subset E of Y, $int(E) \subset int^*(E)$ and $cl^*(E) \subset cl(E)$ since $\tau \subset \tau^*$. Therefore,

in (a), for α- $\mathfrak{T}$- open subset E of Y, we have $E \subset int(cl(int(E)))$ and so $E \subset int^*(cl(int(E)))$.

Hence E is weekly- α- $\mathfrak{T}$- open subset of Y.

(b) Let E be semi- $\mathfrak{T}$- open subset of Y then $E \subset cl^*(int(E))$ and so $E \subset cl(int^*(E)) \subset cl(int^*(cl^*(E)))$.

Hence E is weekly- semi- $\mathfrak{T}$- open subset of Y.

(c) For pre- $\mathfrak{T}$- open subset E of Y, we have $E \subset int(cl^*(E))$ and so $E \subset int^*(cl(E)) \subset cl^*(int^*(cl(E)))$.

Hence E is weekly- pre- $\mathfrak{T}$- open subset of Y.

(d) Let E be β - $\mathfrak{T}$- open subset of Y then $E \subset cl(int(cl^*(E)))$ and so $E \subset cl(int^*(cl(E)))$.

Hence E is weekly- β - $\mathfrak{T}$- open subset of Y.

(e) Let E be β_s-$\mathfrak{T}$-open subset of Y then $E \subset cl^*(int(cl^*(E)))$ and so $E \subset cl(int(cl^*(E)))$. Hence E is β - $\mathfrak{T}$- open subset of Y.

The following Examples 2.3 and 2.4 show that the reverse implications do not hold in the above Propositon 2.2.

Example 2.3: Let Y = {e,b,c} with $\tau = \{\phi, \{b,c\}, Y\}$ and $\mathfrak{T} = \{\phi, \{b\}\}$. Then $\tau^* = \{\phi, \{c\}, \{e,c\}, \{b,c\}, Y\}$. For the subset E = {c}, cl{c} ={e,b,c}, cl*{c}={e,b,c} and int{c} ={ϕ}. Therefore, cl(int*(cl*{c}) = {e,b,c} but cl*(int{c}) = { ϕ} Therefore, $E \subset cl(int^*(cl^*(E)))$ but $E \not\subset cl^*(int(E))$. Hence E is weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open but not semi-$\mathfrak{T}$-open.

Further, for the subset E={b}, cl{b} ={e,b,c}, cl*{b}={b} and int{b} = int*{b} = { ϕ}. Therefore, cl*(int*(cl{b})) = {e,b,c} but int(cl*{b}) = { ϕ} and cl(int*(cl{b})) = {e,b,c} but cl(int(cl*{b})) = {ϕ}. Therefore, E $\subset$ cl*(int*(cl(E)) but E $\not\subset$ int(cl*(E)) and E $\subset$ cl(int*(cl(E))) but E $\not\subset$ cl(int(cl*(E))). Hence E is weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open and weekly-β-$\mathfrak{T}$-open but not pre-$\mathfrak{T}$-open and β-$\mathfrak{T}$-open.

Example 2.4: Let Y = {e,b,c} with τ ={ ϕ,{b},{b,c},Y} and $\mathfrak{T}$= {ϕ, {b},{c},{b,c}}. Then τ* = $\wp$(Y). For the subset E={e,b}, cl*{e,b} ={e,b}, int{e,b} ={b}, cl*{b}={b} but cl{b}= {e,b,c}. Also int{b} ={b} and int*{b} = {b}. Therefore, int(cl*(int{e,b})) = {b} but int*(cl(int{e,b})) = {e,b,c} and cl(int(cl*{e,b})) = {e,b,c} but cl*(int(cl*{e,b})) = {b}. Therefore, E $\subset$ int*(cl(int(E))) but E $\not\subset$ int(cl*(int(E))) and E $\subset$ cl(int(cl*(E))) but E $\not\subset$ cl*(int(cl*(E))). Hence E is weekly- α -$\mathfrak{T}$-open and β-$\mathfrak{T}$-open but not α-$\mathfrak{T}$-open and β_s-$\mathfrak{T}$-open.

Theorem 2.5 : Let (Y,τ,$\mathfrak{T}$) be an ideal space and E be weekly- α -$\mathfrak{T}$-open subset of Y then E is weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open and weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open.

Proof : Let E be weekly- α -$\mathfrak{T}$-open subset of Y then E $\subset$ int*(cl(int(E))) implies

E $\subset$ cl(int(E)) $\subset$ cl(int*(E) $\subset$ cl(int*(cl*(E))) and so E is weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open subset of Y. Further, E $\subset$ int*(cl(int(E))) implies E $\subset$ int*(cl(E)) $\subset$ cl*(int*(cl(E))) and so E is weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open subset of Y.

Theorem 2.6 : Let (Y,τ,$\mathfrak{T}$) be an ideal space and E be β_s-$\mathfrak{T}$-open subset of Y then E is weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open and weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open.

Proof : Let E be β_s-$\mathfrak{T}$-open subset of Y then E $\subset$ cl*(int(cl*(E))) and int(E) $\subset$ int*(E), cl*(E) $\subset$ cl(E) for any subset E of Y implies E $\subset$ cl(int*(cl*(E))) and so E is weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open subset of Y. Further, E $\subset$ cl*(int(cl*(E))) implies E $\subset$ cl*(int*(cl(E))) and so E is weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open subset of Y.

The following Examples which have already discussed in 2.3 and 2.4 show that the converse need not be true . Also these examples show that there is no relationship between weekly- α -$\mathfrak{T}$-open set and β_s-$\mathfrak{T}$-open set.

Example 2.7 : Let Y = {e,b,c} with τ ={ ϕ,{b,c},Y} and $\mathfrak{T}$= {ϕ, {b}}. Then τ* = { ,{c},{e,c},{b,c},Y}. Then for the subset E = {c} and E = {b}, we have seen in above Example 2.3 that E is weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open and weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open respectively. But in both cases int*(cl(int(E))) = {ϕ}. Hence E is not weekly- α -$\mathfrak{T}$-open. Also for E = {b}, cl*(int(cl*(E))) = {ϕ} implies E $\not\subset$ cl*(int(cl*(E))) which shows that weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open set need not be β_s-$\mathfrak{T}$-open. Further, for the set E= {c}, cl*(int(cl*(E))) = {e,b,c} which implies E $\subset$ cl*(int(cl*(E))) which shows that E is β_s-$\mathfrak{T}$-open but E is not weekly- α -$\mathfrak{T}$-open.

Example 2.8 : Let Y = {e,b,c} with τ ={ ϕ,{b},{b,c},Y} and $\mathfrak{T}$= {ϕ, {b},{c},{b,c}}. Then τ* = $\wp$(Y). Then for the set E = {e,b}, cl(int*(cl*(E))) = {e,b,c} and int*(cl(int(E))) = {e,b,c} but cl*(int(cl*(E))) = {b}. Therefore, E is weekly-semi-$\mathfrak{T}$-open as well as weekly- α -$\mathfrak{T}$-open but not β_s-$\mathfrak{T}$-open.

Proposition 2.9: Let $(Y,\tau,\mathfrak{T})$ be an ideal space and E be any τ^*-open subset of Y. Then E is weekly-semi- $\mathfrak{T}$-open and weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open.

Proof: For any subset E of Y, since $E \subset cl^*(E)$ and so for τ^*-open subset E of Y, we have $E = int^*(E) \subset int^*(cl^*(E)) \subset cl(int^*(cl^*(E)))$ and hence E is weekly- semi-$\mathfrak{T}$-open. Further, for any subset E of Y, since $E \subset cl(E)$ and so for τ^*-open subset E of Y, we have $E = int^*(E) \subset int^*(cl(E)) \subset cl^*(int^*(cl(E)))$ and hence E is weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open subset of Y.

Proposition 2.10: Let $(Y,\tau,\mathfrak{T})$ be an ideal space and E be any τ-open subset of Y. Then E is weekly- α -$\mathfrak{T}$-open and β_s-$\mathfrak{T}$-open.

Proof: For any subset E of Y, since $E \subset cl^*(E)$ and so for τ-open subset E of Y, we have $E = int(E) \subset int(cl^*(E)) \subset cl^*(int(cl^*(E)))$ and hence E is β_s-$\mathfrak{T}$-open. Further, for any τ-open subset E of Y, we have $E = int(E) \subset cl(int(E))$ and so $E = int^*(E) \subset int^*(cl(int(E)))$, since $\tau \subset \tau^*$ and hence E is weekly- α -$\mathfrak{T}$-open subset of Y.

Remark 2.11 : In **Example 2.7**, it can be seen that the subset E={c} is τ^*-open but it is not weekly- α -$\mathfrak{T}$-open . Also in **Example 2.8**, it can be seen that the subset E = {e,b} is τ^*-open but not β_s-$\mathfrak{T}$-open.

Theorem 2.12: Let $(Y,\tau,\mathfrak{T})$ be an ideal space and E be an $\mathfrak{T}$-open subset of Y. Then the following holds:

(a) E is weekly-semi- $\mathfrak{T}$-open.
(b) E is weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open.
(c) E is weekly-β-$\mathfrak{T}$-open.
(d) E is β_s-$\mathfrak{T}$-open.

Proof: Let E be an $\mathfrak{T}$-open subset of Y then $E \subset int(E^*)$. Now, $int(E) \subset int^*(E)$, $E^* \subset cl^*(E) \subset cl(E)$ for any subset E of Y. Therefore, $E \subset int(E^*)$ implies that $E \subset int^*(cl^*(E))$ and so $E \subset cl(int^*(cl^*(E)))$. Hence E is weekly-semi- $\mathfrak{T}$-open subset of Y. For proving (b), $E \subset int(E^*)$ implies that $E \subset int^*(cl(E))$ and so $E \subset cl^*(int^*(cl(E)))$. Hence E is weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open subset of Y. Now, for (c), $E \subset int(E^*)$ implies that $E \subset int^*(cl(E))$ and so $E \subset cl(int^*(cl(E)))$. Hence E is weekly-$\beta$-$\mathfrak{T}$-open subset of Y. Further, $E \subset int(E^*)$ implies that $E \subset int\,(cl^*(E))$ and so $E \subset cl^*(int(cl^*(E)))$. Therefore, E is β_s-$\mathfrak{T}$-open subset of Y and hence (d) holds.

The following Examples shows that the converse need not be true and also show that there is no relationship between $\mathfrak{T}$-open subset and weekly- α -$\mathfrak{T}$-open subset of Y.

Example 2.13 : Let Y = {e,b,c} with $\tau = \{\phi, \{b\}, \{b,c\}, Y\}$ and $\mathfrak{T} = \{\phi, \{b\}, \{c\}, \{b,c\}\}$. Then $\tau^* = \wp(Y)$. Then for the set E = {b}, $cl\{b\} = \{e,b,c\}$ and $cl^*\{b\} = int\{b\} = int^*\{b\} = \{b\}$. Therefore, $E \subset int^*(cl(int(E)))$, $E \subset cl(int^*(cl^*(E)))$, $E \subset cl^*(int^*(cl(E)))$, $E \subset cl(int^*(cl(E)))$ and $E \subset cl^*(int(cl^*(E)))$. Hence E is weekly- α -$\mathfrak{T}$-open, weekly-semi- $\mathfrak{T}$-open, weekly-pre-$\mathfrak{T}$-open, weekly-β-$\mathfrak{T}$-open and β_s-$\mathfrak{T}$-open subset of Y but $E^* = \{b\}^* = \{\phi\}$ and so $int(E^*) = \{\phi\}$. Therefore, $E \not\subset int(E^*)$ and so E is not $\mathfrak{T}$-open.

Remark 2.14 : In **Example 2.7**, it can be seen that the subset E={c} is $\mathfrak{T}$-open, since int(E^*) = {e,b,c} but it is not weekly- α -$\mathfrak{T}$-open.

3. References

[1] Dontchev, J. *On pre-I-open sets and a decomposition of I-continuity*, Banyan Math. J., 2(1996).

[2] Hatir, E. And Noiri, T. *On decompositions of continuity via idealization*, Acta Math. Hunger., 96 (2002), 341-349.

[3] Jankovi´c, D. And Hamlett, T.R., *New topologies from old via ideals*, The American Mathematical Monthly, 97, No. 4 (1990), 295-310.

[4] Jankovi´c, D. And Hamlett, T.R., Compatible extensions of ideals, Boll. Un. Mat. Ital. (7), 6-B (1992), 453–465.

[5] Kuratowski,K., *Topology*, volume I, Academic Press,New York, 1966.

[6] Vaidyanathaswamy, R., *The localisation Theory in Set Topology*, Proc. Indian Acad. Sci.,20(1945),51-61.

[7] -------, *Set Topology*, Chelsea Publishing Company, New York,1946.

GLOBAL EXISTENCE AND BLOW-UP FOR A NONLINEAR POROUS MEDIUM PROBLEM INVOLVING GENERALIZED EXPONENTS

Ebubekir AKKOYUNLU [1], Rabil AYAZOGLU [2]

[1] Bayburt University, Faculty of Education, ORCID ID: 0000-0003-2989-4151

[2] Bayburt University, Faculty of Education, ORCID ID: 0000-0003-4493-2937

ABSTRACT

This paper is concerned with the global existence and blow-up of the solutions to a parabolic problem with a reaction given by generalized exponents. We obtain lower bounds for the time of blow-up are derived if the solutions blow-up.

Keywords: Porous medium problem; Generalized exponents; Parabolic problem; Global existence; Lower bounds.

1. INTRODUCTION

In this paper, we study the lower and upper bounds for the blow-up time in a parabolic problem involving a generalized source

$$\begin{cases} (h(u))_t - a\Delta u^m = u^{p(x)}, x \in \Omega, t > 0, \\ u(x,t) = 0, x \in \partial\Omega, t > 0, \\ u(x,0) = u_0(x) \geq 0, x \in \Omega, \end{cases} \qquad (1.1)$$

where Ω is a bounded domain with smooth boundary in ¡ ^{N}, the function $h \in C^1([0,\infty))$, constant $a > 0$ represents the diffusion coefficient, $m > 1$ and $p : \Omega \to (1, +\infty)$ is a function verifying suitable conditions.

In mathematical point of view, equations of the types (1.1) with generalized exponent are usually referred to as equations with nonstandard growth conditions. Many authors studied the existence, uniqueness, and other qualitative properties of solutions for parabolic equations with generalized nonlinearity under certain conditions on the initial data and certain ranges of exponents. Many authors considered the problems related to parabolic equations in applied science, such as nuclear science, heat transfer, population dynamics, chemical reactions, biological sciences etc. (see [1, 2, 3, 6, 10, 11, 16, 17, 21, 26, 28, 32] and the references therein). Problem (1.1) describes the diffusion of concentration of some Newtonian fluids or the density of some biological species in many physical phenomena and biological species theories.

Nonlocal source term provides a more realistic model for population dynamics, see [4]. There are obvious differences among the situations of slow ($m>1$), fast ($0<m<1$), and linear ($m=1$) diffusions in the nonlinear diffusion theory. For example, when slow and linear diffusion there is a finitely rapid spread, while with fast diffusion there is an infinitely rapid spread.

The question of blow-up of solutions to semilinear parabolic equations and systems has received considerable attention since the elegant work of Fujita [12]. Also, it is important whether the solutions blow-up and, if so, at what some finite time T the blow-up occurs. However, when the solution does blow-up at some finite T , this time can seldom be determined explicitly, and much effort has been devoted to the calculation of bounds for T . By using the first-order differential inequality technique, lower bound for the blow-up time of solutions to semilinear heat equations under different boundary conditions and suitable constraint on the data were obtained by Payne et al. [29]. When $h(u)\equiv u$ we refer to the interested readers the survey papers [9, 22].

The blow-up phenomena for the nonnegative solutions with nonlinear sources ($m=1,\ a=1,$ $f(u)=u^p$ given in the problem (1.2)) in the whole space ¡ ^{N} was first found by Fujita (see [12]) for the following semilinear parabolic equation:

$$\begin{cases} u_t - a\Delta u^m = f(u), x\in\Omega, t>0, \\ u(x,t)=0, x\in\partial\Omega, t>0, \\ u(x,0)=u_0(x)\geq 0, x\in\Omega. \end{cases} \qquad (1.2)$$

Fujita obtained the following results:

i) if $1<p<1+2/N$, then (1.2) has no global positive solutions;

ii) if $p>1+2/N$, then there are global positive solutions.

The critical case $p=1+2/N$ was proved to belong to the blow-up case in 1970's by several authors [4, 18]. In [14], Galaktionov et al. considered the nonnegative solutions of (1.2) (with $m>1,\ a=1$ and $f(u)=u^p$) in whole space ¡ ^{N}. The authors found some similar results to those for the heat equation ($m=1,\ a=1$) as follows

(a) if $1<p<m+2/N$, then (1.2) has no global solutions;

(b) if $p>m+2/N$, then there are global positive solutions that decay like $t^{-1/(p-1)}$.

In [15], Galaktionov and in [27] Mochizuki and Suzuki, had also revealed that the critical case $p=m+2/N$ belongs to the blow-up case of the problem (1.2), see also [23].

In [30], Payne et al. studied a semilinear heat equation when $m=1,\ a=1$ in (1.2), and determined conditions on nonlinearities sufficient to guarantee that $u(x,t)$ exists for all time $t>0$ as well as conditions on data forcing the solution $u(x,t)$ to blow up at some finite time t^*. When $N=1$, the blow-up of the solutions for the porous medium equation with nonlinear flux on the boundary had also been studied by several authors [19, 20, 25, 35].

Particularly, when $a=1,\ m=1,\ f(u)=f(x,u)=u^{p(x)}$ Baghaei et al. [7], studied the blow up of the solutions to problem (1.2) with a reaction given by a variable source. Lower bounds for

the time of blow-up were derived by authors if the solutions blow-up. Also, we can find parabolic problems related to this case in [5, 13, 33, 34] and the references contained therein.
In [31], when $a=1$ and $m=1$ $f(u)=f(x,u)=a(x)u^{p(x)}$ given in the problem (1.2) where $a(x):\Omega\to ¡$ is a continuous function with $0<c_a\le a(x)\le C_a<+\infty$, $1<p^-\le p(x)\le p^+<+\infty$ Pinasco considered a heat equation with a forcing term of variable exponent nonlinearities. Under specific conditions, the author proved the local existence of positive solutions and showed that solutions with sufficiently large initial data blow up in finite time. These results can be proved similarly for the (1.1) problem.
We define the auxiliary functions

$$\Phi(t)=\int_\Omega H(u(x,t))dx, t\ge 0, H(s)=(m+1)\int_0^s \xi^m h'(\xi)d\xi, s\ge 0, m>1 \quad (1.3)$$

with

$$\Phi(0)=\int_\Omega H(u_0(x))dx,$$

and

$$h'(s)\ge \xi_1,\ s\ge 0, \qquad (1.4)$$

where ξ_1 is a positive constant.
In this paper, we obtain global existences and give a sufficient condition for the lower bounds of the blow-up in the measure $\Phi(t)$ for the problem (1.1).

2. MAIN RESULTS and PROOFS

2.1. Global Existence for any Initial Data

Let the measurable function $p:\Omega\to(1,\infty)$ satisfies

$$1<p^-:=ess\inf_{x\in\Omega} p(x)\le p(x)\le p^+:=ess\sup_{x\in\Omega} p(x)<+\infty. \qquad (2.1)$$

In this section, firstly we show the global existence result for $N\ge 1$. Let $\varphi(x)$ satisfies the following problem:

$$-\Delta\varphi=1,\ x\in\Omega;\varphi(x)=1,\ x\in\partial\Omega.$$

As the result in [24], there is a unique solution of the above nonlinear problem. Let the following inequalities hold:

$$M:=\max_{x\in\Omega}\varphi(x)<+\infty, \varphi(x)>1, x\in\Omega.$$

Theorem 2.1. *Let u be a solution of (1.1). For any initial data $u_0(x)$,*
(i) if $p(x)<m$, $\forall x\in\Omega$, with $p^+<m$, $m>1$ and $a>0$, then u remains globally bounded;

(ii) if $p(x)=m>1,\ \forall x\in\Omega$ *with* $p^+=p^-=m>1$ *and* $a\geq M$*, then* u *remains globally bounded;*

(iii) if $p(x)>m>1,\forall x\in\Omega$ *with* $p^+>m>1$ *and* $a>0$*, then* u *remains globally bounded.*

Proof of Theorem 2.1. We define $\bar{u}=A\varphi(x)^{\frac{1}{m}}$, $A>0$ is to be determined later.

(*i*) Let $p(x)<m,\forall x\in\Omega$ with $p^+<m$. Then we obtain

$$a\Delta\bar{u}^m+\bar{u}^{p(x)}\leq -aA^m+M^{\frac{p^+}{m}}A^{p^+}\leq\left(h\left(\bar{u}\right)\right)_t=0,$$

where constant A satisfies that

$$A\geq max\left\{\left(\frac{M^{\frac{p^+}{m}}}{a}\right)^{\frac{1}{m-p^+}},\max_{x\in\Omega}u_0(x),1\right\},a>0.$$

(*ii*) If $p(x)=m,\forall x\in\Omega$ with $p^+=p^-=m$, then we have

$$a\Delta\bar{u}^m+\bar{u}^{p(x)}\leq -aA^{p^+}+MA^{p^+}=\left(M-a\right)A^{p^+}\leq\left(h\left(\bar{u}\right)\right)_t=0,$$

with the diffusion coefficient

$$a\geq M,$$

and

$$A\geq\max\left\{\max_{x\in\Omega}u_0(x),1\right\}.$$

(*iii*) If $p(x)>m>1,\forall x\in\Omega$ with $p^+>m>1,$ it can be checked that

$$a\Delta\bar{u}^m+\bar{u}^{p(x)}\leq -aA^m+M^{\frac{p^+}{m}}A^{p^+}\leq\left(h\left(\bar{u}\right)\right)_t=0$$

$$\bar{u}\geq 0\ on\ \partial\Omega\times(0,+\infty)\ and\ \bar{u}(x,0)\geq u_0(x)\ in\ \Omega,$$

provided that

$$A\geq\max\left\{\left(\frac{a}{M^{\frac{p^+}{m}}}\right)^{\frac{1}{p^+-m}},\max_{x\in\Omega}u_0(x),1\right\}.$$

We know that, $\bar{u}\geq 0$ on $\partial\Omega\times(0,+\infty)$ and $\bar{u}(x,0)\geq u_0(x)$ in Ω. By the comparison principle, $\bar{u}(x)$ is a globally bounded supersolution of (1.1). The proof is completed. ■

2.2. Blow-up in Finite Time

Let $a>0$ be a constant and m, p^+ are parameters such that $p^+ > m > 1$. If $m=1$, $p^+ > 1$, then the solution blows up in finite time (see [8]). We assume that a nonnegative classical solution exists for some period of time and aim to show that the solution blows up at some finite time t^*.

Theorem 2.2. *Let $u(x,t)\geq 0$ be a solution of the problem (1.1) in a bounded domain $\Omega \subset \mathbb{R}^N$, $N\geq 3$. Let the auxiliary functions $\Phi(t)$ and $h'(s)$ be such as given in (1.3), (1.4) respectively. Assume that p satisfies (2.1) with*

$$p^+ \in \left(m, \min\left\{ \frac{m(N+2)+2}{N}, N \right\} \right).$$

If $u(x,t)$ blows up at finite time T, then T is bounded from below by

$$\int_{\Phi(0)}^{+\infty} \frac{d\gamma}{K_2 \gamma^{\frac{2m(1-\theta)(p^+ +m)}{(m+1)\left[2m-\theta(p^+ +m)\right]}} + K_1} \leq T,$$

where $\theta \in (0,1)$ and K_1, $K_2 > 0$ are constants which will be determined later.

Theorem 2.3. *Let $u(x,t)\geq 0$ be a solution of the problem (1.1) in a bounded domain $\Omega \subset \mathbb{R}^N$, $N=1,2$. Assume that p satisfies condition (2.1) with*

$$p^+ \in (m+1, 2m+1),\ m>1. \qquad (2.2)$$

If $u(x,t)$ blows up at finite time T, then T is bounded from below by

$$\int_{\Phi(0)}^{+\infty} \frac{d\xi}{K_3 \xi^{\frac{2m}{2m-p^+ +1}} + K_1} \leq T,$$

where K_3 is positive constant which will be determined later.

Throughout this paper, fort he sake of simplicity, we denote the norm $\|u\|_{L^p(\Omega)} := \|u\|_p$ $(1\leq p\leq \infty)$ and $H_0^1(\Omega)$ is the closure of $C_0^\infty(\Omega)$ stated following equivalent norm:

$$\|u\|_{H_0^1(\Omega)} := \|\nabla u\|_2 = \left(\int_\Omega |\nabla u(x)| dx \right)^{1/2}.$$

Proof of Theorem 2.2. Using the divergence theorem and assumptions (1.3), (1.4), we have

$$\begin{aligned}\Phi'(t) &= \int_{\Omega} H'(u(x,t))u_t dx \\ &= (m+1)\int_0^s u^m h'(u)u_t dx \\ &= (m+1)\int_0^s \left(au^m \Delta u^m + u^{p(x)+m}\right)dx.\end{aligned} \tag{2.3}$$

Furthermore, by the condition (2.1), we derive

$$\begin{aligned}\int_{\Omega} u^{p(x)+m}dx &= \int_{\Omega\cap\{x:u\geq 1\}} u^{p(x)+m}dx + \int_{\Omega\cap\{x:u<1\}} u^{p(x)+m}dx \\ &\leq \int_{\Omega} u^{p^+ +m}dx + \Omega.\end{aligned} \tag{2.4}$$

Then by (2.3) and (2.4), we obtain

$$\begin{aligned}\Phi'(t) &= a(m+1)\int_{\Omega} u^m \Delta u^m dx + (m+1)\|u\|_{p^+ +m}^{p^+ +m} + K_1 \\ &= -am(m+1)\int_{\Omega} u^{m-1}\nabla u \nabla u^m dx + (m+1)\|u\|_{p^+ +m}^{p^+ +m} + K_1 \\ &= -am^2(m+1)\int_{\Omega} u^{2m-2}|\nabla u|^2 dx + (m+1)\|u\|_{p^+ +m}^{p^+ +m} + K_1 \\ &= -a(m+1)\|\nabla u^m\|_2^2 + (m+1)\|u\|_{p^+ +m}^{p^+ +m} + K_1,\end{aligned} \tag{2.5}$$

where $K_1 := (m+1)|\Omega| > 0$ and $a > 0$.

We deduce from the Gagliardo-Nirenberg interpolation inequality that there is a constant $C(m, p^+) := C$ independent of u, such that

$$\|u\|_{p^+ +m}^{p^+ +m} \leq C\|\nabla u^m\|_2^{\frac{\theta(p^+ +m)}{m}} \|u^m\|_{\frac{m+1}{m}}^{\frac{(1-\theta)(p^+ +m)}{m}}, \tag{2.6}$$

where

$$\theta = \frac{2Nm(p^+ -1)}{(p^+ +m)\left[N(m-1)+2(m+1)\right]} \in (0,1),$$

and

$$p^+ < \frac{m(N+2)}{N-2}.$$

From (2.6) and the Young inequality, we get

$$(m+1)\|u\|_{p^+ +m}^{p^+ +m} \le C\varepsilon^{\frac{2m}{\theta(p^+ +m)}} \frac{\theta(p^+ +m)(m+1)}{2m}\|\nabla u^m\|_2^2 + C\varepsilon^{-\frac{2m}{2m-\theta(p^+ +m)}} \frac{(m+1)\left[2m-\theta(p^+ +m)\right]}{2m}\|u\|_{m+1}^{\frac{2m(1-\theta)(p^+ +m)}{2m-\theta(p^+ +m)}},$$

(2.7)

where

$$\frac{2m}{\theta(p^+ +m)} > 1 \Leftrightarrow \theta < \frac{2m}{(p^+ +m)} < 1,$$

we have

$$m < p^+ < \min\left\{\frac{m(N+2)+2}{N}, \frac{m(N+2)}{N-2}\right\} = \frac{m(N+2)+2}{N},$$

and ε is a positive constant which will be determined later. Thanks to (1.3) and (1.4)

$$H(u) = (m+1)\int_0^u \zeta^m h'(\zeta)\,d\zeta \ge \zeta_1 u^{m+1}, \qquad (2.8)$$

that is

$$\int_\Omega u^{m+1}dx \le \frac{1}{\zeta_1}\int_\Omega H(u)dx = \frac{1}{\zeta_1}\Phi(t). \qquad (2.9)$$

Thus from (2.8) and (2.9) we get

$$\|u\|_{m+1} \le \zeta_1^{-\frac{1}{m+1}}\left(\int_\Omega H(u)dx\right)^{\frac{1}{m+1}} = \zeta_1^{-\frac{1}{m+1}}(\Phi(t))^{\frac{1}{m+1}}. \qquad (2.10)$$

By (2.5), (2.7) and (2.10), we obtain

$$\Phi'(t) = -a(m+1)\|\nabla u^m\|_2^2 + C\varepsilon^{\frac{2m}{\theta(p^+ +m)}} \frac{\theta(p^+ +m)(m+1)}{2m}\|\nabla u^m\|_2^2 + C\zeta_1^{-\frac{1}{m+1}}\varepsilon^{-\frac{2m}{2m-\theta(p^+ +m)}} \frac{(m+1)\left[2m-\theta(p^+ +m)\right]}{2m}\Phi(t)^{\frac{2m(1-\theta)(p^+ +m)}{(m+1)(2m-\theta(p^+ +m))}} + K_1.$$

If we choose $\varepsilon > 0$ such that

$$\varepsilon = \left(\frac{2am}{C\theta(p^+ +m)}\right)^{\frac{\theta(p^+ +m)}{2m}},$$

then, we obtain the differential inequality

$$\Phi'(t) = K_2 \Phi(t)^{\frac{2m(1-\theta)\left(p^+ + m\right)}{(m+1)\left[2m-\theta\left(p^+ + m\right)\right]}} + K_1, \qquad (2.11)$$

where

$$K_2 := \zeta_1^{-\frac{1}{m+1}} \left(\frac{2am}{C\theta\left(p^+ + m\right)} \right)^{-\frac{\theta\left(p^+ + m\right)}{2m-\theta\left(p^+ + m\right)}} \frac{C(m+1)\left[2m-\theta\left(p^+ + m\right)\right]}{2m} > 0.$$

By integration of the differential inequality (2.11) from 0 to t, we obtain the following inequality

$$\int_{\Phi(0)}^{\phi(t)} \frac{d\gamma}{K_2 \gamma^{\frac{2m(1-\theta)\left(p^+ + m\right)}{(m+1)\left[2m-\theta\left(p^+ + m\right)\right]}} + K_1} \le t \qquad (2.12)$$

which with $\lim_{t \to T^-} \Phi(t) = +\infty$ implies

$$\int_{\Phi(0)}^{\infty} \frac{d\gamma}{K_2 \gamma^{\frac{2m(1-\theta)\left(p^+ + m\right)}{(m+1)\left[2m-\theta\left(p^+ + m\right)\right]}} + K_1} \le T. \qquad (2.13)$$

The proof of the Theorem 2.2 is completed. ■

Proof of Theorem 2.3. $\Phi'(t)$ stated in (2.5) as follows

$$\Phi'(t) = -a(m+1)\left\|\nabla u^m\right\|_2^2 + (m+1)\|u\|_{p^+ + m}^{p^+ + m} + K_1.$$

Now, recall the Sobolev embedding $H_0^1(\Omega) \to L^\infty(\Omega)$ which provide the inequality

$$\|u\|_\infty \le B\|\nabla u\|_2, \ \forall u \in H_0^1(\Omega), \qquad (2.14)$$

where B is the best constant of the Sobolev embedding. By using (2.10) and (2.14), we obtain

$$\begin{aligned} \|u\|_{p^+ + m}^{p^+ + m} &= \|u\|_{m+1}^{m+1} \|u\|_\infty^{p^+ - 1} \\ &\le \frac{1}{\zeta_1} \Phi(t) \left\|u^m\right\|_\infty^{\frac{p^+ - 1}{m}} \qquad (2.15) \\ &\le \frac{1}{\zeta_1} B^{\frac{p^+ - 1}{m}} \Phi(t) \left\|\nabla u^m\right\|_2^{\frac{p^+ - 1}{m}}. \end{aligned}$$

On the other hand, let's recall the following inequality

$$b^r c^s \le rb + sc \quad \text{for all } r,s,b,c>0 \text{ with } r+s=1. \tag{2.16}$$

Now using (2.16) to (2.15), we have for all $\varepsilon>0$,

$$\begin{aligned}
\|u\|_{p^+ +m}^{p^+ +m} &= \frac{B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1}\frac{1}{\varepsilon}\Phi(t)\varepsilon\left\|\nabla u^m\right\|_2^{\frac{p^+-1}{m}} \\
&\le \frac{B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1}\left(\left(\frac{1}{\varepsilon}\Phi(t)\right)^{\frac{2m}{2m-p^++1}}\right)^{\frac{2m-p^++1}{2m}}\left(\left(\varepsilon^{\frac{m}{p^+-1}}\left\|\nabla u^m\right\|_2\right)^2\right)^{\frac{p^+-1}{2m}} \\
&= \frac{B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1}\left[\left(\frac{1}{\varepsilon^{\frac{2m}{2m-p^++1}}}\Phi(t)^{\frac{2m}{2m-p^++1}}\right)^{\frac{2m-p^++1}{2m}}\left(\varepsilon^{\frac{2m}{p^+-1}}\left\|\nabla u^m\right\|_2^2\right)^{\frac{p^+-1}{2m}}\right] \\
&\le \frac{B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1}\left[\frac{2m-p^++1}{2m}\varepsilon^{-\frac{2m}{2m-p^++1}}\Phi(t)^{\frac{2m}{2m-p^++1}}+\frac{p^+-1}{2m}\varepsilon^{\frac{2m}{p^+-1}}\left\|\nabla u^m\right\|_2^2\right] \\
&= \frac{\left(2m-p^++1\right)B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1 2m}\varepsilon^{-\frac{2m}{2m-p^++1}}\Phi(t)^{\frac{2m}{2m-p^++1}}+\frac{\left(p^+-1\right)B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1 2m}\varepsilon^{\frac{2m}{p^+-1}}\left\|\nabla u^m\right\|_2^2.
\end{aligned} \tag{2.17}$$

Combining the inequality (2.17) with (2.5), we get

$$\begin{aligned}
\Phi'(t) = -a(m+1)\left\|\nabla u^m\right\|_2^2 &+ \frac{\left(2m-p^++1\right)(m+1)B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1 2m}\varepsilon^{-\frac{2m}{2m-p^++1}}\Phi(t)^{\frac{2m}{2m-p^++1}} \\
&+ \frac{\left(p^+-1\right)(m+1)B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1 2m}\varepsilon^{\frac{2m}{p^+-1}}\left\|\nabla u^m\right\|_2^2 + K_1.
\end{aligned} \tag{2.18}$$

Then by taking ε as

$$\varepsilon = \left(\frac{a\zeta_1 2m}{\left(p^+-1\right)B^{\frac{p^+-1}{m}}}\right)^{\frac{p^+-1}{m}}$$

given in (2.18), we conclude that

$$\Phi'(t) = K_3\Phi(t)^{\frac{2m}{2m-p^++1}} + K_1, \tag{2.19}$$

where

$$K_1 := (m+1)|\Omega| > 0,$$

and

$$K_3 := \frac{\left(2m - p^+ + 1\right)(m+1)B^{\frac{p^+-1}{m}}}{\zeta_1 2m}\left(\frac{a\zeta_1 2m}{\left(p^+ - 1\right)B^{\frac{p^+-1}{m}}}\right)^{-\frac{2m}{2m-p^++1}} > 0.$$

Then similarly to (2.12) and (2.13) with (2.19), since p^+ satisfies the condition (2.2), we can gain a lower bound for blow-up time T:

$$\int_{\Phi(0)}^{\infty} \frac{d\xi}{K_2 \xi^{\frac{2m}{2m-p^++1}} + K_1} \le T.$$

The Theorem 2.3 is proved. ■

2.3. Nonblow-up Case

In this section we consider the problem (1.1) for $m \ge p^+ > 1$. In this case, we show that the solution remains bounded for all time when a restriction is imposed on the constant a, i.e. the solution cannot blow-up at any finite time T. As indicated in [13] if $m \ge p^+ > 1$ the solution will not blow-up in finite time.

Theorem 2.4. *Assume that $m \ge p^+ > 1$ and u is a nonnegative solution of the problem (1.1). If the diffusion coefficient a big enough then u cannot blow-up in the measure in finite time.*

Proof of Theorem 2.4. From (2.5), we have

$$\Phi'(t) = -a(m+1)\int_\Omega \left|\nabla u^m\right|^2 dx + (m+1)\int_\Omega u^{p^+ + m} dx + K_1, \qquad (2.20)$$

where $K_1 := (m+1)|\Omega| > 0$. Let the positive constant λ be the first eigenvalue of the membrane problem

$$\begin{cases} \Delta\omega + \lambda\omega = 0 \ in \ x \in \Omega \\ \omega > 0 \ in \ x \in \Omega, \ \omega = 0 \ in \ x \in \partial\Omega. \end{cases}$$

By Poincare's inequality we get

$$\int_\Omega |\nabla u|^2 dx \ge \lambda_1 \int_\Omega u^2 dx, \qquad (2.21)$$

where λ_1 is the first positive eigenvalue of the fixed membrane problem. Then by (2.20) and (2.21), we see that

$$\begin{aligned}\Phi'(t) &\le -a(m+1)\int_\Omega \left|\nabla u^m\right|^2 dx + (m+1)\int_\Omega u^{p^+ +m}dx + K_1 \\ &\le -a\lambda_1(m+1)\int_\Omega u^{2m}dx + (m+1)\int_\Omega u^{p^+ +m}dx + K_1 \qquad (2.22)\\ &\le (m+1)\left(\int_\Omega u^{p^+ +m}dx - a\lambda_1\int_\Omega u^{2m}dx\right) + K_1.\end{aligned}$$

By using Young's inequality we get

$$\int_\Omega u^{p^+ +m}dx \le \frac{p^+ +m}{2m}\int_\Omega u^{2m}dx + \frac{m-p^+}{2m}|\Omega|. \qquad (2.23)$$

Combining (2.22) and (2.23) we obtain

$$\begin{aligned}\Phi'(t) &\le (m+1)\left[\left(\frac{p^+ +m}{2m}\int_\Omega u^{2m}dx + \frac{m-p^+}{2m}|\Omega|\right) - a\lambda_1\int_\Omega u^{2m}dx\right] + K_1 \\ &= (m+1)\left(\frac{p^+ +m}{2m} - a\lambda_1\right)\int_\Omega u^{2m}dx + K_4,\end{aligned}$$

where $K_4 = \frac{m-p^+}{2m}|\Omega| + K_1$. Thus, for a big enough, we have $\Phi'(t) \le 0$ which implies that u is bounded. The proof of Theorem 2.4 is completed. ■

References

[1] Alaoui, M. K., Messaoudi, S. A. and Khenous, H. B. A blow-up result for nonlinear generalized heat equation, Comput. Math. with Appl., 68,12, 2014, 1723-1732.

[2] Antontsev, S. N., Diaz, J. I., Shmarev, S. *Energy Methods for Free Boundary Problems: Applications to Nonlinear PDEs and Fluid Mechanics*, Birkhauser, Boston, 2002.

[3] Antontsev, S. and Shmarev, S. Blow-up of solutions to parabolic equations with nonstandard growth conditions, J. Comput. Appl. Math., 234, 2010, 2633-2645.

[4] Aronson, D. G. and Weinberger, H. F. Multidimensional nonlinear diffusion arising in population genetics, Advances in Mathematics, 30,1, 1978, 33-76.

[5] Ayazoğlu R., Akkoyunlu E., Ağırman Aydın T. On global existence and bounds for the blow-up time in a semilinear heat equation involving parametric variable sources, Comptes Rendus. Mécanique, 349, 2021, 518 - 527.

[6] Ayazoğlu, R., Akkoyunlu, E. Extinction properties of solutions for a parabolic equation with a parametric variable exponent nonlinearity, Trans. Natl. Acad. Sci. Azerb. Ser. Phys.-Tech. Math. Sci. Mathematics, 42,1, 2022, 1-16.

[7] Baghaei, K., Ghaemi, M. B. and Hesaaraki, M. Lower bounds for the blow-up time in a semilinear parabolic problem involving a variable source, Appl. Math.Lett., 27, 2014, 49-52.

[8] Ball, J. M. Remarks on blow-up and nonexistence theorems for nonlinear evolution equations, Quart. J. Math. Oxford., 28, 1977, 473-486.

[9] Bao, A. G., Song, X. F. Bounds for the blow up time of the solutions to quasi-linear parabolic problems, Z. Angew. Math. Phys., 65,1, 2013, 115-123.

[10] Bokalo, M. M., Buhrii O. M. and Mashiyev, R. A. Unique solvablity of initial boundary-value problems for anisotropic elliptic-parabolic equations with variable exponents of nonlinearity, Journal of Nonlinear Evolution Equations and Applications, 2013,6, 2014, 67-87.

[11] Buhrii, O. M. and Mashiyev, R. A. Uniqueness of solutions of the parabolic variational inequality with variable exponent of nonlinearity, Nonlinear Anal., 70, 2009, 2325-2331.

[12] Fujita, H. On the blowing up of solutions of the Cauchy problem for $u_t = \Delta u + u^{1+\alpha}$, J. Fac. Sci. Univ. Tokyo. Sect., 13, 1966, 109-124.

[13] Ferreira, R., Pablo, A. de, Pérez-Llanos, M., Rossi, J. D. Critical exponents for a semilinear parabolic equation with variable reaction, Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A., 142, 2012, 1027-1042.

[14] Galaktionov, V. A., Kurdjumov, S. P., Mihailov, A. P. and Samarskii, A. A. On unbounded solutions of the Cauchy problem for the parabolic equation $u_t = \nabla\left(u^{\alpha}\nabla u\right) + u^{\beta}$, Doklady Akademii Nauk SSSR, 252,6, 1980, 1362-1364.

[15] Galaktionov, V. A. Blow-up for quasilinear heat equations with critical Fujita's exponents, Proceedings of the Royal Society of Edinburgh A., 124,3, 1994, 517-525.

[16] Guo, B., Gao, W. Study of weak solutions for parabolic equations with nonstandard growth conditions, J. Math. Anal. Appl., 374, 2011, 374-384.

[17] Han, Y. Long-Time behavior of solutions to a class of parabolic equations with nonstandard growth condition, Bull. Malays. Math. Sci. Soc., 39, 2016, 1183-1200.

[18] Hayakawa, K. On nonexistence of global solutions of some semilinear parabolic differential equations, Proceedings of the Japan Academy, 49, 1973, 503-505.

[19] Hu, Y., Li, J., Wang, L. Blow-up phenomena for porous medium equation with nonlinear flux on the boundary, Journal of Applied Mathematics, 2013, 2013, 1-5.

[20] Jiang, Z., Zheng, S. and Song, X. Blow-up analysis for a nonlinear diffusion equation with nonlinear boundary conditions, Applied Mathematics Letters, 17,2, 2004, 193-199.

[21] Kholyavka, O., Buhrii, O., Bokalo, M. and Ayazoglu (Mashiyev), R. Initial-boundary-value problem for third order equations of Kirchhoff type with variable exponents of nonlinearity, Advances in Math. Sciences and Appl., 23,2, 2013, 509-528.

[22] Levine, H. A. Some nonexistence and instability theorems for solutions of formally parabolic equations of the form $Pu_t = -Au + F(u)$, Arch. Ration. Mech. Anal., 51, 1973, 371-386.

[23] Levine, H. A. The role of critical exponents in blow up theorems, SIAM Review. 32,2, 1990, 262-288.

[24] Li, F. and Xie, C. Global Existence and blow-up for a nonlinear porous medium equation, Appl. Math. Lett., 16, 2003, 185-192.

[25] Li, F. and Li, J. Global existence and blow-up phenomena for nonlinear divergence formparabolic equations with inhomogeneous Neumann boundary conditions, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 385,2, 2012, 1005-1014.

[26] Mashiyev, R. A. and Buhrii, O. M. Existence of solutions of the parabolic variational inequality with variable exponent of nonlinearity, J. Math. Anal. Appl., 377, 2011, 450-463.
[27] Mochizuki, K. and Suzuki, R. Critical exponent and critical blow-up for quasilinear parabolic equations, Israel Journal of Mathematics, 98, 1997, 141-156.
[28] Nhan, L. C., Chuong, Q. V. & Truong, L. X. Potential well method for $p(x)$-Laplacian equations with variable exponent sources, Nonlinear Analysis: Real World Applications, 56, 2020, 1-22.
[29] Payne, L. E. and Schaefer, P.W. Lower bounds for blow-up time in parabolic problems under Dirichlet conditions, J. Math. Anal. Appl., 328, 2007, 1196-1205.
[30] Payne, L. E., Philippin, G. A. and Vernier Piro, S. Blow up phenomena for a semilinear heat equation with nonlinear boundary conditon, I Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik, 61,6, 2010, 999-1007.
[31] Pinasco, J. P. Blow-up for parabolic and hyperbolic problems with variable exponents, Nonlinear Anal., 71,3, 2009, 1094-1099.
[32] Růžička, M. *Electrorheological fluids: modeling and mathematical theory, Lecture Notes in Mathematics 1748*. Springer-Verlag, Berlin (2000).
[33] Wang, H., He, Y. On blow-up of solutions for a semilinear parabolic equation involving variable source and positive initial energy, Appl. Math.Lett. 26, 2013, 1008-1012.
[34] Wu, X. L., Guo, B., Gao,W. J. Blow-up of solutions for a semilinear parabolic equation involving variable source and positive initial energy, Appl. Math.Lett., 26, 2013, 539-543.
[35] Vázquez, J. L. *The Porous Medium Equation: Mathematical Theory*, Oxford Mathematical Monographs, The Clarendon Press, Oxford, UK (2008).

FRACTIONAL VARIATIONAL CALCULUS OF VARIABLE ORDER IN VARIABLE EXPONENT LEBESGUE SPACES $L^{p(\cdot)}[0,l]$

Rabil AYAZOGLU [1], Ebubekir AKKOYUNLU [2]

[1] Bayburt University, Faculty of Education, ORCID ID: 0000-0003-4493-2937

[2] Bayburt University, Faculty of Education, ORCID ID: 0000-0003-2989-4151

ABSTRACT

In this paper, we deal with the Riemann-Liouville operator

$$\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)} f\right)(t) = \frac{1}{\Gamma\left(\alpha(t)\right)} \int_0^t (t-s)^{\alpha(t)-1} f(s)ds, t \in [0,l],$$

where $\alpha : [0,l] \to (0,+\infty)$ be a variable exponent function and $f \in L^1[0,l]$ and $\Gamma(\cdot) > 0$ is the gamma function with $D := inf_{0<t<\infty}\Gamma(t) \approx 0.8856....$. In this our note, necessary and sufficient conditions are obtained of the operator ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}$ for bounded in $L^1[0,l]$ space under suitable conditions for the $p(\cdot)$ and $\alpha(\cdot)$ variable fractional order exponents. Also, we show that the ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}$ operator is uniformly bounded in $L^{p(\cdot)}[0,l]$ space.

Keywords: Riemann-Liouville Operator, Integration of Variable Order, Variable Exponent Lebesgue Spaces, Hardy-Littlewood Maximal Operator, Bounded.

1. INTRODUCTION and PRELIMINARIES

Fractional calculus, that is fractional derivative and integral of an arbitrary real order, has a history of more than three hundred years (see [7, 13] and the references therein). The fractional differential equations are the generalization of differential equations of integer order. The fractional operators (fractional derivatives and integrals) are the generalization of integer-order differential and integral operators. It is well known that the motivation for those works rises from both the development of the theory of fractional calculus itself and the applications of such constructions in various sciences such as physics, chemistry, aerodynamics, electro-dynamics of complex medium, polymer rheology, and so on. In 1993, Samko and Ross [9, 10] firstly proposed the notion of variable-order integral and differential operators and some basic properties. Also, the definition of Riemann-Liouville fractional derivative of variable order proposed in [11]. Lorenzo and Hartley [8] summarized the research results of the variable-order

fractional operators and then investigated the definitions of variable-order fractional operators in different forms. After that, some new extensions and valuable application potentials of the variable-order fractional differential equation models have been further explored in [1].

Variable exponent Lebesgue spaces $L^{p(\cdot)}$ and the corresponding Sobolev $W^{r,p(\cdot)}$ spaces are special cases of the Musielak-Orlicz spaces. Many results for variable exponent spaces were obtained, we can refer [4, 6] and the references therein.

For a real number $l>0$ we denote by $\Im[0,l]$ the class of all measurable functions $p(\cdot)$ satisfying the condition

$$1<p^{-}:=\inf_{0\le t\le l}p(t)\le p(t)\le p^{+}:=\sup_{0\le t\le l}p(t)<+\infty.$$

For any $p\in\Im[0,l]$, we define the variable exponent Lebesgue space by

$$L^{p(\cdot)}[0,l]=\left\{f\,|\,f:[0,l]\to ¡ \quad is\ measurable,\int_0^l|f(t)|^{p(t)}\,dt<\infty\right\},$$

then $L^{p(\cdot)}[0,l]$ endowed with the norm

$$\|f\|_{p(\cdot)}=\inf\left\{\lambda>0:\int_0^l\left|\frac{f(t)}{\lambda}\right|^{p(t)}dt\le 1\right\}.$$

The modular of $L^{p(\cdot)}[0,l]$ which is the mapping $\rho_{p(\cdot)}:L^{p(\cdot)}[0,l]\to ¡$ is defined by

$$\rho_{p(\cdot)}(f)=\int_0^l|f(t)|^{p(t)}\,dt<\infty.$$

We have the following relations:

Proposition 1.1. [3, 6]. *If* $f\in L^{p(\cdot)}[0,l]$, $f\neq 0$, *then*

(i) $\|f\|_{p(\cdot)}<1(=1;>1)\Leftrightarrow\rho_{p(\cdot)}(f)<1(=1;>1)$;

(ii) $\min\left\{\|f\|_{p(\cdot)}^{p^-},\|f\|_{p(\cdot)}^{p^+}\right\}\le\rho_{p(\cdot)}(f)\le\max\left\{\|f\|_{p(\cdot)}^{p^-},\|f\|_{p(\cdot)}^{p^+}\right\}$;

(iii) $\rho_{p(\cdot)}(f)\le C\Leftrightarrow\|f\|_{p(\cdot)}\le\overline{C}$;

(iv) $\rho_{p(\cdot)}\left(\frac{f}{\|f\|_{p(\cdot)}}\right)=1.$

Definition 1.1. *Let* $p:[0,l]\to(1,+\infty)$. *We say that* $p(\cdot)$ *is log-Hölder continuous if there is a* $C>0$ *such that*

$$|p(t)-p(s)|\le\frac{C}{-ln|t-s|},\qquad(1.1)$$

for all $s,t \in [0,l]$, *with* $|t-s| \le \frac{1}{2}|$.

By $H^{\log}[0,l]$ the class of all exponents $p(\cdot)$, satisfying the condition (1.1). Let $\alpha:[0,l]\to(0,+\infty)$ be a measurable function. We denote by $\mathrm{L}[0,l]$ the class of all measurable functions $\alpha(\cdot)$ satisfying the condition

$$0<\alpha^- := \inf_{0\le t\le l}\alpha(t)\le\alpha(t)\le\alpha^+ := \sup_{0\le t\le l}\alpha(t)<+\infty.$$

Lemma 1.1. *Let* $\alpha(\cdot)\in \mathrm{L}[0,l]$ *be log-Hölder continuous, if there is a constant* $C_0>0$ *such that*

$$|\alpha(t)-\alpha(s)|\le\frac{C_0}{|ln(t-s)|}, \qquad (1.2)$$

for all $0\le s<t\le l$. *Then,*

$$(t-s)^{\alpha(t)} : (t-s)^{\alpha(s)}. \qquad (1.3)$$

Proof. a). Let $\alpha(t)>\alpha(s)$, $0\le s<t\le l$ with $t-s>1$. From (1.2), we have

$$\begin{aligned}(t-s)^{\alpha(t)} &= (t-s)^{\alpha(t)-\alpha(s)}(t-s)^{\alpha(s)}\\ &\le (t-s)^{\frac{C_0}{|\ln(t-s)|}}(t-s)^{\alpha(s)}\\ &\le e^{C_0}(t-s)^{\alpha(s)}.\end{aligned}$$

If $\alpha(t)\le\alpha(s)$, similarly

$$\begin{aligned}(t-s)^{\alpha(s)} &= (t-s)^{\alpha(s)-\alpha(t)}(t-s)^{\alpha(t)}\\ &\le e^{C_0}(t-s)^{\alpha(t)}.\end{aligned}$$

b). Let $0<t-s<1$ and $\alpha(t)>\alpha(s)$. Then

$$\begin{aligned}(t-s)^{\alpha(t)} &= (t-s)^{\alpha(t)-\alpha(s)}(t-s)^{\alpha(s)}\\ &\ge (t-s)^{\frac{C_0}{|\ln(t-s)|}}(t-s)^{\alpha(s)}\\ &= C(t-s)^{\alpha(s)},\end{aligned}$$

and if $\alpha(t)\le\alpha(s)$, similarly

$$\begin{aligned}(t-s)^{\alpha(s)} &= (t-s)^{\alpha(s)-\alpha(t)}(t-s)^{\alpha(t)}\\ &\ge (t-s)^{\frac{C_0}{|\ln(t-s)|}}(t-s)^{\alpha(t)}\\ &= C(t-s)^{\alpha(t)}.\end{aligned}$$

This completes the proof of Lemma 1.1. ■

Fortunately, under some conditions one has proved the continuity of the Hardy-Littlewood maximal function [2, 3]. In these papers, the authors consider the Hardy-Littlewood maximal operator,

$$(Mf)(t)=\sup_{B\ni t}\frac{1}{|B|}\int_{B\cap\Omega}|f(y)|dy, \qquad (1.4)$$

where the supremum is taken over all balls B which contain t and for which $|B\cap\Omega|>0$. It has been known that the condition (1.1) plays a crucial role for the action of integral operators on $L^{p(\cdot)}(\Omega)$. In particular, [2, 3] showed that $M:L^{p(\cdot)}(\Omega)\to L^{p(\cdot)}(\Omega)$ whenever $p(\cdot)\in\Im(\Omega)$ is log-Hölder continuous. In other words, there is a constant $C=C(p^-,p^+)>0$ such that

$$\|(Mf)(t)\|_{p(\cdot)}\le C\|f\|_{p(\cdot)},\ f\in L^{p(\cdot)}(\Omega),\ p^->1. \qquad (1.5)$$

To be more precise, let $\alpha:[0,l]\to(0,+\infty)$ be a measurable function and $f\in L^1[0,l]$. Then

$$\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)=\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_0^t(t-s)^{\alpha(t)-1}f(s)ds,t\in[0,l] \qquad (1.6)$$

is called the Riemann-Liouville integral of variable fractional order $\alpha(\cdot)$, where $\Gamma(\cdot)>0$ is the gamma function with $D:=\inf_{0<t<\infty}\Gamma(t)\approx 0.8856.....$

In this definition, if $\alpha(t)$ is a constant, it reduces to the constant-order fractional derivative in Caputo sense. This definition shows that the memory effect of considered system changes with time and is determined by the current state. Therefore, variable order fractional derivative can be used to characterize variable memory effect of the system.

For each $f\in L^1[0,l]$ its Hardy-Littlewood maximal operator Mf (cf. [12], Theorem 3.7, Chapter II) is defined by

$$(Mf)(t):=\sup_{r>0}\frac{1}{r}\int_0^r|f(t-\xi)|d\xi,t\in ¡. \qquad (1.7)$$

Hereby we extend f to ¡ by $f(t)=0$ whenever $t\notin[0,1]$.

Let $\alpha:[0,l]\to(0,+\infty)$ be a measurable function and $f\in L^1[0,l]$. Denote Riemann-Liouville integral of variable fractional order $\alpha(\cdot)$

$$\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)=\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_0^t(t-s)^{\alpha(s)-1}f(s)ds,t\in[0,l], \qquad (1.8)$$

where $\Gamma(\cdot)>0$ is the gamma function. One of the important characteristics of this operator is that it contains the memory of derivative order itself, which stems from the conventional kernel including $\alpha(\tau)$. The main difference between (1.6) and (1.8) is that the (1.8) contains history memory of the derivative order itself. Hence, (1.8) type variable-order derivative has a special feature of "memory contains memory".

Remark 1.1. *If $\alpha(\cdot)$ satisfies the condition Lemma 1.1, then*

$$\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t):\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)$$

Theorem 1.1. (cf. [5]) *Let $x\in[0,1]$. The Gamma function satisfies the inequalities*

$$\frac{x^2+1}{x+1}\le\Gamma(x+1)\le\frac{x^2+1}{x+2}.$$

2. MAIN RESULTS

In this section, we state and prove our main theorems.

Theorem 2.1. *Let $\alpha(\cdot)\in \mathrm{L}[0,l]\cap H^{\log}[0,l]$ and $f\in L^1[0,l]$ with $f\ge 0$. Then there exists a constant $C=C(\alpha^-,\alpha^+,l)>0$ such that*

$$\left|\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)\right|\le C(Mf)(t)$$

for all $t\in[0,l]$.

Proof. Let $\alpha(t)\ge 1$, $t\in[0,l]$. By (1.4), we have

$$\left|\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)\right|\le\frac{t^{\alpha(t)-1}}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_0^t|f(s)|ds=\frac{t^{\alpha(t)}}{\Gamma[\alpha(t)]}\frac{1}{t}\int_0^t|f(s)|ds\le\frac{t^{\alpha(t)}}{D}(Mf)(t).$$

Hence

$$\left|\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)\right|\le C_1(\alpha^-,l)(Mf)(t). \qquad (2.1)$$

Let $0<\alpha(t)<1$ for all $t\in[0,l]$. By (1.7), we obtain

$$\left|\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)\right|=\left|\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_0^t s^{\alpha(t)-1}f(t-s)ds\right|=\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_0^t s^{\alpha(t)-1}d\left(\int_0^s|f(t-\xi)|d\xi\right)ds. \qquad (2.2)$$

By using partial integral to (2.2) equality, from Theorem 1.1, we have

$$\left|\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)\right| \le \frac{t^{\alpha(t)}}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]}\sup_{s>0}\frac{1}{s}\int_0^s |f(t-\xi)|d\xi - \frac{\alpha(t)-1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]}\int_0^t s^{\alpha(t)-1}\left(\sup_{s>0}\frac{1}{s}\int_0^s |f(t-\xi)|d\xi\right)ds$$

$$\le \frac{\alpha(t)}{\Gamma\left[\alpha(t)+1\right]}t^{\alpha(t)}(Mf)(t) + \frac{1-\alpha(t)}{\Gamma\left[\alpha(t)+1\right]}t^{\alpha(t)}(Mf)(t)$$

$$\le \frac{\left(\alpha(t)+1\right)l^{\alpha(t)}}{\alpha^2(t)+1}(Mf)(t)$$

$$\le \frac{\left(\alpha^+ +1\right)\max\left\{l^{\alpha^-}, l^{\alpha^+}\right\}}{\left(\alpha^-\right)^2+1}(Mf)(t) \le C_2\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)(Mf)(t) \qquad (2.3)$$

Thus, from (2.1) and (2.3), we get

$$\left|\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)\right| \le \left(C_1\left(\alpha^-,l\right)+C_2\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)\right)(Mf)(t)$$

$$= C\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)(Mf)(t)$$

Theorem 2.1 is proved. ■

Theorem 2.2. *Let* $p(\cdot)\in \mathrm{L}\left[0,l\right]\cap H^{\log}[0,l]$ *and* $\alpha(\cdot)\in \mathrm{L}\left[0,l\right]\cap H^{\log}[0,l]$. *The mapping (operator)* ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}$ *defined by (1.6) is a bounded operator from* $L^{p(\cdot)}[0,l]$ *to* $L^{p(\cdot)}[0,l]$. *Moreover, the operator norm of the* ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}$ *is uniformly bounded, i.e., there is a constant* $C=C\left(\alpha^-,\alpha^+,l,p^-,p^+\right)>0$ *such that*

a) $\left\|{}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right\|_{p(\cdot)} \le C\|f\|_{p(\cdot)}$,

and

b) $\left\|{}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right\|_{p(\cdot)} \le C\|f\|_{p(\cdot)}$.

Proof. a). By the Proposition 1.1(*i*) let's assume that

$$\|Mf\|_{p(t)}=1 \Leftrightarrow \int_0^l \left|(Mf)(t)\right|^{p(t)}dt = 1. \qquad (2.4)$$

By Theorem 2.1 and (2.4), we get

$$\int_0^l \left|\left({}_0I_t^{\alpha(t)}f\right)(t)\right|^{p(t)}dt \le \int_0^l C\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)^{p(t)}\left|(Mf)(t)\right|^{p(t)}dt$$

$$\le \left(1+C\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)\right)^{p^+}.$$

Therefore,

$$\int_0^l \left|\frac{\left|\left({}_0I_t^{\alpha(t)}f\right)(t)\right|^{p(t)}}{\left(1+C\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)\right)^{\frac{p^+}{p(t)}}}\right|^{p(t)}dt \le \int_0^l \left|\frac{\left|\left({}_0I_t^{\alpha(t)}f\right)(t)\right|^{p(t)}}{1+C\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)}\right|^{p(t)}dt \le 1,$$

and so by Proposition 1.1(*iv*) and (1.5), we get

$$\begin{aligned}\left\|\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)\right\|_{p(\cdot)} &\le 1+C\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)\\ &\le \left(1+C\left(\alpha^-,\alpha^+,l\right)\right)\left\|(Mf)\right\|_{p(\cdot)}\\ &\le C\left(\alpha^-,\alpha^+,l,p^-,p^+\right)\|f\|_{p(\cdot)}.\end{aligned}$$

b). By Remark 1.1 and (1.3), we achieve the desired result. Thus, Theorem 2.2 is proved. ■

Inequality (1.5) fails for $p(\cdot)=1$. Therefore the previous proof does not extend to that case and it remains unanswered whether Theorem 2.2 is valid for $p(\cdot)=1$. We will prove that the answer is negative, i.e., there are measurable $\alpha(\cdot)$, a.e. positive, such that ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}$ is not bounded in $L^1[0,1]$. But, if $\alpha(\cdot)$ satisfies condition (1.2), then ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}$ is bounded in $L^1[0,l]$.

Theorem 2.3. *Let* $\alpha:[0,l]\to(0,1)$, $\alpha(\cdot)\in H^{\log}[0,l]$ *with* $0<\alpha_0^-:=\inf_{0\le t\le l}\alpha(t)\le\alpha_0^+:=\sup_{0\le t\le l}\alpha(t)<1$ *and* $f\in L^1[0,l]$, $f\ge 0$. *The Riemann-Liouville integral* ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}:L^1(0,l)\to L^1(0,l)$ *of variable fractional order* $\alpha(\cdot)$ *is a linear and bounded operator. In other words, there is a constant* $C=C\left(\alpha_0^-,\alpha_0^+,l\right)>0$ *such that*

$$i)\quad \left\|{}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right\|_1\le C\|f\|_1,$$

and

$$ii)\quad \left\|{}_0\%_t^{\alpha(\cdot)}f\right\|_1\le C\|f\|_1.$$

Proof. *i).* The operator is obviously linear. Let $0<\alpha(t)<1$, $t\in[0,l]$ and $f\in L^1[0,l]$, $f\ge 0$. Since $\alpha(\cdot)\in H^{\log}[0,l]$, we conclude that

$$\left|\alpha(t)-\alpha_0^-\right|\le\frac{C_0}{\left|\ln t\right|}. \qquad (2.5)$$

From the condition (2.5), we see that

$$(t-s)^{\alpha(t)-1}:(t-s)^{\alpha_0^--1},\ 0\le s<t\le l. \qquad (2.6)$$

Then by (2.6), we have

$$\left\| {}_0I_t^{\alpha(\cdot)} f \right\|_1 = \int_0^l \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} \int_0^t (t-s)^{\alpha(t)-1} \left| f(s) \right| ds dt \le \int_0^t \left| f(s) \right| ds \int_0^l \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} (t-s)^{\alpha(t)-1} dt$$

$$\le \int_0^l \left| f(s) \right| \left(\int_s^l \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} (t-s)^{\alpha(t)-1} \chi_{\{t:0\le t-s<1\}} dt + \int_s^t \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} (t-s)^{\alpha(t)-1} \chi_{\{t:t-s\ge 1\}} dt \right) ds$$

$$\le \int_0^l \left| f(s) \right| \left(\int_s^{s+1} \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} (t-s)^{\alpha(t)-1} dt + \int_{s+1}^l \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} (t-s)^{\alpha(t)-1} dt \right) ds$$

$$\le \int_0^l \left| f(s) \right| \left(\frac{\alpha_0^+ \left(\alpha_0^+ + 1\right)}{\left(\alpha_0^-\right)^2 + 1} \int_s^{s+1} (t-s)^{\alpha_0^- - 1} dt + \int_{s+1}^l \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} dt \right) ds$$

$$\le \left(\frac{\alpha_0^+ \left(\alpha_0^+ + 1\right)}{\alpha_0^- \left(\left(\alpha_0^-\right)^2 + 1\right)} + \frac{\alpha_0^+ \left(\alpha_0^+ + 1\right)}{\left(\alpha_0^-\right)^2 + 1} l \right) \int_0^l \left| f(s) \right| ds = C \left\| f \right\|_1 .$$

ii). By Remark 1.1, we see that

$$\left\| {}_0\mathcal{D}_t^{\alpha(\cdot)} f \right\|_1 \le C \left\| f \right\|_1 .$$

Therefore, we achieve the desired result. Theorem 2.3 is proved. ■

Theorem 2.4. *Let* $\alpha : [0,l] \to (0,1)$, $\alpha(\cdot) \in H^{\log}[0,l]$ *with* $0 < \alpha_0^- := \inf_{0\le t\le l} \alpha(t) \le \alpha_0^+ := \sup_{0\le t\le l} \alpha(t) < 1$ *and* $f \in L^1[0,l]$, $f \ge 0$. *The mapping* ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}(\cdot)$ *is bounded in* $L^1[0,l]$ *if and only if*

$$\sup_{0\le s\le l} \frac{(t-l)^{\alpha(s)}}{\alpha(s)} < \infty. \qquad (2.7)$$

Proof. (Sufficiency). Suppose first that (2.7) holds. For $f \in L^1[0,l]$ by using (1.3), we obtain

$$\left\| {}_0I_t^{\alpha(\cdot)} f \right\|_1 = \int_0^l \left| \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} \int_0^t (t-s)^{\alpha(t)-1} f(s) ds \right| dt$$

$$\le \int_0^t \left| f(s) \right| ds \int_s^l \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} (t-s)^{\alpha(t)-1} dt$$

$$: \left\| f \right\|_1 \sup_{0\le s\le l} \int_s^l \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]} (t-s)^{\alpha(s)-1} dt$$

$$\le \left\| f \right\|_1 \frac{\alpha_0^+ \left(\alpha_0^+ + 1\right)}{\left(\alpha_0^-\right)^2 + 1} \sup_{0\le s\le l} \frac{(t-l)^{\alpha(s)}}{\alpha(s)}.$$

The operator ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}$ is bounded with $\left\| {}_0I_t^{\alpha(\cdot)} \right\| \le \sup_{0\le s\le l} \frac{(t-l)^{\alpha(s)}}{\alpha(s)}$.

(Necessity). Conversely, if ${}_0I_t^{\alpha(\cdot)}$ is bounded in $L^1[0,1]$, then

$$\sup_{0\le s\le l}\frac{(t-l)^{\alpha(s)}}{\alpha(s)}\le ess\sup_{0\le s\le l}\int_s^l\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}(t-s)^{\alpha(s)-1}\,dt$$

$$:\ \sup_{\|f\|_1,\,f\ge 0}\int_0^l\left|\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_s^l(t-s)^{\alpha(t)-1}\,dt\right|f(s)\,ds$$

$$=\sup_{\|f\|_1,\,f\ge 0}\int_0^l\left|\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_s^l(t-s)^{\alpha(t)-1}\,dt\right|f(s)\,ds$$

$$=\sup_{\|f\|_1,\,f\ge 0}\left\|{}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right\|_1\le\left\|{}_0I_t^{\alpha(\cdot)}\right\|.$$

The proof of Theorem 2.4 is completed. ■

3. CERTAIN EXAMPLES OF RIEMANN-LIOUVILLE INTEGRALS

In this section, we give examples of the bounds of Riemann-Liouville integrals in $L^{p(\cdot)}$ space for some elementary functions. Let define the fractional integral as

$$\left({}_0I_t^{\alpha(\cdot)}f\right)(t)=\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_a^t|t-s|^{\alpha(t)-1}\,f(s)\,ds,\ 0<a<t.$$

Proposition 3.1. *Let* $f(t)=\sin(t-a)$ *and* $f(t)=\cos(t-a)$, $0<\alpha(t)<1$ *with* $0<\alpha_0^-:=\inf_{t>a}\alpha(t)\le\alpha_0^+:=\sup_{t>a}\alpha(t)<1$ *and* $p(\cdot)$ *satisfies the condition (1.2). Then there exists a constant* $C=C(\alpha^-,\alpha^+,p^-,p^+,l)>0$ *such that*

$$\left\|{}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\sin(t-a)\right)\right\|_{p(\cdot)}\le C\left\|t^{1+\alpha(t)}F\left(1;1+\frac{\alpha(t)}{2},\frac{3+\alpha(t)}{2},-\frac{1}{4}(t-a)^2\right)\right\|_{p(\cdot)},$$

and

$$\left\|{}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\cos(t-a)\right)\right\|_{p(\cdot)}\le C\left\|(t-a)^{\alpha(t)}\,F\left(1;\frac{1+\alpha(t)}{2},\frac{2+\alpha(t)}{2},-(t-a)^2\right)\right\|_{p(\cdot)},$$

where the functions F *are the Hypergeometric functions.*

Proof. Using Taylor's theorem on the $\sin(t-a)$, we obtain the sum

$${}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\sin(t-a)\right)=\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\int_a^t|t-s|^{\alpha(t)-1}\sin(s-a)\,ds$$

$$=\frac{1}{\Gamma[\alpha(t)]}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k}{(2k+1)!}\int_a^t(s-a)^{2k+1}(t-s)^{\alpha(t)-1}\,ds,\ t>a,$$

where $0<\alpha(t)<1$. By the substitution of variable $s=a+\tau(t-a)$, we obtain

$$ {}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\sin(t-a)\right)=\frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k(t-a)^{2k+\alpha(t)+1}}{(2k+1)!}\int_a^1\tau^{2k+1}(1-\tau)^{\alpha(t)-1}\,d\tau. $$

Then

$$ \begin{aligned} {}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\sin(t-a)\right) &\le \frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k(t-a)^{2k+\alpha(t)+1}}{(2k+1)!}\int_a^1\tau^{2k+1}(1-\tau)^{\alpha(t)-1}\,d\tau \\ &=\frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k(t-a)^{2k+\alpha(t)+1}}{(2k+1)!}B\left(2k+2,\alpha(t)\right) \\ &=(t-a)^{\alpha(t)}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k(t-a)^{2k+1}}{(2k+1)!}\frac{\Gamma(2k+2)}{\Gamma\left[2k+2+\alpha(t)\right]} \\ &=(t-a)^{\alpha(t)}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k(t-a)^{2k+1}}{\Gamma\left[2k+2+\alpha(t)\right]} \\ &=\frac{\sqrt{\pi}(t-a)^{\alpha(t)+1}}{2^{\alpha(t)+1}\Gamma\left[1+\frac{\alpha(t)}{2}\right]\Gamma\left[\frac{3+\alpha(t)}{2}\right]}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{\left(-\frac{1}{4}(t-a)^2\right)^{2k+1}}{\left(1+\frac{\alpha(t)}{2}\right)_k\left(\frac{3+\alpha(t)}{2}\right)_k}, \end{aligned} \tag{2.8} $$

where

$$ (z)_k=z(z+1)...(z+k+1)=(-1)^k(1-k-z)=\frac{\Gamma(z+k)}{\Gamma(z)},\ (1)_k=k!,\ k=1,2,... $$

Multiplying by dividing with $k!$ the last fraction in the (2.8), we obtain

$$ \begin{aligned} {}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\sin(t-a)\right) &=\frac{\sqrt{\pi}(t-a)^{\alpha(t)+1}}{2^{\alpha(t)+1}\Gamma\left[1+\frac{\alpha(t)}{2}\right]\Gamma\left(\frac{3+\alpha(t)}{2}\right)}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(1)_k\left(-\frac{1}{4}(t-a)^2\right)^{2k+1}}{k!\left(1+\frac{\alpha(t)}{2}\right)_k\left(\frac{3+\alpha(t)}{2}\right)_k} \\ &=\frac{(t-a)^{\alpha(t)+1}}{\Gamma\left(2+\alpha(t)\right)}F\left(1;1+\frac{\alpha(t)}{2},\frac{3+\alpha(t)}{2},-\frac{1}{4}(t-a)^2\right). \end{aligned} $$

By using Theorem 1.1, we have

$$ \begin{aligned} {}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\sin(t-a)\right) &\le \frac{1+\alpha(t)}{\alpha(t)\left[1+\alpha^2(t)\right]}(t-a)^{\alpha(t)+1}F\left(1;1+\frac{\alpha(t)}{2},\frac{3+\alpha(t)}{2},-\frac{1}{4}(t-a)^2\right) \\ &\le \frac{1+\alpha_0^+}{\alpha_0^-\left[1+\left(\alpha_0^-\right)^2\right]}(t-a)^{\alpha(t)+1}F\left(1;1+\frac{\alpha(t)}{2},\frac{3+\alpha(t)}{2},-\frac{1}{4}(t-a)^2\right). \end{aligned} $$

Hence

$$\left\| {}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\sin(t-a)\right)\right\|_{p(\cdot)} \le C\left\|(t-a)^{\alpha(t)+1}F\left(1;1+\frac{\alpha(t)}{2},\frac{3+\alpha(t)}{2},-\frac{1}{4}(t-a)^2\right)\right\|_{p(\cdot)}.$$

Similarly fort the function $f(t)=\cos(t-a)$, we get

$${}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\cos(t-a)\right)=\frac{(t-a)^{\alpha(t)}}{\Gamma\left[1+\alpha(t)\right]}F\left(1;\frac{1+\alpha(t)}{2},\frac{2+\alpha(t)}{2},-(t-a)^2\right).$$

By using Theorem 1.1, we obtain

$${}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\cos(t-a)\right)\le\frac{1+\alpha_0^+}{1+\left(\alpha_0^-\right)^2}(t-a)^{\alpha(t)}F\left(1;\frac{1+\alpha(t)}{2},\frac{2+\alpha(t)}{2},-(t-a)^2\right).$$

Then

$$\left\| {}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(\cos(t-a)\right)\right\|_{p(\cdot)} \le C\left\|(t-a)^{\alpha(t)}F\left(1;\frac{1+\alpha(t)}{2},\frac{2+\alpha(t)}{2},-(t-a)^2\right)\right\|_{p(\cdot)}. \quad \blacksquare$$

Proposition 3.2. *Let* $f(t)=e^t$, $0<\alpha(t)<1$ *with* $0<\alpha_0^- := \inf_{t>a}\alpha(t)\le\alpha_0^+ := \sup_{t>a}\alpha(t)<1$ *and* $p(\cdot)$ *satisfies the condition (1.2). Then there exists a constant* $C=C\left(\alpha^-,\alpha^+,p^-,p^+,l\right)>0$ *such that*

$$\left\| {}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(e^t\right)\right\|_{p(\cdot)} \le C\left\|t^{\alpha(t)}E_{1,1+\alpha(\cdot)}(t)\right\|_{p(\cdot)},$$

where the function E *the Mittag-Leffler function.*

Proof. For $0<\alpha(t)<1$, we have

$${}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(e^t\right)=\frac{1}{\Gamma\left[\alpha(t)\right]}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{1}{k!}\int_a^t s^k(t-s)^{\alpha(t)-1}ds.$$

By the substitution of variable $s=t(1-\tau)$, we obtain

$${}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(e^t\right)=t^{\alpha(t)}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{t^k}{\Gamma\left[\alpha(t)+k+1\right]}=t^{\alpha(t)}E_{1,1+\alpha(t)}(t).$$

Hence

$$\left\| {}_aI_t^{\alpha(\cdot)}\left(e^t\right)\right\|_{p(\cdot)} \le C\left\|(t)^{\alpha(\cdot)}E_{1,1+\alpha(t)}(t)\right\|_{p(\cdot)}. \quad \blacksquare$$

References

[1] Coimbra, C. F. M. Mechanics with variable-order differential operators, Ann. Der Phys., 12,11-12, 2014, 692-703.

[2] Cruz-Uribe, D., Fiorenza, SFO, A., Neugebauer, C. J. The maximal function on variable L^p spaces, Ann. Acad. Sci. Fenn. Math., 29,1, 2004, 247-249.

[3] Diening, L. Maximal function on generalized $L^{p(\cdot)}$ spaces, Math. Inequal. Appl., 7, 2004, 245-253.

[4] Diening, L., Harjuletho, P., Hästö, P. and Růžička, M. *Lebesgue and Sobolev spaces with variable exponents*, Springer-Verlag, Berlin, 2011.

[5] Ivady, P. A note on a gamma function inequality, J. Math. Inequal., 3, 2009, 227-236.

[6] Kovăčik, O., Răkosnik, J. On spaces $L^{p(x)}$ and $W^{k,p(x)}$, Czechoslovak Math. J., 41,116, 1991, 592-628.

[7] Lorenzo, C. F., Hartley, T. T. Variable order and distributed order fractional operators, Nonlinear Dynam., 29,1, 2002, 57-98.

[8] Lorenzo, C. F., Hartley, T. T. Initialization, conceptualization, and application in the generalized fractional calculus, Crit. Rev. Biomed. Eng., 35,6, 2007, 477-553.

[9] Samko, S. G., Ross, B. Integration and differentiation to a variable fractional order, Integr. Transf. Spec. Funct., 1,4, 1993, 277-300.

[10] Samko, S. G., Kilbas, A. A., Marichev, O. I. *Fractional Integrals and Derivatives* Gordon and Breach, New York, 1993.

[11] Samko, S. G. Fractional integration and differentiation of variable order. *Analysis Mathematica*, 21,3, 1995, 213-236.

[12] Stein, E. M., Weis, G. *Introduction to Fourier Analysis on Eucliean Spaces*, Princeton university press, 2016.

[13] Sun, H. G., Song, X., Chen, Y. A class of fractional dynamic systems with fuzzy order, In: Intelligent Control and Automation IEEE, 20,1 2010, 197-201.

TSALLIS HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİNİN UZAY – ZAMAN GEOMETRİSİ

Doç. Dr., CAN AKTAŞ[1], Doç. Dr., SEZGİN AYGÜN[2]

[1] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü,
canaktas@comu.edu.tr – 0000-0002-0603-7862

[2] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü,
saygun@comu.edu.tr – 0000-0002-2969-4295

ÖZET

1990lı yılların başlangıcında evrenin genişlemesinin giderek yavaşlayacağı düşünülüyordu. Ancak 1998 yılında Hubble uzay teleskobu çok uzaklardaki Süpernova gözlemleri sayesinde evrenin sanıldığı gibi giderek yavaşlamadığını, sanılanın aksine hızlanarak genişlediğini göstermiştir. Bu konu hakkında çalışan birçok bilim insanı evrenin hızlanarak genişlemesine karanlık enerji adını verdikleri bir enerjinin neden olduğunu ileri sürmüşlerdir. Evrenin hızlanarak genişlememenin nedeni olarak gösterilen karanlık enerji, ilgi çekici bir konu olarak literatürde çok geniş bir araştırma alanına sahiptir. Literatürde karanlık enerji olabileceği düşünülen çok sayıda karanlık enerji adayı vardır. Holografik karanlık enerji de bu adaylardan biridir. Son yıllarda holografik karanlık enerji kapsamındaki gelişmeler doğrultusunda genelleştirilmiş Tsallis entropisi kullanılarak yeni bir karanlık enerji adayı ileri sürülmüştür. Buna Tsallis holografik karanlık enerji adı verilmektedir. Bu çalışmada homojen izotropik genel Friedmann–Robertson–Walker (FRW) evreninde Tsallis holografik karanlık enerjinin davranışı Genel Rölativite teorisi çerçevesinde incelenmiştir. Bunun için Einstein alan denklemleri elde edilmiş ve bu denklemlerin tam çözümünü elde edebilmek için evrenin ivmelenip ivmelenmediğini gösteren parametrelerden biri olan frenleme parametresi kullanılmıştır. Ölçek faktörü, durum denklemi parametresi ve frenleme parametresi gibi çeşitli fiziksel parametreler irdelenmiş ve bu parametrelerin zamana bağlı davranışları grafikler yardımıyla incelenmiştir. Elde edilen evren modelinin davranışının ivmelenen evren ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Tsallis Holografik karanlık enerji, FRW, Frenlememe parametresi.

1. GİRİŞ

1998 ve 1999 yıllarında iki çalışma grubu [1] – [2] tarafından yapılan çalışmalarda, homojen ve izotrop evrenin geniş ölçeklerde, ivmelenerek genişlediği ispatlanmıştır. Bu ivmelenmenin nedenleri hala önemli araştırma konularından biridir. Bilim insanlarının konuya açıklık getirmek için ortaya attıkları görüş evrenin yaklaşık %70'ini oluşturan karanlık enerjidir. Birçok bilim insanı evrenin ivmelenerek genişlemesine karanlık enerjinin sebep olduğunu düşünmektedir. Ancak karanlık enerji yapısı tam olarak bilinemeyen, gizemini koruyan bir maddedir.

Genel Rölativite teorisi kütle çekimin geometrik kuramıdır ve kütle çekimin 4 – boyutlu uzay – zamanda (üç uzay, bir zaman) tanımlanmasını sağlar. Uzay – zaman yapısı ile enerji-momentum arasında ilişki kuran Einstein alan denklemleri tarafından tanımlanır. Einstein alan denklemlerinin sağ tarafı madde dağılımı, sol tarafı ise uzay – zaman geometrisiyle ilgilidir. Einstein alan denklemlerini tensörel formda ifade etmiştir. Bunun sebebi de tensörlerin herhangi bir koordinat dönüşümü altında değişmeden kalan geometrik nesneler olmasıdır. Büyük ölçekte evrenin yapısını ve gravitasyonel etkileşmeleri açıklayan Einstein alan denklemlerinin tensörel formdaki ifadesi:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} = -\frac{8\pi G}{c^4} T_{ik} \tag{1}$$

şeklindedir. Bu çalışmada $8\pi G = c = 1$ olarak alınmıştır. Bu denklemler n – boyutlu uzayda n^2 tane denklemden oluşan genelde lineer olmayan kısmi diferansiyel denklem sistemidir. Bu denklemlerde R_{ik} Ricci tensörü, g_{ik} metrik tensör, R Ricci skaleri, T_{ik} enerji – momentum tensörüdür.

Holografik karanlık enerji durumunda, karanlık madde ve karanlık enerji ikili akışkan olarak dikkate alınır $T = T_{dm} + T_{de}$. Tsallis holografik karanlık enerji modeli genelleştirilmiş Tsallis entropisi kullanır. $S_\delta = \gamma A^\delta$ ile ifade edilen bu denklemde γ bilinmeyen sabit ve δ toplamsal olmayan parametredir. Kozmolojik ilke ve kızılötesi (IR) sınırını göz önüne alarak entropi (S) ile Ultraviyole sınır olan Λ ve olay ufku yarıçapı (L) arasında aşağıdaki ilişkiyi önermiştir [3].

$$\Lambda^3 L^3 \leq S^{\frac{3}{4}}$$

Bu eşitsizlik Tsallis entropisi ile birleştirilince Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu C sabit olmak üzere sistemin IR kesme noktası olarak Hubble ufkunu ($L = H^{-1}$) hesaba katarsak, Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu aşağıdaki gibi olur [4] – [5].

$$\boldsymbol{\rho_T = C\, H^{4-2\delta}} \tag{2}$$

Açıkça Tsallis holografik karanlık enerji modeli holografik karanlık enerjiye kıyasla ek olarak bir δ parametresi içerir. δ=1 için Tsallis holografik karanlık enerji modeli holografik karanlık enerjiye indirgenir.

2. ALAN DENKLEMLERİ VE ÇÖZÜMLER

Küresel koordinatlarda homojen – izotropik FRW metriğinin genel formu

$$ds^2 = -\frac{A(t)^2}{1-k\,r^2}dr^2 - A(t)^2 r^2 d\theta^2 - A(t)^2 r^2 \sin^2\theta\ d\phi^2 + dt^2 \tag{3}$$

şeklindedir. Burada $\boldsymbol{k = -1, 0, 1}$ değerlerini alabilir. Eğer $\boldsymbol{k = -1}$ ise açık evren modeli, $\boldsymbol{k = 0}$ ise düz evren modeli ve $\boldsymbol{k = 1}$ ise kapalı evren modelini ifade eder. Evren hem madde hem de holografik karanlık enerji olarak bilinen varsayımsal bir akışkan ile doludur. Madde için enerji momentum tensörü

$$\boldsymbol{T_{ik}^m = \rho_m u_i u_k} \tag{4}$$

şeklinde olup, burada $\boldsymbol{\rho_m}$ maddenin enerji yoğunluğunu $\boldsymbol{u_i}$ 4-lü hız vektörünü göstermektedir [4] – [5]. Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji momentum tensörü ise,

$$\boldsymbol{T_{ik}^T = (\rho_T + p) u_i u_k - p\, g_{ik}} \tag{5}$$

olup, $\boldsymbol{\rho_T}$ Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu, $\boldsymbol{p}$ basıncı ve $\boldsymbol{g_{ik}}$metrik tensörü ifade etmektedir [4] – [5]. Toplam enerji momentum tensörü ise aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\boldsymbol{T_{ik} = T_{ik}^m + T_{ik}^T = (\rho_m + \rho_T + p) u_i u_k - p\, g_{ik}} \tag{6}$$

(1), (3) ve (6) denklemlerinden Einstein alan denklemleri,

$$\frac{2\ddot{A}}{A} + \left(\frac{\dot{A}}{A}\right)^2 + \frac{k}{A^2} = -p \tag{7}$$

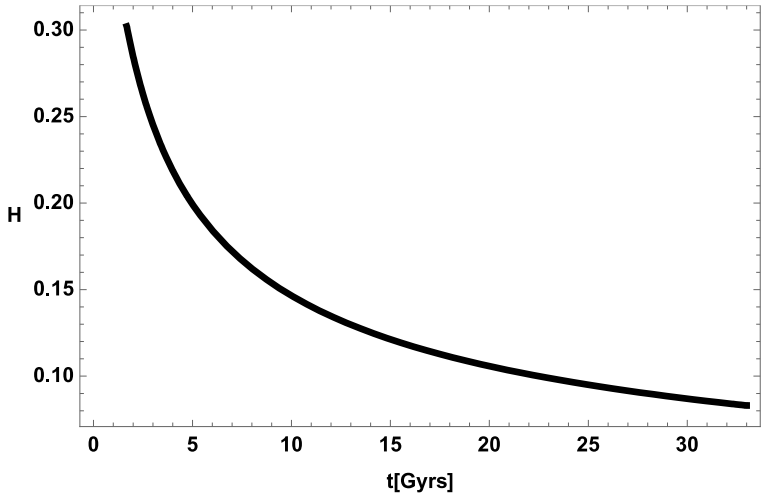
$$3\left(\frac{\dot{A}}{A}\right)^2 + \frac{3k}{A^2} = \rho_m + \rho_T \tag{8}$$

elde edilir. (7) ve (8) denklemlerinden görüleceği gibi 4 bilinmeyenli iki denklem vardır. Bu denklem sistemini çözebilmek için 2 ilave denkleme daha ihtiyacımız vardır.

- Öncelikle, Hubble ufkunu bir IR kesme olarak tahmin ederek Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğunu, (2) denklemindeki gibi alabiliriz.
- İkinci olarak ise, Hubble parametresi kullanılabilir. Evrenin ne kadar hızlı genişlediğini gösteren Hubble parametresi kozmolojide çok önemlidir ve bu bilgi evren yaşını hesaplamak için kullanılabilir. Bu çalışmada tercih edilen Hubble parametresi [6]

$$H = \frac{\beta}{\sqrt{t+\alpha}} \tag{9}$$

şeklindedir. Burada α ve β birer sabittir. Bu çalışmada grafikler çizilirken $\alpha = 0.88,\ \beta = 0.48,\ c_1 = 2,\ C = 1.2$ ve $\delta = 1.2$ değerleri kullanılmıştır. Hubble parametresinin zamanla değişim grafiği Görsel 1 de verilmiştir.

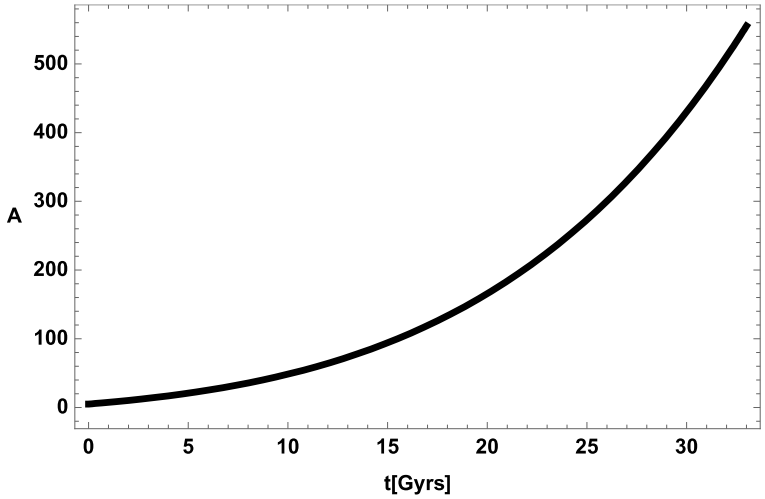


Görsel 1. Hubble parametresinin zamana göre değişimi

(9) denkleminin çözümünden metrik potansiyeli A aşağıdaki gibi elde edilir.

$$A = c_1 e^{2\beta\sqrt{t+\alpha}} \tag{10}$$

Burada c_1 keyfi integral sabitidir. Görsel 2. de metrik potansiyelinin zamanla değişim grafiği verilmiştir.



Görsel 2. Metrik potansiyelinin zamana göre değişimi

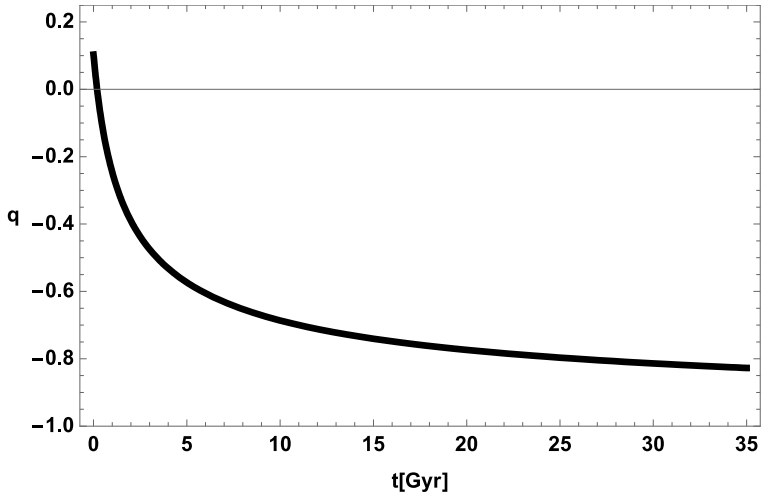
Ayrıca everenin ivmelenip ivmelenmediğini gösteren parametrelerden biri olan frenleme parametresi ise aşağıdaki şekilde tanımlıdır.

$$q = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{H}\right) - 1 \tag{11}$$

(9) denklemi (11) denkleminde kullanılarak frenleme parametresi

$$q = \frac{1}{2\beta\sqrt{t+\alpha}} - 1 \tag{10}$$

olarak hesaplanır. Frenleme parametresinin zamanla değişimini veren grafik Görsel 3 te gösterilmiştir.

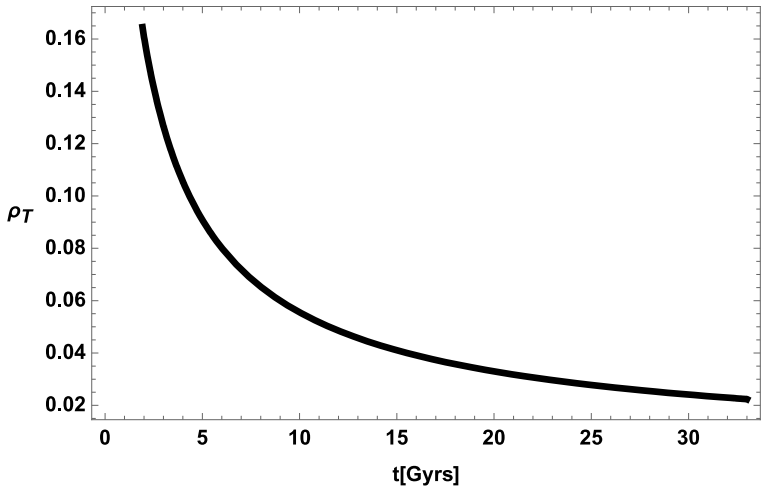


Görsel 3. Frenleme parametresinin zamana göre değişimi

(2) ve (9) denklemlerinden Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu,

$$\rho_T = C\beta^{4-2\delta}(t+\alpha)^{\delta-2} \tag{11}$$

Olarak elde edilir. Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu – zaman grafiği Görsel 4 te gösterilmiştir.



Görsel 4. Tsallis enerji yoğunluğunun zamana göre değişimi

(10) ve (11) ifadeleri (7) ve (8) alan denklemlerinde yerine yazılırsa, maddenin enerji yoğunluğu

$$\rho_m = \frac{3\beta^2}{t+\alpha} - \frac{C\beta^{4-2\delta}}{(t+\alpha)^{2-\delta}} + \frac{3k}{c_1^2 e^{4\beta\sqrt{t+\alpha}}} \tag{12}$$

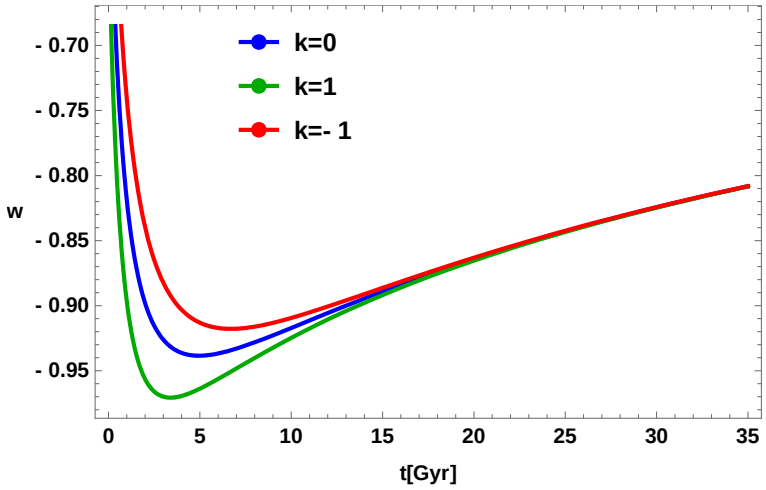
ve basıncı

$$p = \frac{9\beta}{(t+\alpha)^{\frac{3}{2}}} - \frac{9\beta^2}{t+\alpha} - \frac{k}{c_1^2 e^{4\beta\sqrt{t+\alpha}}} \tag{13}$$

Şeklinde elde edilir. Durum denklemi parametresi w olarak gösterilir ve aşağıdaki şekilde tanımlıdır. (11) ve (13) denklemlerinden durum denklemi parametresi,

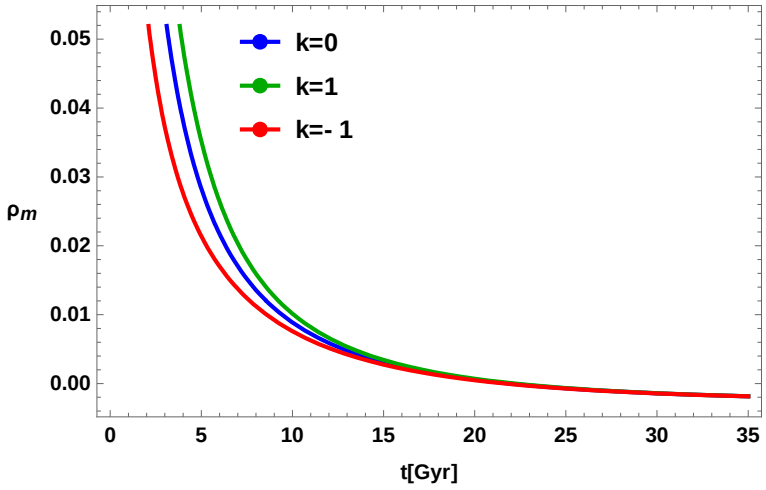
$$w = \frac{p}{\rho_T} = \frac{k - \frac{9\beta\left(3\beta\sqrt{t+\alpha}-1\right)}{(t+\alpha)^{\frac{3}{2}}} - \frac{k}{c_1^2 e^{4\beta\sqrt{t+\alpha}}}}{C\beta^{4-2\delta}(t+\alpha)^{\delta-2}} \tag{14}$$

olarak bulunur. Görsel 5'te k'nın -1, 0 ve 1 değerleri için durum denklemi parametresinin zamana göre değişimini gösteren grafik verilmiştir.

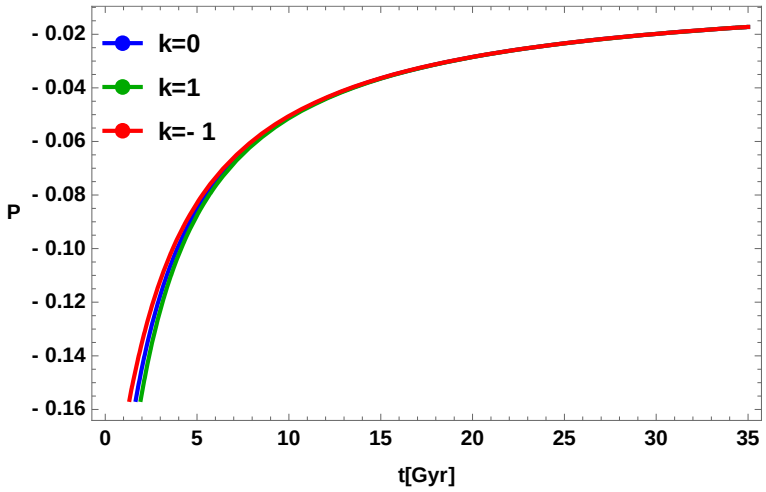


Görsel 5. Durum denklemi parametresinin zamana göre değişimi

Görsel 6 ve görsel 7'de maddenin enerji yoğunluğunun ve basıncın zamana göre değişim grafikleri k'nın -1, 0 ve 1 değerleri için verilmiştir.



Görsel 6. Maddenin enerji yoğunluğunun zamana göre değişimi



Görsel7. Basıncın zamana göre değişimi

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma günümüz evrenini en iyi tanımlayan homojen ve izotropik FRW evreninde Tsallis holografik karanlık enerji Genel Rölativite teorisi çerçevesinde incelenmiştir. Einstein alan denklemlerinin tam çözümlerini elde edebilmek için Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu ve Hubble parametresi kullanılmıştır. Seçilen Hubble parametresi görsel 1'den görüleceği gibi, zamanla azalmaktadır. Görsel 2'den görüleceği gibi A metrik potansiyeli başlangıçta küçük değerler alırken zamanla artmaktadır. Bu da bize evrenin genişleyen evren modeli olduğunu göstermektedir. Görsel 3 incelendiğinde frenleme parametresinin zamanla azaldığı ve pozitif değerden negatif değere geçtiği görülmektedir. Frenleme parametresinin pozitiften negatife veya negatiften pozitife geçtiği değere faz geçişi denir ve t_{tr} ile gösterilir. Görsel 3'den görüleceği gibi bizim modelimizdeki frenleme parametresi de bir faz geçişine sahiptir. Faz geçiş noktası $t_{tr} = 0.46071$ olarak bulunmuştur. Evren bu noktadan önce yavaşlayan genişlemeye, sonrasında ise hızlanan genişlemeye sahiptir. Bu nedenle evren modelimiz yavaşlamadan ivmelenmeye geçen evren modelidir. Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu k'nın her üç değeri için de erken evrede büyük değerlere sahip olup zamanla azalmaktadır (bkz. Görsel 4). Benzer şekilde maddenin enerji yoğunluğu da $k = 0, \pm 1$ değerleri için zamanla azaldığı görsel 6'da görülmektedir. Basınç ve durum denklemi parametresi karanlık enerjinin doğasına uygun olacak şekilde negatiftir (bkz. görsel 5 ve görsel 7). Yukarıda saydığımız bu özellikleriyle ele aldığımız model, hızlanan evren ile uyumlu davranış sergilemektedir.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2022-3986 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Perlmutter, S., Aldering, G., Goldhaber vd. Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae, The Astrophysical Journal. 517: 565-586, 1999.

[2] Riess, A. G., vd. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant, The Astron. Journal, 116(3), 1009–1038, 1998.

[3] Cohen, A. G., Kaplan, D. B. and Nelson, A. E., Effective field theory, black holes, and the cosmological constant, Physical Review Letters, 82(25), 4971, 1999.

[4] Tsallis, C., Cirto, L.J.L., Black hole thermodynamical entropy, Eur. Phys. J. C 73, 2487, 2013.

[5] Tavayef, M., Sheykhi, A., Kazuharu, B., Moradpour, H., Tsallis holographic dark energy, Physics Letters B, 781, 195-200, 2018.

[6] Pacif, S. K., Myrzakulov, R. ve Myrzakul, S., Reconstruction of cosmic history from a simple parametrization of H, International Journal of Geometric Methods in Modern PhysicsVol. 14, No. 07, 1750111, 2017.

LYRA TEORİDE TSALLIS HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİNİN DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Doç. Dr., SEZGİN AYGÜN[1], Doç. Dr., CAN AKTAŞ[2]

[1] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü,

saygun@comu.edu.tr – 0000-0002-2969-4295

[2] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü,

canaktas@comu.edu.tr – 0000-0002-0603-7862

ÖZET

İçerisinde yaşadığımız evrenin oluşumu ve evrimi en çok merak edilen ve hala daha üzerinde çok çalışılan konulardan birisidir. Gerek teorik gerekse gözlemsel çalışmalar ile evrenin evrimini açıklayabilmek için bilim insanları çeşitli araştırmalar ve gözlemler yapmaktadır. İçinde yaşadığımız evreni tanımlayan kabul görmüş en tutarlı teori Einstein tarafından ortaya atılan Genel Rölativite teorisidir. Bu teori şu ana kadar birçok testi başarıyla geçmiştir. Fakat açıklayamadığı bazı konular vardır. Son yıllarda bilim insanları evrenin evrimini açıklayabilmek için Einstein'ın Genel Rölativite teorisine alternatif yeni teoriler ortaya atmışlardır. Bu sayede evrenin çalışma prensibi tam olarak açıklanmaya çalışılmaktadır. Lyra, f(R), f(R,T) ve f(Q) gibi teoriler alternatif teoriler arasında sayılabilir. Yaklaşık olarak evrenin %25'i karanlık maddeden, %70'i karanlık enerjiden ve %5'i de baryonik maddeden oluşmaktadır. Bu çalışmada evrenin %70'ini oluşturduğu düşünülen karanlık enerji adaylarından Tsallis holografik karanlık enerjinin davranışı Friedmann–Robertson–Walker (FRW) metriği için alternatif yerçekimi teorilerinden biri olan Lyra teoride incelenmiştir. Bu amaçla Lyra teoride alan denklemleri elde edilmiştir. Lineer formdaki frenleme parametresi kullanılarak Lyra teoride elde edilen alan denklemlerin çözümü bulunmuştur. Frenleme parametresi ve durum denklemi parametresi gibi fiziksel parametreler incelenmiştir. Elde edilen tüm geometrik ve fiziksel niceliklerin zamana göre değişen grafikleri sunulmuştur. Grafikler ayrıntılı şekilde yorumlanmış ve modelimizin ivmelenen evren modeli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lyra teori, Tsallis Holografik karanlık enerji, Frenlememe parametresi.

1. GİRİŞ

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, homojen ve izotrop evrenin geniş ölçeklerde, ivmelenerek genişlediği sonucu başarılı bir şekilde açıklanmıştır. Tip Ia süpernovaların gözlemleri ile yapılan bu çalışmaların sonuçlarından Einstein'ın statik evren düşüncesi yerini kesin olarak ivmelenerek genişleyen evren düşüncesine bırakmıştır. İvmelenerek genişleyen evren modelinin ortaya çıkmasından sonra bilim insanları, evrenin neden ve niçin ivmelenerek genişlediğini araştırmaya başladılar. Bilim insanları evrenin ivmelenerek genişleme probleminin çözümü için genel olarak iki çözüm yolu önerdiler. İlk olarak evrenin ivmelenerek genişlemesi Einstein'ın Genel Rölativite teorisine alternatif Lyra, f(R), f(R,T), f(Q) gibi teoriler yardımıyla açıklanmaya çalışılmaktadır. İkinci olarak ise evrenin negatif basınca sahip bir akışkan ile dolu olduğu ileri sürülmüştür. Evrenin genişlemesine sebep olduğu düşünülen ve doğası bilinmeyen akışkana karanlık enerji adı verilir. Karanlık enerjinin evrenin yaklaşık %70'ini oluşturduğu yapılan gözlemlerden bilinmektedir. Karanlık enerji negatif basınçlı pozitif yoğunluklu olduğundan güçlü enerji koşulunu ihlal eder. Karanlık enerji adayları arasında takyon alanı, k-essence, quintessence, dilatonik karanlık enerji, Chaplyin gaz, Tsallis ve Renyi holografik karanlık enerjiler yer almaktadır. Genelleştirilmiş Tsallis entropisini kullanan Tsallis holografik karanlık enerji modeli kızılötesi sınırı ve kozmolojik ilkeyi göz önüne alarak Cohen vd. tarafından $\Lambda^3 L^3 \leq S^{\frac{3}{4}}$ olarak önerilmiştir [1]. Burada $S_\delta = \gamma A^\delta$ ve γ bilinmeyen sabit, δ toplamsal olmayan parametreyi ifade eder. Bu eşitsizlik Tsallis entropisi ile birleştirilince Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu C sabit olmak üzere sistemin IR kesme noktası olarak Hubble ufkunu ($L = H^{-1}$) hesaba katarsak, Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu aşağıdaki gibi olur [1] – [3].

$$\boldsymbol{\rho_T = C\, H^{4-2\delta}} \qquad (1)$$

1918 yılında Weyl[4] tarafından Einstein genel görelilik teorisinde Riemann geometrisinin genelleştirilmesine dayanan bir teori ileri sürülmüştür. Weyl tarafından ileri sürülen bu teoride daha sonra kabul görmeyerek Lyra [5] tarafından bu teorinin modifikasyonu ortaya atılmıştır. Daha sonra, Lyra'nın ortaya attığı bu teori Sen ve Dunn tarafından düzenlenerek son halini almıştır[6]. Lyra teori olarak bilinen alternatif yer çekimi teorisinden alan denklemleri,

$$R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} + \frac{3}{2}\left(\Phi_i \Phi_k - \frac{1}{2} g_{ik} \Phi_j \Phi^j\right) = -\frac{8\pi G}{c^4} T_{ik} \qquad (2)$$

şeklinde olup, $\Phi_i = (0,0,0,\beta)$ yer değiştirme vektörünü ifade eder. $8\pi G = c = 1$ kabul edilmiştir [7]. Bu çalışmada Yukarıda verilen semboller Riemann geometrisinde yer alan sembollerdir. Lyra geometrisinde bunlara ek olarak Φ_i yer değiştirme vektörü eklenir. Yer değiştirme vektörünün bileşenleri, koordinatlara bağlı skaler fonksiyonlardır. (2) denkleminin sol tarafının kovaryant türevi alınırsa,

$$\left(R_i^k - \frac{1}{2}Rg_i^k\right)_{;k} + \frac{3}{2}(\Phi_i\Phi^k)_{;k} - \frac{3}{4}\left(\Phi_j\Phi^j g_i^k\right)_{;k} = 0 \quad (3)$$

elde edilir. Bu denkleme korunum denklemi denir.

2. LYRA TEORİDE ALAN DENKLEMLERİ VE ÇÖZÜMLERİ

Homojen – izotropik FRW uzay – zamanı aşağıdaki şekildedir.

$$ds^2 = A(t)^2dx^2 + A(t)^2dy^2 + A(t)^2dz^2 - dt^2 \quad (4)$$

Burada $\boldsymbol{A(t)}$ metrik potansiyeli olup, zamana bağlı bir fonksiyondur. Evren hem madde hem de holografik karanlık enerji olarak bilinen varsayımsal bir akışkan ile doludur. Bu durumda Tsallis holografik karanlık enerji için enerji momentum tensörü

$$\boldsymbol{T_{ik} = T_{ik}^m + T_{ik}^T = (\rho_m + \rho_T + p)u_i u_k - p\, g_{ik}} \quad (5)$$

şeklinde olup, burada $\boldsymbol{\rho_m}$ maddenin enerji yoğunluğunu, $\boldsymbol{\rho_T}$ Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu, $\boldsymbol{p}$ basıncı, $\boldsymbol{u_i}$ 4-lü hız vektörünü ve $\boldsymbol{g_{ik}}$ metrik tensörü göstermektedir [3].

(2), (4) ve (5) denklemlerinden Lyra teorideki Einstein alan denklemleri aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\frac{2\ddot{A}}{A} + \left(\frac{\dot{A}}{A}\right)^2 + \frac{3\beta^2}{4} = -p \quad (6)$$

$$3\left(\frac{\dot{A}}{A}\right)^2 - \frac{3\beta^2}{4} = \rho_m + \rho_T \quad (7)$$

(3) ve (4) denklemlerinden ise,

$$\frac{\dot{\beta}}{\beta} + 3\frac{\dot{A}}{A} = 0 \quad (8)$$

bulunur. Bu denklemin çözümünden,

$$\beta = \frac{c_1}{A^3} \quad (9)$$

elde edilir. (1) ve (9) denklemleri (6) ve (7) alan denklemlerinde kullanılırsa, maddenin enerji yoğunluğu ve basıncı *A* metrik potansiyeli cinsinden aşağıdaki gibi bulunur.

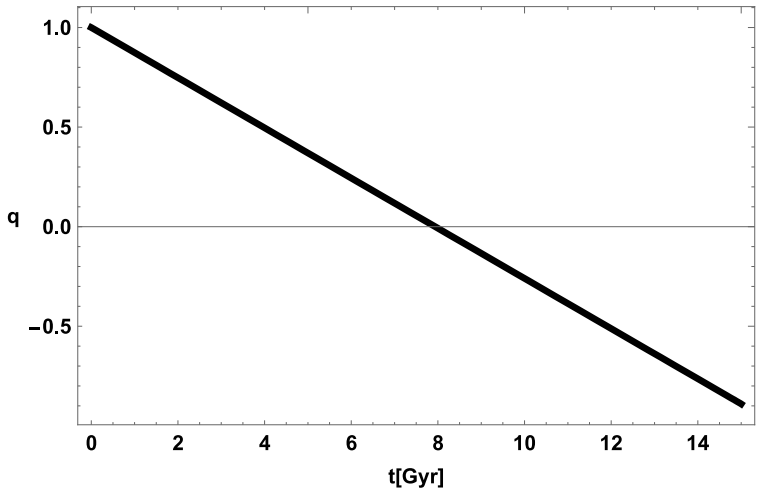
$$\rho_m = 3\frac{\dot{A}^2}{A^2} - \frac{C\dot{A}^{4-2\delta}}{A^{4-2\delta}} + \frac{3c_1^2}{4A^6} \tag{10}$$

$$p = -\frac{2\ddot{A}}{A} - \frac{\dot{A}^2}{A^2} - \frac{3c_1^2}{4A^6} \tag{11}$$

(10) ve (11) denklemlerinden görüleceği üzere, metrik potansiyeli A'nın bilinmesi durumunda tüm nicelikler elde edilmiş olacaktır. A metrik potansiyelini elde edebilmek için evrenin ivmelenip ivmelenmediğini gösteren parametrelerden biri olan frenleme parametresini kullanabiliriz. Bunun için 2011 yılında Akarsu ve Dereli tarafından önerilen zamanla lineer olarak değişen frenleme parametresini aşağıdaki gibi alabiliriz

$$q = -\frac{A\ddot{A}}{\dot{A}^2} = -kt + m - 1 \tag{12}$$

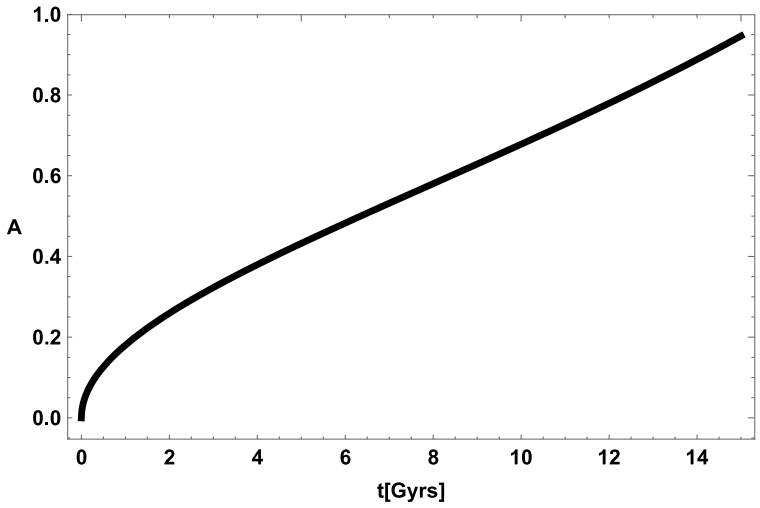
Burada k ve m birer sabittir [8]. Bu çalışmada $k = 0.1277$, $m = 2$, $c_1 = 0.1$, $C = 1.2$ ve $\delta = 1.2$ değerleri kullanılarak grafikler çizdirilmiştir.



Görsel 1. Frenleme parametresi – zaman grafiği

(12) denkleminin çözümünden metrik potansiyeli A aşağıdaki gibi elde edilir.

$$A = \left(\frac{kt}{2m - kt}\right)^{\frac{1}{m}} \tag{13}$$



Görsel 2. Metrik potansiyeli – zaman grafiği

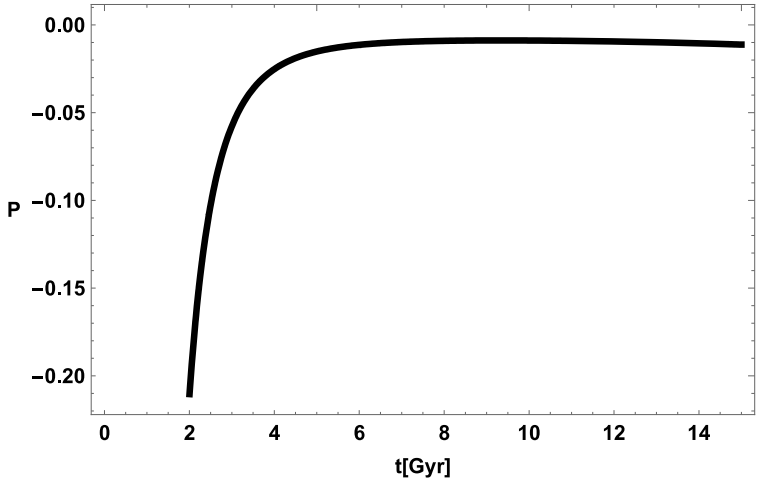
(13) metrik potansiyeli (10) ve (11) denklemlerinde yerine yazılırsa, maddenin enerji yoğunluğu

$$\rho_m = -\frac{3}{4}c_1^2\left(\frac{2m - k\,t}{k\,t}\right)^{\frac{6}{m}} + \frac{4\left(3\,t^2(-2\,m + k\,t)^2 - 4^{1-\delta}C\,\left(\frac{1}{2\,m\,t - k\,t^2}\right)^{-2\,\delta}\right)}{t^4(-2\,m + k\,t)^4} \tag{14}$$

ve basıncı

$$p = -\left(\frac{3}{4}\right)c_1^2\left(\frac{2m - k\,t}{k\,t}\right)^{\frac{6}{m}} - \frac{4\,(3 - 2\,m + 2\,k\,t)}{t^2(-2\,m + k\,t)^2} \tag{15}$$

Şeklinde elde edilir. Burada c_1 integral sabitidir.

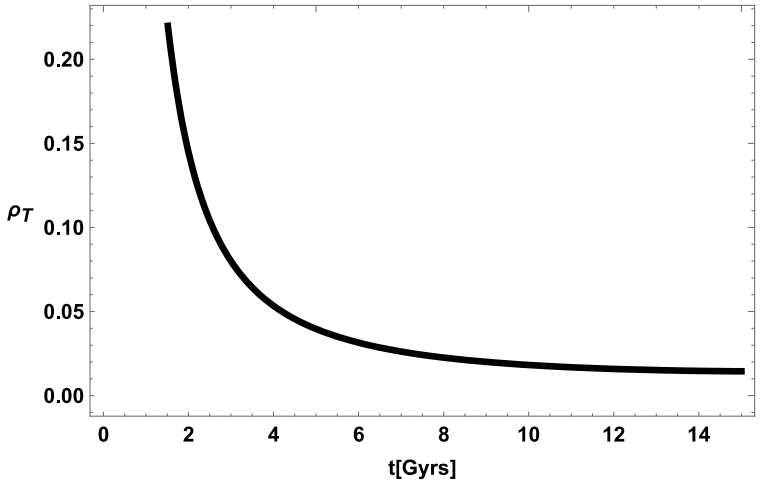


Görsel 3. Basınç – zaman grafiği

(2) ve (13) denklemlerinden Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu,

$$\rho_T = 4^{2-\delta} C \left(\frac{1}{2\,m\,t - k\,t^2}\right)^{4-2\,\delta} \tag{16}$$

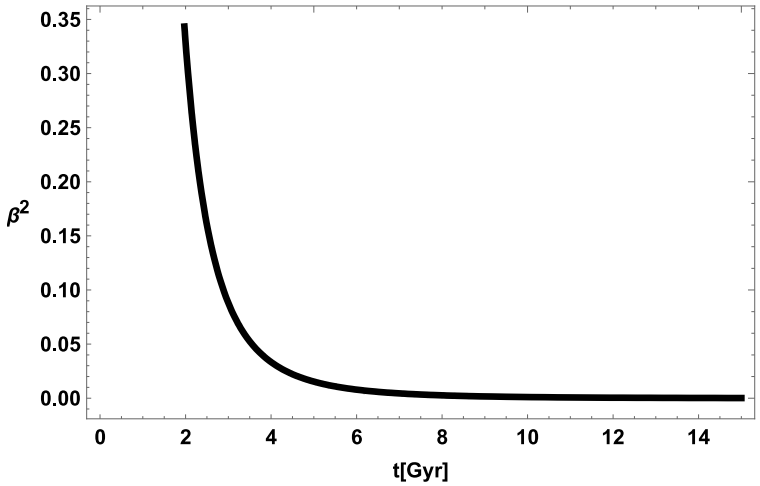
Olarak elde edilir.



Görsel 4. Enerji yoğunluğu – zaman grafiği

(9) ve (13) denklemlerinden ise β^2 aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\beta^2 = c_1 \left(\frac{2m - k\,t}{k\,t}\right)^{\frac{3}{m}} \tag{17}$$

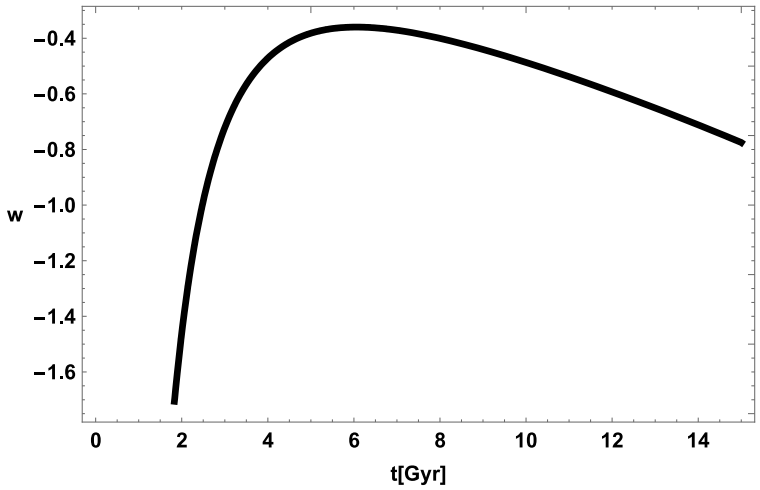


Görsel 5. β^2 – zaman grafiği

Durum denklemi parametresi $w = \frac{p}{\rho_T}$ olarak gösterilir ve (15) ve (16) denklemlerinden

$$w = \frac{4^{\delta-2}\left(\frac{1}{2\,m\,t - k\,t^2}\right)^{2\delta-4}\left(-\frac{3}{4}c1^2\left(\frac{2m - k\,t}{k\,t}\right)^{\frac{6}{m}} - \frac{4\,(3 - 2\,m + 2\,k\,t)}{t^2(-2\,m + k\,t)^2}\right)}{C} \tag{18}$$

olarak bulunur.



Görsel 6. Durum denklemi parametresi – zaman grafiği

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Alternatif yerçekimi teorilerinden biri olan Lyra teoride FRW metriği için Tsallis holografik karanlık enerjili evren modeli bu çalışma dahilinde araştırılmıştır. Zamanla lineer olarak değişen frenleme parametresi, Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu ve korunum denklemi kullanılarak Lyra teoride alan denklemlerinin tam çözümlerini elde edilmiştir. Görsel 1'deki frenleme parametresinin grafiği pozitiften negatife geçen ve zamanla azalan bir eğilim göstermektedir. İncelediğimiz evren modeli yavaşlamadan ivmelenmeye geçen evren modelidir. Görsel 2'den A metrik potansiyelinin zamanla arttığı görülmektedir. Yani evren genişlemektedir. Basınç karanlık enerjinin doğasına uygun olacak şekilde negatif olduğu Görsel 3'ten görülmektedir. Görsel 4 incelendiğinde Tsallis holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu erken evrede büyük değerlere sahip olup zamanla azaldığı görülmektedir. Görsel 5' te verilen β^2 grafiği de zamanla azalmaktadır. Durum denklemi parametresi de karanlık enerjiye uygun şekilde negatif olarak gözlenmektedir. Çözümler

incelendiğinde $t = 0$ ve $t = \frac{k}{2m}$ de tekil noktalar olduğu görülmektedir. Çözümlerimiz $t \neq 0$ ve $t \neq \frac{k}{2m}$ için geçerlidir. Ayrıca $c_1 = 0$ için, β^2 fonksiyonumuz da sıfır olarak elde edilir ve böylece Lyra geometriden Genel Rölativite teorisine geçiş yapılmış olur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak Genel Rölativite teorisinde FRW evren modeli için Tsallis karanlık enerji modelinin çözümleri elde edilmiş olur.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2022-3986 proje numarası ile desteklenmiştir.

.

KAYNAKÇA

[1] Cohen, A. G., Kaplan, D. B. and Nelson, A. E., Effective field theory, black holes, and the cosmological constant, Physical Review Letters, 82(25), 4971, 1999.

[2] Tsallis, C., Cirto, L.J.L., Black hole thermodynamical entropy, Eur. Phys. J. C 73, 2487, 2013.

[3] Tavayef, M., Sheykhi, A., Kazuharu, B., Moradpour, H., Tsallis holographic dark energy, Physics Letters B, 781, 195-200, 2018.

[4] Weyl, H., Gravitation und Elektrizität. Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften (Berlin, 465-478) 1918.

[5] Lyra, G., Über eine modifikation der riemannschen geometrie. Mathematische Zeitschrift, 54(1), 52–64, 1951.

[6] Sen, D. K., A static cosmological model. Zeitschrift fur Physik, 149(3), 311-323, 1957.

[7] Halford, W. D., Cosmological theory based on Lyra's geometry. Australian Journal of Physics, 23, 863, 1979.

[8] Akarsu, Ö., Dereli, T., Cosmological Models with Linearly Varying Deceleration Parameter. Int J Theor Phys 51, 612–621, 2012.

FUNCTION SPACES WHOSE FRACTIONAL FOURIER TRANSFORMS ARE IN SUBSPACES OF HOMOGENEOUS BANACH SPACES

Erdem TOKSOY

Department of Mathematics, Faculty of Sciences, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey
e-mail: erdem.toksoy@omu.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-3597-6161

ABSTRACT

The fractional Fourier transform is defined by generalizing the Fourier transform of a function defined on the set of real numbers with a parameter α. The fractional Fourier transforms of functions defined on Euclidean space are then stated by making an appropriate generalization in the kernel of the fractional Fourier transform, which is an integral operator such as the Fourier transform. Fractional Fourier transformations are not available for functions based on general locally compact abelian groups, but Fourier transforms are. Studies in harmonic analysis that employ fractional Fourier transforms typically deal with functions that are defined on the set of real numbers or on Euclidean space, as can be seen when we examine these studies.

The fractional Fourier transform of the convolution of two functions is not represented as the product of the fractional Fourier transforms of functions when the traditional convolution operation, such as multiplication, is utilized in circumstances where the fractional Fourier transform is applied. Numerous studies have defined convolution techniques that are appropriate for the structure of fractional Fourier transformations. Among these investigations, the most appropriate fractional convolution operation is the operation where the convolution of the fractional Fourier transforms of two functions is equal to the product of these functions.

This research aims to establish a function space in which the fractional Fourier transforms of its elements belong to subspaces of homogeneous Banach spaces.This article demonstrates that this space is a Banach space. Additionally, it is demonstrated that when the homogeneous Banach space in the definition of this space is a solid space, this space is a Banach algebra and is a Banach ideal on $L^1(\mathbb{R}^d)$, and thus a Banach module over $L^1(\mathbb{R}^d)$ with fractional convolution.

Keywords: Fractional Fourier transform, homogeneous Banach space, convolution

1 INTRODUCTION

In this work, we study on $\mathbb{R}^d$ with Lebesgue measure μ. $C_c(\mathbb{R}^d)$ indicates the space of continuous, complex-valued functions on $\mathbb{R}^d$ with compact support, and $C_0(\mathbb{R}^d)$ denotes the space of continuous complex-valued functions on $\mathbb{R}^d$ which vanish at infinity, [19]. $(L^p(\mathbb{R}^d), \|.\|_p)$ denotes the usual Lebesgue spaces for $1 \leq p < \infty$, [3], [18].

A normed space $(A, \|.\|_A)$ of measurable functions is called solid, if for all $f \in A$ and any measurable function h satisfying $|h(x)| \leq |f(x)|$ almost everywhere, implies $h \in A$ and $\|h\|_A \leq \|f\|_A$, [8]. Let h be any function from $\mathbb{R}^d$ into $\mathbb{C}$. The translation and character

(modulation) operators are defined by $T_y h(x) = h(x-y)$ and $M_\omega h(x) = e^{i\omega x}h(x)$ for all $y, \omega \in \mathbb{R}^d$, respectively, [20]. $(X, \|.\|_X)$ is called (strongly) translation invariant if $T_y h \in X$ (and $\|T_y h\|_X = \|h\|_X$ i.e. strongly) for all $h \in X$ and $y \in \mathbb{R}^d$. The strongly character invariance is similar to definition of the strongly translation invariance. A commutative Banach algebra $(B, \|.\|_B)$ that is a subset of commutative Banach algebra $(A, \|.\|_A)$ is called a Banach ideal of A if $hf \in B$ and the inequalities $\|h\|_A \leq \|h\|_B$ and $\|hf\|_B \leq \|h\|_B \|f\|_A$ hold for all $h \in B, f \in A$, [9]. The definition of the Banach module can be found in [26], [6]. A Banach space $\left(X(\mathbb{R}^d), \|.\|_X\right)$ of complex-valued measurable functions on $\mathbb{R}^d$ is called semi-homogeneous Banach space if the following condition is satisfied:

H1) $\left(X(\mathbb{R}^d), \|.\|_X\right)$ is strongly translation invariant.

Furthermore, the space $Y(\mathbb{R}^d)$ is a homogeneous Banach space on $\mathbb{R}^d$ if the following condition is satisfied:

H2) The function $y \to T_y h$ is continuous from $\mathbb{R}^d$ into $X(\mathbb{R}^d)$, [26].

The Fourier transform $\hat{h}$ (or $\mathcal{F}h$) of the function $h \in L^1(\mathbb{R})$ is defined as

$$\hat{h}(\omega) = \left(\sqrt{2\pi}\right)^{-1} \int_{-\infty}^{+\infty} h(x)\exp(-i\omega x)dx.$$

The fractional Fourier transform is a generalization of the Fourier transform with a parameter α. Let δ be Dirac delta function (i.e $\delta(x) = \begin{cases} \infty, x = 0 \\ 0, \ x \neq 0 \end{cases}$ and $\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(x)dx = 1$). The fractional Fourier transform with angle α of a function $h \in L^1(\mathbb{R})$ is given by

$$\mathcal{F}_\alpha h(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} K_\alpha(x,y)h(y)dy,$$

such that

$$K_\alpha(x,y) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1-i\cot\alpha}{2\pi}} \exp\left(\frac{i}{2}(x^2+y^2)\cot\alpha - ixy\csc\alpha\right), \alpha \neq m\pi, m \in \mathbb{Z} \\ \delta(y-x), \qquad\qquad \alpha = 2m\pi, m \in \mathbb{Z} \\ \delta(y+x), \qquad\qquad \alpha = (2m+1)\pi, m \in \mathbb{Z}. \end{cases}$$

If we take $\alpha = \frac{\pi}{2}$, then the fractional Fourier transform coincides to the Fourier transform, [16], [17], [1], [28], [2]. The definition of the fractional Fourier transform on $\mathbb{R}^d$ is given below [4]: Let $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_d)$ such that each α_j is related to j-th coordinates of variables of the function $K_\alpha(x,y)$, where $x = (x_1, \dots, x_d), y = (y_1, \dots, y_d) \in \mathbb{R}^d$. Thus, the fractional Fourier transform of $h \in L^1(\mathbb{R}^d)$ is

$$\mathcal{F}_\alpha h(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} K_\alpha(x,y)h(y)dy,$$

such that

$$\begin{aligned} K_\alpha(x,y) &= K_{(\alpha_1,\dots,\alpha_d)}(x_1, \dots, x_d; y_1, \dots, y_d) \\ &= K_{\alpha_1}(x_1,y_1)K_{\alpha_2}(x_2,y_2) \dots K_{\alpha_d}(x_d,y_d). \end{aligned}$$

Throughout this study, we take $\alpha_j \neq m\pi$ for $j = 1,2,\dots,d$ and $m \in \mathbb{Z}$. Let $M = \prod_{j=1}^{d} \left(\sqrt{\frac{1-i\cot\alpha_j}{2\pi}}\right)$. Then the fractional Fourier transform of $h \in L^1(\mathbb{R}^d)$ is taken as

$$\mathcal{F}_\alpha h(x) = M \int_{\mathbb{R}^d} h(y)\exp\left(\sum_{j=1}^{d} \left(\frac{i}{2}\left({x_j}^2 + {y_j}^2\right)\cot\alpha_j - i x_j y_j \csc\alpha_j\right)\right) dy.$$

For the fractional Fourier transform on $L^1(\mathbb{R})$ see [5]. Also there is a recent detailed study [12] for the fractional Fourier transform on $L^1(\mathbb{R}^d)$. Let $z = (-y_1\cot\beta_1, \dots, -y_d\cot\beta_d)$ for all $y = (y_1, \dots, y_d) \in \mathbb{R}^d$. The Θ convolution operation (or fractional convolution) is

$$\begin{aligned}(h\Theta f)(x) &= \int_{\mathbb{R}^d} h(y) f(x-y)\exp\left(\sum_{j=1}^{d} i y_j\left(y_j - x_j\right)\cot\alpha_j\right)dy \\ &= \int_{\mathbb{R}^d} h(y) T_y M_z f(x) dy\end{aligned} \tag{1}$$

for all $h, f \in L^1(\mathbb{R}^d)$, [22], [23].

We refer [7], [10], [11], [13], [14], [15], [27] for the spaces that define with Fourier transforms. Also, one can find the spaces that define with fractional Fourier transforms in recent studies, [23], [24], [21], [25].

In this study, we define a function space such that fractional Fourier transforms of its elements belong to subspaces of homogeneous Banach spaces. Throughout this paper, we use Θ convolution operator as a multiplication operator. Let $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_d)$. If one takes $\alpha_i = \frac{\pi}{2}$ for all $i = 1,2,\dots,d$, then the Θ convolution operator and fractional Fourier transform coincide with ordinary convolution and Fourier transform, respectively.

2 MAIN RESULTS

Let us begin with the following definition, which is analogous to the concept of character homogeneous Banach algebra expressed in 3.1. Definition of Wang's work [26].

Definition 2.1. A homogeneous Banach space $\left(\mathrm{B}(\mathbb{R}^{\mathrm{d}}), \|.\|_{\mathrm{B}}\right)$ is a character continuous homogeneous Banach space if the following conditions are satisfied:

1. $B(\mathbb{R}^d)$ is strongly character invariant.
2. The function $z \to M_z h$ is continuous from $\mathbb{R}^d$ into $B(\mathbb{R}^d)$.

Definition 2.2. The space $\left(\mathrm{B_A}(\mathbb{R}^{\mathrm{d}}), \|.\|_{\mathrm{B}}\right)$ is a Banach space of complex valued measurable functions on $\mathbb{R}^{\mathrm{d}}$ that fulfills the following conditions:

1. Two functions are identical if they are equal almost everywhere.
2. If $\|g_n - g\|_B \to 0$, then there exists a subsequence $\left(g_{n_k}\right)_{n_k \in \mathbb{N}}$ of $(g_n)_{n\in\mathbb{N}}$ such that $g_{n_k} \to g$ almost everywhere.
3. $C_c(\mathbb{R}^d)$ is dense in $B_A(\mathbb{R}^d)$.

4. $B_A(\mathbb{R}^d)$ is a character continuous homogeneous Banach space.

Definition 2.3. The space $A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$ consist of all $h \in L^1(\mathbb{R}^d)$ such that $\mathcal{F}_\alpha h \in B_A(\mathbb{R}^d)$. The norm on linear space $A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$ is

$$\|h\|_{A_\alpha^{B_A}} = \|h\|_1 + \|\mathcal{F}_\alpha h\|_B.$$

Theorem 2.4. The space $\left(A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d), \|.\|_{A_\alpha^{B_A}}\right)$ is a Banach space.

Proof. Let $(h_n)_{n\in\mathbb{N}}$ be a Cauchy sequence in $A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$. Therefore $(h_n)_{n\in\mathbb{N}}$ and $(\mathcal{F}_\alpha h_n)_{n\in\mathbb{N}}$ are Cauchy sequences in $L^1(\mathbb{R}^d)$ and $B_A(\mathbb{R}^d)$, respectively. Since $L^1(\mathbb{R}^d)$ and $B_A(\mathbb{R}^d)$ are Banach spaces, then there exist $h \in L^1(\mathbb{R}^d)$ and $f \in B_A(\mathbb{R}^d)$ such that $\|h_n - h\|_1 \to 0$, $\|\mathcal{F}_\alpha h_n - f\|_B \to 0$. Hence, $(\mathcal{F}_\alpha h_n)_{n\in\mathbb{N}}$ has a subsequence $\left(\mathcal{F}_\alpha h_{n_k}\right)_{n_k\in\mathbb{N}}$ that $\mathcal{F}_\alpha h_{n_k} \to f$ pointwise almost everywhere by Definition 2.2. Then by using the following inequality

$$\begin{aligned}
|\mathcal{F}_\alpha h(u) - f(u)| &\le \left|\mathcal{F}_\alpha\left(h_{n_k} - h\right)(u)\right| + \left|\mathcal{F}_\alpha h_{n_k}(u) - f(u)\right| \\
&\le \prod_{j=1}^d \left|\sqrt{\frac{1-i\cot\alpha_j}{2\pi}}\right| \\
&\times \int_{\mathbb{R}^d} \left|\left(h_{n_k} - h\right)(t)\right| \\
&\times \left|\exp\left(\sum_{j=1}^d \left(\frac{i}{2}\left(u_j{}^2 + t_j{}^2\right)\cot\alpha_j - iu_j t_j \csc\alpha_j\right)\right)\right| dt \\
&+ \left|\mathcal{F}_\alpha h_{n_k}(u) - f(u)\right| \\
&= \prod_{j=1}^d \left|\sqrt{\frac{1-i\cot\alpha_j}{2\pi}}\right| \left\|h_{n_k} - h\right\|_1 + \left|\mathcal{F}_\alpha h_{n_k}(u) - f(u)\right|,
\end{aligned}$$

we get $\mathcal{F}_\alpha h = f$ almost everywhere. Then $\|h_n - h\|_{A_\alpha^{B_A}} \to 0$ and $h \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$. Hence $\left(A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d), \|.\|_{A_\alpha^{B_A}}\right)$ is a Banach space.

Theorem 2.5. Let $B_A(\mathbb{R}^d)$ be a solid space. $\left(A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d), \|.\|_{A_\alpha^{B_A}}\right)$ is a Banach algebra with Θ convolution.

Proof. The space $\left(A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d), \|.\|_{A_\alpha^{B_A}}\right)$ is a Banach space by Theorem 2.4. Let $h, g \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$. Then $h, g \in L^1(\mathbb{R}^d)$ and $\mathcal{F}_\alpha h, \mathcal{F}_\alpha g \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$. Since $L^1(\mathbb{R}^d)$ is a Banach algebra under Θ convolution operation (see [23, Theorem 8]), then we have

$$\|h\Theta g\|_1 \le \|h\|_1 \|g\|_1. \tag{2}$$

By using Theorem 7 in [23], we shall write

$$\begin{aligned}
|\mathcal{F}_\alpha(h\Theta g)(u)| &= \left|\prod_{j=1}^d \sqrt{\frac{2\pi}{1-i\cot\alpha_j}}\right| \left|\exp\left(\sum_{j=1}^d -\frac{i}{2}u_j^2\cot\alpha_j\right)\right| |\mathcal{F}_\alpha h(u)||\mathcal{F}_\alpha g(u)| \\
&\le |\mathcal{F}_\alpha h(u)| \int_{\mathbb{R}^d} |g(t)| dt
\end{aligned} \tag{3}$$

$$= |\mathcal{F}_\alpha h(u)| \|g\|_1.$$

Since $\mathcal{F}_\alpha(h\Theta g) \in C_0(\mathbb{R}^d)$ (see [12]), then it is measurable on $\mathbb{R}^d$. Therefore by using (3) and solidity of the space $B_A(\mathbb{R}^d)$ we have $\mathcal{F}_\alpha(h\Theta g) \in B_A(\mathbb{R}^d)$ and

$$\|\mathcal{F}_\alpha(h\Theta g)\|_B \leq \|\mathcal{F}_\alpha h\|g\|_1\|_B = \|\mathcal{F}_\alpha h\|_B \|g\|_1. \tag{4}$$

By combining (2) and (4) we get

$$\begin{aligned} \|h\Theta g\|_{A_\alpha^{B_A}} &= \|h\Theta g\|_1 + \|\mathcal{F}_\alpha(h\Theta g)\|_B \\ &\leq \|h\|_1\|g\|_1 + \|\mathcal{F}_\alpha h\|_B\|g\|_1 \\ &\leq \|h\|_{A_\alpha^{B_A}}\|g\|_{A_\alpha^{B_A}}. \end{aligned} \tag{5}$$

It is straightforward to demonstrate that the other properties of Banach algebra are fulfilled.

Theorem 2.6. Let $B_A(\mathbb{R}^d)$ be a solid space. $\left(A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d), \|.\|_{A_\alpha^{B_A}}\right)$ is a Banach ideal on $L^1(\mathbb{R}^d)$ with Θ convolution.

Proof. Let $h \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$ and $g \in L^1(\mathbb{R}^d)$. Thus $h \in L^1(\mathbb{R}^d)$ and so the inequality (2) holds. By using (3) and solidity of the space $B_A(\mathbb{R}^d)$ we have $\mathcal{F}_\alpha(h\Theta g) \in B_A(\mathbb{R}^d)$ and the inequality (4). Hence, by combining (2) and (4), we get

$$\|h\Theta g\|_{A_\alpha^{p,q}} \leq \|h\|_{A_\alpha^{B_A}}\|g\|_1. \tag{6}$$

Also, by the definition of the norm $\|.\|_{A_\alpha^{B_A}}$, we shall write $\|h\|_1 \leq \|h\|_{A_\alpha^{p,q}}$. Therefore, the space $\left(A_\alpha^{p,q}(\mathbb{R}^d), \|.\|_{A_\alpha^{p,q}}\right)$ is a Banach ideal on $L^1(\mathbb{R}^d)$.

Corollary 2.7. Let $B_A(\mathbb{R}^d)$ be a solid space. $\left(A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d), \|.\|_{A_\alpha^{B_A}}\right)$ is a Banach module over $L^1(\mathbb{R}^d)$ with Θ convolution.

Proof. The space $\left(A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d), \|.\|_{A_\alpha^{p,q}}\right)$ is a Banach space by Theorem 2.2. Also it is well known that $L^1(\mathbb{R}^d)$ is a Banach algebra under Θ convolution operation by Theorem 8 in [23]. Besides, inequality (6) holds for all $h \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$ and $g \in L^1(\mathbb{R}^d)$ by Theorem 2.4. It is easy to see the other properties of the module are satisfied.

As the multiplication operator for the function spaces on which the fractional Fourier transform is defined, we use the Θ convolution. Examining the definition of convolution as (1) reveals that the translation operator in the standard convolution operation is replaced with the operator $y \to T_y M_z g$ from $\mathbb{R}^d$ into $L^1(\mathbb{R}^d)$ for all $g \in L^1(\mathbb{R}^d)$ and $z = (-y_1\cot\alpha_1, \ldots, -y_d\cot\alpha_d)$ for all $y = (y_1, \ldots, y_d) \in \mathbb{R}^d$. Consequently, the following theorem is crucial for us.

Theorem 2.8. Let $z = (-y_1\cot\alpha_1, \ldots, -y_d\cot\alpha_d)$ for all $y = (y_1, \ldots, y_d) \in \mathbb{R}^d$.

1. $T_y M_z g \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$ and

$$\left\|T_y M_z g\right\|_{A_\alpha^{B_A}} = \|g\|_{A_\alpha^{B_A}}$$

for all $g \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$.

2. The function $y \to T_y M_z g$ from $\mathbb{R}^d$ into $A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$ is continuous.

Proof.

1. Let $g \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$. Then $g \in L^1(\mathbb{R}^d)$ and $\mathcal{F}_\alpha g \in B_A(\mathbb{R}^d)$. Let $z = (-y_1 \cot\alpha_1, \ldots, -y_d \cot\alpha_d)$ for all $y = (y_1, \ldots, y_d) \in \mathbb{R}^d$. Since $L^1(\mathbb{R}^d)$ is strongly translation and character invariant, then we have $T_y M_z g \in L^1(\mathbb{R}^d)$ and

$$\left\|T_y M_z g\right\|_1 = \|g\|_1. \tag{7}$$

Let $b = (-y_1 \csc\alpha_1, \ldots, -y_d \csc\alpha_d)$. Thus we shall write

$$\mathcal{F}_\alpha(T_y M_z g)(u) = \exp\left(\sum_{j=1}^d \frac{i}{2} y_j^2 \cot\alpha_j\right) M_b \mathcal{F}_\alpha g(u). \tag{8}$$

for all $u \in \mathbb{R}^d$ by the equality (2.55) in [21]. Given that $B_A(\mathbb{R}^d)$ is strongly character invariant, we obtain

$$\exp\left(\sum_{j=1}^d \frac{i}{2} y_j^2 \cot\alpha_j\right) M_b \mathcal{F}_\alpha g \in B_A(\mathbb{R}^d)$$

and

$$\begin{aligned}\left\|\mathcal{F}_\alpha(T_y M_z g)\right\|_B &= \left|\exp\left(\sum_{j=1}^d \frac{i}{2} y_j^2 \cot\alpha_j\right)\right| \|M_b \mathcal{F}_\alpha g\|_B \\ &= \|M_b \mathcal{F}_\alpha g\|_B = \|\mathcal{F}_\alpha g\|_B \end{aligned} \tag{9}$$

Hence, by combining (7) and (9), we get

$$\left\|T_y M_z g\right\|_{A_\alpha^{B_A}} = \|g\|_{A_\alpha^{B_A}}.$$

2. Initially, we will demonstrate continuity at 0. Let $g \in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$ and $(y_n)_{n\in\mathbb{N}} \subset \mathbb{R}^d$, where $\lim_{n\to\infty} y_n = 0$. Let $z = (-y_1 \cot\alpha_1, \ldots, -y_d \cot\alpha_d)$ for all $y = (y_1, \ldots, y_d) \in \mathbb{R}^d$. It is known that the function $y \to T_y M_z g$ is continuous from $\mathbb{R}^d$ into $L^1(\mathbb{R}^d)$ by Theorem 2.1 in [21]. Let us take the sequences $(z_n)_{n\in\mathbb{N}}$ and $(b_n)_{n\in\mathbb{N}}$ in $\mathbb{R}^d$ where j sequences of coordinates $z_{nj} = -y_{nj} \cot\alpha_j$ and $b_{nj} = -y_{nj} \csc\alpha_j$. By the continuity at zero of the function $y \to T_y M_z g$, we have

$$\left\|T_{y_n} M_{z_n} g - g\right\|_1 \to 0 \tag{10}$$

as n approaches infinity. By using (8), we obtain

$$\begin{aligned}\left\|\mathcal{F}_\alpha(T_{y_n} M_{z_n} g - g)\right\|_B &= \left\|\mathcal{F}_\alpha(T_{y_n} M_{z_n} g) - \mathcal{F}_\alpha g\right\|_B \\ &\le \Big\|\exp\left(\sum_{j=1}^d \frac{i}{2} y_{nj}^2 \cot\alpha_j\right) M_{b_n} \mathcal{F}_\alpha g \\ &\quad - \exp\left(\sum_{j=1}^d \frac{i}{2} y_{nj}^2 \cot\alpha_j\right) \mathcal{F}_\alpha g\Big\|_B \end{aligned} \tag{11}$$

$$+\left\|\exp\left(\sum_{j=1}^{d}\frac{i}{2}y_{nj}^{2}\cot\alpha_j\right)\mathcal{F}_\alpha g-\mathcal{F}_\alpha g\right\|_B$$
$$=\left\|M_{b_n}\mathcal{F}_\alpha g-\mathcal{F}_\alpha g\right\|_B$$
$$+\left|\exp\left(\sum_{j=1}^{d}\frac{i}{2}y_{nj}^{2}\cot\alpha_j\right)-1\right|\|\mathcal{F}_\alpha g\|_B.$$

Let $b=(-y_1\csc\alpha_1,\dots,-y_d\csc\alpha_d)$ for all $y=(y_1,\dots,y_d)\in\mathbb{R}^d$. The function $y\to b$ from $\mathbb{R}^d$ into $\mathbb{R}^d$ is continuous. Since $B_A(\mathbb{R}^d)$ is a character continuous homogeneous Banach space, then the composition function $y\to M_b\mathcal{F}_\alpha g$ from $\mathbb{R}^d$ into $B(\mathbb{R}^d)$ is continuous. Therefore we get

$$\left\|\left(M_{b_n}\mathcal{F}_\alpha g-\mathcal{F}_\alpha g\right)\right\|_B\to 0 \tag{12}$$

as n approaches infinity. Let us take $a_n=\exp\left(\sum_{j=1}^{d}\frac{i}{2}y_{nj}^{2}\cot\alpha_j\right)-1$ for all $n\in\mathbb{N}$. Since $\lim_{n\to\infty}y_n=0$, then $|a_n|\to 0$ as n approaches infinity. By combining (10), (11) and (12), we write

$$\left\|T_{y_n}M_{z_n}g-g\right\|_{A_\alpha^{BA}}=\left\|T_{y_n}M_{z_n}g-g\right\|_1+\left\|\mathcal{F}_\alpha\left(T_{y_n}M_{z_n}g-g\right)\right\|_B$$
$$\le\left\|T_{y_n}M_{z_n}g-g\right\|_1+\left\|\left(M_{b_n}\mathcal{F}_\alpha g-\mathcal{F}_\alpha g\right)\right\|_B+|a_n|\|\mathcal{F}_\alpha g\|_B\to 0$$

as n approaches infinity. This clearly shows the continuity of the function $y\to T_yM_zg$ at 0. Using the same method in the proof of Theorem 2.17 (2) in [21], it is straightforward to demonstrate that the function $y\to T_yM_zg$ is continuous on $\mathbb{R}^d$.

Remark 2.9. Let $z=(-y_1\cot\alpha_1,\dots,-y_d\cot\alpha_d)$ for all $y=(y_1,\dots,y_d)\in\mathbb{R}^d$. Let us take $\alpha=(\alpha_1,\alpha_2,\dots,\alpha_d)$. If we select $\alpha_i=\frac{\pi}{2}$ for all $i=1,2,\dots,d$, then T_yM_zg and the function $y\to T_yM_zg$ from $\mathbb{R}^d$ into $A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$ correspond the translation operator T_yg and the function $y\to T_yg$ from $\mathbb{R}^d$ into $A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$, respectively, for all $g\in A_\alpha^{B_A}(\mathbb{R}^d)$.

3 CONCLUSION

We introduce a function space in which the fractional Fourier transforms of its elements belong to subspaces of homogeneous Banach spaces. Lebesgue spaces, or more generally, variable exponent Lebesgue spaces, and Lorentz spaces are significant function spaces known to satisfy the properties of the space $B_A(\mathbb{R}^d)$ defined above. Let us take $\alpha=(\alpha_1,\alpha_2,\dots,\alpha_d)$. If we choose $\alpha_i=\frac{\pi}{2}$ for all $i=1,2,\dots,d$, then the Θ convolution opeator and fractional Fourier transform coincide with ordinary convolution and Fourier transform, respectively. Therefore, this work can be viewed as a generalization of [14], [27], (for $\mathbb{R}^d$) and similar works, which are subspaces of $L^1(\mathbb{R}^d)$ space and whose elements have Fourier transforms belong to type $B_A(\mathbb{R}^d)$ spaces.

REFERENCES

[1] Almeida, L. B., The fractional Fourier transform and time-frequency representations, IEEE Trans. Sig. Proc. 42, 3084-3091, 1994.

[2] Almeida, L. B., Product and convolution theorems for the fractional Fourier transform,

IEEE Signal Proc. Let., 4,1, 15-17, 1997.

[3] Bartle, Robert G., *The Elements of Integration and Lebesgue Measure*, Wiley Classics Library, 1995.

[4] Bultheel, A., Martinez, H., A shattered survey of the fractional Fourier transform. Department of Computer Science, K.U.Leuven, Report TW337, 2002.

[5] Chen, W., Fu, Z., Grafakos, L., Wu, Y., Fractional Fourier transforms on L^p and applications, Applied and Computational Harmonic Analysis, 55, 71-96, 2021.

[6] Doran R. S., Wichmann, J., *Approximate Identities and Factorization in Banach Modules*, 768, Springer-Verlag, New York, 1979.

[7] Eryilmaz, I., Duyar C., On $A_{p,q}^{lip}(G)$ spaces, Studia Universitatis Babe219-Bolyai Mathematică, 56, 43-50, 2011.

[8] Feichtinger, H. G., On a Class of Convolution Algebras of Functions, Annales de l'institu Fourier, 27,3, 135–162, 1977.

[9] Feichtinger, H. G., Graham, C., and Lakien, E., Nonfactorization in Commutative, Weakly Selfadjoint Banach Algebras, Pacific Journal of Mathematics, 80,1, 117–125, 1979.

[10] Feichtinger, H. G., Gürkanlı, A. T., On a family of weighted convolution algebras, Internat. J. Math. Sci., 13, 517-526, 1990.

[11] Fischer, R. H., Gürkanlı, A. T., Liu, T. S., On a family of weighted spaces, Math. Slovaca, 46,1, 71-82, 1996.

[12] Kamalakkannan, R., Roopkumar, R. Multidimensional fractional Fourier transform and generalized fractional convolution, Integral Transforms and Special Functions, 31,2, 152-165, 2020.

[13] Lai, H. C., On some properties of $A^p(G)$-algebras, Proc. Japan Acad., 45,7, 572-575, 1969.

[14] Larsen, R., Liu, T. S., Wang, J. K., On functions with Fourier transforms in *Lp*, Michigan Math. Journal, 11,4, 369-378, 1964.

[15] Martin, J. C., Yap, L. Y. H., The algebra of functions with Fourier transforms in *Lp*, Proc. Amer. Math. Soc., 24, 217-219, 1970.

[16] Namias, V., The fractional order of Fourier transform and its application in quantum mechanics, J. Inst. Math. Appl., 25, 241-265, 1980.

[17] Ozaktas, H. M., Kutay, M. A., Zalevsky, Z., *The Fractional Fourier Transform with Applications in Optics and Signal Processing*, Wiley, Chichester, 2001.

[18] Reiter H., Stegeman, J. D., *Classical Harmonic Analysis and Locally Compact Group*, Clarendon Press, Oxford, 2000.

[19] Rudin, W., *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill, New York, 1966.

[20] Rudin, W., *Functional Analysis*, Mc Graw-Hill, New York, 1973.

[21] Sandıkçı, A., Toksoy, E., On an abstract Segal algebra under fractional convolution, Montes Taurus Journal of Pure and Applied Mathematics, 4,1, 1-22, 2022.

[22] Singh, A, K,, Saxena, R., On convolution and product theorems for FRFT, Wirel. Pers. Commun., 65, 189-201, 2012.

[23] Toksoy, E., Sandıkçı, A., On function spaces with fractional Fourier transform in weighted Lebesgue spaces, J. Inequal. Appl., 87, 2015.

[24] Toksoy, E., Sandıkçı, A., On Some Properties of Space S_w^{α}, Erzincan University Journal of Science and Technology, 13,2, 923–934, 2020. doi: 10.18185/erzifbed.635545

[25] Toksoy, E. and Sandıkçı, A., Some Compact and Non-Compact Embedding Theorems for the Function Spaces Defined by Fractional Fourier Transform, Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics, 1-16 (2021). doi : 10.15672/hujms.795924

[26] Wang, H. C., *Homogeneous Banach Algebras*, Marcel Dekker Inc., New York and Basel, 1977.

[27] Yap, L. Y., On two classes of subalgebras of $L^1(G)$, Proceedings of the Japan Academy, 48,5, 315-319, 1972.

[28] Zayed, A. I., On the relationship between the Fourier and fractional Fourier transforms, IEEE Signal Proc. Let., 3, 310-311, 1996.

NONHOMOGENEOUS $p(x)-$ LAPLACIAN STEKLOV PROBLEM WİTH WEIGHTS

Associate Prof., Zehra YÜCEDAĞ
Dicle University, Vocational School of Social Sciences, zyucedag@dicle.edu.tr
ORCID No:0000-0003-1950-0163

ABSTRACT

In this paper, we deal with the existence of solution to a class of an elliptic equation with Steklov boundary condition. Using Mountain Pass Theorem together with Ambrosetti-Rabinowitz type growth condition, we obtain results on existence nontrivial weak of solution in variable exponent Sobolev spaces

Key Words: Steklov boundary value, variable exponent Sobolev spaces, mountain pass theorem, weak solution.

1.INTRODUCTION

we consider the elliptic problem with nonlinear boundary conditions and variable exponents involving Steklov boundary condition

$$\begin{cases} -div(a(x,\nabla u)) = g(x,u), x \in \Omega \\ a(x,\nabla u)\dfrac{\partial u}{\partial \upsilon} = \lambda m(x)|u|^{h(x)-2}u, x \in \partial\Omega, \end{cases} \quad (1.1)$$

where $\Omega \subset R^N$ $(N \geq 2)$ is a bounded with smooth boundary , $m(x) \in L^{\infty}(\partial\Omega)$, λ is a positive parameter, $p(x) \in C(\overline{\Omega})$ for $p(x) > 1$, $h(x) \in C(\partial\Omega)$ for $h(x) > 1$ and $p(x) \neq h(y)$ for any $x \in \overline{\Omega}, y \in \partial\Omega$, $g : \overline{\Omega}$ x R $\rightarrow R$ is a Carathéodory condition, $\dfrac{\partial u}{\partial \upsilon}$ is the outer unit normal derivative on $\partial\Omega$, $a(x,\eta) : \overline{\Omega}$ x $R^N \rightarrow R^N$ is the continuous derivative with respect to η of the mapping $A(x,\eta) : \overline{\Omega}$ x $R^N \rightarrow R^N$ such that $a(x,\xi) = \nabla_{\eta} A(x,\xi)$ and $div(a(x,\nabla u))$ is $p(x)-$ Laplacian type operatör.

In this study, we assume that A and a satisfy the following conditions:

(A1) There exists $c_0 > 0$ a constant positive such that a satisfies the growth

$$|a(x,\eta)| \le c_0\left(1+|\eta|^{p(x)-1}\right), \text{ for all } x \in \overline{\Omega} \text{ and all } \eta \in R^N,$$

(A2) $A(x,0)=0$, for all $x \in \overline{\Omega}$,

(A3) $a(x,.)$ operator the monotonicity condition holds:

$$(a(x,\eta)-a(x,\xi)).(\eta-\xi) \ge 0, \text{ for all } x \in \overline{\Omega} \text{ and all } \xi,\eta \in R^N$$

with equality if and only if $\xi = \eta$

(A4) $|\eta|^{p(x)} \le a(x,\eta).\eta \le p(x).A(x,\eta)$ for all $x \in \overline{\Omega}$ and all $\eta \in R^N$.

Throughout this article, $p*(x)$ and $p^{\partial}(x)$ will be considered as follows

$$p*(x)=\begin{cases}\dfrac{Np(x)}{N-p(x)}, & N > p(x)\\ \infty, & N \le p(x)\end{cases} \quad \text{and} \quad p^{\partial}(x)=\begin{cases}\dfrac{(N-1)p(x)}{N-p(x)}, & N > p(x)\\ \infty, & N \le p(x)\end{cases}.$$

Theorem 1.1. Assume that the conditions (A1)- (A4), $p^+ < h^- \le h(x) < p^{\partial}(x)$ and the following conditions hold:

(G1) $g:\overline{\Omega}$ x R $\to R$ is a Carathéodory function and $p^+ < r^- \le r(x) < p*(x)$ for $r(x) \in C(\Omega)$

$$g(x,t) \le c + c_1|t|^{q(x)-1},$$

where c and c_1 positive constants.

(G2) $g(x,t)=o\left(|t|^{p^+-1}\right), t \to 0$; for all $x \in \overline{\Omega}$ and $p^+ < q^-$,

(AR): Ambrosetti-Rabinowitz's type growth condition; there exist $M > 0$ and $p^+ < \mu$ such that for all $x \in \overline{\Omega}$ and $|t| \ge M$

$$0 < \mu G(x,t) \le g(x,t)t,$$

Then there exists a $\lambda^* > 0$ such that for any $\lambda \in (0,\lambda^*)$, problem **(1.1)** has at least one

nontrivial weak solution.

The study of variational problems with nonstandard growth conditions is interesting topic in the recent years. These type of problems have been an interesting topic like electrorheological fluids, elastic mechanics, stationary thermo-rheological viscous flows of non-Newtonian fluids, image processing and the mathematical description of the processes filtration of an idea barotropic gas through a porous medium, we refer to [**2,8, 9,13**].

Problems of type (**1.1**) has been intensively studied by many authors **[1,3,4,10,12,13,14].** In **[3],** they consider existence results for the following class of Steklov Neumann boundary value problems

$$\begin{cases} (-\Delta)_{p(x)}u + a(x)|u|^{p(x)-2}u = f(x,u), x \in \Omega \\ |\nabla u|^{p(x)-2}\dfrac{\partial u}{\partial \nu} + b(x)|u|^{qx)-2}u = g(x,u), x \in \partial\Omega, \end{cases}$$

the authors investigated the existence and the multiplicity of solutions is obtained by using variational methods, and mountain pass lemma combined with Ekeland variational principle. Zerouali et al [**12**] used three critical points theorem of Ricceri to study the following elliptic problem with nonlinear boundary conditions and variable exponent

$$\begin{cases} -div(a(x,\nabla u)) + |u|^{p(x)-2}u = \lambda f(x,u), x \in \Omega \\ a(x,\nabla u)\nu = \mu g(x,u), x \in \partial\Omega, \end{cases}$$

They proved existence of three solutions for the above problem under appropriate conditions.

Motivated from the above papers, we get some existence results of weak solutions of problem (**1.1**).

2. PRELIMINARIES

In this section, we collect some basic properties of the generalized Lebesgue–Sobolev spaces ($L^{p(x)}(\Omega), W^{1,p(x)}(\Omega)$) and $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$), for more details we refer to [**5,6,8,10,12**].

Set

$$C_+(\overline{\Omega}) = \{p : p(x) \in C(\overline{\Omega}), \inf\ p(x) > 1, \text{for all } x \in \overline{\Omega}\}.$$

For any $p(x) \in C_+(\overline{\Omega})$, we define

$$1 < p^- := \inf_{x\in\overline{\Omega}} p(x) \text{ and } p(x) \le p^+ := \sup_{x\in\overline{\Omega}} p(x) < \infty.$$

we introduce the variable exponent Lebesgue space

$$L^{p(x)}(\Omega) = \{u | u : \Omega \to R \text{ is measurable, such that } \int_\Omega |u(x)|^{p(x)} dx < \infty\ \},$$

endowed with the Luxemburg norm

$$|u|_{p(x)} := \inf\left\{\gamma > 0 : \int_\Omega \left|\frac{u(x)}{\gamma}\right|^{p(x)} dx \le 1\ \right\},$$

which is separable and reflexive Banach space. We denote by $L^{p'(x)}(\Omega)$ is the conjugate space of $L^{p(x)}(\Omega)$, where $\frac{1}{p(x)}+\frac{1}{p'(x)}=1$. For any $u\in L^{p(x)}(\Omega)$ and $v\in L^{p'(x)}(\Omega)$ the Hölder type inequality

$$\left|\int_\Omega uvdx\right|\le\left(\frac{1}{p^-}+\frac{1}{p^+}\right)|u|_{p(x)}|v|_{p'(x)},$$

holds true.

Proposition 2.1 [6,8,10,11]. Let $\rho_{p(x)}(u)=\int_\Omega|u(x)|^{p(x)}dx$. For $u,u_n\in L^{p(x)}(\Omega)\,(n=1,2,...)$, we have

(i) $|u|_{p(x)}=1(<1,>1)\Leftrightarrow\rho_{p(x)}(u)=1(<1,>1)$,

(ii) $\min\left(|u|^{p^-}_{p(x)},|u|^{p^+}_{p(x)}\right)\le\rho_{p(x)}(u)\le\max\left(|u|^{p^-}_{p(x)},|u|^{p^+}_{p(x)}\right)$,

(iii) $|u_n|_{p(x)}\to0(\to\infty)\Leftrightarrow\rho_{p(x)}(u_n)\to0(\to\infty)$,

(iv) $|u_n-u|_{p(x)}\to0(\to\infty)\Leftrightarrow\rho_{p(x)}(u_n-u)\to0(\to\infty)$.

Moreover, we can define for $p(x)\in C_+(\partial\Omega)$

$$L^{p(x)}(\partial\Omega)=\{u|u:\partial\Omega\to R\text{ is measurable, such that }\int_{\partial\Omega}|u(x)|^{p(x)}d\sigma<\infty\ \},$$

with the a norm

$$|u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}:=\inf\left\{\beta>0:\int_{\partial\Omega}\left|\frac{u(x)}{\beta}\right|^{p(x)}d\sigma\le1\ \right\}$$

where $d\sigma$ is the measure on the boundary. $\left(L^{p(x)}(\partial\Omega),|u|_{p(x)}\right)$ becomes a Banach space.

Proposition 2.2 [4,10,12,14]. Let $I(u)=\int_{\partial\Omega}|u|^{p(x)}d\sigma$, for all $u,u_n\in L^{p(x)}(\partial\Omega)$. We have

(i) $|u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}\ge1\Rightarrow|u|^{p^-}_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}\le I(u)\le|u|^{p^+}_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}$,

(ii) $|u|_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}\le1\Rightarrow|u|^{p^+}_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}\le I(u)\le|u|^{p^-}_{L^{p(x)}(\partial\Omega)}$,

(iii) $|u_n|_{p(x)}\to0(\to\infty)\Leftrightarrow I(u_n)\to0(\to\infty)$.

The variable exponent Sobolev space $W^{1,p(x)}(\Omega)$ is denined as

$$W^{1,p(x)}(\Omega)=\{u\in L^{p(x)}(\Omega):|\nabla u|\in L^{p(x)}(\Omega)\},$$

This spaces equipped with the norm,

$$|u|_{1,p(x)}=|u|_{p(x)}+|\nabla u|_{p(x)},\ \forall u\in W^{1,p(x)}(\Omega).$$

is a separable and reflexive Banach space. The space $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$ is denoted as the closure of $C_0^\infty(\Omega)$ in $W^{1,p(x)}(\Omega)$ with respect to the norm $|u|_{1,p(x)}$. For $u \in W_0^{1,p(x)}(\Omega)$, we can define an equivalent norm $\|u\| = |\nabla u|_{p(x)}$.

Proposition 2.3 [1,5,6,11].

(i) If $1 < p^- \le p^+ < \infty$ then the spaces $L^{p(x)}(\Omega), W^{1,p(x)}(\Omega)$ and $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$ are separable, reflexive and uniformly convex Banach spaces,

(ii) If $h(x) \in C_+(\overline{\Omega})$ and $1 \le h(x) < p*(x)$ for all $x \in \overline{\Omega}$, then the embedding $W^{1,p(x)}(\Omega) \to L^{h(x)}(\Omega)$ is compact and continuous,

(iii) If $h(x) \in C_+(\partial\Omega)$ and $1 \le h(x) < p^\partial(x)$ for all $x \in \partial\Omega$ then the trace embedding $W^{1,p(x)}(\Omega) \to L^{h(x)}(\partial\Omega)$ is compact and continuous.

(iv) Poincaré inequality, i.e. there exists a positive constant $C > 0$ such that

$$\|u\| \le C|\nabla u|_{p(x)}, \text{for all } u \in W_0^{1,p(x)}(\Omega).$$

Definition 2.4 [11]. Let X be a Banach spaces and the function $\phi \in C^1(X, R)$. We say that ϕ satisfies Palais-Smale condition **(PS)** in X if any sequence $\{u_n\}$ in X such that $\phi(u_n)$ is bounded and $\phi(u_n) \to 0$ as $n \to \infty$, has a convergent subsequence.

Lemma 2.5 (Mountain Pass Theorem) [11]. Let X be a Banach spaces and the function $\phi \in C^1(X, R)$ satisfies Palais-Smale condition. Assume that $\phi(0) = 0$ and

(i) There exists two positive real numbers η and r such that $\phi(u) \ge \eta$ with $\|u\| = r$,

(ii) There exists $u_1 \in X$ such that $\|u_1\| > r$, and $\phi(u_1) < 0$.

Put $G = \{\varphi \in C([0,1], X) : \varphi(0) = 0, \varphi(1) = u_1\}$. Set $\beta = \inf\{\max\varphi([0,1]) : \varphi \in G\}$. Then $\beta \ge r$ and β is a critical value of ϕ

3. MAIN RESULTS

Let X denote the variable exponent Sobolev space $W_0^{1,p(x)}(\Omega)$.

We say that $u \in X$ is a weak solution of **(1.1)** if

$$\int_\Omega a(x, \nabla u)\nabla v dx - \int_\Omega g(x,u)v dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x)|u|^{h(x)-2} uv d\sigma = 0$$

for all $v \in X$.

The energy functional corresponding to problem **(1.1)** is defined as $\phi : X \to R$

$$\phi(u) = \int_\Omega A(x, \nabla u)dx - \int_\Omega G(x,u)dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x)\frac{1}{h(x)}|u|^{h(x)} d\sigma$$

where $J(u) = \int_\Omega A(x, \nabla u)dx$ and $\Lambda(u) = \int_\Omega G(x,u)dx$.

Proposition 3.1 [4]. Let $g:\overline{\Omega}$ x R $\to R$ is a Carathéodory function satisfying **(G1)** . We define $\Lambda(u)=\int_\Omega G(x,u)dx$, for each $u\in X$. Then $\Lambda\in C^1(X,R))$ and

$$\langle \Lambda'(u),v\rangle=\int_\Omega g(x,u)vdx,$$

for all $v\in X$.

Lemma 3.2 [7].

(i) A verifies the growth condition: There exists a positive constant $c_1>0$ such that

$$|A(x,\eta)|\le c_0\left(|\eta|+|\eta|^{p(x)}\right),$$

for all $x\in\overline{\Omega}$ and all $\eta\in R^N$.

(ii) A is $p(x)$-homogeneous: for all $z\ge 1$, $x\in\overline{\Omega}$ and all $\eta\in R^N$

$$A(x,z\eta)\le A(x,\eta)z^{p(x)}.$$

Lemma 3.3 [4,6,7,8,10].

(i) The functional J is well-defined on X .

(ii) The functional J is of class $C^1(X,R)$ and

$$\langle J'(u),v\rangle=\int_\Omega a(x,\nabla u)\nabla vdx, \text{ for all } u,v\in X$$

(iii) The functional J is weakly lower semi-continuos on X .

(iv) ϕ is weakly lower semi-continuos on X .

(v) ϕ is well-defined on X .

(vi) For all $u,v\in X$

$$J(u)-J(v)\ge\langle J'(v),u-v\rangle$$

(vii) For all $u,v\in X$ and $K>0$ is a constant

$$J\left(\frac{u+v}{2}\right)\le\frac{1}{2}J(u)+\frac{1}{2}J(v)-K\|u-v\|^{p^-}.$$

Hence, from Proposition 2.1, Proposition 3.1 and Lemma 3.3, it is easy to see that $\phi(u)\in C^1(X,R)$ and the critical points of ϕ are weak solutions of **(1.1)**. Moreover, the derivate of ϕ is the mapping $\phi:X\to R$ for any $u,v\in X$

$$\langle\phi'(u),v\rangle=\int_\Omega a(x,\nabla u)\nabla vdx-\int_\Omega g(x,u)vdx-\lambda\int_{\partial\Omega}m(x)|u|^{h(x)-2}uvd\sigma,$$

Lemma 3.5. Suppose **(A1)- (A4), (G1), (G2)** and **(AR)** hold. Then the following statements hold:

(i) There exists two positive real numbers α and r such that $\phi(u)\ge\alpha>0$ with $\|u\|=r$,

(ii) There exists $u_1 \in X$ such that $\|u_1\| > r$, and $\phi(u_1) < 0$.

Proof. (i) Let $\|u\| < 1$. From (G1) and (G2), we obtain

$$|G(x,u)| \le \varepsilon |u|^{p^+} + c_\varepsilon |u|^{h(x)}, \text{ for all } (x,u) \in \Omega \times \mathrm{R} \qquad (1.1)$$

where $\varepsilon, c_\varepsilon > 0$ are constants.

Then, using $p^+ < h(x)$, (1.1) and (A4), we have

$$\phi_\lambda(u) = \int_\Omega A(x,\nabla u)dx - \int_\Omega G(x,u)dx - \lambda \int_{\partial\Omega} \frac{1}{h(x)} |u|^{h(x)} d\sigma$$

$$\ge \int_\Omega \frac{1}{p(x)} |\nabla u|^{p(x)} dx - \int_\Omega \varepsilon |u|^{p^+} dx - \int_\Omega c_\varepsilon |u|^{r(x)} dx - \lambda \int_{\partial\Omega} m(x) \frac{1}{h(x)} |u|^{h(x)} d\sigma$$

$$\ge \frac{1}{p^+} \int_\Omega |\nabla u|^{p(x)} dx - (\varepsilon + c_\varepsilon) \int_\Omega |u|^{p^+} dx - \frac{\lambda}{h^-} \int_{\partial\Omega} m(x) |u|^{h(x)} d\sigma$$

From Proposition 2.4**,** we can write the following the embedding continuous, $X \to L^{h^-}(\partial\Omega)$ and $X \to L^{p^+}(\Omega)$. So, there exist constants $c_2, c_3 > 0$ such that

$$\int_\Omega |u|^{p^+} dx \le c_2 \|u\|^{p^+} \text{ and } \int_{\partial\Omega} m(x) |u|^{h^-} d\sigma \le c_3 \|u\|^{h^-}, \text{ for all } u \in X. \qquad (1.2)$$

Moreover, using Proposition 2.1, Proposition 2.2. and the inequality (1.2), we can write

$$\phi_\lambda(u) \ge \frac{c_2}{p^+} \|u\|^{p^+} - c_4(\varepsilon + c_\varepsilon) \|u\|^{p^+} - \frac{\lambda}{h^-} c_3^{h^-} \|u\|^{h^-}$$

where c_4 is pozitive constant. Choose $\varepsilon > 0$ small enoughy that $c_4(\varepsilon + c_\varepsilon) < \frac{c_2}{2p^+}$, we can find

$$\phi_\lambda(u) \ge \|u\|^{p^+} \left(\frac{c_2}{2p^+} - \frac{\lambda}{h^-} c_3^{h^-} \|u\|^{h^- - p^+} \right).$$

Let us define the function $\varphi : [0,1] \to R$ by

$$\varphi = \frac{c_2}{2p^+} - \frac{\lambda}{h^-} c_3^{h^-} \|u\|^{h^- - p^+}$$

Since $p^+ < h^-$, the function φ is strictly positive in a neighborhood of zero. The conclusion of (i) holds true.

(ii) Let $u \in X$ and $t > 1$. Thanks to **(AR),** we obtain $|G(x,t)| \ge c_5 |t|^\mu$ for all $(x,t) \in \Omega \times R$ and c_5 is positive constant. Then, by Lemma 3.3 (ii), we can write

$$\phi_\lambda(tu)=\int_\Omega A(x,\nabla tu)dx-\int_\Omega G(x,tu)dx-\lambda\int_{\partial\Omega}\frac{m(x)}{h(x)}|tu|^{h(x)}d\sigma$$

$$\leq\frac{c_6t^{p^+}}{p^-}\int_\Omega A(x,\nabla u)dx-\frac{\lambda t^{h^-}}{h^+}\int_\Omega m(x)|u|^{h(x)}dx-\frac{\lambda c_5t^{\mu}}{\mu}\int_{\partial\Omega}|u|^{\mu}d\sigma$$

where c_6 is pozitive constant. Since $\mu>p^+$, we conclude that $\phi_\lambda(tu)<0$ as $t\to\infty$. There exists $u_1=ut\in X$ such that $\|u_1\|>r$ and $\phi_\lambda(u_1)<0$.

Lemma 3.6. Suppose **(A1)- (A4), (f1), (f2)** and **(AR)** hold. Then, ϕ_λ satisfies the **(PS)** condition.

Proof of Theorem 1.1. ϕ_λ satisfies the all statements of Lemma 2.5 from Lemma 3.5, Lemma 3.6 and $\phi_\lambda(0)=0$ from (A2), According to Lemma 2.5, ϕ_λ admits a critical value $\beta\geq r$ which is characterized by

$$\beta=\inf\max_{t\in([0,1]),\varphi\in G}\phi_\lambda(\varphi(t))$$

where $G=\{\varphi\in C([0,1],X):\varphi(0)=0,\varphi(1)=u_1\}$. So, β is a critical value of ϕ_λ. Therefore, ϕ_λ has at least one nontrivial critical point, i.e., problem (**1.1**) has a nontrivial weak solution **[11].**

REFERENCES

Allaoui M., Continuous spectrum of Steklov nonhomogenous elliptic problem, Opuscula Math., 6, (2015), pp.853-866.

Chen Y, Levine S, Rao M. Variablee exponent, linear growth functionals in image processing. SIAM J Appl Math. 66 (2006), 1383–1406.

Chammem R., A. Ghanmi A.and A. Sahbani A.,Existence and multiplicity of solutions for some Styklov problem involving p(x)-Laplacian operator, Applicable Analysis, 2022,101:7,2401-2417

Deng SG. Eigenvalues of the $p(x)$-Laplacian Steklov problem. J. Math Anal Appl. 339 (2008), 925–937.

Fan X.L., Shen J. and Zhao D., Sobolev embedding theorems for spaces $W^{k,p(x)}(\Omega)$, J. Math Anal Appl.262, (2001), pp.749-760.

Fan X. L., Zhao D., On the spaces $L^{p(x)}(\Omega)$ and $W^{m,p(x)}(\Omega)$, J. Math. Anal. Appl., 263 (2001),

Mashiyev R.A., Cekic B., Avci M. and Yucedag Z., Existence and multiplicity of weak solutions for nonuniformly elliptic equations with nonstandard growth condition, Complex Variables and Elliptic Equations, 57 (2012), no. 5, 579–595.

Mihăilescu M. and Rădulescu V., A multiplicity result for a nonlinear degenerate problem arising in the theory of electrorheological fluids, Proceedings of the Royal Society A. 462 (2006), 2625-2641.

[9] Ruzicka M. Electro-rheological fluids: modeling and mathematical theory. Lecture notes in mathematics. Vol. 1784. Berlin: Springer-Verlag; 2000.

[10] Ourraoui A., Existence and uniqueness of solutions for Steklov problem with variable exponent, Adv. in the Theory of Nonlinear Anal. and its Appl., 1 (5) (2021), pp.158 166.

[11] Willem M., Minimax Theorems, Birkhauser, Basel, 1996.

[12] Zerouali A., Karim B., O. Chakrone, A. Anane. ,Existence and Multiplicity results for elliptic problems with Nonlinear Boundary conditions and variable exponents. Bol. Soc Paran. Mat. (3s)v. 33 2 (2015), 123-133

[13] Zhikov VV. Averaging of functionals of the calculus of variations and elasticity theory, Math. USSR. Izv., 29, (1987), pp.33-66.

[14] Yucedag Z, Variational approach for a Steklov problem involving nonstandard growth conditions, AIMS Mathematics,2022, 8(3): 5352–5368.

ON THE INVERSE PROBLEM FOR INTEGRO-DIFFERENTIAL OPERATORS

KEZİBAN TAŞ
Munzur University, Vocational School of Pertek Sakine Genc, kezban_tas@hotmail.com - 0000-0003-3795-1072

ABSTRACT

The spectral theory of differential operators has an important place in applied sciences, especially in some physics problems. Inverse problems of spectral analysis consist in finding operators from given their spectral data. Ambarzumyan theorem is one of the first results of the inverse spectral theory. Then it was proved that the two spectra uniquely determine the potential function. This raises the question wherher the inverse spectral problem is well posed. In order words perturbations in a finite set of eigenvalues lead to small perturbations in potential functions. Sturm-Liouville operators are an important class in this theory. Such operators arise in quantum mechanics and the study of vibrating strings. It is known that if complete spectral data are provided, the potential function in a Sturm-Liouville operator is uniquely determined. It was showed that the spectral characteristics determine the Sturm-Liouville problem and I. M. Gel'fand and B. M. Levitan gave an algorithm for the construction of operator. For this class of operators the well-posedness of the inverse spectral problem was proved. We considered an inverse problem for a boundary value problem with aftereffect and eigenvalue in the boundary condition. In the present study, using Mizutani's method, it was obtained the inequalty concerning the structure of the potentials difference.

Keywords: Aftereffect, Integro-differential operators, Wellposedness.

1. INTRODUCTION

In the present study, perturbation of a Sturm-Liouville operator by a Volterra integral operator is considered.

Let $\{\lambda_n\}_{n\geq 1}$ be the eigenvalues of a boundary- value problem of

$$-y''(x)+q(x)y(x)+\int_0^x M(x-t)\,y(t)dt=\lambda^2 y(x),\quad 0\leq x\leq \pi$$

$$y'(0,\lambda)-\lambda y(0,\lambda)=0$$

$$y'(\pi,\lambda)+Hy(\pi,\lambda)=0$$

We shall assume that $q(x)\in L_2(0,\pi)$ and H is real parameter.

The inverse problem is to find the function $M(x)$ from the given function $q(x)$ and spectrum $\{\lambda_n\}_{n\geq 1}$. Inverse spectral problems for integro-differential operators was studied by many authors including[1, 3, 7 ,8, 10].

In this study, using Mizutani's method, we investigated the well-posedness of the problem.

2. MATERIAL AND METHOD

We consider two boundary value problem with aftereffect on a finite interval and eigenvalue in the boundary condition:

$$-y''(x) + q(x)y(x) + \int_0^x M(x-t)\,y(t)dt = \lambda^2 y(x), \quad 0 \le x \le \pi \tag{1.1}$$

$$y'(0,\lambda) - \lambda y(0,\lambda) = 0 \tag{1.2}$$

$$y'(\pi,\lambda) + Hy(\pi,\lambda) = 0 \tag{1.3}$$

and

$$-y''(x) + \tilde{q}(x)y(x) + \int_0^x \tilde{M}(x-t)\,y(t)dt = \lambda^2 y(x), \quad 0 \le x \le \pi \tag{1.4}$$

$$y'(0,\lambda) - \lambda y(0,\lambda) = 0$$

$$y'(\pi,\lambda) + \tilde{H}y(\pi,\lambda) = 0 \tag{1.5}$$

where $\tilde{q}(x) \in L_2(0,\pi)$ and $\tilde{H}$is real parameter.

Denote the spectrum of the second problem by $\{\mu_n\}_{n\ge1}$, the solution of (1.1) by $\varphi(x,\lambda)$ and the solution of (1.4) by $\tilde{\varphi}(x,\mu)$.

The expression

$$\tilde{\varphi}(x,\lambda) = \varphi(x,\lambda) + \int_0^x K(x,t)\varphi(t,\lambda)dt$$

holds, $K(x,t)$ satisfies the equation

$$K_{tt} - K_{xx} + \big(q(x) - \tilde{q}(x)\big)K(x,t) + M(x-t) - \tilde{M}(x-t)$$

$$+ \int_t^x (M(x-\xi) - \tilde{M}(x-\xi))K(\xi,t)d\xi = 0$$

and the conditions

$$2\frac{dK(x,x)}{dx} = \tilde{q}(x) - q(x)$$

$$K(x,0) = 0$$

The normalized numbers are

$$\rho_n = \int_0^\pi \varphi^2(x,\lambda_n)dx,$$

$$\sigma_n = \int_0^\pi \tilde{\varphi}^2(x,\mu_n)dx\ .$$

We put

$$F(x,s) = \sum_{n=1}^{\infty}\left[\frac{\tilde{\varphi}(x,\mu_n)\tilde{\varphi}(s,\mu_n)}{\sigma_n} - \frac{\varphi(x,\lambda_n)\varphi(s,\lambda_n)}{\rho_n}\right]$$

$$K(x,s) + \int_0^x K(x,t)\,F(t,s)dt + F(x,s) = 0, \quad 0 \le s \le x \le \pi$$

Using Mizutani's method, we obtain

Lemma. *There exists a constant* $M \ge 0$ *such that*

$$|\varphi(x,\lambda)| + |\varphi'(x,\lambda)|/\lambda \leq M,$$
$$\lambda|\dot{\varphi}(x,\lambda)| + |\dot{\varphi}'(x,\lambda)| \leq M$$

hold for every $\lambda \geq 1$ and $0 \leq x \leq \pi$.

3. CONCLUSION

The more norming constants and spectrums which are taken as spectral characteristics of Integro-differential operators are close to each other, the more difference of potential functions is sufficiently small.

REFERENCES

[1] Freiling, G., Yurko, V.A., *Inverse Sturm-Liouville problems and their applications*, Huntington: NOVA Science Publishers, NY, 2001. Prudance, M.R., *Pottery Analysis*, The University of Chicago Press/Chicago and London, 1987.

[2] Levitan, B.M., Sargsian, I.S. *Introduction to spectral theory: selfadjoint ordinary differential operators* (Vol. 39). American Mathematical Soc., 1975.

[3] Akbarpoor, S., Dabbaghian, A. H. The uniqueness theorem for boundary value problem with aftereffect and eigenvalue in the boundary condition, Int. J. Contemp. Math. Sciences, 6(20), 963-970, 2011.

[4] Sat, M., Panakhov, E.S., Tas, K. Wellposedness of the inverse problem for Dirac operator. Chinese J. of Math, 279394, 2013.

[5] Mizutani, A.. On the inverse Sturm-Liouville problem. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo Sect. IA Math, 31(2), 1984.

[6] Hochstadt, H. . On the well-posedness of the inverse Sturm-Liouville problems. Journal of Differential Equations, 23(3), 1977.

[7] Kuryshova, Y.V. Inverse spectral problem for integro-differential operators. Mathematical Notes, 81(5), 767-777, 2007.

[8] Buterin, S. A. On an inverse spectral problem for a convolution integro-differential operator. Results in Mathematics, 50(3), 173-181, 2007.

[9] Hochstadt, H. The inverse sturm-liouville problem. Communications on Pure and Applied Mathematics, 26(5-6), 715-729,1973.

[10] Panakhov, E.S., Sat M. On an Inverse Spectral Problem for an Integro-differential Operators, World Applied Sciences Journal, 15(1), 2012.

THERMODYNAMIC ANALYSIS AND METAHEURISTIC OPTIMIZATION OF A GEOTHERMAL BASED DOUBLE FLASH ORGANIC RANKINE CYCLE SYSTEM USING AN OPEN-SOURCE PROCESS SIMULATOR

Dr. Volkan Ramazan AKKAYA

Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Technology, volkan.akkaya@mu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-5052-8554

ABSTRACT

As a renewable source, geothermal energy is an important tool to mitigate the impact of energy and climate crises. Since geothermal water temperatures are not very high, generally Organic Rankine cycles (ORC) that operate on organic fluids having suitable thermodynamic properties for these temperature levels are used. There are many cycles developed for this purpose in the literature. In this study, we performed thermodynamic analysis and optimization of a double-flash ORC system developed to operate in a geothermal resource (saturated liquid at 150°C) The effects of two flash pressures on the total turbine power, thermal power and power generation efficiency are investigated. In addition, the optimum pressures that maximize these values were determined. For this purpose, the process was modelled in an open-source chemical process simulator (DWSIM) to perform thermodynamic simulations. Since the pressure and flow rate of the organic Rankine cycle are implicitly related to the flash pressures of the geothermal water, a procedure was developed and implemented in the simulator to calculate iteratively these values corresponding to different pairs of flash pressures. Due to process complexity, the determination of the optimum parameters of the process is not possible with derivative-based methods. Therefore, an external tool that can access the simulator through the COM interface was developed. This allows the simulator to be used as a black-box function generator. This library served as the objective function for an open-source metaheuristic optimization tool (jMetalPy). The optimization of the process was performed using the Genetic Algorithm. Accordingly, the maximum turbine power that can be obtained from the system is 2337.5 kW, while the thermal power and combined heat and power efficiency is 18943.5 kW and 74.88% respectively.

Keywords: Process simulation, Metaheuristic optimization, Organic Rankine cycles

1. INTRODUCTION

The past decade has seen several political and climate crises that have disrupted access to energy. In response, there has been a renewed focus on alternative energy sources, particularly those that are renewable. Geothermal heat is one such source that has the potential to be used as a renewable energy source, but its extraction can be difficult, requiring special considerations such as the use of Enhanced Geothermal Systems (EGS) [1]. Once extracted, the temperature

of geothermal water is typically low (100-200°C), making it suitable for use in producing power through Organic Rankine Cycle (ORC) systems or flash steam power cycles [2].

Thermodynamic analysis plays a critical role in the design and optimization of a geothermal-based ORC systems. The analysis leads the determination of optimum process parameters which assures maximum utilization from the system. Temperature and pressure levels of the working fluid, the mass flow rate, and the efficiency of the turbine and generator affect the performance of the ORC system. Accurate determination of these parameters is necessary to ensure that the system operates efficiently and reliably, and to predict its behavior under different operating conditions [3]. The process parameters can be determined through various methods, such as experimental measurements, theoretical calculations, and simulation using advanced modelling tools. In addition, the process parameters can be optimized by various algorithms and techniques, such as genetic algorithms, to achieve the desired performance targets [4]. Overall, the determination and optimization of process parameters play a key role in the successful design and operation of a geothermal-based ORC system.

In this study, a double flash geothermal-based Organic Rankine Cycle was simulated using an open-source process simulator (DWSIM) [5]. To facilitate the simulation process, an external library was developed in Python. This library acts as a black box function generator that receives geothermal water pressure levels as input and returns a set of predetermined properties calculated in the simulator. These properties were subsequently used to develop objective and constraint functions for an optimization problem in a black-box approach. The resulting black-box model was implemented in a genetic algorithm and solved using an open-source metaheuristic optimization tool (jMetalPy)[6]. To account for the inherent randomness of metaheuristic methods, the optimization was run multiple times and the standard deviation was calculated.

2. SYSTEM MODELING AND DESCRIPTION

The system, depicted in Figure 5, consists of two stages [7]. In the first stage, ground water from the production well is partially expanded through the first valve (VALVE-1) and fed to first separator (SEP-1). The steam is then expanded through the first turbine (TURB-1) to generate power, while the liquid phase is further expanded through the second valve (VALVE-2) to produce a liquid-vapor mixture. In the second separator, the vapor phase is mixed with the output of the first turbine to improve the dryness of the turbine output. Further expansion in the second turbine (TURB-2) leads to an increase in power output. The waste heat of the second turbine outlet is rejected in the condenser and the saturated water is subsequently pumped back to the well.

In the second stage, the working fluid is n-Pentane (R601). This stage operates according to a standard Rankine cycle, with the liquid output from the second separator of the first stage serving as the heat source. The mass flow rate of this stage should be adjusted until the inlet of the third turbine (13) becomes saturated vapor.

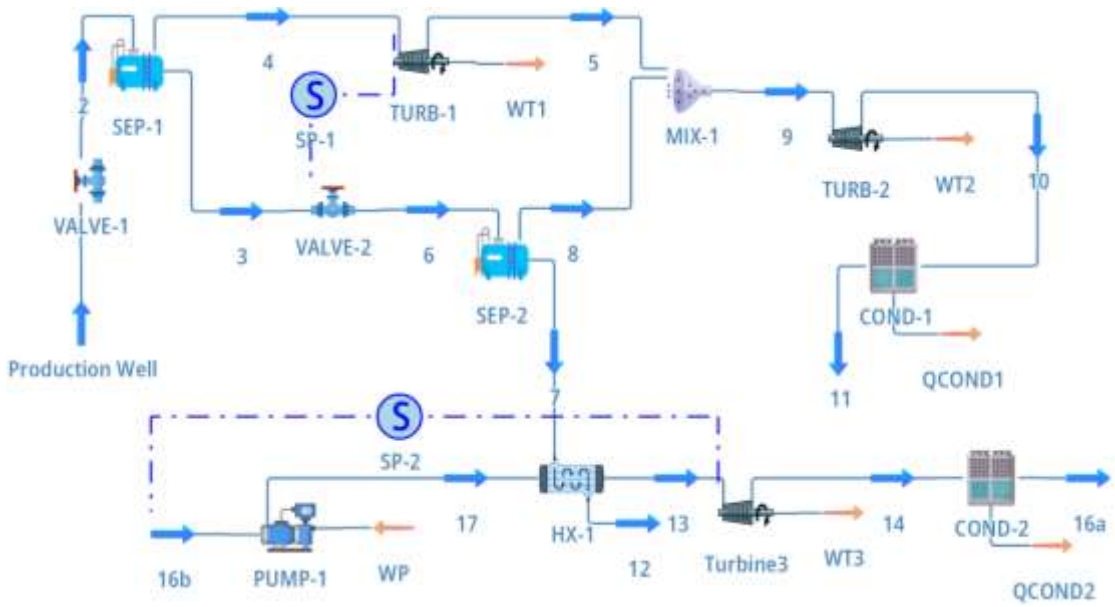


Figure 5. Process flowsheet of double flash ORC system [7]

According to conservation of mass, and the first and second law of thermodynamics, DWSIM automatically solves mathematical and thermodynamic models of both individual unit operations and whole system. To ensure the robustness of the simulation, the following assumptions and hypotheses are made: (1) steady-state, steady-flow conditions are valid; (2) the thermodynamic properties of pure water are applicable to the geothermal fluid; (3) changes in kinetic and potential energies can be neglected; (4) pressure drops in all unit operations can be neglected; and (5) energy losses can be neglected.

3. IMPLEMENTATION OF GENETIC ALGORITHM

In this study, the Genetic Algorithm (GA) was selected as the metaheuristic optimization method [8]. GA is a type of evolutionary algorithm that follows the principle of "survival of the fittest," and it works by performing a stochastic search of the solution space using chromosomes that represent the process parameters in this case. There are three basic operators in GA: selection, crossover, and mutation [9]. The crossover operator produces new chromosomes, the mutation operator randomly modifies chromosome values to avoid convergence to local optima, and the selection operator selects individual genomes for subsequent breeding. The flow diagram of the GA procedure is depicted in Figure 6, and the calculations were conducted using the jMetalPy metaheuristic optimization framework [6]. Configuration of GA is given in Table 3.

Table 3. Parameters of Genetic Algorithm

Parameter	**Value**
Population	20
Offspring population	20
Operators	Polynomial mutation (prob: $1/n_{var}$), Simulated binary crossover (prob: 0.9), Random solution selection
Stopping criteria	Maximum function evaluation: 1000

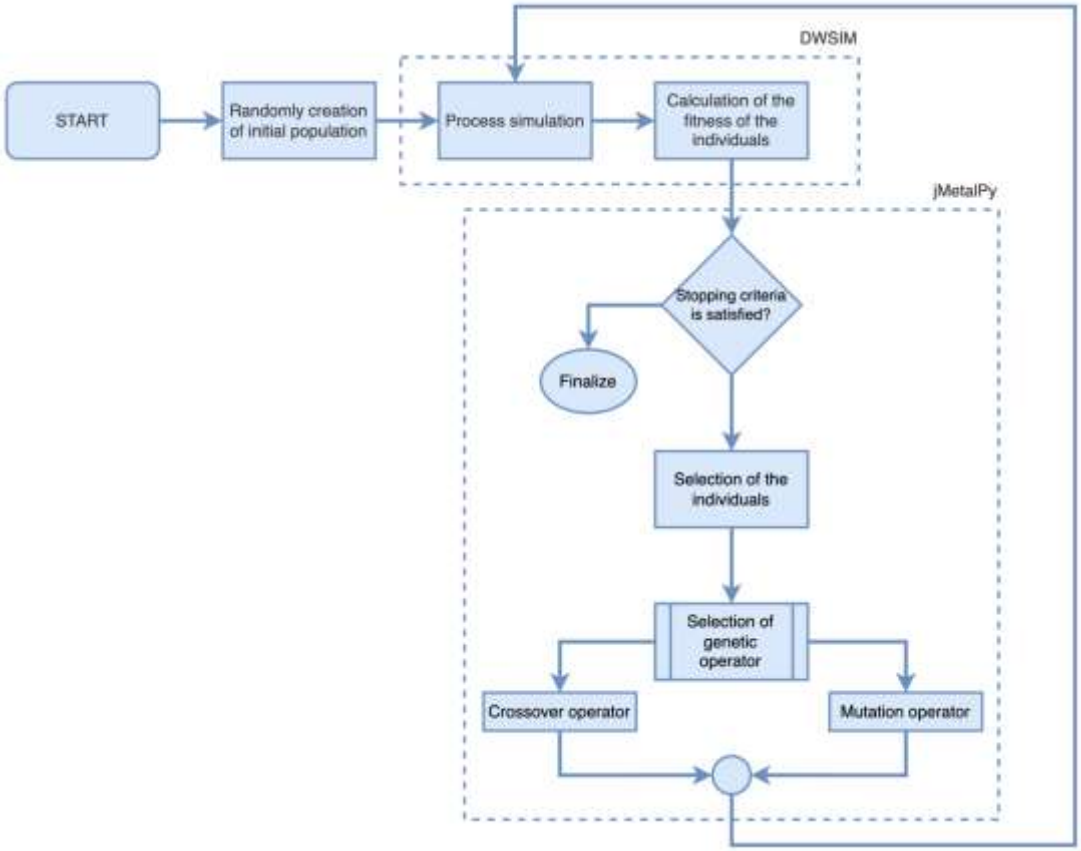


Figure 6. Integration of optimization method into the process simulator

4. RESULTS AND DISCUSSION

The aforementioned methodology was followed to perform thermodynamic analysis and parametric optimization of the process with respect to the variations of flash pressures. The geothermal water extracted from the well is saturated liquid at 150°C and has a mass flow rate of 45 kg/s. In the ORC stage, n-Pentane (R601) was selected as the working fluid. The design parameters of the process are summarized in Table 4. Flash pressures of the first stage were selected as decision variables for the optimization of net power generation, thermal power and CHP efficiency. The mass flow rate of the second stage and the pump outlet pressure were adjusted using bisection method to meet pinch temperature criteria.

Table 4. Design parameters of the process

Parameter	**Value**
Geothermal water properties	Saturated liquid at 150°C, 45 kg/s
Pinch temperature in HX	5°C
Condensation temperatures	50°C
Isentropic efficiency of turbines, $\eta_{s,t}$	75%
Isentropic efficiency of pump, $\eta_{s,p}$	60%
Mechanical efficiency of turbines, η_m	95%
Generator efficiency, η_g	95%

The present system utilizes two steam turbines in the first stage and one additional steam turbine in the second stage, which is an Organic Rankine Cycle (ORC) stage. The total power output of these turbines is dependent on the flash pressures. In the first flash process, as the pressure decreases, the power output of the first turbine increases in conjunction with the increase in steam flow. Conversely, in the second flash process, a decrease in pressure results in an increase in power output from the second steam turbine, but a decrease in the amount of heat transferred to the ORC stage. An initial analysis was conducted to examine how the total power extracted from the system varies with flash pressures, without taking the ORC stage into account (Figure 7). The results indicated that the maximum power is around 1100 kW, and the corresponding flash pressures are 260 and 130 kPa, respectively.

Figure 8 demonstrates the impact of changes in flash pressures on the total turbine power when the ORC stage is included in the analysis of the system. The utilization of waste heat as a heat source in an Organic Rankine Cycle significantly enhances the total power output of the system, resulting in a value of approximately 2340 kW. However, the flash levels that yield the maximum turbine power differ significantly from the initial case. The optimal pressure values for the first and second flashes were determined to be around 315 kPa and 200 kPa, respectively.

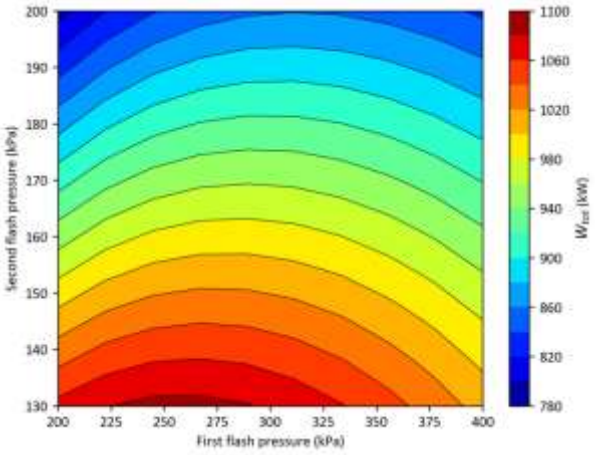


Figure 7. Variation of total turbine work *(W_{tot})* (no-ORC stage)

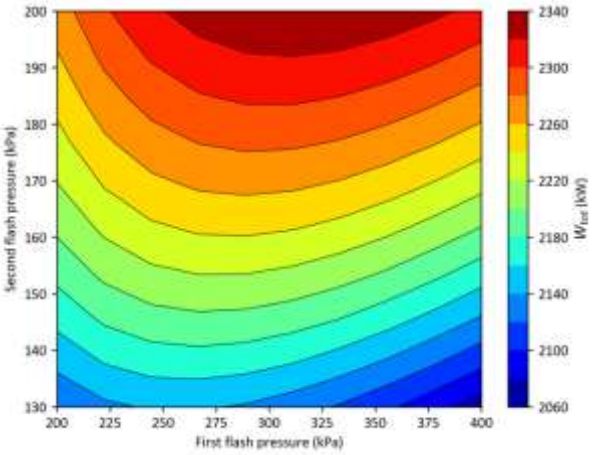


Figure 8. Variation of total turbine work (W_{tot}) (with ORC stage)

In the thermodynamic analysis of the system, in addition to the total turbine power, two other important parameters are thermal power and combined heat and power efficiency (CHP). Variation of these parameter with respect to flash pressure is given in Figure 9 and Figure 10. The calculation of these two parameters from simulation results is shown below.

$$W_{th} = Q_{cond1} + Q_{cond2} \quad (1)$$

$$\eta_{CHP} = \frac{W_{th} + W_{tot}}{H_1} \quad (2)$$

It is determined that the maximum thermal power is 19260 kW when both flash pressures of are near the well pressure. The combined heat and power efficiency of the system, which

represents the total utilization of the vapor-liquid mixture at the outlet of the production well, is highest at 75.04% when no pressure relief valve is included. It can be inferred that an increase in power generation performance will result in a decrease in both heating power and CHP.

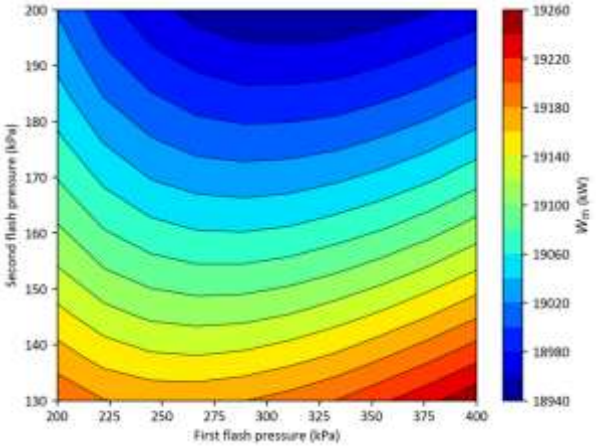


Figure 9. Variation of thermal power (W_{th})

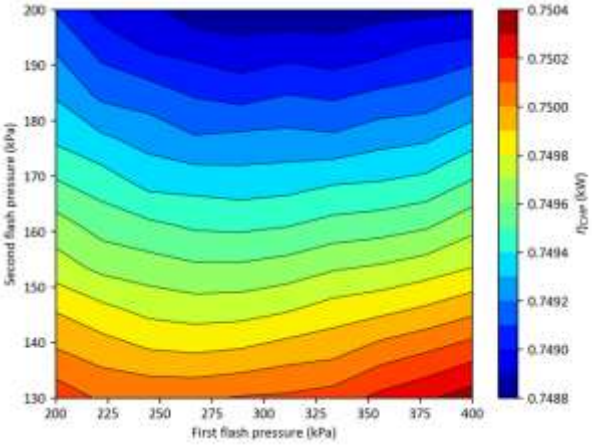


Figure 10. Variation of CHP efficiency (η_{CHP})

In order to determine the exact levels of the flash pressures that provide maximum utilization from the systems, it is necessary to establish an accurate optimization problem. Hence, the objective function of such optimization problem is the total amount of power extracted from the turbines. The decision variables that will provide this are both flash pressures. As a result of the sensitivity analyses, it was determined that the first flash pressure should be between 200 and 400 kPa, and the second flash pressure should be between 130 and 200 kPa. All constraints arising from the mass balance and the first and second laws of thermodynamics are handled by the simulator. On the other hand, the relationships between the flash pressures and the degree of dryness at the turbine outputs (>0.95) were determined as additional constraints. Therefore, the optimization problem is expressed as follows:

$$\begin{aligned} \min_{P_2,P_6} \quad & -\eta_m \times \eta_g \times \left(W_{T,1} + W_{T,2} + W_{T,3}\right) + W_P \\ & s.t. \\ & -P_2 + 200\text{kPa} \le 0 \\ & \mathrm{P}_2 - 400kPa \le 0 \\ & -P_6 + 130\text{kPa} \le 0 \\ & \mathrm{P}_5 + 200kPa \le 0 \\ & -x_5 + 0.95 \le 0 \\ & -x_{10} + 0.95 \le 0 \\ & -x_{14} + 0.95 \le 0 \end{aligned} \tag{3}$$

To avoid convergence to local optima, the optimization method was run with five different initial values. The standard deviation of these solutions was 0.012, indicating the robustness of the method. The change in the value of the objective function over the number of iterations for

the best-performing run is shown in Figure 11. The solution is converging by the 600th iteration which takes approximately 90 minutes in a 4th generation Intel i5 CPU clocked at 3.30 GHz. According to the solution of the optimization problem, the maximum turbine power occurred at pressure values of 315 kPa and 200 kPa for the first and second flash, respectively. The corresponding turbine power was 2337.5 kW. In this case, the thermal power was 18943.5 kW. The combined heat and power cycle efficiency was 74.88%.

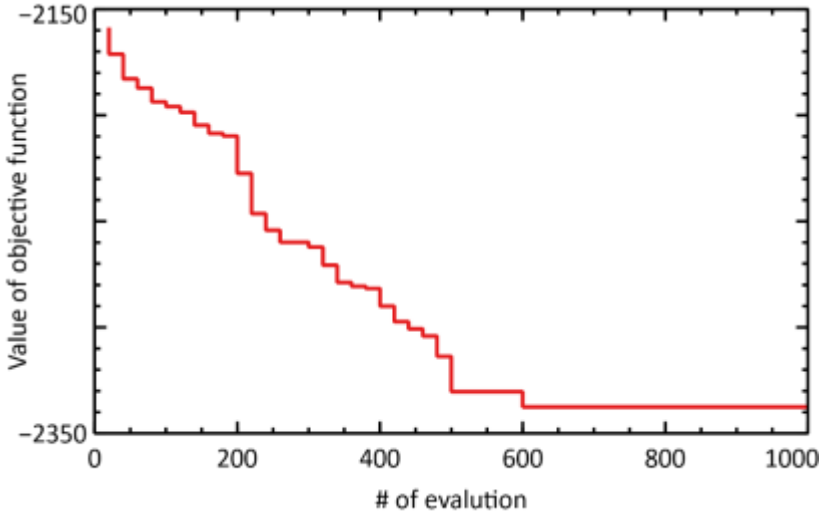


Figure 11. Convergence of the objective function

5. CONCLUSION

In this study, the optimum operating conditions that result in the maximum turbine power for a geothermal-based double flash Organic Rankine Cycle (ORC) system were determined. To achieve this, the system was modeled as a black-box using an open-source process simulator. This allowed it to be used as an objective and constraint function generator for any optimization method. The system was then optimized using Genetic Algorithm and the response was measured under different operating conditions. It was found that the optimum flash pressure values of the system depend on the presence of the ORC stage. While the presence of ORC stage increases the total power output by more than two times, it also slightly decreases the thermal power and, therefore, the combined heat and power efficiency.

REFERENCES

[1] Olasolo, P, Juárez, M. C., Morales, M. P., Damico, S., Liarte, I. A., Enhanced geothermal systems (EGS): A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, April 56, 133-144, 2016.

[2] DiPippo, R. Geothermal Power Plants, Butterworth-Heinemann, 2015

[3] Ahmadi, A., El Haj Assad, M., Jamali, D., Kumar, R., Li, Z., Salameh, T., Al-Shabi, M., Ehyaei, M., Applications of geothermal organic Rankine Cycle for electricity production, Journal of Cleaner Production, November, 274, 122950, 2020.

[4] Haghighi. A., Pakatchian, M. R., Assad, M. E. H., Duy, V. N., Alhuyi Nazari, M., A review on geothermal Organic Rankine cycles: modeling and optimization, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, June, 144, 5, 1799-1814, 2021.

[5] "DWSIM – The Open Source Ch"emical Process Simulator – Just another WordPress site." https://dwsim.org/ (accessed 11.11.2022).

[6] Benítez-Hidalgo, A., Nebro, A. J., García-Nieto, J., Oregi, J., del Ser, J. jMetalPy: A Python framework for multi-objective optimization with metaheuristics, Swarm and Evolutionary Computation, 100598, 2019.

[7] Meng, N., Li, T., Jia, Y., Qin, H., Liu, Q., Zhao, W., Lei, G., Techno-economic performance comparison of enhanced geothermal system with typical cycle configurations for combined heating and power, Energy Conversion and Management, February, 205, 2020.

[8] Whitley, D., A genetic algorithm tutorial, Statistics and Computing, June, 4, 2, 1994.

[9] Mirjalili, S., Genetic algorithm, Studies in Computational Intelligence, 780, 43–55, 2019.

TOTAL PARENTERAL NÜTRİSYONDA OMEGA-3 TAKVİYESİNİN ETKİLERİ

Dr. Dyt. HAKAN TOĞUÇ[1]

[1]Turgut Özal Üniversitesi Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi/Malatya/Türkiye

ÖZET

Total parenteral nütrisyon (TPN), oral besin alımın olmadığı veya yetersiz olduğu durumlarda kullanılan, karbonhidrat, protein ve lipid gerekli besin öğelerinin damar yoluyla verildiği beslenme yöntemidir. TPN, kısa bağırsak sendromu, kronik bağırsak hasarı veya şiddetli inflamatuvar bağırsak hastalığı gibi gastrointestinal bozukluklardan muzdarip hastalar ve gastrocerrahi sonrası hastalar için önemli bir terapötik önlem olarak görülmektedir. Omega-3, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asitin (DHA) önemli bir kaynağı olan çoklu doyamamış yağ asit kaynağıdır. Omega-3, TNF-a, IL-1β ve IL-6 gibi proinflamatuar sitokinlerin üretimini engellemekte ve bir anti-inflamatuvar sitokin olan IL-10 üretimini modüle etmektedir. Ayrıca omega-3, sitokinler ve adezyon molekülleri dahil olmak üzere inflamatuvar yanıtta yer alan genlerin transkripsiyonundan sorumlu olan NF-KB'nin antagonistleri olan nükleer reseptör proteinlerini aktive edebilmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar omega-3 ile takviye edilmiş parenteral nütrisyonun sepsis gibi yüksek inflamasyon durumlarında, büyük abdominal cerrahilerden sonra ve akut solunum sıkıntısı sendromunda etkileri olup olmadığı araştırmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda hastalardaki mortalite ve morbidite durumunun ve hastanede kalış süresinin olumlu etkilendiği gözlenmiştir. Sonuç olarak yapılan araştırmalar ve elde edilen veriler dikkate alınarak total parenteral beslenmede omega-3 alımının uygulanacak hastalık türlerine göre farklılık gösterse bile, hastaların tedavi ve yaşam sürelerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Fakat total parenteral nütrsiyonda omega-3 kullanımının etkileri ve doz miktarına yönelik yeni araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Total parenteral nütrisyon, omega-3, besin takviyesi

EFFECTS OF OMEGA-3 SUPPLEMENT IN TOTAL PARENTERAL NUTRITION

ABSTRACT

Total parenteral nutrition (TPN) is a nutritional method that is used in cases where oral nutrient intake is not available or insufficient, and in which the necessary nutrients such as carbohydrates, proteins and lipids are given intravenously. TPN is seen as an important therapeutic measure for patients suffering from gastrointestinal disorders such as short bowel syndrome, chronic intestinal damage or severe inflammatory bowel disease, and post-gastrosurgery patients. It is a source of polyunsaturated fatty acids, an important source of

omega-3, eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA). Omega-3 inhibits the production of proinflammatory cytokines such as TNF-a, IL-1β and IL-6 and modulates the production of IL-10, an anti-inflammatory cytokine. In addition, omega-3 can activate nuclear receptor proteins, which are antagonists of NF-κB, which are responsible for the transcription of genes involved in the inflammatory response, including cytokines and adhesion molecules. Recent studies have investigated whether parenteral nutrition fortified with omega-3 has effects in conditions of high inflammation such as sepsis, after major abdominal surgeries, and acute respiratory distress syndrome. In line with the data obtained, it was observed that the mortality and morbidity status of the patients and the length of hospital stay were positively affected. As a result, considering the studies and the data obtained, it is seen that the omega-3 intake in total parenteral nutrition has positive effects on the treatment and life span of the patients, even if it differs according to the types of diseases to be applied. However, new studies on the effects and dose amount of omega-3 use in total parenteral nutrition are needed.

Keywords: Total parenteral nutrition, omega-3, nutritional supplement

GİRİŞ

Total Parenteral Beslenme ve Lipitler

Total parenteral nütrisyon (TPN), oral besin alımın olmadığı veya yetersiz olduğu durumlarda kullanılan, karbonhidrat, protein ve lipid gerekli besin öğelerinin damar yoluyla verildiği beslenme yöntemidir (Bielawska ve Allard, 2017). Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 400.000 kadar hasta hayatta kalmak için TPN'ye bağımlı olmaktadır (Boullata, 2012). TPN, kısa bağırsak sendromu, kronik bağırsak hasarı veya şiddetli inflamatuvar bağırsak hastalığı gibi gastrointestinal bozukluklardan muzdarip hastalar ve gastro-cerrahi sonrası hastalar için önemli bir terapötik önlem olarak görülmektedir. Bu beslenme yönteminde besinlerin sindirime ihtiyaç duyulmadan doğrudan kana verilerek dokulara ulaşması planlanır (Bozetti, 2019). TPN iki farklı yöntemle uygulanmaktadır. Tedavi süresi 7-10 gündan kısa sürecekse <900mOsm/L altında osmolariteye sahip beslenme modeli periferik damar yolu aracılığıyla verilmelidir. Fakat daha uzun süreli tedavilerde kullanılan ürün değiştirilerek osmolaritesi daha yüksek (>900mOsm/L) ve daha yüksek enerjiye sahip ürünler tercih edilmektedir. Bu durumda yüksek osmolariteye uygun olarak santral venöz yol tercih edilmektedir (Pertkiewicz ve ark., 2009).

TPN'de bulunan lipitler yüksek enerji yoğunlukları ve düşük ozmolaritelerinden dolayı parenteral beslenmenin önemli bir parçasıdır. Lipid türü olarak geleneksel olarak soya yağı, omega-6 yağ asitleri açısından zengin bitkisel yağlara dayanmaktadır. Fakat günümüzde yağ asidi içeriği olarak omega-3 yağ asitleri de ön plana çıkmakta ve TPN'lerde kullanılmaktadır (Chen ve ark., 2010).

Omega-3'ün Yapısı ve Özellikleri

Omega-3 veya balık yağı eikosapentaenoik asit (EPA; 20: 5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA; 22: 6n-3)'in önemli bir kaynağı olarak büyük önem taşımaktadır (Zárate ve ark., 2017). Hücre zarının yapısında görev alan EPA, eikosanoidlerin sentezi için substrat olan araşidonik

asidin yerini almaktadır. Omega-3, TNF-a, IL-1β ve IL-6 gibi proinflamatuar sitokinlerin üretimini engellemekte ve bir anti-inflamatuar sitokin olan IL-10 üretimini modüle etmektedir (Zárate ve ark., 2017). Ayrıca omega-3, sitokinler ve adezyon molekülleri dahil olmak üzere inflamatuar yanıtta yer alan genlerin transkripsiyonundan sorumlu olan NF-KB'nin antagonistleri olan nükleer reseptör proteinlerini aktive edebilmektedir. Son olarak, omega-3'den türetilmiş aracılar, resolvinler, iltihaplanma tepkisinin çözülme fazı sırasında polimorfonükleer lökositlerin aktivasyonunu ve migrasyonunu inhibe ederek anti-inflamatuar etkilerini arttırmaktadır (Zhu ve ark., 2013). Omega-3'ün bu etkileri TPN'de hastaların tedavisinde etkili olabileceği fikrini de ortaya koymaktadır.

Total Parenteral Nütrisyonda Omega-3 Takviyesinin Etkileri

Total parenteral nütrisyonda omega-3'ün etkileri kullanılan hastaların özellikleri ve hastalık progresyonuna göre farklılık göstermektedir. Klinik uygulamada omega-3'ün karaciğer hastalıklarına yönelik etkileri araştırılmış ve ototropik karaciğer transplantasyonu sonrası enfeksiyon kaynaklı morbidite insidansını azalttığı görülmüştür (Zhu ve ark., 2013). Yapılan bir araştırmada, omega-3'ün ameliyat sonrası hepatik steatozlu farelerde karaciğer rejenerasyonunu ve fonksiyonel iyileşmeyi hızlandırdığı tespit edilmiştir (Veteläinen ve ark., 2007). Bir başka araştırmada ise omega-3 ile zenginleştirilmiş TPN solüsyonlarının kontrol grubuna göre tıkanma sarılığı hastalarında sarılığın iyileşmesini hızlandırdığı bulunmuştur (Gong ve ark., 2018).

Omega-3'ün cerrahi operasyonlar üzerinde etkilerine yönelik yapılan araştırmalarda olumlu etkilerinin olduğu bulunmuştur. Gastrointestinal cerrahi hastalarına yönelik yapılan bir araştırmada omega-3 takviyeli PN uygulamasının 5 gün süreyle uygulanması, hastalarda enfeksiyon insidansında anlamlı düzeyde düşüş göstermiştir (Badía-Tahull ve ark., 2010). Bir başka araştırmada ise büyük abdominal cerrahi yaşayan hastalarda yapılan meta-analiz çalışmasında omega-3 ile zenginleştirilmiş TPN'nin inflamasyon oranı ve hastane yatış süresinde düşüş sağladığı bulunmuştur (Chen ve ark., 2010).

Omega-3'ün bir başka yönü olarak solunum sıkıntısına yönelik etkileri araştırılmış ve pre-operatif hastalarda ventilasyon süresinde etkisinin olmadığı bulunmuştur (Langlois ve ark., 2017). Çok merkezli yapılan bir araştırmada, gama-linolenik asit, EPA ve antioksidanlarla zenginleştirilmiş TPN'nin düzenli kullanımı ile hastalarda ventilasyon süresinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Li ve ark., 2015). Amerikan Parenteral ve Enteral Nütrisyon Derneği (ASPEN) çalışmalardaki verilerin çelişkili olmasından dolayı balık yağını önermeye devam etmemektedir (Mc Clave ve ark., 2016).

Sepsis hastalarında omega-3'ün etkileri birçok araştırmada incelenmiş ve olumlu etkilerinin yanında etkisinin olmadığı araştırmalar da bulunmuştur. Yapılan bir meta-analizde 808 hastanın dahil olduğu 11 randomize kontrollü çalışmada omega-3'ün hastaların mortalite ve inflamasyon komplikasyonlarında anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Tao ve ark., 2016). Bir başka araştırmada ise sepsisli hastalarda omega-3 ile zenginleştirilmiş TPN uygulamanın inflamatuvar sitokinler ve hastanede kalış süresini azalttığı tespit edilmiştir (Barbosa ve ark., 2010). Bir başka araştırmada intravenöz omega-3 takviyesinin araştırıldığı 10 randomize kontrollü çalışmanın derlendiği bir meta-analizde toplam mortalite üzerinde herhangi bir etki

bulunmazken, enfeksiyon oranında önemli bir azalma tespit edilmiştir (Manzanares ve ark., 2015).

SONUÇ

Omega-3 ile zenginleştirilmiş TPN uygulamanın hastalık türü ve progresyonuna göre farklılık göstermektedir. Fakat yapılan araştırmalar omega-3'ün mortalite, morbidite ve hastane kalış süresinde olumlu etkilerini gösterirken, etkisinin olmadığını savunan araştırmalar da bulunmaktadır. Araştırmalardaki farklılıklar yapılan araştırmalarda kullanılan omega-3'ün dozu, uygulanma süresi, uygulanan katılımcı sayısı ve hastalık progresyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yüzden total parenteral nütrsiyonda omega-3 kullanımının etkileri ve doz miktarına yönelik yeni araştırmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. Badía-Tahull, M.B., Llop-Talaverón, J.M., Leiva-Badosa, E., Biondo, S., Farran-Teixidó, L., Ramón-Torrell, J.M., et al. A randomised study on the clinical progress of high-risk elective major gastrointestinal surgery patients treated with olive oil-based parenteral nutrition with or without a fish oil supplement. Br J Nutr. 2010; 104(5): 737-741.
2. Barbosa, V.M., Miles, E.A., Calhau, C., Lafuente, E., Calder, P.C. Effects of a fish oil containing lipid emulsion on plasma phospholipid fatty acids, inflammatory markers, and clinical outcomes in septic patients: a randomized, controlled clinical trial. Crit. Care 2010; 14(1): 5-15.
3. Bielawska, B., Allard, J.P. Parenteral Nutrition and Intestinal Failure. Nutrients 2017; 9(5): 466.
4. Boullata, J.I. Overview of the parenteral nutrition use process. JPEN 2012; 36(2): 10-13.
5. Bozzetti, F. Parenteral nutrition. Nutrition, 2019, 66: 101-107
6. Chen, B., Zhou, Y., Yang, P., Wan, H.W., Wu, X.T. Safety and efficacy of fish oil-enriched parenteral nutrition regimen on postoperative patients undergoing majör abdominal surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. JPEN 2010; 34(4): 387-394.
7. Gong, Q., Zhu, P., Zhang, B., Shu, C., Ding, Z., Wu, J., Zhang, B., Chen, X.P. Safety and efficacy of n-3 fatty acid-based parenteral nutrition in patients with obstructive jaundice: a propensity-matched study. Eur J Clin Nutr 2018; 72(8): 1159-1166.
8. Langlois, P.L., Hardy, G., Manzanares, W. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in cardiac surgery patients: An updated systematic review and meta-analysis. Clin Nutr 2017; 36(3): 737-746.
9. Li, C., Bo, L., Liu, W., Lu, X., Jin, F. Enteral Immunomodulatory Diet (Omega-3 Fatty Acid, γ- Linolenic Acid and Antioxidant Supplementation) for Acute Lung Injury and

Acute Respiratory Distress Syndrome: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients 2015; 7(7): 5572-5585.

10. Manzanares, W., Langlois, P.L., Dhaliwal, R., Lemieux, M., Heyland, D.K. Intravenous fish oil lipid emulsions in critically ill patients: an updated systematic review and metaanalysis. Crit Care 2015; 19(1): 167-181.
11. Mc Clave, S.A., Taylor, B.E., Martindale, R.G., Warren, M.M., Johnson, D.R., Braunschweig, C., et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). JPEN J Parente Enteral Nutr 2016; 40(2): 159-211.
12. Pertkiewicz, M., Cosslett, A., Mühlebach, S., Dudrick, S.J. Basics in Clinical Nutrition: Stability of Parenteral Nutrition Admixtures. e-SPEN, The European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism 2009;4: e117–e119
13. Tao, W., Li, P.S., Shen, Z., Shu, Y.S., Liu, S. Effects of omega-3 fatty acid nutrition on mortality in septic patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Anesthesiol 2016; 16: 39-46.
14. Veteläinen, R., Bennink, R.J., Van Vliet, A.K., Van Gulik, A.K. Mild steatosis impairs functional recovery after liver resection in an experimental model. Br J Surg. 2007; 94(8): 1002-1008
15. Zárate, R., El Jaber-Vazdekis, N., Tejera, N., Pérez, J.A., Rodríguez, C. Significance of long chain polyunsaturated fatty acids in human health. Clin Transl Me. 2017; 6(1):25.
16. Zhu, X., Wu, Y., Qiu, Y., Jiang, C., Ding, Y. Effects of omega- 3 fish oil lipid emulsion combined with parenteral nutrition on patients undergoing liver transplantation. JPEN 2013; 37(1): 68-74.

ÜLSERATİF KOLİT VE PROBİYOTİK İLİŞKİSİ

Dr. Dyt. HAKAN TOĞUÇ[1]

[1]Turgut Özal Üniversitesi Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi/Malatya/Türkiye

ÖZET

Ülseratif kolit, kolonun mukozal tabakasında meydana gelen ve tekrarlayan ataklar ile karakterize inflamatuvar bir hastalıktır. Hastalık sürecinde karın ağrısı, kanlı diyare, tenesmus ve ateş gibi semptomlar hastalığa eşlik ederken, hastalık bulguları genellikle kademeli olarak birkaç hafta süreyle ilerlemektedir. Hastalık insidansının dünyada yıllık yüz binde 10-20 arasında olduğu bilinmektedir. Ülseratif kolitin genetik ve çevresel birçok nedeni olmakla birlikte, ülseratif kolit ile bağırsak mikrobiyotası arasında yakın bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Bağısak mikrobiyota dengesinin bozulması ile patojen mikroorganizmalar hızla artmakta, enterotoksin salınımı ile bağırsakta mukozal geçirgenlik artarken immün disfonksiyona neden olmaktadır. Patojen mikroorganizmaların aşırı artışı bağırsak inflamasyonunu arttırmakta ve bağırsak mukozasının hasar görmesine neden olmaktadır. Ülseratif kolit hastalarında probiyotiklerin etkisine yönelik yapılan araştırmalarda probiyotik kullanımının bağırsakta dizbiyoz durumunu tersine çevirdiği, hastalık remisyon oranını arttığı, hastalığın nüksetme oranını azalttığı, hastalık şiddetini düşürdüğü gözlenmiştir. Fakat nadir de olsa bazı araştırmalarda hastalarda karın krampları ve şişkinlik olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak ülseratif kolit ile bağırsak mikrobiyotası arasında yakın bir ilişki olduğu ve probiyotik kullanımının bağırsak mikrobiyotasının dengesizliğini normalleştirmeye, mikroekolojik ortamı iyileştirmeye, bağırsak mukozal bariyer fonksiyonunu geliştirmeye ve gastrointestinal enfeksiyonları azaltmaya yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, ülseratif kolit ile probiyotik ilişkisinde kullanılan probiyotik türlerinin, uygun konsantrasyonların ve ideal tedavi yöntemlerinin belirlenmesi için konuyla ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Ülseratif kolit, probiyotik, mikrobiyota, bağırsak

THE RELATIONSHIP OF ULCERATIVE COLITIS AND PROBIOTIC

ABSTRACT

Ulcerative colitis is an inflammatory disease that occurs in the mucosal layer of the colon and is characterized by recurrent attacks. While symptoms such as abdominal pain, bloody diarrhea, tenesmus and fever accompany the disease during the disease process, the disease findings usually progress gradually over several weeks. It is known that the incidence of the disease is between 10-20 per hundred thousand per year in the world. Although ulcerative colitis has many

genetic and environmental causes, it is thought that there is a close relationship between ulcerative colitis and gut microbiota. With the deterioration of the intestinal microbiota balance, pathogenic microorganisms increase rapidly, and the intestinal mucosal permeability increases with the release of enterotoxin, causing immune dysfunction. Excessive growth of pathogenic microorganisms increases intestinal inflammation and causes damage to the intestinal mucosa. In studies on the effect of probiotics in ulcerative colitis patients, it has been observed that the use of probiotics reverses dysbiosis in the intestine, increases the disease remission rate, decreases the recurrence rate of the disease, and decreases the severity of the disease. However, although rare, some studies have found that patients have abdominal cramps and bloating. As a result, it is thought that there is a close relationship between ulcerative colitis and intestinal microbiota, and the use of probiotics may help to normalize the imbalance of intestinal microbiota, improve the microecological environment, improve intestinal mucosal barrier function and reduce gastrointestinal infections. However, more studies are needed to determine the probiotic species, appropriate concentrations and ideal treatment methods used in the relationship between ulcerative colitis and probiotics.

Keywords: Ulcerative colitis, probiotic, microbiota, gut

GİRİŞ

Ülseratif kolit (ÜK), kolonun mukozal tabakasında meydana gelen ve tekrarlayan ataklar ile karakterize inflamatuvar bir hastalıktır. Hastalık sürecinde karın ağrısı, kanlı diyare, tenesmus ve ateş gibi semptomlar hastalığa eşlik ederken, hastalık bulguları genellikle kademeli olarak birkaç hafta süreyle ilerlemektedir. Hastalık insidansının dünyada yıllık yüz binde 10-20 arasında olduğu bilinmektedir (Loftus, 2004). ÜK, sıklıkla 15-25 yaşlar arası görülmektedir. Etiyolojisi henüz tam olarak bilinmemesine rağmen, genetik yatkınlık, mukozal ve epitelyal düzensizlik ve bağırsak disbiyozundan etkilenen multifaktörüyel olduğu düşünülmektedir (Ungaro ve ark., 2017).

Ülseratif Kolitte Bağırsak Mikrobiyotası

İnsan vücudunda yaklaşık 10^{14} kadar mikroorganizma bulunmaktadır. Bu sayının, vucuttaki toplam hücre sayısından 10 kat daha fazla olduğu düşünülmektedir. Mikroorganizmalar en çok gastrointestinal sistem, deri, genitoüriner sistem ve solunum sisteminde bulunmaktadır. Kolon, insan vücudundaki mikroorganizma sayısının %70'ini bünyesinde barındırmaktadır (Kalip ve Atak, 2018). Kolon mikrobiyotası konakçıdaki rollerine göre simbiyotik, koşullu patojen ve patojen olmak üzere üç farklı grup bakteriden oluşmaktadır. Bunlardan simbiyotik bakteriler, çoğunlukla anaerobik olan ve derin mukozal epitel hücrelerine bağlanan bakterilerdir. Bu bakterilerin (bifidobakterium, peptococcus gibi) immün sistemde önemli rolleri vardır. Koşullu patejenler (enterokokkus, enterobakter gibi) ise çoğunlukla fakültatif anaerobik bakterilerden oluşur ve bağırsak mikroekolojik dengesi sağlandığında zararsızken bazı koşullarda zararlı olabilmektedirler. Patojenler (proteus, pseudomonas gibi) ise mikroekoloji dengede olduğunda patojenik etki göstermezken, beslenme ve çevresel etkenlerden kaynaklı bağırsakta baskın olan

mikrobiyota sayısının azalması ile sayıca artarak inflamasyona neden olmaktadırlar (Shen ve ark, 2018).

Ülseratif kolit ile bağırsak mikrobiyotası arasında yakın bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Bağırsak mikrobiyota dengesinin bozulması ile patojen mikroorganizmalar hızla artmakta, enterotoksin salınımı ile bağırsakta mukozal geçirgenlik artarken immün disfonksiyona neden olmaktadır (Gevers ve ark., 2014). Patojen mikroorganizmaların aşırı artışı bağırsak inflamasyonunu arttırmakta ve bağırsak mukozasının hasar görmesine neden olmaktadır. Yapılan araştırmalarda ÜK hastalarında fusobakter, enterobakter, bifidobakter ve pasteurella sayısında önemli sayıda artış olduğu tespit edilmiştir (Sokol ve ark., 2008).

Ülseratif Kolit ve Probiyotik İlişkisi

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tanımına göre probiyotikler; yeterli düzeyde alındığında konakçı üzerinde sağlığa yararlı etkiler sağlayabilen canlı mikroorganizmalardır (Çetin ve ark., 2011). Probiyotikler tür, cins ve suşlarına göre farklılık göstermektedir. Probiyotik mikroorganizmalar genel olarak, patojen bakterilerin yayılımını laktik asit, asetik asit gibi organik asitler sentezleyip ortamın pH'sını düşürerek, H_2O_2'i sentezleyerek ve bakteriosin benzeri antimikrobiyal maddeler üreterek engellemektedirler. Ayrıca ortamın pH'sının düşmesine bağlı olarak bağırsak hareketlerini artmaktadır (Mathieu ve ark., 1993). Yine probiyotik mikroorganizmalar ortamdaki besin maddelerini tüketerek patojenlerin gelişmelerini engellemektedir (Ouwehand ve ark., 1999).

Yapılan araştırmalar probiyotik kullanımının ülseratif kolitte olumlu etkilerinin olabileceğini göstermektedir. 12-16 yaş arası ülseratif kolitli adölesan grup üzerinde yapılan bir çalışmada bir yıl süreyle probiyotik kullanımının kontrol grubuna göre hastalığın nüks etme oranının daha düşük olduğunu göstermiştir (Shen ve ark., 2014). Oliva ve ark yaptıkları bir araştırmada L. Reuteri ATCC-5573 suşlu probiyotik alımının çocuklarda rektal mukozanın inflamasyonunu azalttığı gözlenmiştir (Oliva ve ark., 2012). Yapılan bir başka araştırmada lactobacillus türlerinin ÜK'li hastalarda hastalık nüksünü azalttığı bulunmuştur (Cain ve ark., 2011). Tüm bu araştırmaların dışında Wildt ve ark yaptıkları araştırmada Lactobacillus acidophilus ve bifidobacterium uygulanan hastalarda kontrol grubuna göre hastalık remisyonunda anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (Wildt ve ark., 2011). Bir başka çalışmada probiyotiklerin gastrointestinal peristaltizmi arttırabildiği, inflamatuvar bağırsak hastalığı hastalarında ishali indükleyebildiği, dışkı sıklığını değiştirebildiği ve hastalık aktivitesini arttırabildiği bulunmuştur (Agathou ve ark., 2013). Elde edilen veriler probiyotik kullanımının ÜK hastalarında olumlu etkilerinin olabileceği fakat nadir de olsa etkisinin olmadığı veya advers durumların yaşandığını göstermiştir.

SONUÇ

Ülseratif kolit ile bağırsak mikrobiyotası arasında yakın bir ilişki olduğu ve probiyotik kullanımının bağırsak mikrobiyotasının dengesizliğini normalleştirmeye, mikroekolojik ortamı iyileştirmeye, bağırsak mukozal bariyer fonksiyonunu geliştirmeye ve gastrointestinal enfeksiyonları azaltmaya yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, ülseratif kolit ile probiyotik ilişkisinde kullanılan probiyotik türlerinin, uygun konsantrasyonların ve

ideal tedavi yöntemlerinin belirlenmesi için konuyla ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1- Agathou, C.L., Beales, I.L. Factors associated with the use of probiotics in patients with inflammatory bowel disease. F1000Res. 2013;**2**:69.
2- Cain, A.M., Karpa, K.D. Clinical utility of probiotics in inflammatory bowel disease. Altern Ther Health Med. 2011;**17**:72–79.
3- Çetin, A.R., Karabekiroğlu, S., Ünlü, N. Probiyotikler ve ağız sağlığına etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2011. 3(1): 19-29.
4- Gevers, D., Kugathasan, S., Denson, L.A., et al. The treatment-naive microbiome in new-onset Crohn's disease. Cell Host Microbe 2014;15:382–92.
5- Kalip, K., Atak, N. Bağırsak mikrobiyotası ve sağlık. Turk J Public Health 2018;16(1)
6- Loftus, E.V. Jr. Clinical epidemiology of inflammatory bowel disease: Incidence, prevalence and environmental influences. *Gastroenterology*, 2004;126(6):1504-17.
7- Mathieu, F., Sudirman, I., Rekhif, N. Mesenterocin 52, A Bacteriocin Produced by Leuconostoc Mesenteroides Ssp. Mesenteroides Fr 52. Journal Applied Bacteriol, 1993, 74,372-379.
8- Oliva, S., Di Nardo, G., Ferrari, F., Mallardo, S., Rossi, P., Patrizi, G., Cucchiara, S., Stronati, L. Randomised clinical trial: the effectiveness of Lactobacillus reuteri ATCC 55730 rectal enema in children with active distal ulcerative colitis. Aliment Pharmacol Ther. 2012; **35**:327–334.
9- Ouwehand, A., Niemi, P., Salminen, S. The Normal Feacal Microflora Does Not Affect the Adhesion of Probiotic Bacteria in Vitro. Fems Microbial Letters, 1999, 177,35-38.
10- Shen, J., Zuo, Z.X., Mao, A.P. Effect of probiotics on inducing remission and maintaining therapy in ulcerative colitis, Crohn's disease, and pouchitis: meta-analysis of randomized controlled trials. Inflamm Bowel Dis. 2014;**20**:21–35.
11- Shen, Z.H., Zhu, C.X., Quan, Y.S., Yang, Z.Y., Wu, S., Luo, W.W., Tan, B., Wang, X.Y. Relationship between intestinal microbiota and ulcerative colitis: Mechanisms and clinical application of probiotics and fecal microbiota transplantation. World J Gastroenterol. 2018 Jan 7; 24(1): 5–14.
12- Sokol, H., Pigneur, B., Watterlot, L., et al. Faecalibacterium prausnitzii is an antiinfl ammatory commensal bacterium identifi ed by gut microbiota analysis of Crohn disease patients. Proc Natl Acad Sci USA 2008; 105:16731–6
13- Ungaro, R., Mehandru, S., Allen, P.B., Peyrin-Biroulet, L., Colombel, J.F. Ulcerative Colitis. *Lancet* 2017;389(10080):1756-70.
14- Wildt, S., Nordgaard, I., Hansen, U., Brockmann, E., Rumessen, J.J. A randomised double-blind placebo-controlled trial with Lactobacillus acidophilus La-5 and Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12 for maintenance of remission in ulcerative colitis. J Crohns Colitis. 2011;**5**:115–121.

PERFORMANCE ANALYSES OF NEWLY MANUFACTURED REFRIGERANTS FOR VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION CYCLES

Dr.Öğr.Gör. ARZU KEVEN[1], Doç.Dr. RABİ KARAALİ[2]

[1]Kocaeli Üniversitesi Gölcük Meslek Yüksek Okulu Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojisi Bölümü arzu.keven@*kocaeli.ed*u.tr ORCID No: 0000-0003-0040-9167

[2]Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü rabikar@gmail.com ORCID No: 0000-0002-2193-3411

ABSTRACT

In this study, thermodynamic and performance analyses for different newly manufactured refrigerants are made in order to investigate, compare each other and to improve the performance of vapor compression refrigeration systems used in frigorific vehicles. The refrigerants those named, R-134A, R-410A, R-407C, R-600, R-600A, R-423A, R-1234zd(E) and R-1234yf are selected as refrigerants. Thermodynamic and performance analyses of these refrigerants, are made by using 1 and 2. laws of thermodynamics and also environmental and safety properties are compared with each other. According to the results of the first law analysis, the highest COP value belongs to the R-1234zd(E) fluid, while the lowest COP value belongs to the R-407C fluid. According to the results of the second law analysis the R-1234zd(E) fluid has the highest efficiency and the lowest efficiency value belongs to the R-407C fluid. It is also concluded this, the COP value of the vapor compression mechanical refrigeration cycle decreases as the condenser temperature increases for different condenser temperatures. The environmental, physical and safety properties of the refrigerants are analyzed and compared in this study. It is found that, R-1233zd(E) fluid, which performs well, is found to be the best fluid, compared to other fluids according to environmental and safety properties. R-600, R-600A, R-134a, R-423A, R-407C and R-410A fluids have high GWP values despite their ODP values being zero, which is the biggest disadvantage of these fluids. Moreover, R-600 and R-600a fluids both show high performance compared to other fluids and have low environmental properties. However, because of the flammability of those fluids, necessary safety precautions are needed.

Keywords: Refrigerants, COP, Exergy

1. INTRODUCTION

Energy efficiency and energy production are widely investigated in all over the World. One of the most used energy in industry and in our daily life is in refrigeration. The most common system or cycle used in refrigeration is vapor compression mechanical refrigeration

cycles. Those cycles are efficient, compact, economic and clean with no emissions. The properties and the kind of refrigerant used in the cycle defined the COP, the working conditions, the effectiveness and the installation and operating costs. For that reason, the kind of refrigerant is very important. Better, harmless, environmental and widely usable refrigerants investigations are very important in research and in literature [1, 2, 3].

2. MATERIALS AND METHOD

Energy and mass balance equations can be written for each system component of the vapor compression and the vapor compression-absorption refrigeration cycle as follows:
The mass balances:

$$\sum \dot{m}_{in} = \sum \dot{m}_{out} \quad (1)$$

The energy balance:

$$\sum \dot{Q} - \sum \dot{W} = \sum H_{out} - \sum H_{in} \quad (2)$$

The coefficients of the performance for the vapor compression section, are calculated as follows:

$$COP_{vapour-comp} = Q_{eva}/W_{comp} \quad (3)$$

The exergy is the measure of usefulness, or potential of a stream or the potential of a substance to impact the ambient [1, 2]. The exergy balance, applied to a fixed control volume is given as a general rule by the following equation [4, 5];

$$\sum m_{in}\, e_{in} - \sum m_{out}\, e_{out} + \sum Q(1 - T/T_0 - \sum W - E_D = 0 \quad (4)$$

specific exergy (e) is stated as:

$$e = (h - h_0) - T_0(s - s_0) \quad (5)$$

The reference of ambient state is taken as the pressure (P_0) 101.325 kPa and the temperature (T_0) of 298.15 K. The exergy efficiency;

$$\eta_{ex} = Exergy\ in\ product/Exergy\ of\ fuel \quad (6)$$

In this study, thermodynamic analysis was performed for different refrigerants for the first time for increasing the performance of vapor compression refrigeration systems used in frigorific vehicles. In the study, R-134A, R-410A, R-407C, R-600, R-600A, R-423A, R-1234zd(E) and R-1234yf were chosen as refrigerants. In the analysis, a comparison was made by considering the performance, environment and safety values of the refrigerants.

In the vapor compression mechanical refrigeration cycle, the refrigerant compressed to high pressure in the compressor. After that it is sent to the condenser as a superheated vapor (Figure 1). Here, the condensing refrigerant enters the evaporator as wet vapor, giving its heat to the environment and throttling to low pressure in the throttling valve. After that the refrigerant, which has a temperature below the environmental temperature of the evaporator, cools the environment by absorbing the heat of the ambient and is taken by the compressor as vapor at the evaporator outlet [1, 2, 3].

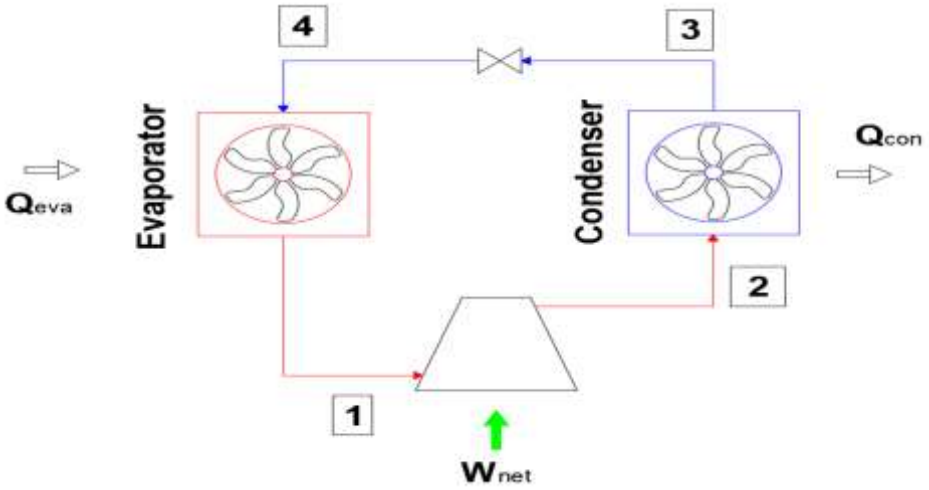


Figure 1. The vapor compression cycle refrigeration

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the thermodynamic analysis of vapor compression refrigeration systems for different refrigerants has been made. In the study, R-134A, R-410A, R-407C, R-600, R-600a, R-423-A, R-1234zd(E) and R-1234yf have been chosen as refrigerants. In Table 1, thermodynamic property values at all points of the analysis for R-600 refrigerant are given. Working conditions accepted for analysis; Teva= 253 K, Tcon= 313 K, and refrigeration capacity 10 kW. In addition, the isentropic efficiency of the compressor in the vapor compression refrigeration system is taken as ηis=0.80.

Table 1. Thermodynamic data of the vapor compressor cycle

State	T(K)	h (kj/kg)	$\dot{m}$ (kg/s)
1	253	553.537	0.038
2	320	653.494	0.038
3	313	296.007	0.038
4	353	296.007	0.038

The refrigeration capacity of the vapor compression refrigeration cycle is 10 kW, and the compressor power consumption with this cycle is W_{com}=3.881 kW.

Table 2. Capacity values of the system elements of the vapor compression refrigeration cycle

Q_{eva}(kW)	10

Q_{con} (kW)	13.881
W_{com} (kW)	3.881
COP	2.58

The exergy destruction values of the system elements of the analyzed cycle (R-600) are shown in Figure 2. Accordingly, while the highest exergy destruction values belonged to the compressor, the smallest value has been obtained from the condenser.

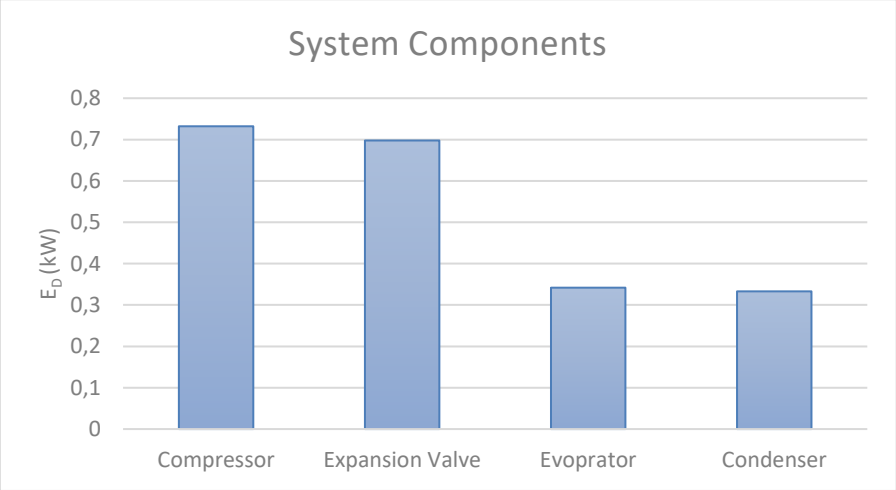


Figure 2. The exergy destruction of the system components of cycle

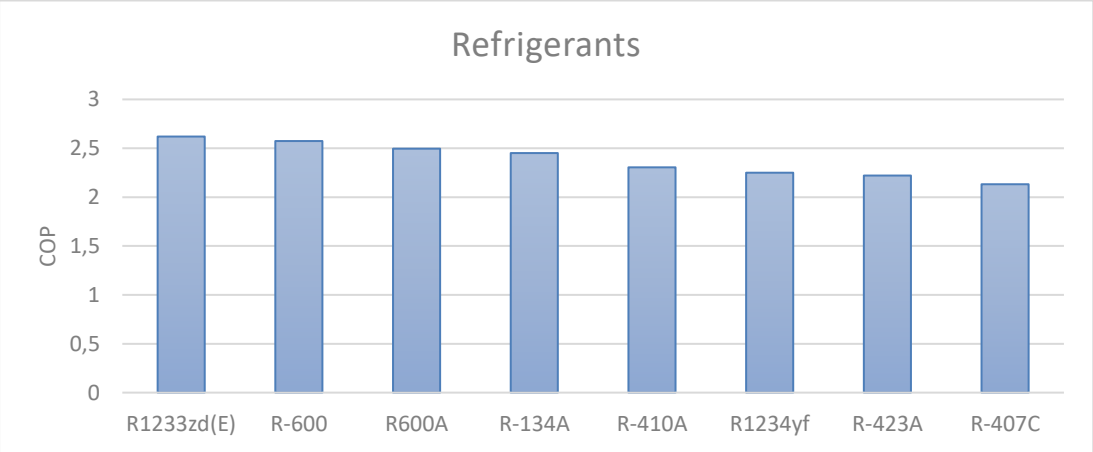


Figure 3. The COP of the selected refrigerants

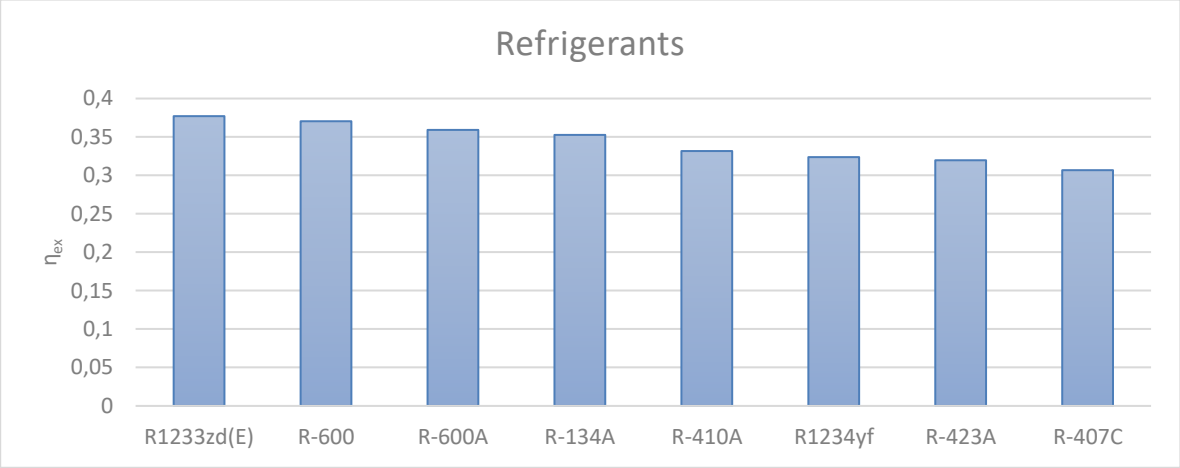


Figure 4. The exergy efficiency of the selected refrigerants

The analysis results have been given according to the first and second law of the thermodynamics of the cycles created for these refrigerants selected as R-134A, R-410A, R-407C, R-600, R-600A, R-423A, R-1234yf and R-1233zd(E) in Figure 3 and Figure 4. Among the analyzed fluids, the highest COP value belonged to the R-1233zd(E) fluid, while the lowest COP value belonged to the R-407C fluid (Figure 3).

In Figure 4, the second law efficiency of R-134A, R-410A, R-407C, R-600, R-600A, R-423-A, R-1234yf and R-1233zd(E) refrigerants is given. It is seen that the second highest efficiency value belonged to the R-1233zd(E) fluid, while the lowest efficiency value belonged to the R-407C fluid.

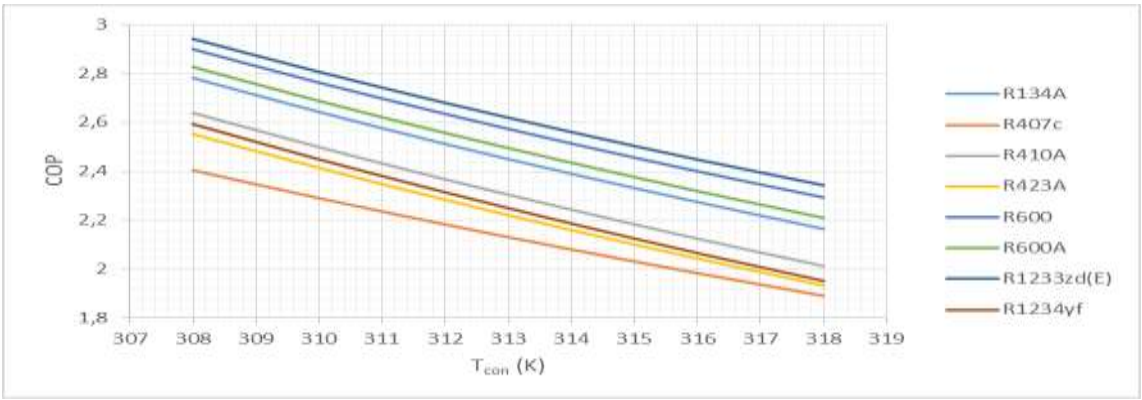


Figure 5. COP variation with condenser temperatures of refrigerants

According to the accepted operating conditions of the vapor compression mechanical refrigeration cycle at different condenser temperatures, the first and second law analysis results of thermodynamics are given in Figure 5 and Figure 6 (T_{eva}= 253 K, and refrigeration capacity 10 kW). In Figure 5, it is seen that the COP value decreases as the condenser temperature increases. While the highest COP value belonged to R-1233zd(E) fluid among the analyzed fluids, it is seen that the lowest COP value belonged to R-407C fluid.

Table 3. Physical, environmental and safety data of analyzed fluids.

Refrigerant	Mol. Weight (g/mol)	Critical Temperature (°C)	ASHRAE 34 Security group	ODP	GWP
R-600	58.12	152	A3	0	20
R-600a	58.12	137.7	A3	0	20
R-134a	102.03	101.1	A1	0	1430
R-423-A	125.96	99.5	A1	0	2300
R-410A	72.58	70.5	A1	0	2100
R-407C	86.20	85.8	A1	0	1800
R-1234yf	114	94.7	A2L	0	4
R1233zd(E)	130.5	165.5	A1	0	1

The physical, environmental and safety data of the refrigerants analyzed in this study are shown in Table 3 (Calm and Hourahan, 2007). Accordingly, it is seen that the R-1233zd(E) fluid, which performs well, is the best fluid compared to other fluids according to environmental and safety data. Although the ODP values of R-600, R-600A, R-134A, R-423A, R-407C and R-410A fluids are 0, the biggest disadvantage of these fluids is that they have high GWP values. R-600 and R-600a fluids have both high performance and low environmental values compared to other fluids. However, due to the flammability of these fluids, necessary safety precautions are needed.

4. CONCLUSIONS

In this study, different refrigerants that may be suitable for vapor compression refrigeration systems are analyzed according to the first and second laws of thermodynamics. In the study, R-134A, R-410A, R-407C, R-600, R-600A, R-423A, R-1234zd(E) and R-1234yf were chosen as refrigerants. According to the results of the first law analysis, the highest COP value belongs to the R-1234zd(E) fluid, while the lowest COP value belongs to the R-407C fluid. According to the results of the first law analysis, it was seen that the second law yield is R-1234zd(E) fluid, the lowest efficiency value belongs to the R-407C fluid.

It is concluded that the COP value of the vapor compression mechanical refrigeration cycle decreases as the condenser temperature increases at different condenser temperatures. While the highest COP value belonged to R-1234zd(E) fluid among the analyzed fluids, it was seen that the lowest COP value belonged to R-407C fluid. However, from the second law analysis results, it was seen that while the second law efficiency value belonged to the 1234zd(E) fluid, the lowest efficiency value belonged to the R-407C fluid. In addition, the total exergy destruction values of each system element at different condenser temperatures have been calculated.

The physical, environmental and safety data values of the refrigerants analyzed in this study were also compared. Accordingly, R-1233zd(E) fluid, which performs well, was found to be the best fluid compared to other fluids according to environmental and safety data. R-600, R-600A, R-134a, R-423A, R-407C and R-410A fluids have high GWP values despite their ODP values being 0, which is the biggest disadvantage of these fluids. R-600 and R-600a fluids both

show high performance compared to other fluids and have low environmental values. However, due to the flammability of these fluids, necessary safety precautions are needed.

REFERENCE

[1] Andrew, D., Carl, H., Alfred, F., Modern refrigeration and air condition, The Goodheart-Willcox, Willcox Co. INC. 1982.

[2] Yamankaradeniz, R., Horuz, İ., Çoşkun, S., Refrigeration Technique and Applications, Vipaş A.Ş., Uludağ University Empowerment Foundation, Bursa.2002.

[3] Arora, A., Arora, B.B., Pathak, B.D., and Sachdev, H. L. Exergy Analysis of a Vapor Compression Refrigeration system with R-22, R-407C and R-410A, Int. J. Exergy, Vol. 4, No. 4. pp. 441-454. 2007.

[4] Bejan, A., Tsatsaronis, G., Moran, M. Thermal design and optimization, New York: John Wiley and Sons Inc., 1996.

[5] Calm J. M. and Hourahan G. C., Refrigerant Data Update, HPAC Engineering, 79, pp. 50-64. 2007.

KÜBİK LAVES FAZLI $ErIr_2$ BİLEŞİĞİNİN ELEKTRONİK, MEKANİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Abdullah CANDAN [1], Doç. Dr. Salih AKBUDAK [2]

[1] Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 0000-0003-4807-3017

[2] Adıyaman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,0000-0002-2483-2835

ÖZET

Laves faz bileşiği $ErIr_2$'nin yapısal, elektronik ve elastik özellikleri, yoğunluk fonksiyonel teorisi çerçevesinde Quantum-Espresso kodu kullanılarak incelenmiştir. Perdew-Burke-Ernzerhof fonksiyoneli ile birlikte genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA), değişim-korelasyon enerjisi olarak kullanıldı. $ErIr_2$ bileşiğinin toplam enerjiye karşılık birim hücre hacminin değişim eğrileri Birch-Murnaghan durum denklemine fit edilerek bu malzemenin hacim (V), yoğunluk (ρ), örgü sabiti(a_0), Bulk modülü (B_0) ve Bulk modülünün basınç türevi (B_0') gibi temel yapısal parametreleri elde edildi. Elde edilen sonuçlar hem deneysel hem de teorik sonuçlar ile oldukça uyumludur. Ayrıca bu bileşiğin termodinamik açıdan kararlı olup olmadığını incelemek için oluşum entalpileri (ΔH_f) de belirlenmiştir. $ErIr_2$ bileşiği için bu değer atom başına -0.823 eV olarak bulunmuştur. Bulunan bu sonuç malzemenin termodinamik kararlılığını ve deneysel olarak sentezlenebilirliğini gösterir. Öte yandan, Laves fazlı $ErIr_2$ bileşiğinin elektronik özellikleri hakkında detaylı bilgi sahibi olmak için elektronik bant yapısı ve kısmi elektronik durum yoğunluğu hesaplamaları da gerçekleştirildi. Bu elde edilen grafiklerden elektronik bantların Fermi enerji seviyesini kestiği görüldü. Yani Fermi enerji seviyesi çevresinde herhangi bir bant aralığı oluşmadı. Bu sonuç $ErIr_2$ bileşiğinin metalik bir karaktere sahip olduğunu gösterir. Diğer taraftan malzemenin sertliği hakkında detaylı bilgi elde edebilmek için mekanik özellikler kapsamında birinci dereceden elastik sabitler hesaplanmıştır. Bu elde edilen elastik sabiti değerleri mekanik kararlılık kriterlerini sağladığından dolayı çalışılan bu malzeme mekanik açıdan kararlıdır. Malzemenin hacmindeki ve şeklindeki değişime karşı gösterilen direnci ölçmek için sırasıyla Bulk modülü (B) ve Shear modülü (G) gibi bazı sertlik verileri de hesaplanmıştır. Son olarak, katıların yüksek ve düşük sıcaklık bölgelerini ayırt etmek için kullanılan temel bir fiziksel özellik olan Debye sıcaklığı hesaplandı.

Anahtar Kelimeler: Laves Fazlı Bileşikler, Yapısal Özellikler, Elastik Sabitler, Elektronik Özellikler.

1. GİRİŞ

Laves faz bileşikleri; çok değişik kimyasal, fiziksel ve manyetik özellikler gösteren en eski malzeme gruplarından biridir. Bu tür bileşikler, yüksek erime noktası, yüksek sürünme direnci, yüksek mukavemetin yanısıra yüksek kırılma direnci, muhteşem korozyon ve oksidasyon gibi üstün niteliklerinden dolayı teknolojik açıdan farklı uygulama alanlarına sahiptir [1]. Bunun yanısıra sürekli olarak mıknatıslık özelliği, manyeto optik kayıt cihazları ve manyeto akustik materyaller gibi değişik uygulama potansiyelleri hesaba katıldığında teknolojik açıdan yeni malzemelerin üretilmesine de imkan verirler [2]. Bundan dolayı ikili Laves faz bileşikleri birçok uygulama sahaları ve ilginç fiziksel özellikler göstermesinden ötürü son zamanlarda teoriksel ve deneysel bakımdan çok yoğun olarak çalışılmıştır. Deneysel açıdan, C15 tipi kübik $NbCr_2$ Laves faz bileşiğinin manyetik rezonans spektroskopi metodu ile kübik elastik sabitlerinin değerleri belirlenmiştir [3]. Öte yandan, yakın zamanda yapılan bir teoriksel çalışmada Laves faza sahip çok sayıda malzemelenin yapısal stabilite ve başka özellikleri kapsamlı olarak bildirilmiştir [4]. Özellikle iridyum bazlı AB_2 tipi kübik yapılı Laves faz bileşikleri yüksek sürünme sünekliği, yüksek sürünme dayanımının yanısıra termal kararlılık gibi seçkin mekanik ve fiziksel niteliklerinden ötürü son zamanlarda araştırmacılar tarafından çokça ilgi görmektedir. Diğer taraftan $ErIr_2$ bileşiğini de içeren bir çalışmada Laves faza sahip birçok bileşiğin kararlılık, bağ özellikleri ve oluşum enerjileri kapsamlı olarak rapor edilmiştir [5]. Literatür incelendiğinde bu malzemenin temel fiziksel özellikleri ile ilgili sistematik bir çalışma mevcut değildir. Bundan dolayı bu çalışmanın amacı, kübik $ErIr_2$ Laves fazının elektronik, elastik ve yapısal karakteristiklerini yoğunluk fonksiyonel teorisi kapsamında sistematik olarak incelemektir.

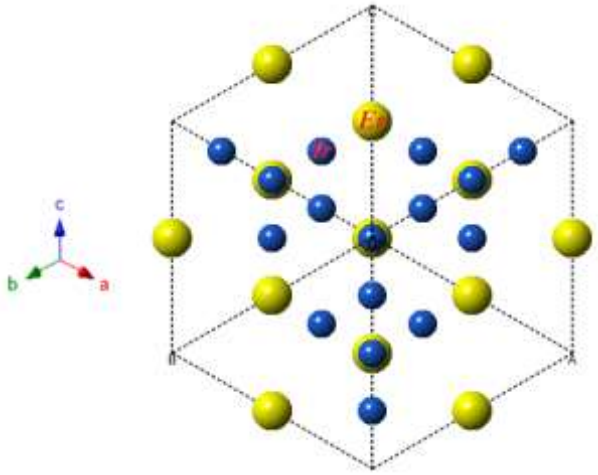
2. TEORİKSEL YÖNTEM

Bu çalışma içerisinde yapılan hesaplamaların tümü değiş tokuş korelasyon enerjisi olarak Perdew-Burke-Ernzerhof ile birlikte genelleştirilmiş eğim yaklaşımınıda içeren yoğunluk fonksiyonel teorisi kaynaklı quantum-ESPRESSO paket programı ile yapıldı [6]. Birinci Brillouin bölgesinin merkezinde 12 × 12 × 12 k-grid noktaları göz önüne alındı. Bunun yanısıra Brillouin bölgesinin entegrasyonu için Monkhorst–Pack metodu kullanıldı [7]. Enerjinin kesilim değeri 40 Ry olarak alındı ve yakınsama değeri de atom başına 10^{-6} eV olarak uygulandı. Optimizasyon neticesinde smearing katsayısı 0.02 Ry olarak hesaplandı. Mekanik özellikler kapsamında yapılan zor-zorlanma metodu göz önüne alınmıştır [8].

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

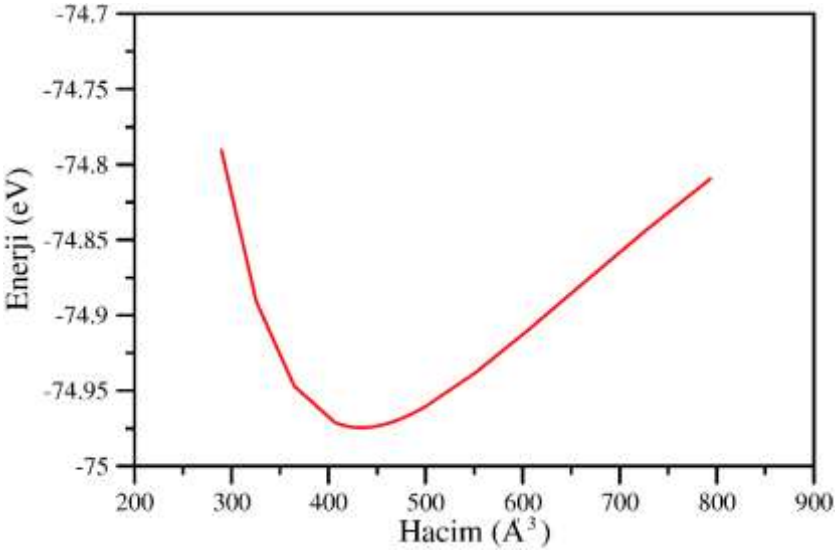
3.1. Yapısal Kararlılık

C15 tipi kübik yapılı Laves faz $ErIr_2$, Fd-3m uzay grubunda kristalleşir. Bu bileşiğe ait kristal yapı Görsel 1'de sunulmuştur. Bu kristal yapısında Ir atomları 16d (0,625; 0,625; 0,625) iken Er atomları ise 8a (0, 0, 0) noktalarında bulunmaktadır.



Görsel 1. $ErIr_2$ bileşiğinin C15-tipi kübik kristal yapısında 3-uzanımlı görüntüsü

Kübik Fd-3m uzay grubunda kristalleşen $ErIr_2$ Laves fazının temel durumdaki karakteristiklerini ortaya çıkarmak için toplam enerjinin birim hücredeki hacme karşılık değişim grafikleri çizdirildi ve Birch-Murnaghan'ın hal denklemine fit edilmiştir. Bu çalışılan malzemenin enerji-hacim değişimi Görsel 2 ile verilmiştir.



Görsel 2. $ErIr_2$ bileşiği için toplam enerji-hacim eğrisi

Bu eğri yardımıyla elde edilen örgü sabiti (a_0), Bulk modülü (B_0) ve Bulk modülünün birinci dereceden basınç türevi (B_0')i hacim ve yoğunluk gibi temel yapısal parametreler Çizelge 1'de listelenmiştir. Hesaplana sonuçlar hem deneysel hem de teorik verilerle oldukça uyumludur.

Çizelge 1. $ErIr_2$ Bileşiği İçin Hesaplanan Yapısal Parametreler

Fd-3m	Kaynak	a_0 (Å)	B_0 (GPa)	B_0'	V (Å³/f.u.)	ρ (g/cm³)	ΔH_f (eV/atom)
$ErIr_2$	Bu çalışma	7.567	204.1	4.76	429.616	17.059	-0.823
	[5]	-	-	-	-	-	-0.787
	[9]	7.51	-	-	422.72	17.34	-0.842

Bu malzemenin kararlılığı hakkında daha fazla ayrıntı için, bir malzemenin sıfır sıcaklıkta deneysel olarak sentezlenip sentezlenemeyeceğini belirleyen fiziksel bir parametre olan oluşum enerjisinin (ΔH_f) hesaplanmasına odaklandık. Bu parametre aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\Delta H_f = \frac{1}{a+b}\left[E^{X_aY_b}_{Toplam} - aE^{X}_{Katı} - bE^{Y}_{Katı}\right] \qquad (1)$$

Bu bileşik için oluşum enerjisi atom başına -0.823 eV olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre oluşum enerjisinin negatif değeri incelenen malzemenin termodinamik stabilite ve deneysel sentez olasılığını doğrulamaktadır.

3.2. Mekanik Özellikler

Bu bileşiğin mekanik özelliklerini hesaplamak için, çeşitli stres uygulamalarını tanımlayan elastik sabitlerini belirlemek esastır. Basit bir kübik yapının mekanik kararlılığı açıklamak için Çizelge 2'de gösterilen C_{11}, C_{12} ve C_{44} olarak yalnızca üç bağımsız elastik sabit vardır.

Çizelge 2. $ErIr_2$ Bileşiği İçin Hesaplanan Elastik Sabitler (GPa cinsinden C_{11}, C_{12} ve C_{44})

	C_{11} (GPa)	C_{12} (GPa)	C_{44} (GPa)
$ErIr_2$	296.55	158.54	103.41

Born kararlılık kriterleri şu şekilde ifade edilir:

$$C_{11} > 0, \quad C_{44} > 0, \quad C_{11} - C_{12} > 0, \qquad C_{11} + 2C_{12} > 0 \qquad (2)$$

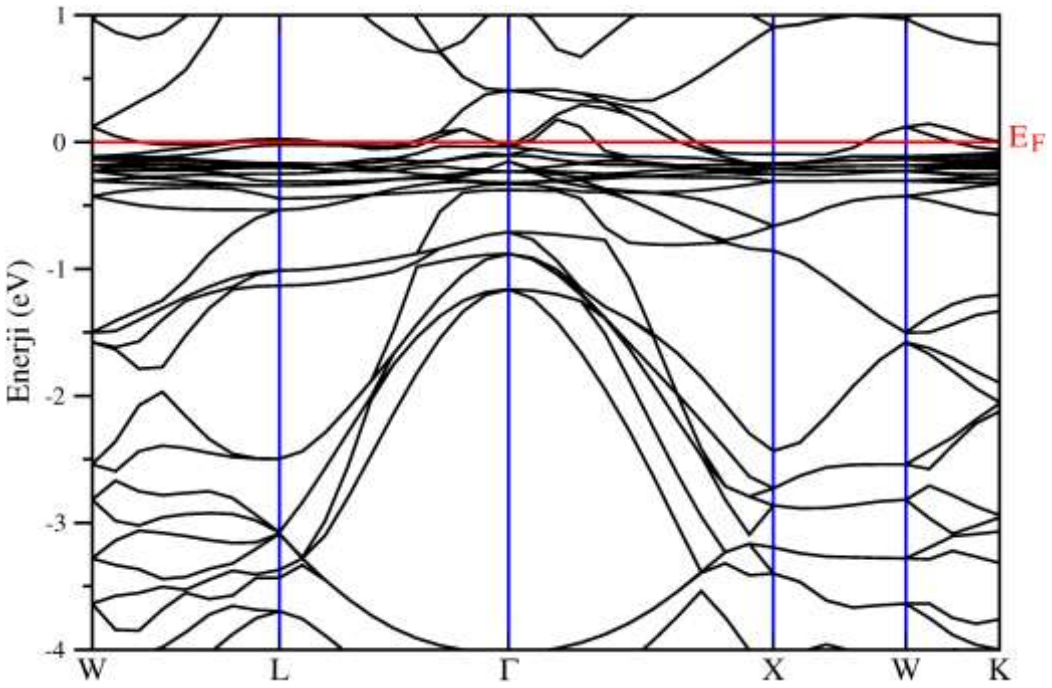
Çizelge 2'de verilen elastik sabitler Born kararlılık kriterlerine uyduğundan dolayı kübik Fd-3m uzay grubunda kristalleşen $ErIr_2$ bileşiği mekanik açıdan kararlıdır. Ayrıca, Young modülü (E), Bulk modülü (B) ve Shear modülü (G) gibi elastik modüller, Voight ve Reuss'un iki sınırının ortasını temsil eden Hill bağıntısı [10] aracılığıyla beklenen şekilde hesaplandı ve Çizelge 3'de verildi. Ayrıca malzemelerin sünekliği veya elastik yapısı, Pugh oranı (B/G) ve Cauchy basıncı (C_p) hesaplanarak doğrulanmıştır.

Tablo 3. $ErIr_2$ Bileşiği İçin Hesaplanan Bulk Modülü (*B*), Shear Modülü (*G*), B/G Oranı, Cauchy Basıncı (C_{12}-C_{44}), Young Modülü (*E*).

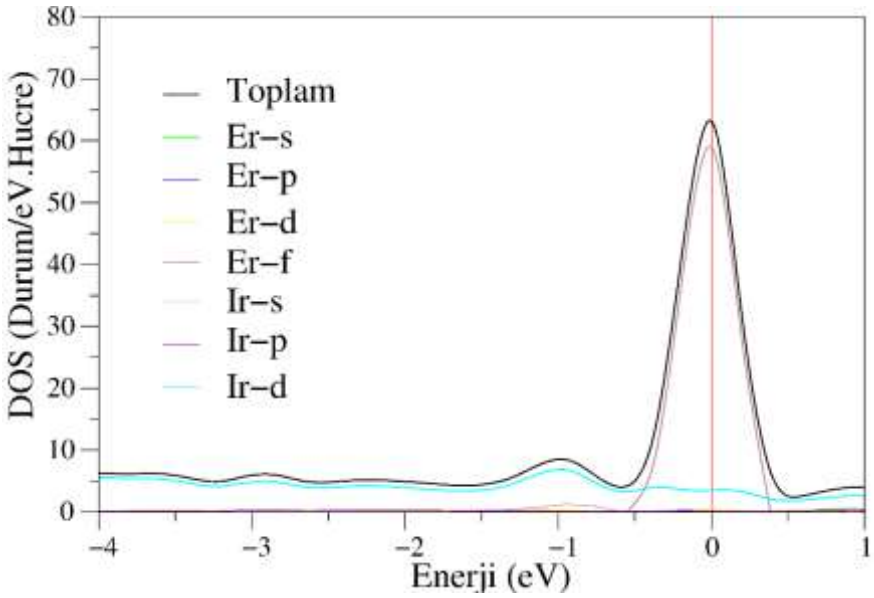
	B	G	B/G	C_{12}-C_{44}	E	θ_D (K)
$ErIr_2$	204.54	87.93	2.33	55.13	230.73	289.08

3.3. Elektronik Özellikler

Laves faz $ErIr_2$ bileşiğinin elektronik karakteristiklerini açıklığa kavuşturmak için elektronik bant yapı grafiği ve kısmi durum yoğunlukları (PDOS) ile birlikte toplam durum yoğunlukları (TDOS) sırasıyla Görsel 3 ve Görsel 4'de verildi. Görsel 3'deki elektronik bant eğrisine göre iletim ve değerlik bantlarının Fermi seviyesinde (E_F) birbiriyle iç içe geçtiği görülmektedir, bu da çalışılan $ErIr_2$ bileşiğinin açık bir şekilde metalik özelliğe sahip olduğunu ifade eder. $ErIr_2$'nin açığa çıkarılan metalik karakteri, bu malzemenin süper iletken olasılığını belirtir.



Görsel 3. $ErIr_2$ bileşiği için elektronik band yapısı



Görsel 4. $ErIr_2$ Laves fazı için toplam ve kısmi durum yoğunlukları

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu araştırmada kübik Laves fazlı $ErIr_2$ bileşiğinin elektronik, yapısal stabilite ve mekanik karakteristiklerinin yoğunluk fonksiyonel teorisi yöntemi dayalı hesaplamalarla kapsamlı bir incelenmesi rapor edilmiştir. Çalışılan $ErIr_2$ bileşiğinin hesaplanan oluşum enerjisi deneysel veri ile oldukça uyum içerisindedir. Bunun yanı sıra hesaplanan oluşum enerjisinin negatif değeri malzemenin deneysel açıdan sentezlenebileceğini göstermiştir. Çalışılan bileşiğin elde edilen C_{11}, C_{12} ve C_{44} elastik sabitleri bunun mekanik açıdan kararlılık durumunu gösterir. Cauchy basıncının yanı sıra Pugh kriterine göre malzemenin sünek doğaya sahip olduğu görülmüştür. Hesaplanan elektronik özellikler, bileşiğin elektriksel bakımdan metalik doğasını

belirtmiştir. Bu çalışma, başka Laves fazlı malzemelerin süperiletkenlik ve temel fiziksel karakteristikleri belirlemede ışık tutacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Yakoubi, A., O. Baraka, and B. Bouhafs, *Structural and electronic properties of the Laves phase based on rare earth type BaM2 (M= Rh, Pd, Pt).* Results in Physics, 2012. **2**: p. 58-65.

[2] Zhang, X., et al., *Structural, elastic, and thermal properties of Laves phase ZrV2 under pressure.* Journal of Applied Physics, 2011. **109**(11): p. 113523.

[3] Yao, Q., et al., *First-principles studies of ternary site occupancy in the C15 NbCr2 Laves phase.* Acta materialia, 2006. **54**(13): p. 3585-3591.

[4] Stein, F. and A. Leineweber, *Laves phases: a review of their functional and structural applications and an improved fundamental understanding of stability and properties.* Journal of Materials Science, 2021. **56**(9): p. 5321-5427.

[5] Zhu, J., et al., *Enthalpies of formation of binary Laves phases.* Intermetallics, 2002. **10**(6): p. 579-595.

[6] Kresse, G. and J. Furthmüller, *Efficient iterative schemes for ab initio total-energy calculations using a plane-wave basis set.* Physical review B, 1996. **54**(16): p. 11169.

[7] Monkhorst, H.J. and J.D. Pack, *Special points for Brillouin-zone integrations.* Physical review B, 1976. **13**(12): p. 5188.

[8] Le Page, Y. and P. Saxe, *Symmetry-general least-squares extraction of elastic data for strained materials from ab initio calculations of stress.* Physical Review B, 2002. **65**(10): p. 104104.

[9] ; Available from: https://materialsproject.org/materials/mp-1495?chemsys=Er-Ir.

[10] Hill, R., *The elastic behaviour of a crystalline aggregate.* Proceedings of the Physical Society. Section A, 1952. **65**(5): p. 349.

NdPdBi YARI HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL STABİLİTESİ, MEKANİK VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİ İÇİN İLK PRENSİPLER ÇALIŞMASI

Abdullah CANDAN [1], Salih AKBUDAK [2]

[1] Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 0000-0003-4807-3017
[2] Adıyaman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, 0000-0002-2483-2835

ÖZET

Bu çalışmada, kübik yapıdaki NdPdBi yarı-Heusler bileşiğinin yapısal, elektronik ve elastik özelliklerinin ilk prensiplerle gerçekleştirilen hesaplamalardan elde edilen sonuçlar rapor edilmiştir. Bu bileşiğin temel fiziksel özellikleri, Quantum-Espresso paket programında yoğunluk fonksiyonel teorisine dayalı düzlem dalga psödopotansiyel yöntemiyle hesaplandı. Tüm yapılan hesaplamalarda değiş-tokuş korelasyon enerjisi için Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) ve genelleştirilmiş eğim yaklaşımı kullanıldı. NdPdBi yarı-Heusler bileşiğinin α, β ve γ yapısal fazları için toplam enerjiye karşılık hacim eğrileri Birch-Murnaghan durum denklemine uydurularak, bu bileşiğin tüm fazları için örgü parametreleri, Bulk modülleri ve türevleri elde edilmiştir. Ayrıca bu eğriler yardımıyla en düşük toplam enerjiye sahip olan γ yapısal fazının en kararlı faz olduğu tespit edilmiştir. NdPdBi yarı-Heusler bileşiği için elde edilen örgü parametresi, hacim ve yoğunluk gibi değerlerin literatürdeki mevcut verilerle oldukça uyumlu olduğu görüldü. NdPdBi yarı-Heusler bileşiği için Brillouin bölgesinde yüksek simetri yönleri boyunca elektronik bant yapı grafiği çizdirildi ve ayrıca elektronik katkının daha iyi analiz edilebilmesi için toplam ve kısmi durum yoğunluğu eğrileri de elde edildi. Bu grafiklerden malzemenin Fermi Enerji seviyesinde süreklilik gösterdiğinden dolayı metalik özellik doğasına sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca her üç yapısal faz için de elde edilen elastik sabitler zor-zorlanma ilişkisinden hesaplanmıştır. NdPdBi yarı-Heusler bileşiğinin γ yapısal fazı için hesaplanan elastik sabitler Born stabilite kriterlerini karşıladığından, bu bileşik γ fazında elastik olarak kararlıdır. Diğer yapısal fazlar bu kriterleri karşılamadığından dolayı elastik olarak kararsız oldukları söylenebilir. Diğer taraftan γ yapısal fazı için elde edilen elastik sabitlerden Bulk modülü (B), Shear modülü (G), Young modülü (E) ve Pugh oranı (B/G) gibi mekanik özellikler de Voigt-Reuss-Hill yaklaşımı kullanılarak hesaplandı.

Anahtar Kelimeler: Yarı-Heusler Bileşikler, Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi, Elastik Sabitler, Elektronik Özellikler.

1. GİRİŞ

1903'de Heusler [1], Cu ve Sn gibi manyetik olmayan elementlerden yapılan alaşımların ferromanyetik olduğunu keşfetti. Genel olarak, Heusler bileşikleri iki kategoriye ayrılır: Tam Heusler alaşımları ve Yarı Heusler alaşımları. İlki, X_2YZ tipi olan stokiyometriye sahiptir ve ikincisi ise XYZ kimyasal formülüne sahiptir, burada X ve Y genellikle geçiş metalleridir. Z ise ana grup elementidir [2]. Yarı-Heusler bileşikleri, F-43m uzay grubu ile yüzey merkezli-kübik (fcc) kristal yapısında kristalleşir [3]. Son yıllarda, yarı-Heusler bileşikleri yarı metalik ferromanyetizma [4], topolojik yalıtkan ve weyl yarı metalik davranış [5] ve termoelektrik

özellikler [6] gibi ilginç özelliklerinden dolayı büyüleyici bir malzeme sınıfı haline geldi. Bu alaşımların değerlik elektron sayısının belirlenmesi temel durum özellikleri için çok önemli olduğundan, yapısal ve elektronik özelliklerini de anlamak önemlidir. Elastik kararlılık, rijitlik, süneklik, kırılganlık ve anizotropi gibi özellikleri tam olarak anlamak için mekanik özelliklerini araştırmak önemlidir. Bu nedenle, bu çalışmada mekanik özellikler de incelenmiştir. Deneysel ve teoriksel açıdan, birçok araştırmacı bu alaşımlardaki ferromanyetizmanın kökenini giderek daha dikkatli bir şekilde incelemekte ve tartışmaktadır. Haase ve arkadaşları tarafından [7] NdPdBi bileşiğinin de içinde olduğu Sb ve Bi bazlı otuz sekiz tane üç atom içeren bileşiğin yüksek sıcaklıklarda reaksiyona sokarak deneysel olarak elde ettiler ve bu bileşiklerin yapılarını tek kristalli X-ışını verilerinden yola çıkarak belirlediler. Onlar tarafından yapılan çalışmada NdPdBi bileşiğinin deneysel örgü sabiti ve birim hücre hacmi sırasıyla 677.8 pm ve 0.3114 nm^3 olarak rapor edilmiştir. Diğer bir çalışmada RPdBi (R = Er, Ho, Gd, Dy, Y, Nd) bileşiklerinin 1.5–300 K sıcaklık aralığında ve 12 T'ya kadar manyetik alanlarda gerçekleştirilen x-ışını kırınımı, manyetik duyarlılık, elektriksel özdirenç, manyeto-direnç, termoelektrik güç ve Hall etkisi ölçümleri gibi deneysel yöntemlerle incelenmiştir [8]. ErPdBi, HoPdBi, GdPdBi, YPdBi, DyPdBi ve NdPdBi'nin polikristal numuneleri, bileşenlerin ultra saf argon atmosferi altında ark eritilmesiyle hazırlanmıştır. Tüm bu çalışmalar, incelenen numunelerin MgAgAs tipi (uzay grubu F-43m) kübik yapıya sahip tek fazlı olduğunu göstermiştir. X-ışını kırınım verilerinden elde edilen kafes parametreleri şunlardır: ErPdBi, HoPdBi, DyPdBi, YPdBi, GdPdBi ve NdPdBi için sırasıyla a = 6.5952, 6.6012, 6.6343, 6.6391, 6.6906 ve 6.7257 Å. Üçlü Bi-bazlı NdPdBi bileşikleri üzerine şimdiye kadar birçok deneysel çalışma yapılmış olmasına rağmen, literatürde bu bileşiğin temel fiziksel özellikleri ile ilgili kapsamlı bir araştırma bulunmamaktadır. Bu araştırmanın amacı, NdPdBi bileşiğinin üç farklı fazı (α, β ve γ) için yapısal hesaplamalar gerçekleştirilerek en kararlı fazın tespit edilmesi ve daha sonrasında mekanik ve elektronik özelliklerinin detaylı olarak araştırılmasıdır.

2. HESAPLAMA YÖNTEMİ

Yarı-Heusler bileşiği NdPdBi'nin yapısal kararlılığı, elektronik ve mekanik özelliklerini incelemek için, Quantum-Espresso paket programına yerleştirilmiş ilk prensip hesaplamalarını kullandık [9]. Hesaplamalarda yoğunluk fonksiyonel teorisine dayanan sözde potansiyel düzlem dalga temel seti uygulandı. Elektronik değiş tokuş korelasyonu, Perdew-Burke-Ernzerhof fonksiyonel [10] şeması altında genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı seçildi ve atomik çekirdekler ile değerlik elektronları arasındaki etkileşim için düzlemliği artırılmış dalga yöntemi (PAW) tanımlandı [11]. İlk yakınsama testinden sonra, tüm hesaplamalar için 500 Ry düzlem dalga kesme enerjisi ayarlandı ve k örnekleme noktası için Brillouin bölgesinde 12×12×12 Monkhorst-Pack grid kullanıldı[12]. Cij elastik sabitlerinin hesaplanmasında zor-zorlanma tekniği [13] kullanıldı.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Yapısal Karalılık

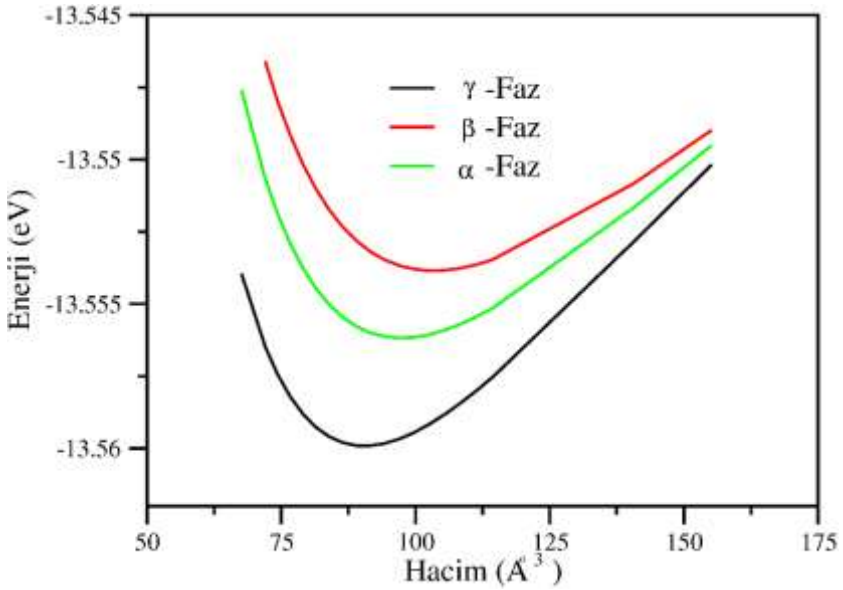
Bu çalışmada ele alınan XYZ üçlü yarı-Heusler alaşımları NdPdBi F-43m uzay grubu (No. 216) ile yüz merkezli kübik $C1_b$ kristal yapısında kristalleşir. Kristal içerisindeki atomların yerleşim

düzenine bağlı olarak, çalışılan alaşım α, β ve γ olmak üzere üç farklı yapısal konfigürasyon sergiler. NdPdBi'nin tüm olası kristal durumlarında atomların konumları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. α, β ve γ Fazlarındaki Yarı-Heusler NdPdBi Bileşiğini Oluşturan Atomların Yerleşim Konumları

Faz	Nd	Pd	Bi
α	(0.25,0.25,0.25)	(0.5,0.5,0.5)	(0,0,0)
β	(0.5,0.5,0.5)	(0,0,0)	(0.25,0.25,0.25)
γ	(0,0,0)	(0.25,0.25,0.25)	(0.5,0.5,0.5)

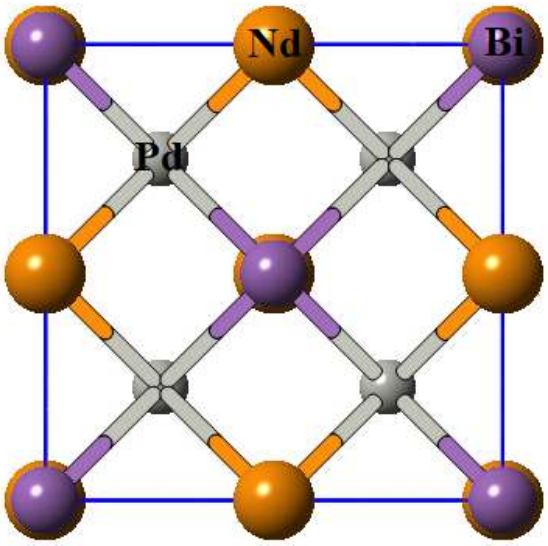
İncelenen NdPdBi alaşımının üç farklı yapısal konfigürasyonu için enerjiye karşılık hacim eğrileri Görsel 1'de gösterilmektedir. Bu eğriler, Birch-Murnaghan durum denklemine uydurularak elde edilir ve incelenen alaşımın en düşük enerjili yani en kararlı olduğu konfigürasyonu belirlemek için kullanılır.



Görsel 1. NdPdBi Yarı-Heusler Bileşiğinin α, β ve γ Fazları İçin Toplam Enerji-Hacim Değişimleri

Bu eğrilerden görüldüğü üzere, γ yapısal konfigürasyonunun diğerlerine kıyasla en düşük enerjiye sahip olduğu açıktır.

Ayrıca NdPdBi Yarı-Heusler bileşiğinin en kararlı fazı olan γ yapısal konfigürasyonunun kristal yapısı Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. γ Fazında NdPdBi Yarı-Heusler Bileşiğinin Kristal Yapısı

Enerji-Hacim eğrilerinin Birch Murnaghan durum denklemine uydurulmasıyla α, β ve γ yapısal konfigürasyonları için elde edilen denge kafes sabitleri, Bulk modülleri ve basınç türevleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

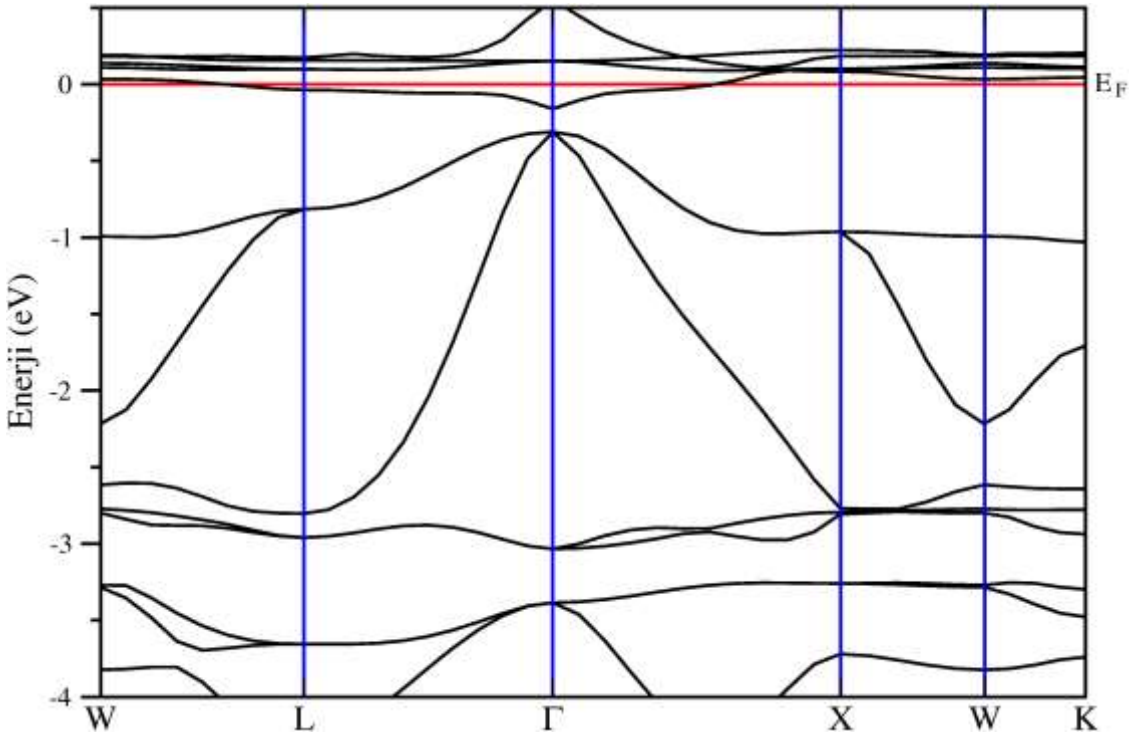
Çizelge 2. α, β ve γ Fazları İçin Hesaplanan Örgü Sabitleri (a_0), Bulk Modülleri (B_0), Bulk Modüllerinin Basınca Göre Birinci Türevleri (B_0')

	Faz	a_0 (Å)	B_0 (GPa)	B_0'
NdPdBi	α	7.013	60.2	4.81
	β	7.145	50.7	4.66
	γ	6.877	73.1	4.31

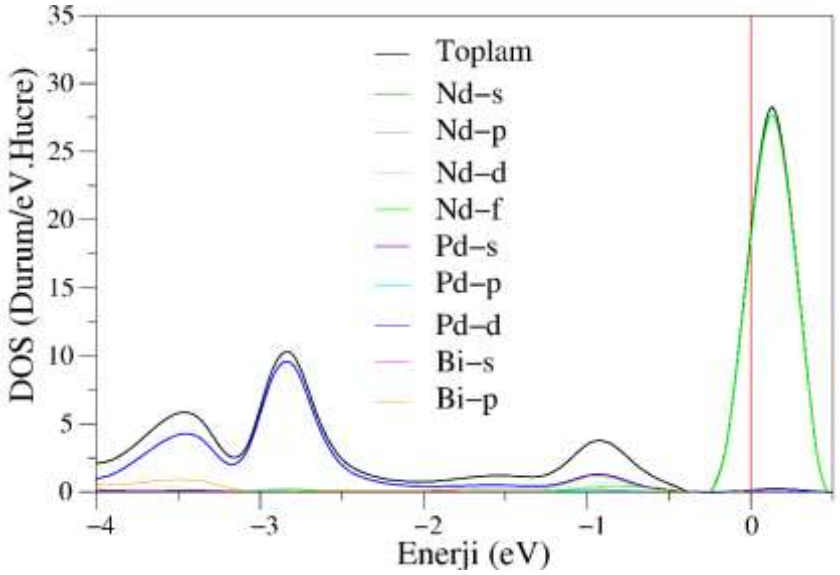
Haase ve arkadaşları [7] tarafından NdPdBi'nin γ yapısal fazı için bulunan örgü sabiti (6.778 Å) ve Gofryk ve arkadaşları [8] tarafından ise 6.7257 Å olarak rapor edilmişti. γ yapısal fazı için bizim hesapladığımız örgü sabiti değeri ile daha önce bildirilenler arasında iyi bir uyum vardır.

3.2. Elektronik Özellikler

NdPdBi alaşımının kübik LiAlSi tipi yapısal fazda Birinci Brillouin Bölgesi'nin yüksek simetri yönleri boyunca elektronik bant yapıları hesaplanmış ve Görsel 3'te gösterilmiştir. Ayruca toplam ve kısmi durum yoğunluğu eğrileri Görsel 4'te sunulmaktadır. Fermi enerji seviyesi 0 eV olarak ayarlanmıştır. Her iki görselden görüleceği üzere, Fermi enerjisi civarındaki en yüksek valans bandı ve en düşük iletim bandı Fermi seviyesini keser. Bu, NdPdBi alaşımının doğada metalik olduğu anlamına gelir.



Görsel 3. NdPdBi Bileşiğinin γ-fazı İçin Hesaplanan Elektronik Band Yapısı



Görsel 4. NdPdBi Yarı-Heusler Bileşiği İçin γ-fazındaki Toplam Ve Parçalı Durum Yoğunlukları

3.3. Mekanik Özellikler

Herhangi bir malzemenin mekanik kararlılığı, elastik sabitlerin hesaplanmasıyla tahmin edilebilir. Kübik kristallerin C_{11}, C_{12} ve C_{44} olmak üzere üç elastik sabiti vardır. Bu yarı-Heusler bileşiğinin α, β ve γ yapısal konfigürasyonları için hesaplanan elastik sabit değerleri Çizelge 3'de listelenmiştir. Herhangi bir kübik kristal için mekanik stabilite kriterleri aşağıdaki gibi ifade edilmiştir [14]:

$$C_{44} > 0 \quad , \quad C_{11} > B > C_{12} \quad , \quad (C_{11} - C_{12})/2 > 0 \qquad (1)$$

Çizelge 3. NdPdBi yarı-Heusler Bileşiğinin α, β ve γ fazları için hesaplanan elastik sabitleri

Malzeme	Faz	C_{11} (GPa)	C_{12} (GPa)	C_{44} (GPa)	Kararlılık
NdPdBi	α	66.41	57.25	-5.91	X
	β	15.57	66.76	-38.36	X
	γ	120.62	45.39	35.41	√

γ yapısal fazı yukarıda verilen kararlılık koşulunu sağlarken, diğer fazlar bu kararlılık koşulunu sağlamamaktadır. Yani, NdPdBi bileşiğinin γ yapısal fazı mekanik olarak stabilken, α ve β fazları kararsızdır. Bu sonuç, yapısal özellikler bölümündeki enerji-hacim grafiğinden elde edilen sonuçları desteklemektedir. Ek olarak, Çizelge 4'de üçlü Yarı-Heusler bileşiği NdPdBi'nin Bulk modülü B, Shear modülü G, Pugh oranı B/G ve Young modülü E listelendi. Bu mekanik parametreler, Voigt-Reuss-Hill yaklaşımına [15-17] göre elastik sabitlerden tahmin edilmiştir.

Çizelge 4. NdPdBi Yarı-Heusler Bileşiğinin γ-fazı İçin Hesaplanan Bulk (B) Modülü, Young (E) Modülü, Shear (G) modülü ve B/G oranı

γ-Fazı	B (GPa)	G (GPa)	E (GPa)	B/G
NdPdBi	70.47	52.39	125.96	1.35

Pugh oranı [18], malzemelerin kırılgan veya sünek davranışları hakkında bilgi verebileceğinden, Bulk modülünün Shear modülüne (B/G) oranı olarak da hesaplanır. 1.75 eşik değerinden küçük/büyük olduğunda, malzeme kırılgan/sünek bir davranış sergiler. Bu yarı-Heusler bileşiği için Pugh oranı 1.35 civarındadır, bu da malzemenin kırılganlık davranışı gösterdiğini açıklar.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yoğunluk fonksiyoneli yaklaşımı dahilinde GGA-PBE yöntemi kullanılarak, NdPdBi yarı-Heusler bileşiğinin mekanik, elektronik ve yapısal özelliklerini ayrıntılı olarak açıklamak için hesaplamalar yapılmıştır. Yapısal optimizasyon hesaplamaları sonucunda, göz önüne alınan üç faz arasında γ yapısal fazının en kararlı konfigürasyon olduğu görülmüştür. Elektronik band yapısı ve durum yoğunluğu sonuçları bu malzemenin metalik olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca mekanik özelliklerin sonuçlarından, incelenen malzemenin mekanik olarak kararlı olduğu görülmüştür. B/G oranına göre de çalışılan bileşiğin kırılgan doğaya sahip olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Heusler, F., *Verhandlugen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, sec. 5.* 1903.

[2] Thoene, J., et al., *Exchange energies, Curie temperatures and magnons in Heusler compounds.* Journal of Physics D: Applied Physics, 2009. **42**(8): p. 084013.

[3] Nanda, B. and I. Dasgupta, *Electronic structure and magnetism in doped semiconducting half-Heusler compounds.* Journal of Physics: Condensed Matter, 2005. **17**(33): p. 5037.

[4] Elahmar, M.H., H. Rached, and D. Rached, *The half metallic feature at high temperature of the novel half-Heusler alloys and their [100] oriented layered superlattices: A DFT investigations.* Materials Chemistry and Physics, 2021. **267**: p. 124712.

[5] Oxley, D., R. Tebble, and K. Williams, *Heusler alloys.* Journal of Applied Physics, 1963. **34**(4): p. 1362-1364.

[6] Webster, P. and R. Tebble, *The magnetic and chemical ordering of the Heusler alloys Pd2MnIn, Pd2MnSn and Pd2MnSb.* Philosophical Magazine, 1967. **16**(140): p. 347-361.

[7] Haase, M.G., et al., *Equiatomic rare earth (Ln) transition metal antimonides LnTSb (T= Rh, lr) and bismuthides LnTBi (T= Rh, Ni, Pd, Pt).* Journal of Solid State Chemistry, 2002. **168**(1): p. 18-27.

[8] Gofryk, K., et al., *Magnetic and transport properties of rare-earth-based half-Heusler phases R PdBi: Prospective systems for topological quantum phenomena.* Physical Review B, 2011. **84**(3): p. 035208.

[9] Kresse, G. and J. Hafner, *Ab initio molecular dynamics for liquid metals.* Physical review B, 1993. **47**(1): p. 558.

[10] Perdew, J.P., K. Burke, and M. Ernzerhof, *Generalized gradient approximation made simple.* Physical review letters, 1996. **77**(18): p. 3865.

[11] Blöchl, P.E., *Projector augmented-wave method.* Physical review B, 1994. **50**(24): p. 17953.

[12] Monkhorst, H.J. and J.D. Pack, *Special points for Brillouin-zone integrations.* Physical review B, 1976. **13**(12): p. 5188.

[13] Le Page, Y. and P. Saxe, *Symmetry-general least-squares extraction of elastic data for strained materials from ab initio calculations of stress.* Physical Review B, 2002. **65**(10): p. 104104.

[14] Born, M. *On the stability of crystal lattices. I.* in *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*. 1940. Cambridge University Press.

[15] Voigt, W., *Lehrbuch der Kristallphysik (Textbook of crystal physics).* BG Teubner, Leipzig und Berlin, 1928.

[16] Reuß, A., *Berechnung der fließgrenze von mischkristallen auf grund der plastizitätsbedingung für einkristalle.* ZAMM-Journal of Applied Mathematics and Mechanics/Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik, 1929. **9**(1): p. 49-58.

[17] Hill, R., *The elastic behaviour of a crystalline aggregate.* Proceedings of the Physical Society. Section A, 1952. **65**(5): p. 349.

[18] Pugh, S., *XCII. Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals.* The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 1954. **45**(367): p. 823-843.

KOLU YÜKSELEN-ALÇALAN VE GÖBEK AÇISI DEĞİŞEN QUADROTOR'DA BAŞKALAŞIM VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASI

Öğr. Gör. ,Enes ÖZEN[1], Prof. Dr. , Tuğrul OKTAY [2]

[1]Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, enes.ozen@hku.edu.tr

ORCID: 0000-0001-7816-2374

[2]Erciyes Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi , oktay@erciyes.edu.tr

ORCID: 0000-0003-4860-2230

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, eşzamanlı pertürbasyon stokastik yaklaşım (SPSA) optimizasyon algoritması kullanılarak, dönüşüm miktarının ve en iyi Oransal-İntegral-Türev (PID) katsayılarının belirlendiği quadrotorun yanal ve uzunlamasına uçuşunu stabilize eden değerleri elde etmektir. ŞahinbeyQuad, 4 pervanesi ve onları hareket ettiren rotoru sayesinde itki üreten döner kanatlı bir hava aracıdır. Araç gövde ve kollardan oluşmaktadır. Mekanizma 1 ile rotorların yatay düzlemle yaptığı açı, mekanizma 2 ile kollar arasındaki açı azaltılarak rotorlar yükselir ve farklı konfigürasyonlar elde edilir. Konvansiyonel çok rotorlu hava araçları, sabit bir gövde yapısına sahiptir ve helikopterlerde olduğu gibi rota değiştirmek için kuyruk rotoruna ihtiyaç duymazlar. Öteleme ve dönme hareketleri, aracın rotorlarının 6 serbestlik dereceli (DOF) uzayda geometrik merkez etrafında momentler oluşturarak farklı hızlarda dönmesi ile sağlanmaktadır. Bunlar yerden gönderilen komutların hava aracında bulunan uçuş kontrol kartı tarafından sağlanır. 6 DOF uzayında dinamik analiz ve simülasyonlarla değerlendirilen farklı konfigürasyonların uzunlamasına ve yanal uçuş stabilitesi ve özellikleri araştırılır. Aktif deforme olabilen hava aracının uçuş sırasında konum ve tutum kontrolünü elde etmek için bir algoritma ve PID denetleyicisi geliştirilmektedir. Sonuçlar, literatür taramasının sonuçları ve önceki makalenin sonuçları ile karşılaştırılır.

Anahtar Kelimeler : başkalaşım, pid, iha, spsa

1. GİRİŞ

İnsansız hava araçları, döner kanatlı ve sabit kanatlı hava araçları olarak sınıflandırılır. Elektronik donanım ve yazılım teknolojisi araçlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Uzak haberleşme ağı [1] sayesinde tüm bilgiler anlık olarak yer kontrol istasyonundan kontrol edilir. Günümüzde insan faktörünü riske atmadan farklı işlerde kullanıldıkları için tercih edilmektedir; arama ve kurtarma (SAR) [2]. Robot işletim sistemi (ROS) tabanlı İHA(İnsansız Hava Aracı) 'lar kendilerine verilen görevi otonom olarak yerine getirmektedir [3]. Her görev profili için hava aracı konfigürasyonları mevcuttur. Sabit kanatlı İHA, pervaneyi boylamasına eksen yönünde çevirerek havayı yüksek hızda geriye doğru çeker [4]. Ortaya çıkan yüksek hızlı hava akımı kanatların altından ve üstünden geçerek basınç farkı oluşturur. Böylece uçağın yükselmesini sağlayan kaldırma kuvveti üretilir. Döner kanatlı İHA'lar, pervaneleri dikey eksen boyunca döndürür, rotorlar sayesinde havayı yüksek hızlara taşır ve yukarı itme kuvveti

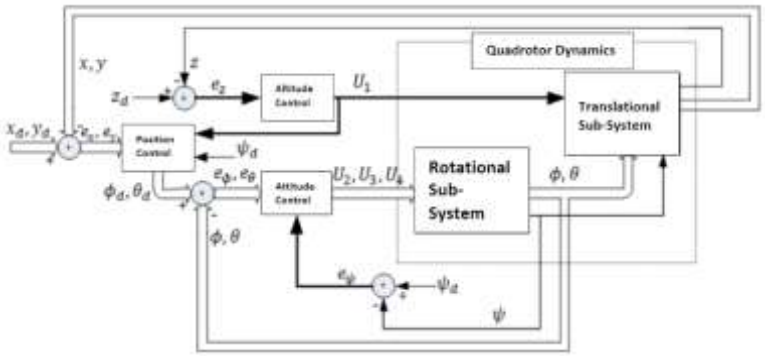
oluşturur. İtme kuvveti, aracın ağırlığını aştığında yükselmeye başlar. Sabit kanatlı İHA'lara göre avantajları; havada asılı kalabilirler [8]. Dezavantajları; enerji kaybı yüksek olduğu için görev süresi düşüktür. Döner kanatlı hava araçları, farklı konfigürasyonlara, rotorlara ve konumlarına göre adlandırılır. Bu çalışmada yüksek manevra kabiliyeti ve basit mekanik yapısı nedeniyle quadrotor tercih edilmiştir [5].

Araştırmanın amacı, kapalı ortamlarda ve dış mekanlarda geometrisini değiştirip daralabilen, bu sayede engellerden kaçabilen bir hava robotu geliştirmektir. Dış ortamlarda ilk durumuna dönerek atmosferik gürültüye karşı daha kontrollü ve stabil bir hava aracı sistemi geliştirmektir. Amaç, dönüşüm miktarının ve en iyi PID katsayılarının olduğu quadrotorun [6] uzunlamasına ve yanal uçuşunu stabilize eden değerleri elde etmek için başlangıç durumuna dönerek atmosferik gürültüye karşı daha kontrollü ve kararlı bir hava aracı sistemi geliştirmektir. SPSA optimizasyon algoritması, quadrotor sistemi için yanal ve uzunlamasına uçuşta göbek açısı değişimini ve kol yükseklik açısı değişimini PID katsayıları ile belirlemek için kullanılır. Eşzamanlı, quadrotor yanal ve boylamasına şekil değiştirebilir. Quadrotor otopilot sisteminin tasarımı ile taşıma sisteminin tasarımı ilk kez birlikte ele alınmıştır. Bu nedenle kollar arasındaki açı ve kol yükselme açısı parametreleri hem uzunlamasına hem de yanal hareketle belirlenir [7]. SPSA tasarım katsayılarının diğer algoritmalara göre hızlı yakınsama ve güvenli sonuçlar sağladığı bilinmektedir [8].

2. KONTROL SİSTEMİ

2.1. Hiyerarşik Otopilot Sistemimiz

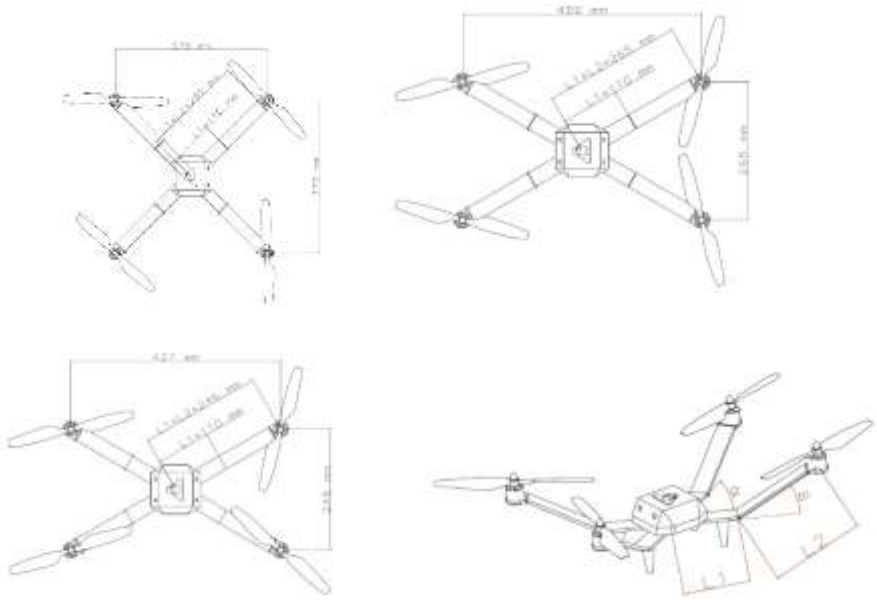
Quadrotor, doğrusal ve açısal ivmelerle kontrol edilir. Quadrotor yükselmek için $U1$, yuvarlanma (ϕ), yunuslama (θ) ve yalpalama (ψ) gerçekleştirmek için $U2$, $U3$ ve $U4$ komutlarını kullanır. Denetlenecek altı durum olmasına rağmen, yalnızca dört kontrol sinyali ve bunları üreten aktüatörler vardır. Bu nedenle Quadrotor, literatürde bilindiği gibi aktüatörleri eksik bir sistemdir [9]. Bu, quadrotor kontrolünün yükseklik z, yuvarlanma, ϕ, eğim, θ ve yalpalama, ψ üzerinden yapıldığını gösterir. x ve y konumları, ϕd ve θd için, quadrotor'u istenen konuma getirmek için dönme ve eğim açısı gereksinimleri oluşturulur. Bu açı gereksinimlerini üretmek için konum hatalarını yorumlayan kontrolörler kullanılır. Bu nedenle, quadrotorun kontrolü için altı kontrolör sistemi tasarlanmalıdır. Quadrotor, görsel 1'de verilen temelde iki alt sisteme ayrılabilir. Bunlardan ilki, hava aracının doğrusal konumunu, hızını ve ivmesini oluşturan öteleme hareketini belirleyen alt sistemdir. Diğeri ise açıları, açısal hızları ve ivmeleri içeren hava aracının dönme dinamiklerini içeren dönme alt sistemidir.



Görsel 1. Hiyerarşik Otopilot Sistemi Yapısı [10]

3. PROBLEM TANIMI

Şahinbeyquad kollarını kaldırarak hem x hem de y yönlerinde kolları arasındaki açıyı değiştirebilir [11]. Bu durumlar konfigürasyon 1 (görsel 3A), konfigürasyon 2 (görsel 3B) ve konfigürasyon 3 (görsel 3C) olarak adlandırılır.



Görsel 2. A) Konfigürasyon 1 (alfa (α) 90°, beta(β) 0°) Üstten Görünüm
B) Konfigürasyon 2 (alfa (α) 60°, beta(β) 0°) Üstten Görünüm
C) Konfigürasyon 3 (alfa (α) 60°, beta(β) 30°) Üstten Görünüm
D) Quadrotorun Kol (beta), Göbek (alfa) açıları

Ortaya çıkan deformasyonun geometrik yapısındaki değişiklikler çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Quadrotor Geometrisi

Quadrotor Konfigürasyon	En/Boy	Ix (kgm^2)	Iy (kgm^2)	Iz(kgm^2)
Config. 1	375/375	0,008778125	0,008778125	0,01755625
Config. 2	265/459	0,004389063	0,013167188	0,01755625
Config. 3	246/427	0,003728139	0,011184416	0,014912554

ŞahinbeyQuad'ın kolları arasındaki açı değişimi, kolların yüksekliği, farklı konfigürasyonların oluşumu ve bu durumda quadrotorun atalet momenti ve geometri değişimi çizelge 1 'de verilmiştir. Quadrotor atalet momenti (1)'de verilen denklemle hesaplanır.

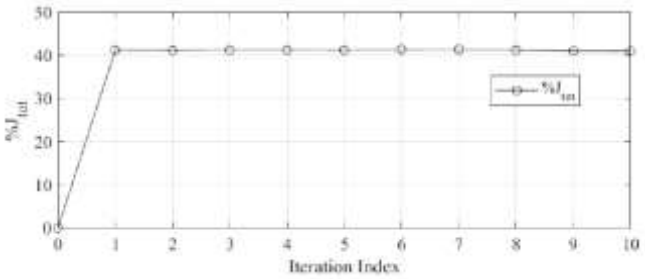
$$I = \frac{1}{3} mL^2 4 \quad (1)$$

Burada m toplam kütle, L (L1+L2) kol uzunluğu, α göbek açısı, β kol yükseklik açısıdır (görsel 2.D.). Quadrotor'un birbirine dik yerleştirilmiş iki kirişten oluştuğunu varsayıyoruz. Her bir kiriş iki eklemden ve L1 ve L2 parçalarından oluşur. Morphing [12] aktüatör sayesinde beta açısı [0°, 30°] değiştirilerek gerçekleştirilir. Quadrotor'un ağırlığı 0,75 kg'dır. Dört kolun her

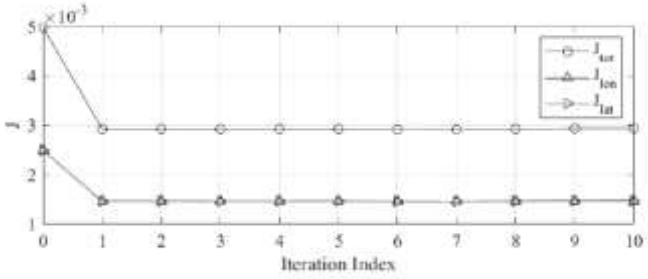
birinin ağırlığının 0,1875 kg olduğu varsayılmıştır. Kolların sırasıyla x ve z eksenlerine göre mesafeleri görsel 2.D. 'de gösterilmektedir.
Sapma sırasındaki moment, Iz çarpı açısal ivme ile hesaplanır. Burada Iz (1)'dan türetilmiştir.

4. SONUÇLAR

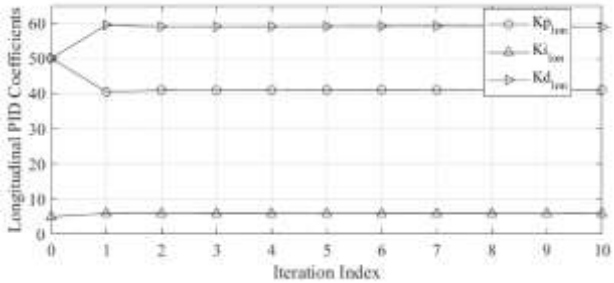
Kolların yükselmesinden kaynaklanan aktif deformasyon ve göbek açısındaki değişiklik, yanal ve uzunlamasına uçuş için birlikte incelenmiştir. Hesaplamalar 1 derece yunuslama için ileri hareket ve yanal hareket için 1 derece yuvarlanma açısı içindir. Maliyet endeksi yanal ve uzunlamasına uçuş terimlerini içerir. Maliyet endeksini en aza indirmek için geleneksel yaklaşım yerine birleşik yaklaşım kullanıldı. Dönüştürme parametrelerinin optimum değerini belirlemek için yanal ve boyuna uçuş kontrol sistemi eş zamanlı olarak tasarlanmıştır. Sonuç olarak, uzunlamasına ve yanal uçuş parametreleri optimaldir. Görsel 3,4,5,6 sırasıyla toplam maliyeti, uzunlamasına PID parametrelerinin varyasyonlarını ve yanal PID parametrelerinin varyasyonlarını göstermektedir.



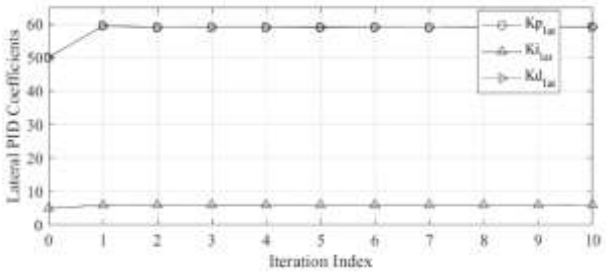
Görsel 3. Göreceli maliyet iyileştirmesi



Görsel 4. Her yinelemede maliyet iyileştirmesi

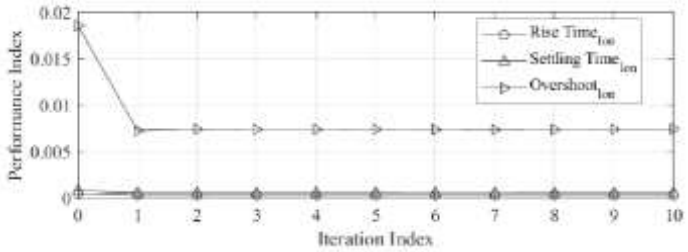


Görsel 5. Her yinelemede boyuna PID

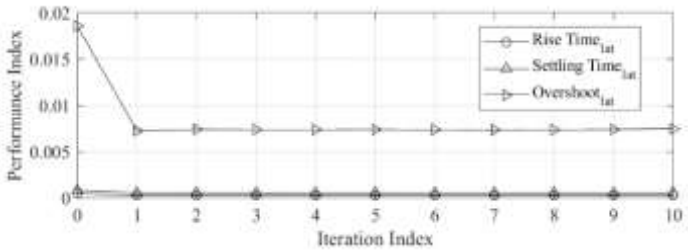


Görsel 6. Her yinelemede yanal PID

Quadrotorun uzunlamasına ve yanal uçuş otonom performansında iyileştirmeler elde etmek için tasarım performans kriterleri ayrı ayrı incelenmiştir. Tasarım performans kriterleri, bir sistemin kararlılığı hakkında kesin bilgi sağlar [13]. Görsel 7 ve 8'de yanal ve uzunlamasına uçuş için tasarım performans kriterleri sunulmaktadır.

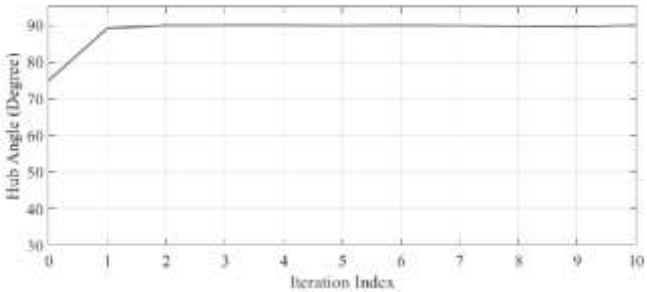


Görsel 7. Boyuna parametrelerin her yinelemesindeki katsayılar



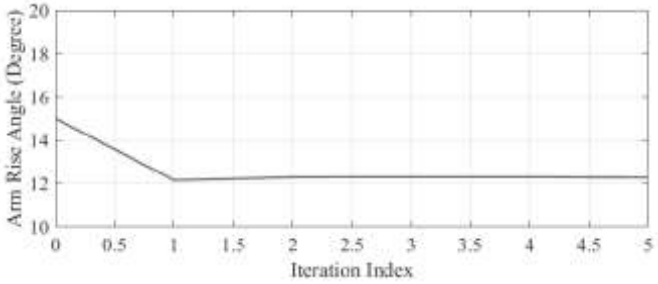
Görsel 8. Yanal parametrenin her yinelemesindeki katsayılar

Başlangıç durumunda göbek açısı (α) 90 dereceden 60 dereceye düştükçe görsel değişikliği yanal olarak daralır ve açı değerlerinin değişimi görsel 9'da verilmiştir.



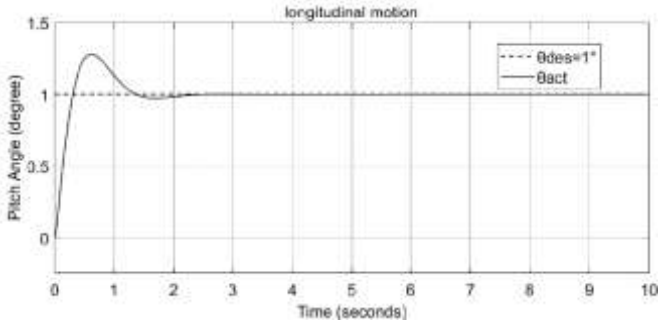
Görsel 9. Her iterasyonda Göbek Açısı

Başlangıç durumunda kol yükseklik açısı (β) 0 dereceden 30 dereceye çıktıkça görsel değişikliği yanal ve boylamsal olarak daralmakta ve açı değerlerinin değişimi görsel 10'da verilmektedir.

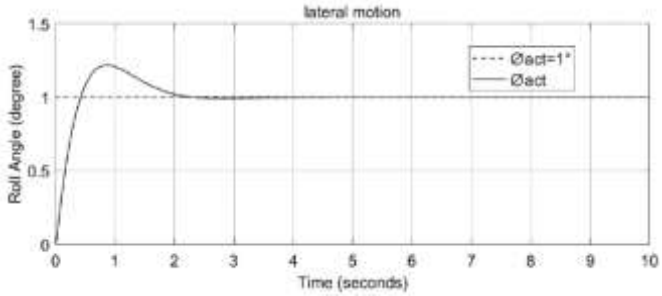


Görsel 10. Her iterasyonda Kol Yükselme Açısı

Hem yanal hem de uzunlamasına uçuş için iç mekan, kapalı döngü tepkileri incelendi ve sırasıyla görsel 11 ve görsel 12'de verildi. Görsel 11 ve görsel 12, yanal ve boylamsal otopilotun referans yörüngelerinin takip edildiğini göstermektedir. Açısal ve doğrusal hızlar gibi çıktılar yıkıcı davranış göstermez.



Görsel 11. Yunuslama Açı Sinyali



Görsel 12. Yuvarlanma Açısı Sinyali

5. TARTIŞMA VE SONUÇLARIN İNCELENMESİ

Bu makale, göbek açısı ve kol yükseklik açısı için eş zamanlı yanal ve uzunlamasına uçuş kontrol sistemi modelini tartışmaktadır. SPSA optimizasyon yöntemi, optimal dönüşüm parametreleri ile yanal ve uzunlamasına uçuş kazançlarını hesaplamak için kullanılır. Optimizasyon yöntemi SPSA kullanılarak, toplam maliyet endeksinin %41'i varsayılan bazda kaydedilir. Genel maliyet endeksi yanal ve uzunlamasına uçuşta iyi performans gösterir. Yanal ve uzunlamasına uçuş başlangıç durumunda, PID katsayıları P=50, I=5 ve D=50'dir. SPSA'dan uzunlamasına uçuş için P=40, I=5 ve D=60, SPSA'dan yanal uçuş için P=59, I=5 ve D=59. Kapalı döngü yanıtları, yanal ve uzunlamasına uçuş için kapalı ortamda incelenir. Yanal uçuş için 1 derecelik, boylamasına uçuş için 1 derecelik istenilen yörünge başarıyla takip edildi.
Bu çalışmada, quadrotorun dinamik modeli oluşturulduktan sonra göbek açısındaki değişim ve kol yükseklik açısındaki değişim sonucunda elde edilen atalet momentleri tablo 2'de verilmiştir.

Elde edilen denklemler durum uzay modelini kullanarak MATLAB/Simulink programında simule edilmiştir. SPSA optimizasyon yöntemi eklenerek en kararlı uçuş için alfa ve beta açıları elde edilir. Ortaya çıkan alfa değeri 89,8 derece ve beta 12,3 derecedir. Simülasyon kapsamlarında, yerde uçuş için elde edilen değerlere 1. iterasyonda ulaşıldığı görülmüştür.
Performans kriterleri uçağın referans noktasına ne kadar hızlı ve stabil olduğu ile ilgili olduğu için incelenen simülasyon sonuçlarındaki yanal ve boylamsal uçuş performans parametreleri (Trt, Tst, O.S.) daha önceki çalışmalar incelenerek kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur [13]. Yapılan optimizasyon analizleri sonucunda quadrotor, yanal ve boylamsal hareketlerde benzer performans değerleri göstermiştir. Konfigürasyon 1'de simetrik bir yapıya sahip olan quadrotor, elde edilen optimizasyon sonucunda yaklaşık olarak aynı davranışı gösterdi. Performans parametrelerinden Trt, 1. yinelemede uzunlamasına uçuş için 0,00031973 saniyeydi. Bu değerde kararlı bir davranış göstermiştir. Performans parametrelerinden Tst, 1. iterasyonda uzunlamasına uçuş için 0,00056885 saniyeydi. Yanal uçuşta yakın değerler elde edildi. Bu sonuçlar ŞahinbeyQuad'ın uçuş sırasındaki en kararlı uçuş için alfa ve beta değerlerini göstermektedir.

KAYNAKÇA

Bao, X., Niu, Y., Li, Y., Mao, J., Li, S., Ma, X., Yin, Q., Chen, B. Design and Kinematic Analysis of Cable-Driven Target Spray Robot for Citrus Orchards. MPDI/Appl. Sci. 2022, 12, 9379. https://doi.org/10.3390/ app12189379

Husain, Z., Al Zaabi, A., Hildmann, H., Saffre, F., Ruta, D., Isakovic, A.F. Search and Rescue in a Maze-like Environment with Ant and Dijkstra Algorithms. MPDI/Drones 2022, 6, 273. https://doi.org/10.3390/ drones6100273

Chen, S., Zhou, W., Yang, A.-S., Chen, H., Li, B., Wen, C.-Y. An End-to-End UAV Simulation Platform for Visual SLAM and Navigation. MPDI/Aerospace 2022, 9, 48. https://doi.org/10.3390/ aerospace9020048

Coban, S., Bilgic, H., Akan, E. Improving Autonomous Performance of a Passive Morphing Fixed Wing UAV. Information Technology and Control, 49(1), 28-35. https://doi.org//10.5755/j01.itc.49.1.23275

Alanezi, M.A.; Haruna, Z.; Sha'aban, Y.A.; Bouchekara, H.R.E.H.; Nahas, M.; Shahriar, M.S. Obstacle Avoidance-Based Autonomous Navigation of a Quadrotor System. Drones 2022, 6, 288. https://doi.org/ 10.3390/drones6100288

Zhang, Z., Li, X., Wang, X., Zhou, X., An, J., Li, Y. TDE-Based Adaptive Integral Sliding Mode Control of Space Manipulator for Space-Debris Active Removal. MPDI/Aerospace 2022, 9, 105. https:// doi.org/10.3390/aerospace9020105

Desbines, A., Expert, F., Boyron, M., Diperi, J., Viollet,S., Ruffier, F. X-Morf: A crash-separable quadrotor that morfs its X-geometry in flight. 2017 Workshop on Research, Education and Development of Unmanned Aerial Systems (RED UAS), 2017

Köse, O., Oktay, T. Morphing with SPSA and ANN. Intelligent Systems And Applications In Engineering. Ijisae, 2021, 9(4), 159–164

Köse, O., Oktay, T. "Dynamic Modeling and Simulation of Quadrotor for Different Flight Conditions," European Journal of Science and Technology, no. 15, pp. 132-142, 2019

Demiryürek, A. Modeling And Control Of A Quadrotor. Master of Science, Department of Electrical and Electronics Engineering. February 2018, 132 pages

Köse, O., Oktay, T. "Non Simultaneous Morphing System Desing for Quadrotors". European Journal of Science and Technology, no. 16, pp. 577-588,2019.

Prisacariu, V., Sandru, V., Rau, C. Introduction morphing technology in unmanned aircraft vehicles (UAV). Paper presented at the International Conference of Scientific Paper, AFASES. 2011

Oktay T., Uzun M., Çelik H., Konar M. Pid Based Hierarchical Autonomous System Performance Maximization Of A Hybrid Unmanned Aerial Vehicle (Huav). Anadolu Univ. J. of Sci. and Technology A – Appl. Sci. and Eng. 18 (3) – 2017

COVİD-19 AŞISI YAPILAN GEBE BİREYİN YAŞAM KALİTESİ VE COVİD KORKU DÜZEYİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: VAKA SUNUMU
EVALUATION OF THE QUALITY OF LIFE AND THE COVID FEAR LEVEL OF THE PREGNANT INDIVIDUAL WHO GOT THE COVID-19 VACCINE: CASE REPORT

Öğretim Görevlisi, YUNUS AZBOY [1]
[1] Iğdır Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, yunus.azboy@igdir.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-0360-4681

ÖZET
Araştırmamız **Covid-19** aşısı yapılan gebe bireyin yaşam kalitesi ve covid-19 korku düzeyinin değerlendirilmesi amacıyla yapıldı. Araştırmamıza 28 yaşında 18 haftalık gebe bir birey alındı. Covid-19 aşısı uygulanmadan 1 hafta öncesinde, aşının 1. dozundan ve 2. dozundan sonra gebe bireyin yaşam kalitesi düzeyi SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği ile covid-19 korku düzeyi ise 7 soruluk Covid Korku Skalası ile belirlendi. Hastamızın hem 1. doz hem de 2. doz sonrası yapılan değerlendirme sonuçlarına göre yaşam kalitesi düzeyinde olumlu yönde değişim olduğu ve covid-19 korku düzeyinde ise azalma olduğu belirlendi. İkinci dozdan sonra ise ilk doza göre yaşam kalitesinde ve covid-19 korku düzeyinde olumlu yöndeki değişimin daha fazla olduğu görüldü.
Anahtar Kelimeler: covid-19, korku, gebelik, yaşam kalitesi
SUMMARY
Our research was carried out to evaluate the quality of life and covid-19 fear level of pregnant women who received Covid-19 vaccine. A 28-year-old, 18-week pregnant individual was included in our study. One week before the Covid-19 vaccine is administered, after the 1st dose and 2nd dose of the vaccine, the quality of life of the pregnant individual was determined by the SF-36 Quality of Life Scale, and the covid-19 fear level was determined by the 7-question Covid-19 Fear Scale. According to the evaluation results of our patient after both the first dose and the second dose, it was determined that there was a positive change in the quality of life and a decrease in the level of covid-19 fear. After the second dose, it was observed that the positive change in the quality of life and covid-19 fear level was higher compared to the first dose.
Keywords: covid-19, fear, pregnancy, quality of life

1. GİRİŞ
Şubat 2020'de Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 2019 koronavirüs hastalığı anlamında yorumlanan Covid-19 hastalığını tanımlamıştır. Bununla beraber covid-19'a sebep olan virüsü ise, SARS-CoV-2 olarak adlandırmıştır. Virus hasta bireylerden sağlıklı bireylere öksürme, hapşırma yoluyla havaya yayılan damlacıklarla, hastanın temasta bulunduğu yüzeylerden hastanın el, göz, ağız ve burun mukozasına teması ile bulaşabilmektedir. Semptom göstermeyen bireylerden de bulaşın olabileceği bildirilmiştir.[1] İnkübasyon süresi 2 ile 14 gün arasında değişmekle beraber ortalama olarak 5 gün kabul edilmektedir. Son bildirilen vakalarda ise herhangi bir temasın olmadığı bildirilmiştir.[2,3] Hastanın enfekte olmasıyla sıklıkla solunum

problemleri, yüksek ateş, öksürükle beraber dispne gibi belirtiler görülmektedir. Hastalığın ilerlediği ciddi vakalarda pnönoni, akut solunum zorluğu ve böbrek gibi birçok organ yetmezliğine bağlı ölümler gerçekleşebilmektedir.[4] Covid-19 hastalığına bağlı ölüm hızı yaklaşık %2 olmasına karşın virüsün yapısında meydana gelen genetiksel değişimler ve varyasyonlara bağlı bu oran yükselebilmektedir.[4] Gebe bireylerde hastalığın klinik seyrinin diğer bireylere göre daha kötü olduğu bildirilmektedir. Gebe bireylerde vücut kitle indeksinin yüksek olması ile beraber hipertansiyon ve diyabet gibi kronik hastalıkların ortaya çıkması ile ilişkili olarak yoğun bakım, mekanik ventilasyon ihtiyacıyla ve ölümlerin sayısı bakımından gebe olmayan aynı yaş grubundaki kadın bireylerden yüksek olduğu görülmektedir.[5] Geçmişten günümüze ortaya çıkan virüs kaynaklı birçok hastalıkta olduğu gibi (H1N1, Zika, EBOLA) Covid-19 hastalığının etkilerinin azaltılmasında aşılanmanın önemi büyük bir yer tutmaktadır.[6] Covid-19 hastalığına yönelik aşı geliştirme çalışmaları dünyanın pek çok ülkesinde, büyük merkezlerde ve son teknolojik ekipmanlar ile yürütülmektedir. Gebe bireyler için güvenilir bir aşı uygulamasının geliştirilmesi ve kullanıma sunulması hem anne hem de bebek sağlığı açısından oldukça önemli yer tutmaktadır. Bizde aşılamanın gebe bireyin covid-19 korku düzeyi ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla olgumuzu değerlendirmeye aldık.

2. OLGU SUNUMU

Ekim-Kasım 2021 tarihlerinde 28 yaşında, gebeliğinin 18. haftasında olan gebe bir birey Covid-19 aşısı olmak üzere sağlık merkezine başvurup aşısını olduktan sonra araştırmaya alındı. Öncelikle olgunun fiziksel muayenesi yapıldı. Fiziksel muayene kapsamında boy, kilo, vücut kitle indeksi, postür muayenesi, vücut tipi belirlendi. Olgumuzun fiziksel muayene bulguları çizelge 1.'de gösterilmektedir. Aşı öncesi olgumuzun covid-19 korkusunu ve yaşam kalitesini sırasıyla 7 soruluk Covid-19 Korku Ölçeği[6] ve SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği[7] ile değerlendirdik. İlk doz ve ikinci doz aşı uygulaması sonrasında değerlendirmeler tekrarlandı. Olgumuzun covid-19 korku düzeyi ve yaşam kalitesi verilerine baktığımızda aşı önceki durumuna göre olumlu yönde değişim olduğu görüldü. Ayrıca 2. doz aşı sonrası hem covid-19 korku düzeyi ve yaşam kalitesi verileri 1. doz aşı sonrasındaki verilere daha anlamlı değişim olduğu görüldü. Olgumuzun aşı öncesi, 1. ve 2. doz aşı sonrası yapılan değerlendirme sonuçları çizelge 2.'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Olgumuzun fiziksel muayene bulguları

Boy	159 cm
Kilo	67 kg
Vki	26.5 kg/m^2
Vücut tipi	Mezomorf
Postür muayene bulguları	Anteriyordan yapılan postür analizinde; olgumuzun karın kaslarında uzama ve zayıflık, sağ omzunun sol omzuna göre deprese ve dirsekteki kubital açıda azalma olduğu görüldü. Lateralden yapılan postür analizinde; bilateral ayaklarda 1. Derece pes planus, dizlerde hafif fleksiyon, pelviste anteriyor tilt, lomber ve servikal lordozda artış ile başın öne hafif tilt yaptığı görüldü.

Çizelge 2. Olgumuzun aşı öncesi, 1. ve 2. doz aşı sonrası covid korku düzeyi ve yaşam kalitesi değerleri

	Covid-19 korku düzeyi	SF-36 Yaşam kalitesi ölçeği
Aşı öncesi	35	Fiziksel fonksiyon: %50 Fiziksel rol güçlüğü: %0 Genel sağlık algısı: %45 Enerji/canlılık/vitalite: %55 Sosyal işlevsellik: %50 Emosyonel rol güçlüğü: 33.33 Ruhsal sağlık: %56
1. doz aşı sonrası	21	Fiziksel fonksiyon: %50 Fiziksel rol güçlüğü: %0 Genel sağlık algısı: %55 Enerji/canlılık/vitalite: %65 Sosyal işlevsellik: %75 Emosyonel rol güçlüğü: %0 Ruhsal sağlık: %64
2. doz aşı sonrası	16	Fiziksel fonksiyon: %50 Fiziksel rol güçlüğü: %0 Genel sağlık algısı: %65 Enerji/canlılık/vitalite: %75 Sosyal işlevsellik: %80 Emosyonel rol güçlüğü: %0 Ruhsal sağlık: %75

3. TARTIŞMA

Gebelik, kadınları virüs kaynaklı enfeksiyonlara karşı savunmasız hale getirebilen, immün sisteminde kısmi baskılanmalara sebep olan bir süreç olarak bilinmektedir. Özellikle kış mevsiminde görülen mevsimsel grip bile gebelik döneminde morbidite oranlarının artmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle Covid-19'un gebe bireylerde ciddi sağlık problemlerini ortaya çıkarabileceği bilinmektedir. Covid-19 salgınının yayılmasıyla birlikte gebelik süreciyle ilgili kaygılarda da artış görülmektedir. Gebe kadınlarda özellikle enfeksiyonun kontrolü ve yayılımının önlenmesi yaşam kalitesinde olumlu katkı yapacaktır. Gebe bireylerde zamanla meydana gelen diyaframın yükselme durumu, artan oksijen ihtiyacı ve özellikle solunum yollarında üretilen mukozanın artması gebe bireyleri gelişebilecek bir hipoksi durumuna karşı dayanıksız hale getirmektedir.[8] Literatüre baktığımızda 1918 gripli olgunun ele alındığı bir çalışmada ölüm oranı tüm popülasyonda %2-6 olarak ortaya konulurken, gebelerde ise %37 olarak bulunmuştur.[9] Yapılan başka bir çalışmada ise, Covid-19 tanısı almış gebelerin %50'ye yakın bir kısmının yoğun bakım ünitesinde tedavi edildiği, %33'lük kısmının mekanik ventilasyona ihtiyaç duyduğu ve %25'nin ise hayatını kaybettiği bildirilmiştir.[10] Covid-19'a bağlı pnömoni gelişen gebe bireyler ile genel popülasyonda görülen klinik tablo genelde benzer olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla beraber özellikle yapılan çalışmalarda vaka sayılarının az olması, gebelerin solunumsal mikroorganizmalara ve pnömoniye karşı hassasiyetlerinden kaynaklı Covid-19 sürecinin gebe kadınlarda daha dikkatli sürdürülmesi gerekmektedir. Gebe

bireylerde enfeksiyonun gelişip, önlenmesinde kullanılacak stratejilerin gebe bireylerin kovid korkularını yenmeleri ve yaşam kalitelerinin artırılmasına yönelik olması gerekmektedir. Pandemi olarak ilan edilen Covid-19 hastalığına yönelik geliştirilen aşılamaların yaygınlık kazanması ile beraber bulaşın azaldığı ve hastalığa yakalanan vaka sayısında da önemli azalmaların meydana geldiği bilinmektedir. Gebe bireylerin bağışıklık sistemlerinin zayıf olması hastalığın daha ciddi geçirilmesine sebep olabilmektedir. Olgumuzda aşı öncesi yapılan değerlendirmelerde covid-19 korku düzeyi ölçeği puanı 35 olarak, 1.doz aşı sonrası 21 ve 2.doz aşı aşı sonrası da 16 puan olarak hesaplanmıştır. Olgumuzun SF-36 yaşam kalitesinin alt parametlerinde de aşı sonrası aşı öncesine göre olumlu yönde değişiklikler tespit edilmiştir. İran'da yapılan COVİD-19 pandemisinin gebe kadınların ruhsal sağlığı üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada 20 ila 40 yaşları arasında, gebeliği 20. haftanın üstündeki 222 kadın çalışmaya dahil edilmiş ve katılımcılara COVID-19 Korku Ölçeği, Corona Hastalığı Anksiyete Ölçeği, Depresyon Kaygısı Stres Ölçeği, Gebelik Deneyimi Ölçeği ve bir demografik kontrol listesi dahil olmak üzere beş anket uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, Koronavirüsün neden olduğu kaygının, çoğunlukla hamilelik sırasındaki ruh sağlığı bozukluklarına doğrudan bir etkisi olduğunu göstermektedir.[11]

Wu, ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmalarında Covıd-19 pandemisi sürecinde gebe bireylerde depresyon belirtileri için riskli grupta bulunan bireylerden; 35 yaşın altında, primipar ve yıllık orta düzey bir gelire sahip olan kadınların bulunduğu belirtilmektedir. Ayrıca inaktif olan, kişi başı evdeki yaşam alanı 20 m2'den fazla olan, pregestasyonel vücut kitle indeksi 18,5 altında olan ve tam mesai ile çalışan gebe bireylerin depresyona bağlı belirtiler geliştirmeye daha yatkın olduğu görülmektedir.[12]

Berthelot, ve arkadaşları yaptıkları bilimsel araştırmada; genç yaşta olma, düşük gelire sahip olma, eğitim düzeyi düşük ve pandemi öncesi bir psikiyatrik hastalık öyküsüne sahip olmanın daha yüksek maternal psikolojik problem ile ilişki içinde olduğu gösterilmiştir. Bu değişebilen durumlar kontrol altına alınarak yaptıkları analizlerde, pandemi sırasında gebe olanlarda aynı şekilde yüksek psikolojik problemler bulunmuştur. Dolayısıyla salgın sırasında maternal ruh sağlığındaki problemlerin olumsuz etkilerinin sadece sosyal olarak dezavantajlı alt gruplardaki bulunan kadın bireylerde değil, yüksek sosyodemografik özellikteki gebe bireylerde de görülebileceği saptanmıştır.[13] Saccone ve arkadaşlarının çalışmalarında ise, Covıd-19 pandemisinde, gebeliğin ilk trimester dönemindeki kadınlarda, gebeliğin ikinci veya üçüncü trimester dönemindeki kadınlara göre daha yüksek anksiyete ve daha ciddi psikolojik problemler tespit edilmiştir.[14]

Pandemi döneminde kaygıyı artıran başlıca nedenlerden biri COVID-19'a yakalanma korkusudur ve en yaygın olanlarından biri de hastalığı sevdiklerinize bulaştırma korkusudur. Sonuç olarak, annenin Koronavirüs konusundaki farkındalığını artırma, risk faktörleri ve bebek üzerindeki etkisi hakkında doğru bilgi vermek gebe annenin ruh sağlığını korumak için önemlidir. Ayrıca Covid-19'a karşı yapılan veya yapılacak aşı ve ilaç çalışmalarının gebe bireylere özel olarak ele alınması gerektiği görülmektedir.

Ek Bilgi

Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu: Çalışmamızın yayınlanması için olgumuza bilgilendirilmiş gönüllü olur/onam formu imzalatılmıştır.

KAYNAKÇA

1. Park SE. Epidemiology, virology, and clinical features of severe acute respiratory syndrome -coronavirus-2 (SARS-CoV-2; Coronavirus Disease-19). Clin Exp Pediatr. 2020;63(4):119-124. doi:10.3345/cep.2020.00493
2. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. N Engl J Med. 2020;382(18):1708-1720. doi:10.1056/NEJMoa2002032
3. Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China [published correction appears in Lancet. 2020 Jan 30;:]. Lancet. 2020;395(10223):497-506. doi:10.1016/S0140-6736(20)30183-5
4. Akyar İ. COVID-19 Hastalarında Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu (ARDS) Yönetimi ve Hemşirelik Bakımı. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi 2020; 7 (Özel Sayı): 8-14. DOI: 10.31125/hunhemsire.775677
5. Desdicioglu R, Avşar FB, Yavuz A. F. Covid-19 Vaccines And Pregnancy. Ankara Med J, 2021;(4):672-686 // 10.5505/amj.2021.22120
6. Ladikli N, Bahadır E, Yumuşak FN, Akkuzu H, Karaman G, Türkkan Z. Kovid-19 Korkusu Ölçeği'nin Türkçe Güvenirlik ve Geçerlik Çalışması. International Journal of Social Science 2020;3(2), 71-80. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/injoss/issue/56160/774887
7. Koçyiğit H, Aydemir Ö, Ölmez N, Memiş A. Kısa Form-36 (KF-36)'nın Türkçe Versiyonunun Güvenilirliği ve Geçerliliği. İlaç ve Tedavi Dergisi 1999; 12: 102-106.
8. Özcan H, Elkoca A, Yalçın Ö. COVID-19 Infectıon and Its Effects on Pregnancy. Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi, Ocak 2020; Cilt 25, Özel Sayı 1.
9. Gottfredsson M. The Spanish flu in Iceland 1918. Lessons in medicine and history. Laeknabladid 2008; 94(11): 737-45.
10. Wong SF, Chow KM, Leung TN, et al. Pregnancy and perinatal outcomes of women with severe acute respiratory syndrome. Am J Obstet Gynecol. 2004;191(1):292-297. doi:10.1016/j.ajog.2003.11.019
11. Salehi L, Rahimzadeh M, Molaei E, Zaheri H, Esmaelzadeh-Saeieh S. The relationship among fear and anxiety of COVID-19, pregnancy experience, and mental health disorder in pregnant women: A structural equation model. *Brain Behav*. 2020;10(11):e01835. doi:10.1002/brb3.1835
12. Wu Y, Zhang C, Liu H, et al. Perinatal depressive and anxiety symptoms of pregnant women during the coronavirus disease 2019 outbreak in China. Am J Obstet Gynecol. 2020;223(2):240.e1-240.e9. doi:10.1016/j.ajog.2020.05.009
13. Berthelot N, Lemieux R, Garon-Bissonnette J, Drouin-Maziade C, Martel É, Maziade M. Uptrend in distress and psychiatric symptomatology in pregnant women during the

coronavirus disease 2019 pandemic. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2020;99(7):848-855. doi:10.1111/aogs.13925

14. Saccone G, Florio A, Aiello F, et al. Psychological impact of coronavirus disease 2019 in pregnant women. Am J Obstet Gynecol. 2020;223(2):293-295. doi:10.1016/j.ajog.2020.05.003

AISI 316L PASLANMAZ ÇELİĞİN KUTU KROMLAMA PROSESİ İLE YÜZEY MODİFİKASYONUNUN MODELLENMESİ

Fulya KAHRIMAN [1], Gregory N. HAIDEMENOPOULOS [2], Maria-Ioanna T. TZINI [2,3]

[1] Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, http://orcid.org/0000-0001-9609-0562

[2] The University of Thessaly, Department of Mechanical Engineering, https://orcid.org/0000-0001-9071-0118

[2, 3] Massachusetts Institute of Technology, Department of Materials Science and Engineering, https://orcid.org/0000-0003-4641-7701

ÖZET

Bu çalışmada, AISI 316L paslanmaz çelik yüzeyinin halid aktive edilmiş kutu sementasyon yöntemi ile kromlama prosesi bilgisayar hesaplamalı programlar ile modellenmiştir. Bunun için, 800 ve 1000 °C proses sıcaklıklarında denge koşulları altında karbon ve krom içeriğine göre AISI 316L paslanmaz çelikte bulunan fazlar Thermo-Calc yazılımı ve demir esaslı alaşımlar için TCFE6 termodinamik veri tabanı kullanılarak termodinamik olarak hesaplanmıştır. Daha sonra, kaplanacak krom elementi ile AISI 316L altlık malzemesi arasındaki difüzyon 10 ve 12 saat proses süreleri için, Thermo-Calc verileri girdi olarak kullanılarak, DICTRA yazılımı ve MOB2 mobilite veri tabanı ile simüle edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AISI 316L Paslanmaz Çelik, Yüzey Modifikasyonu, Kromlama, Termodinamik Hesaplama

1. GİRİŞ

Paslanmaz çelikler imalat, nükleer enerji, ulaşım ve biyomedikal tesislerde yaygın olarak uygulanmaktadır [1-2]. AISI 316L kalite paslanmaz çeliği uygun kaynaklanabilirlik, olağanüstü entegre mekanik özellikler ve uygun fiyat gibi üstün özelliklerinden dolayı endüstriyel olarak en yaygın kullanılan paslanmaz çelik tipidir [1, 3-5]. Gıda ve kimyasal işleme endüstrisinde, enerji santrallerinde veya denizcilik ekipmanlarında türbin kanatlarını imal etmek için ve ayrıca mükemmel biyomedikal özelliklerinden dolayı biyomalzeme implantları olarak kullanılabilir [1-2, 6]. Endüstriyel uygulamalarda uzun ömürlü ve istikrarlı servis performansı çok önemlidir. Korozyon ve aşınma özellikle yüksek sıcaklık koşullarında paslanmaz çeliklerin servisi için ciddi bir tehdittir. AISI 316L paslanmaz çeliği, korozif ortamlara, özellikle klor içeren

solüsyonlara uzun süre maruz kaldıktan sonra bölgesel çukurcuk korozyonuna karşı hassastır ve nispeten düşük sertlik ve zayıf tribolojik performans özelliklerinden dolayı karşıt yüzey malzemeleriyle temas ettiğinde erken hasara uğrayabilir [1-3, 6-7]. Bu nedenle, AISI 316L paslanmaz çelik uygulamalarının genişletilmesi açısından tipik korozif ve erozif ortamlarda yüksek sıcaklık oksidasyon direncinin ve aşınma önleyici özelliğinin iyileştirilmesi için malzemenin yığın performansından ziyade yüzey özelliklerinin geliştirilmesi uygun bir stratejidir. [1, 3, 4, 8]. Termo-kimyasal işlem ile yüzey modifikasyonu, aşındırıcı ortamlar ve malzemeler arasındaki temas koşullarını değiştirerek korozyonu ve aşınmayı önlemek için etkili bir yaklaşımdır [1, 9]. Birçok araştırmada, çeşitli metalik altlık malzeme üzerinde kimyasal biriktirme yoluyla monolitik veya ortak biriktirme şeklinde alüminyumlama, kromlama, karbonlama, borlama ile koruyucu difüzyon kaplamaları oluşturulmuştur [1, 3, 6, 10-11]. Halid aktive edilmiş kutu sementasyon prosesi de düşük maliyet, seri üretim vb. avantajlara sahip bir kimyasal buhar biriktirme (CVD) ile kaplama işlemidir [1-2, 12-13]. Bu tür kaplamalarda proses sırasında kaplama ile altlık malzeme arayüzeyinde difüzyon sonucu kuvvetli metalurjik bağ oluşmaktadır [1]. Sert kromun olağanüstü korozyon ve aşınma direncine sahip olduğu iyi bilinmektedir. Bu nedenle, krom açısından zengin yüzey tabakası, korozyon önleme, özellikle çukurcuk korozyonuna direnç için uygun bir seçimdir [1, 6, 11, 14].

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

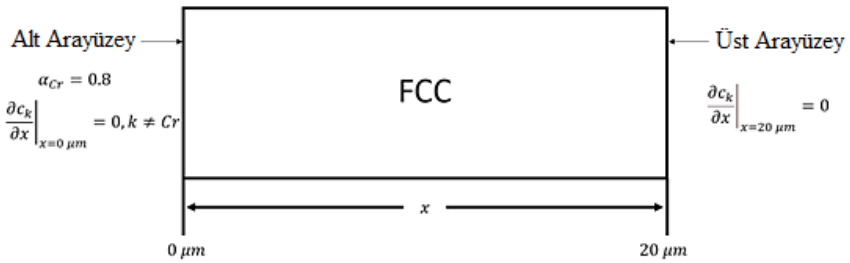
Deneysel çalışma, AISI 316L paslanmaz çelik altlık malzemesinde kaplama prosesi sıcaklığında oluşabilecek fazların belirlenmesi için termodinamik hesaplama yazılımı olan Thermo-Calc ve TCFE6 termodinamik veri tabanı ile izotermal denge faz diyagramının bulunması ve proses sırasında altlık malzeme ile kaplama malzemesi arasında meydana gelen difüzyonun difüzyon kontrollü dönüşüm yazılımı olan DICTRA ve MOB2 mobilite veri tabanı ile hesaplanması şeklinde iki kısımdan oluşmaktadır. Çizelge 1'de halid aktive edilmiş kutu kromlama ile yüzey kaplama prosesi için termokimyasal hesaplamalarda kullanılan AISI 316L paslanmaz çeliğinin kimyasal kompozisyonu verilmiştir. Literatürdeki kaplama prosesi sıcaklıkları ve sürelerine göre kaplama prosesi için termodinamik ve kinetik hesaplamaların yapılacağı sıcaklıklar 800 ve 1000 °C, süreler ise 10 ve 12 saat olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. AISI 316L altlık malzemesinin kimyasal kompozisyonu (%-ağr.).

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	Fe
0.03	2	1	16-18	10-14	2-3	-	Bal.

Denge fazlarının oluşumu, belirli bir sıcaklıkta denge koşulları altında oluşan mikro yapı hakkında bilgi verirken, yüksek sıcaklık süreçlerinde mikro yapı genellikle kinetik tarafından kontrol edilir. Difüzyon kontrollü dönüşümlerin simülasyonu uzun zamandır bilinmektedir. Sınır koşullarında bazı sadeleştirmeler yapılarak ve sistemin sadece iki bileşenden oluştuğu varsayılarak çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ancak gerçekte malzemelerde çok bileşenli sistemler vardır. Bileşen sayısı arttıkça difüzyonla ilgili parametreler olan mobilite ve aktivasyon enerjisi değerlerinin elde edilmesi zorlaşır. Bu nedenle modelleme için bilgisayar programlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Hesaplamalar, difüzyonun meydana geldiği dönüşümlerin geometrik olarak belirlenmiş bir sistemdeki (örneğin düzlem, silindir veya küresel düzlemsel, silindirik ve küresel) modellenmesine dayanmaktadır [15-16]. Halid aktive edilmiş kutu sementasyon prosesinde, substrat malzemesi ve kaplama elementi (Cr) kapalı bir kapta toz karışımın içine gömülür ve daha sonra sabit bir sıcaklıkta ısıtılır. Isıtma sırasında kaplama elementi atomlarının aktivasyonu sonucunda, kaplanacak element ile sistem bileşenleri arasında bir dizi kimyasal reaksiyon meydana gelir ve bu atomlar altlık malzemeye yayınır. Kaplama, metal halojenür buharlarının altlık malzeme yüzeyindeki reaksiyonları ve ardından difüze olan elementler ile altlık malzeme arasındaki katı hal difüzyonu ile yüksek sıcaklıklarda oluşturulur. Atmosfer koşulları, kompozisyon, sıcaklık ve süre en önemli proses faktörleridir. Kromlama sırasında elementlerin işlem sıcaklıkları, süreleri ve katı hal difüzyonları dikkate alınarak, kaplanacak elementlerin arayüzeyde nasıl davranacaklarının bilgisayar hesaplı bir program ile modellenmesi planlanmıştır. Tüm difüzyon kaplamalarında olduğu gibi, mikro yapı büyük ölçüde kaplanan altlık malzemesine bağlıdır.

TCFE6 ve MOB2 veritabanları ile Thermo-Calc'daki DICTRA modülü kullanılarak 1D çok bileşenli difüzyon simülasyonları gerçekleştirilir. Simülasyonlar sırasında, kromlama prosesinin, AISI 316L paslanmaz çelik için östenitik bir matris fazında karbürlerin ve diğer fazların çökelmesine neden olduğu varsayılmıştır. Simülasyonlar 800 ve 1000 °C izotermal işlem sıcaklıklarında gerçekleştirilmiştir. İzlenen parametreler, kompozisyonel profil ve faz fraksiyonlarının değişimidir. Görsel 1'de gösterilen tek hücreli bir düzlemsel geometri kullanılmıştır. Düzlemsel bir geometri, belirli bir kalınlığa sahip sonsuz genişlikte bir plakaya denk gelmektedir ve altlık malzeme geometrisini yansıtır. Difüzyon kinetiği üzerindeki etkisinin dikkatlice incelenmesinden sonra toplam hücre boyutu 20 um'ye eşit olarak alınmıştır.



Görsel 1. Kromlama prosesi için DICTRA simülasyonlarında kullanılan hücrenin şematik gösterimi.

Difüzyon denklemlerini sayısal olarak çözmek için, matris 90 noktalı geometrik bir ızgara ile bölünmüştür, böylece bileşimin sadece ızgara noktalarında hesaplanması ve ızgara noktaları arasında doğrusal olarak değiştiği varsayılmıştır. Geometrik ızgara noktası, matriste değişken bir ızgara noktası yoğunluğu gösterir. Birden büyük ve 1.11'e eşit bir geometrik faktör seçilir, bu da hücrenin alt ucunda daha yüksek bir ızgara noktası yoğunluğu sağlar. AISI 316L paslanmaz çeliğin halid aktive edilmiş kutu sementasyon yöntemi ile Cr kaplama prosesi için, östenitik matriks ve matrikste dağılmış küresel karbür fazları ayarlanmıştır. Dispersif faz modeli, difüzyonun yalnızca matriste gerçekleştiğini ve disperse fazların çözünen atomların kaynağı olarak hareket ettiğini varsayar; böylece faz fraksiyonu ve bileşimi, dengenin her bir hacim elementinde yerel olarak tutulduğu varsayılarak, her bir ızgara kesişimindeki ortalama bileşimden hesaplanır.

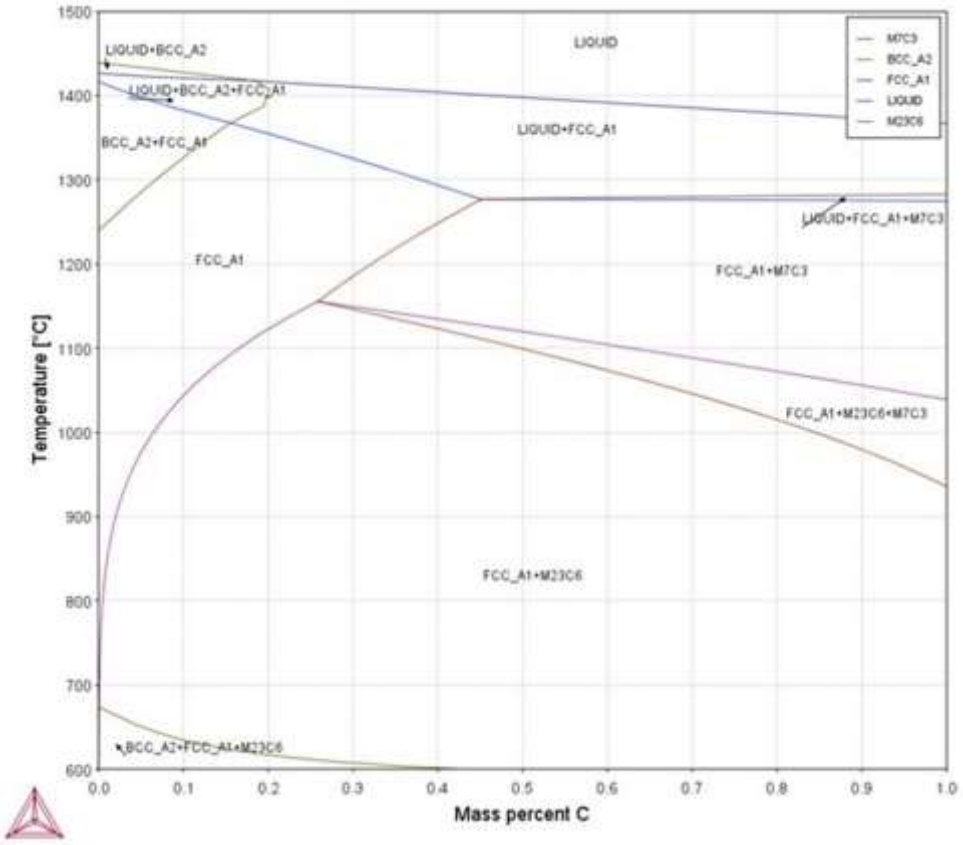
Disperse fazların matriksin difüzyon özelliği üzerindeki engelleyici etkisini temsil etmek için bir labirent faktörü eklenir. Bu çalışmada, labirent faktörü matris fazının hacim oranı olarak belirlenirken, dispersif fazların başlangıç hacim oranı denge koşullarına göre hesaplanmıştır. Dispersif faz modeli, difüzyonun esas olarak sürekli bir matriks fazında meydana geldiği ve dispersif fazların hacim fraksiyonunun önemli ölçüde düşük olduğu problemler için uygundur.

Kromlama prosesi için, Cr'un hücrenin alt arayüzünden altlık malzemeye sürekli olarak difüze olduğu varsayılır. Kromlama kinetiği, genellikle 0.5-1 aralığında değerler alan ara yüzeydeki krom aktivitesi tarafından kontrol edilir. Bu çalışmada krom aktivitesi değeri bir çok hesaplama denemesinden sonra 0.8 seçilmiştir. Sistem krom dışındaki tüm elementler için kapalı kabul edilmiştir. Element akıları, n elemanlı çok bileşenli bir sistem için Fick-Onsager yasası ile tanımlanmaktadır. Üst arayüzey için, sistem tüm elementler için kapalı kabul edilir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

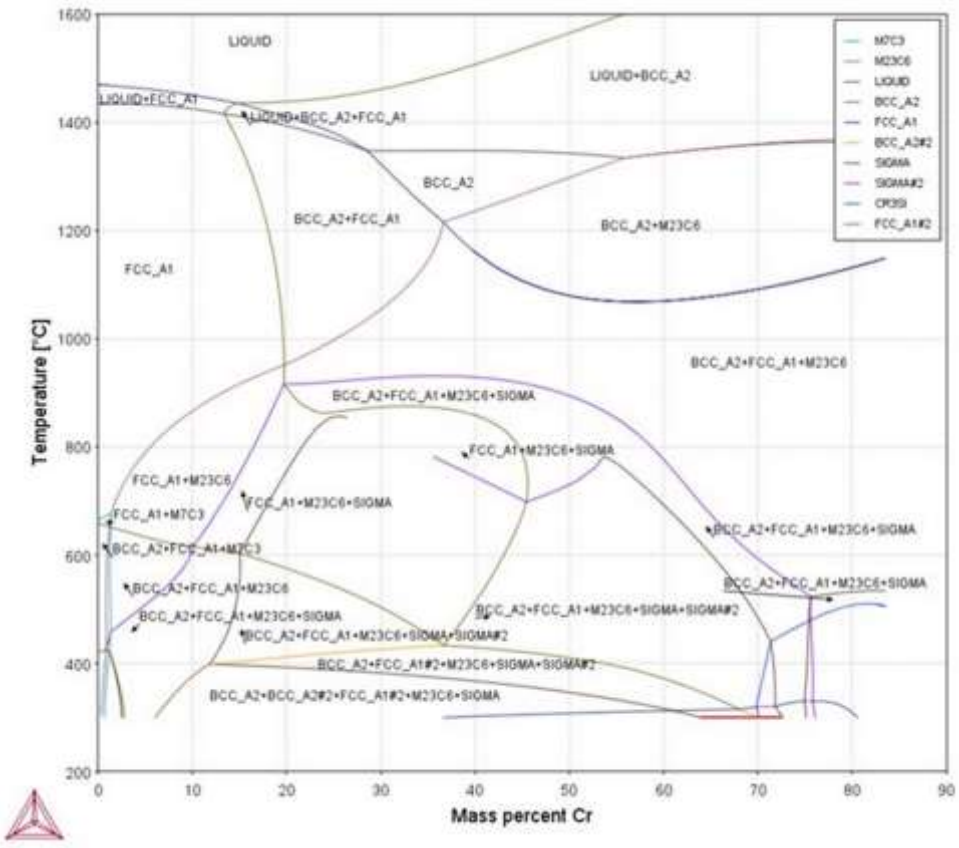
3.1. AISI 316L Paslanmaz Çeliğin Termo-Calc Hesaplamaları

AISI 316L paslanmaz çelik için Thermo-Calc ile hesaplanan karbon içeriğine bağlı olarak denge faz diyagramı Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. AISI 316L paslanmaz çelik alaşımı için Thermo-Calc ile hesaplanan denge faz diyagramı.

AISI 316L alaşım denge faz diyagramındaki fazlar, halid aktive edilmiş kutu sementasyon yöntemi ile yapılacak kaplama prosesi sırasında sıcaklığa bağlı olarak oluşabilecek fazlar hakkında bilgi vermektedir. Bu nedenle, AISI 316L alaşımı için kaplamaların Thermo-Calc hesaplamaları sırasında bu fazlar veri tabanında girdi fazları olarak kullanılmıştır. Krom kaplama için Thermo-Calc ile hesaplanan Cr içeriğine göre faz diyagramı Görsel 3'te verilmiştir.

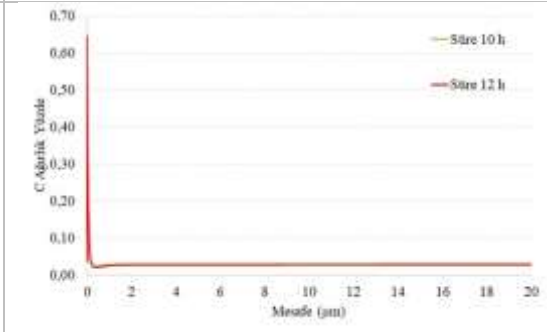
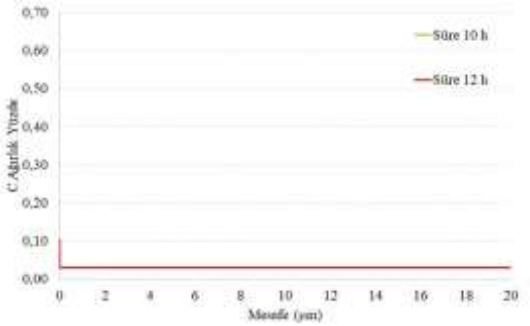
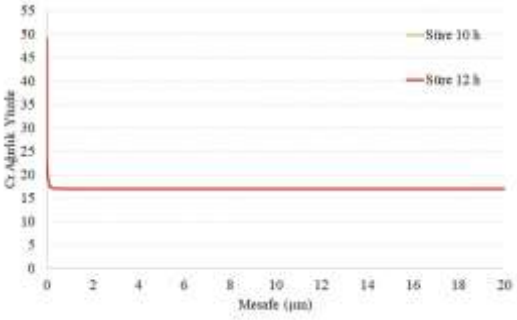
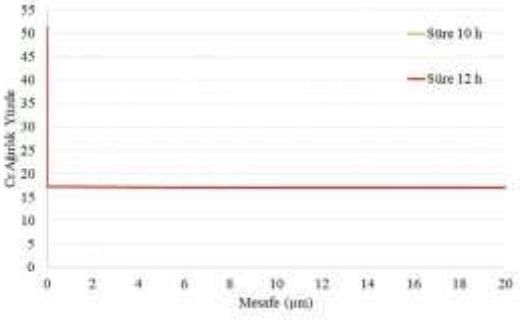
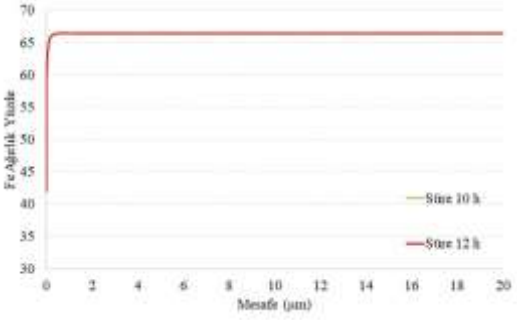
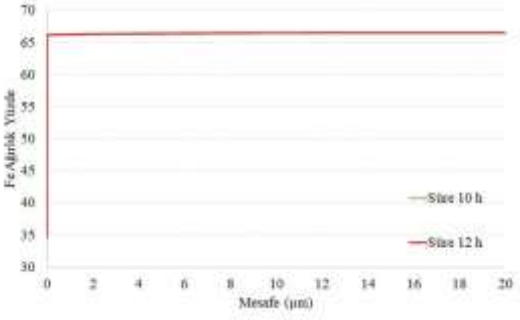
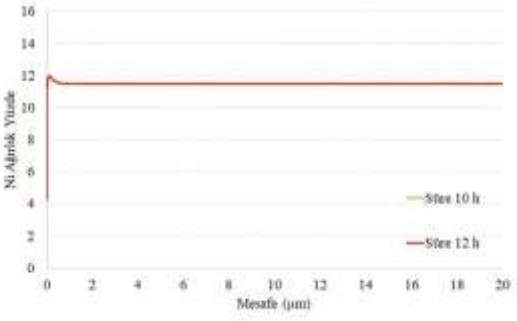
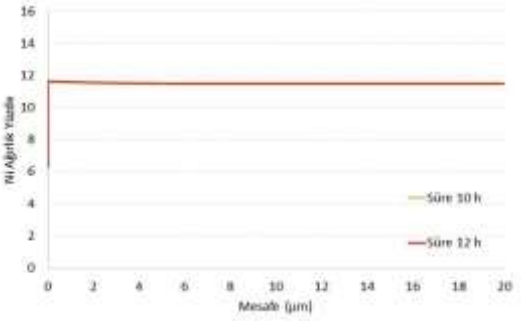


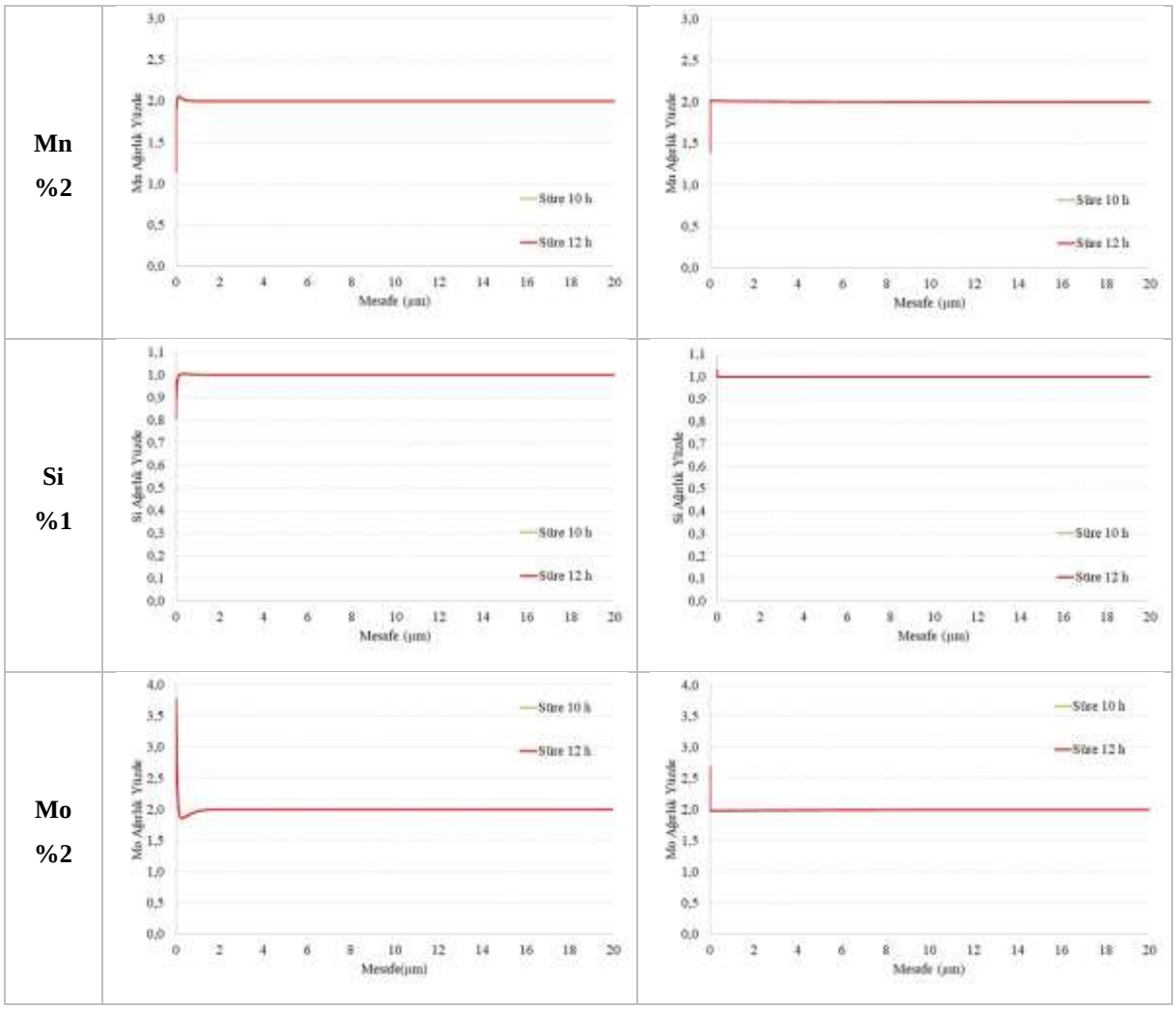
Görsel 3. AISI 316L paslanmaz çelik alaşımında kromlama işlemi için Thermo-Calc kullanılarak hesaplanan izoplet kesiti.

Bu çalışmada proses sıcaklıkları 800 ve 1000 °C olarak seçilmiştir. Dolayısıyla Görsel 3'teki diyagramda bu sıcaklıklardaki faz alanları, AISI 316 L paslanmaz çelik alaşımları için kromlama prosesinde oluşabilecek fazları göstermektedir. Diyagramdan 800 °C'de oluşacak fazlar sırasıyla şu şekildedir: Östenit, Östenit+$M_{23}C_6$, Östenit+$M_{23}C_6$+Sigma Östenit+$M_{23}C_6$+Sigma+Sigma#2, Delta-ferrit+östenit+$M_{23}C_6$+Sigma ve Delta-ferrit +östenit+$M_{23}C_6$. Ayrıca diyagramda 1000 °C'de oluşacak fazlar da sırasıyla şu şekildedir: Östenit, Delta-ferrit+östenit, Delta-ferrit+östenit+ $M_{23}C_6$.

3.2. AISI 316L Paslanmaz Çeliğin Dictra Hesaplamaları ile Kinetik Çalışmalar

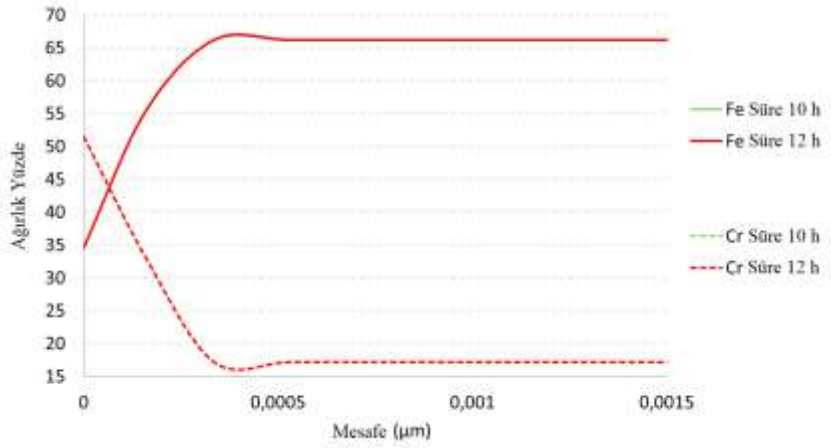
Kaplama prosesi sırasında, proses koşullarına bağlı olarak alaşım elementlerinde (C, Cr, Fe, Ni, Mn, Si, Mo) difüzyon meydana gelir. Görsel 4'de, AISI 316L paslanmaz çelik alaşımı için kromlama prosesinde 800 ve 1000 °C'de 10 ve 12 saat proses süreleri için DICTRA ile hesaplanan difüzyon simülasyonları ile elde edilen C, Cr, Fe, Ni, Mn, Si ve Mo'nun kompozisyonel profilleri verilmiştir.

AISI 316L	800 °C	1000 °C
C %0,03		
Cr %17		
Fe Bal.		
Ni %11,5		



Görsel 4. AISI 316L paslanmaz çelik alaşımı için kromlama prosesinde 800 ve 1000 ˚C'de 10 ve 12 saat proses süreleri için alaşım elementlerinin kompozisyon profilleri.

AISI 316L paslanmaz çelik alaşımı için kromlama prosesinde 1000 °C'de 10 ve 12 saat proses süreleri için Cr ve Fe elementlerinin kompozisyonel profillerinin karşılaştırılması Görsel 5'da verilmiştir.



Görsel 5. AISI 316L paslanmaz çelik alaşımı için kromlama prosesinde 1000 °C'de 10 ve 12 saatte Cr ve Fe elementlerinin difüzyonunun DICTRA simülasyonları.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Krom elementinin altlık malzeme yüzeyine birikmesi sırasında, karbon difüzyonuna bağlı olarak yüzeyde hızlı şekilde bir krom karbür ($Cr_{23}C_6$) oluşur. Krom karbür, karbonun dışa doğru difüzyonu ve Cr elementinin karbona karşı güçlü afinitesi nedeniyle oluşmaktadır. Bu tür karbür tabakasının oluşumu, Cr elementinin altlık yüzeyinden difüzyonunu bloke eder ve yerel olarak çelik içeriğindeki karbonu taşır ve çelik altlık malzemesinde dekarbürizasyona neden olur.

Bu tabakanın varlığı, kaplama ile altlık malzemesi arasında kromizasyon kaynaklı bir ferrit tabakasının oluştuğunu göstermektedir. Bu ferrit tabakasının varlığı, kaplama ve altlık malzemesi arasında en yüksektir ve bu katman zamanla azalmaktadır.

Cr konsantrasyonunda 0.0005µm derinlikte keskin bir düşüş görülürken, Fe elementinin yoğunluğu aynı yerde hızla artarken, kromlama kaynaklı ferrit tabakası ile altlık malzeme arasındaki ara yüzeyi göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, 2219-Uluslararası Türk Vatandaşları Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı desteklerinden dolayı (Başvuru dönemi: 2018/2) TÜBİTAK'a teşekkürlerini sunar.

KAYNAKÇA

[1] Dong, Z., Zhou, T., Liu, J., Zhang, X., Shen, B., Hu, W., Liu, L. Effects of Pack Chromizing on The Microstructure and Anticorrosion Properties of 316L Stainless Steel, Surface and Coatings Technology, Volume 366, 86-96, 2019.

[2] Ghouss, H., Boudebane, S. Effects of Substrate Composition and Treatment Times on the Erosive Wear of Titanium Aluminide Coating: Prepared by Pack Cementation. J Bio Tribo Corros 7, 3, 2021.

[3] Lin, N., Zhao, L., Liu, Q., Zou, J., Xie, R., Yuan, S., Li, D., Zhang, L., Wang, Z., Tang, B. Preparation of Titanizing Coating on AISI 316 Stainless Steel by Pack Cementation

to Mitigate Surface Damage: Estimations of Corrosion Resistance and Tribological Behavior, Journal of Physics and Chemistry of Solids, Volume 129, 387-400, 2019.

[4] Piekoszewski, J., Sartowska, B., Barlak, M., Konarski, P., Dąbrowski, L., Starosta, W., Walis, L., Werner, Z., Pochrybniak, C., Bochenska, K., Stoch, P., Szymczyk, W. Improvement of High Temperature Oxidation Resistance of AISI 316L Stainless Steel by Incorporation of Ce–La Elements Using Intense Pulsed Plasma Beams. Surface & Coatings Technology, 206, 5, 854-858, 2011.

[5] Ali, M., A., Abbas M., K., Mohammed, R., K. Improving Oxidation Resistance of Stainless Steel (AISI 316L) by Pack Cementation. *Engineering and Technology Journal*, 25, 918-939, 2007.

[6] Ping, J., Cui, X., Pu, J., Jiang, X., Zhang, X., Zhong, Y. Structural, Tribological and Corrosion Properties of Plasma Nitrided Chromized-316L Stainless Steel in Air and Artificial Seawater, Surf. Topogr.: Metrol. Prop., 8, 015005, 2020.

[7] Ataiwi, A., H., Hamood A., K., F., Majed, R., A. Effect of Different Coating Techniques with Aluminum on the Corrosion Behavior of Stainless Steel 316L in Seawater, Journal of Al-Nahrain University Vol.15, 3, September, 112-122, 2012.

[8] Lee, J., W., Duh, J., G. Evaluation of Microstructures and Mechanical Properties of Chromized Steels With Different Carbon Contents, Surface and Coatings Technology, 177-178, 525–531, 2004.

[9] Dong, Z., Zhou, T., Liu, J., Zhang, X., Shen, B., Hu, W., Liu, L. Performance of Surface Chromizing Layer on 316L Stainless Steel For Proton Exchange Membrane Fuel Cell Bipolar Plates, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 44, Issue 39, 22110-22121, 2019.

[10] Chen, J., K., Chen S., F., Huang C., S. Formation of Al and Cr Dual Coatings by Pack Cementation on SNCM439 Steel, ISIJ International, Vol. 52, 1, 127-133, 2012.

[11] Cho, K., H., Lee, W., G., Lee, S., B., Jang, H. Corrosion Resistance of Chromized 316L Stainless Steel For PEMFC Bipolar Plates, Journal of Power Sources, Volume 178, Issue 2, 671-676, 2008.

[12] Bianco, R., Harper, M., A., Rapp, R., A. Codepositing Elements by Halide-Activated Pack Cementation, *JOM*, 43, 68–73, 1991.

[13] Genova V., Paglia L., Pulci G., Bartuli C., Marra F. Diffusion Aluminide Coatings for Hot Corrosion and Oxidation Protection of Nickel-Based Superalloys: Effect of Fluoride-Based Activator Salts, *Coatings*, 11, 4, 412, 2021.

[14] Alia, F., F., Kurniawan, T., Ani, M., H., B., Nandiyanto, A., B., D., *The Effect of Temperature on the Chromizing Process for Ferritic-Martensitic Steel,* Journal of Physics: Conference Series, Volume 914, International Conference on Materials Physics and Mechanics, 23 July 2017, Langkawi, Malaysia, 2017.

[15] T. C. Software, *DICTRA User Guide Version 2015b*, Foundation of Computational Thermodynamics, Stockholm, Sweden, 2015.

[16] T. C. Software, *Thermo-Calc User Guide Version 2016a*, Foundation of Computational Thermodynamics, Stockholm, Sweden, 2016.

AN APPLICATION OF THE GENERALIZED DISTRIBUTION FOR A CERTAIN SUBCLASS OF UNIVALENT FUNCTIONS

Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY

University of Dicle, Faculty of Science, Department of Mathematics, Diyarbakır, TÜRKİYE

https://orcid.org/0000-0002-3010-7795

ozlemg@dicle.edu.tr

ABSTRACT

In 2014, Porwal introduced Poisson distribution series and gave a nice application on univalent functions, it opens up a new direction of research in geometric function theory. Later, several researchers introduced Binomial distribution series, Pascal distribution series and hyper-geometric distribution series and obtained some necessary and sufficient conditions for certain classes of univalent functions. In this presentation, we focus on the generalized distribution series.

In this presentation, motivated by the results of Porwal, we find the necessary and sufficient condition for the generalized distribution to be in the subclasses of normalized analytic functions.

Keywords : Generalized distribution, analytic function, univalent function.

1.INTRODUCTION

Let A denote the class of analytic functions of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \tag{1}$$

in the unit disc $U = \{z \in £ : |z| < 1\}$. Let $\mathcal{V}$ denote the subclass of A, which consists of functions of the form (1) that are univalent, normalized by the conditions $f(0) = f'(0) - 1 = 0$ in U and with positive coefficients given by

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \quad ; \quad a_n > 0 . \tag{2}$$

A function $f \in \mathcal{V}$ is said to be in the class $\mathcal{SV}(\gamma)\left(1 \le \gamma < \frac{4}{3}\right)$ of starlike functions of order γ if it satisfies the condition

$$\operatorname{Re}\left(\frac{zf'(z)}{f(z)}\right) < \gamma \quad ; \quad z \in U \tag{3}$$

which was studied in [10].

In [9], Murugusundaramoorthy et al. defined the following subclass of A.

Definition 1.1 ([9]) For $1 \le \gamma < \frac{4}{3}$, $0 \le \vartheta < 1, \kappa \ge 0$ we let

$$S_p(\vartheta,\gamma,\kappa) = \left\{ f \in A : \operatorname{Re}\left(\left(1+\kappa e^{i\theta}\right) \frac{zf'(z)}{(1-\vartheta) f(z) + \vartheta z f'(z)} - \kappa e^{i\theta} \right) < \gamma \right\} \quad , \quad (z \in U) \tag{4}$$

and

$$C_p(\vartheta,\gamma,\kappa) = \left\{ f \in A : \operatorname{Re}\left(\left(1+\kappa e^{i\theta}\right) \frac{f'(z) + zf''(z)}{f'(z) + \vartheta z f''(z)} - \kappa e^{i\theta} \right) < \gamma \right\} \quad , \quad (z \in U). \tag{5}$$

Also, they defined the classes $\mathcal{VS}_p(\vartheta,\gamma,\kappa) = \mathcal{S}_p(\vartheta,\gamma,\kappa) \cap \mathcal{V}$ and $\mathcal{VC}_p(\vartheta,\gamma,\kappa) = \mathcal{C}_p(\vartheta,\gamma,\kappa) \cap \mathcal{V}$.

If we take $\vartheta = 0$ we get the class $\mathcal{S}_p(0,\gamma,\kappa) = \mathcal{S}_p(\gamma,\kappa)$ and $\mathcal{C}_p(0,\gamma,\kappa) = \mathcal{C}_p(\gamma,\kappa)$ which were studied in [2].

In [9], the necessary and sufficient condition for the coefficients of f in the above classes was given as follows:

Theorem A A function $f \in \mathcal{V}$ defined by (2) is in the class $\mathcal{VS}_p(\vartheta,\gamma,\kappa)$ if and only if

$$\sum_{n=2}^{\infty} \left[n(1+\kappa) - (\gamma+\kappa)(1+n\vartheta-\vartheta) \right] a_n \le \gamma - 1. \tag{6}$$

Theorem B A function $f \in \mathcal{V}$ defined by (2) is in the class $\mathcal{VC}_p(\vartheta,\gamma,\kappa)$ if and only if

$$\sum_{n=2}^{\infty} n\left[n(1+\kappa) - (\gamma+\kappa)(1+n\vartheta-\vartheta) \right] a_n \le \gamma - 1. \tag{7}$$

Recently, Porwal [5] introduced generalized distribution and studied its geometric properties associated with univalent functions. Now we recall the definition of generalized distribution as follows:

The probability mass function of the generalized distribution is given as

$$p(n)=\frac{t_n}{T} \quad , \; n \in ¥ \cup \{0\} \tag{8}$$

where $t_n \geq 0$ and the series $\sum_{n=0}^{\infty} t_n$ is convergent and

$$T=\sum_{n=0}^{\infty} t_n \quad . \tag{9}$$

Further, we introduce the series

$$\phi(x)=\sum_{n=0}^{\infty} t_n x^n . \tag{10}$$

From (9), it is easy to see that the series given by (10) is convergent for $|x|<1$ and for $x=1$ it is also convergent.

Porwal [5] defined the following series and obtained necessary and sufficient conditions for generalized distribution series belonging to the some subclasses of univalent functions:

$$\kappa_{\phi}(z)=z+\sum_{n=2}^{\infty} \frac{t_{n-1}}{T} z^n \tag{11}$$

and

$$\mathcal{T}\kappa_{\phi}(z)=2z-\kappa_{\phi}(z)=z-\sum_{n=2}^{\infty} \frac{t_{n-1}}{\mathrm{T}} z^n \quad . \tag{12}$$

We know that the convolution of two function $f \in A$ given by (1) and $g \in A$ given by

$$g(z)=z+\sum_{n=2}^{\infty} b_n z^n \tag{13}$$

is defined as

$$(f * g)(z)=z+\sum_{n=2}^{\infty} a_n b_n z^n \quad ; \quad z \in U \; . \tag{14}$$

So, using (14), Porwal [5] introduced the convolution operator $\kappa_{\phi}(f,z)$ for functions $f(z)$ of form (1) as follows

$$\kappa_{\phi}(f,z)=\kappa_{\phi}(z) * f(z)=z+\sum_{n=2}^{\infty} \frac{a_n t_{n-1}}{T} z^n . \tag{15}$$

In 2014, Porwal [5] introduced Poisson distribution series and gave a nice application on univalent functions and it opens up a new direction of research in geometric function theory. Later,several researchers [1, 3, 4, 7, 8] introduced hyper-geometric distribution series, confluent hypergeometric distribution series, Binomial distribution series, Pascal distribution series and obtainsome necessary and sufficient conditions for certain classes of univalent functions. In this

presentation, motivated by the results of Porwal [6], we obtain the necessary and sufficient conditions for $\kappa_\phi(z)$ to be in the class $\mathcal{VS}_p(\vartheta,\gamma,\kappa)$ and $\mathcal{VC}_p(\vartheta,\gamma,\kappa)$., respectively.

2. MAIN RESULTS

Theorem 2.1 The function $\kappa_\phi(z)$ be of the form (11) is in the class $\mathcal{VS}_p(\vartheta,\gamma,\kappa)$ if and only if the condition

$$[(1+k)-(\gamma+k)\vartheta]\phi'(1)+(\gamma-1)\phi(0)\le(\gamma-1)(\phi(1)+T) \tag{16}$$

is satisfied.

Proof. We have to show that

$$\sum_{n=2}^{\infty}\left[n(1+\kappa)-(\gamma+\kappa)(1+n\vartheta-\vartheta)\right]\frac{t_{n-1}}{T}\le\gamma-1.$$

By the given hypothesis, we have

$$\sum_{n=2}^{\infty}\left[n(1+\kappa)-(\gamma+\kappa)(1+n\vartheta-\vartheta)\right]\frac{t_{n-1}}{T}=\frac{1}{T}\sum_{n=2}^{\infty}\left[n(1+\kappa)-(\gamma+\kappa)(1+n\vartheta-\vartheta)\right]t_{n-1}$$

$$=\frac{1}{T}\sum_{n=2}^{\infty}\left[(1+\kappa)-(\gamma+\kappa)\vartheta\right](n-1)t_{n-1}+(1-\gamma)t_{n-1}$$

$$=\frac{1}{T}\sum_{n=1}^{\infty}\left[(1+\kappa)-(\gamma+\kappa)\vartheta\right]nt_n+(1-\gamma)t_n$$

$$=\frac{1}{T}\left\{\left[(1+\kappa)-(\gamma+\kappa)\vartheta\right]\sum_{n=1}^{\infty}nt_n+(1-\gamma)\sum_{n=1}^{\infty}t_n\right\}$$

$$=\frac{1}{T}\left\{\left[(1+\kappa)-(\gamma+\kappa)\vartheta\right]\phi'(1)+(1-\gamma)(\phi(1)-\phi(0))\right\}$$

$$\le\gamma-1.$$

This completes the proof of theorem.

Theorem 2.2 The function $\kappa_\phi(z)$ be of the form (11) is in the class $\mathcal{VC}_p(\vartheta,\gamma,\kappa)$ if and only if the condition

$$[(1+k)-(\gamma+k)\vartheta]\phi''(1)+\left(2[(1+k)-(\gamma+k)\vartheta]+(1-\gamma)\right)\phi'(1)+(\gamma-1)\phi(0)\le(\gamma-1)(\phi(1)+T)$$

is satisfied.

Proof. If calculations similar to the proof of Theorem 2.1 are done, the desired can be easily found.

REFERENCES

[1] Ahmad M.S., Mehmood Q., Nazeer W. and Haq A.U., An application of a Hypergeometric distribution series on certain analytic functions, Sci. Int., 27(2015), 2989-2992.

[2] Porwal S. and Dixit K.K., An application of certain convolution operator involving hypergeometric functions, J. Rajasthan Acad. Phys. Sci. 9 (2010), no. 2, 173–186.

[3] Murugusundaramoorthy G., Vijaya K. and Porwal S., Some inclusion results of certainsubclass of analytic functions associated with Poisson distribution series, Hacettepe J.Math.Stat. 45(2016), no.4, 1101-1107.

[4] Nazeer W., Mehmood Q., Kang S.M. and Haq A.U., An application of a Binomial distribution series on certain analytic functions, J. Comput. Anal. Appl., 26(2019), 11-17.

[5] Porwal S., Generalized distribution and its geometric properties associated with univalent functions, J. Complex Anal., Vol.(2018), Art. ID 8654506, 1-5.

[6] Porwal S., Mapping properties of certain subclasses of analytic functions assaci ated with generalized distribution series, Applied Math-E-Notes, 20(2020), 39-45.

[7] Porwal S. and Gupta A., Some properties of convolution for hypergeometric distribution type series on certain analytic univalent functions, Acta Univ. Apul., 56(2018), 69-80.

[8] Porwal S. and Kumar S., Confluent hypergeometric distribution and its applications on certain classes of univalent functions, Afr. Mat., 28(2017), 1-8.

[9] Gangadharan, M., Yalçın, S., Yaşar, E., and Çakmak, S. An application of the power series distribution for univalent function classes with positive coefficients. International Journal of Nonlinear Analysis and Applications. (2022).

[10] Uralegaddi, B.A. Ganigi M.D. and Sarangi S.M., Univalent functions with positive coefficients, Tamkang J. Math. 25 (1994), 225–230.

PRODUCTION AND ANALYSIS OF HARD CARBON FROM WATER HYACINTH

Mustafa Goktan Aydin[1], Emine Yalman[2], Tolga Depci[3], Yunus Onal[4]
[1]Iskenderun Technical University, Center of Science and Technology Application and Research, goktan.aydin@iste.edu.tr - 0000-0001-5876-0705
[2]Iskenderun Technical University, Department of Petroleum and Natural Gas Engineering, emine.avci@iste.edu.tr - 0000-0002-1782-3543
[3]Iskenderun Technical University, Department of Petroleum and Natural Gas Engineering, tolga.depci@iste.edu.tr - 0000-0001-9562-8068
[4]Inonu University, Department of Chemical Engineering, yunus.onal@inonu.edu.tr - 0000-0001-6342-6816

ABSTRACT

Today, it is urgently necessary an alternative energy source that is cheap, sustainable and clean to fossil sources, which have a significant share in energy production, due to the limited and expensive fossil resources, as well as their damage to environment. On the other hand, production of electric vehicles and portable electronic devices such as mobiles, tablets is increasing, and this leads to the energy storage need. Batteries and similar systems, which are energy storage systems, are the most effective materials to address the energy crisis. Biomass is the most suitable source for the use of batteries for energy storage because of its cheap, clean, sustainability and abundance. Underutilization of this abundant resource is still a serious problem. Water hyacinth (Eichhornia crassipes), which is one of the plant biomass sources, is a poisonous weed that grows rapidly on earth and hinders irrigation, maritime, health and energy production due to its invasive feature. Because of these damages of the water hyacinth plant, it is critical to prevent its spread. In this study, firstly, water hyacinth was collected from the Asi river of Hatay. Then, hard carbon, a value-added product, was produced from water hyacinth by pyrolysis method, which is a simple carbonization process, in an inert argon atmosphere and at temperature of 1000°C without any activation. scanning electron microscope (SEM), X-ray diffraction (XRD) and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) analyzes of the obtained product were examined and its usability in rechargeable batteries was investigated. As a result, a graphitic structure was obtained with hard carbon, an inexpensive, renewable and clean product derived from water hyacinth, and it was found that it is a potential material to be used as anode material in batteries.

Keywords: Biomass, energy storage, hard carbon, water hyacinth.

1. INTRODUCTION

Continuous development of technology, effect of population growth and increase in living standards increase the energy needs of countries constantly. Countries meet most of their energy needs with the energy they produce from fossil resources [1, 2]. Limited availability of fossil resources, which are of vital importance in energy production, high costs of extracting, transporting and producing these resources, and environmental problems have pushed researchers to work on alternative energy resources [3, 4]. In this context, value of the issues such as energy production from renewable energy sources, storage of produced energy and sustainability studies has increased [5]. Among the energy storage systems, electrochemical energy storage systems such as lithium-ion batteries, sodium-ion batteries, capacitors, super capacitors have become interesting study subjects due to their high potential.

Today, lithium-ion batteries have a very important place among energy storage systems [6]. Lithium-ion batteries feature high energy densities, long cycle lives and high electrochemical performances. However, due to the decrease in lithium resources, increase in costs, and problems in supply, battery studies are carried out to be an alternative to these batteries [7, 8].

Most of the alternative studies to lithium-ion batteries consist of studies on sodium and potassium ion batteries [9]. In addition to the similar properties of sodium with lithium in terms of chemical and physical properties, the fact that it has many reserves, less shortages in terms of supply, and low cost are the most important reasons for its preference in studies [10].

Many different anode materials have been used to improve the performance of sodium ion batteries. Carbon-based materials [11, 12] and some organic compounds [13] are examples of materials used. The low energy efficiency and structural instability of the sodium ion batteries obtained in the studies have pushed the researchers to research and produce different anode materials [14]. It is seen that researchers have started to use hard carbon, which has an amorphous structure, as anode material. Biomass sources cheap, abundant and sustainable are used instead of expensive inorganic materials for the synthesis of hard carbon. When the literature is reviewed, it is seen that hard carbon synthesis is made from different biomass sources such as banana peel [15], apple biowaste [16], cherry leaves [17], mangosteen [18] and the synthesized hard carbons are used as anode material in sodium ion batteries.

Water hyacinth is known as an invasive species. In addition to its rapid growth, this species prevents activities such as irrigation, maritime and energy production [19-21]. Also, water hyacinths invade the Asi River in Hatay every year. In this study, hard carbon was synthesized from water hyacinth, which is a plant biomass source. In addition, based on the analysis results of the synthesized product, the possibility of an alternative to the graphite used in the battery was evaluated.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Raw Material Preparation

In the study, water hyacinth, an aquatic plant from the Asi river in Hatay, was used as the main material. For the purpose of the study, first of all, raw material preparation was carried out. To this end, water hyacinth was collected from the Asi river as raw material.

After the collected water hyacinths were dried in an oven at 105ºC, the raw material was prepared by grinding with a grinder (Figure 1).

2.2. Synthesis of Hard Carbon

The raw material prepared for hard carbon synthesis was subjected to pyrolysis process in Protherm brand tube furnace at 3ºC /min heating rate, 1000ºC temperature and inert argon atmosphere for 5 hours. At the end of the period, the tube furnace was left to cool. Finally, the hard carbon obtained under these conditions is coded as SHC.

2.3 Characterization of the Product

Morphology of the synthesized hard carbon was analyzed with the Thermo Fisher Scientific Apreo S instrument. Then, XRD and FTIR properties were determined using Malvern Panalytical EMPYREAN and Jasco FT/IR 6700 spectrometers, respectively.

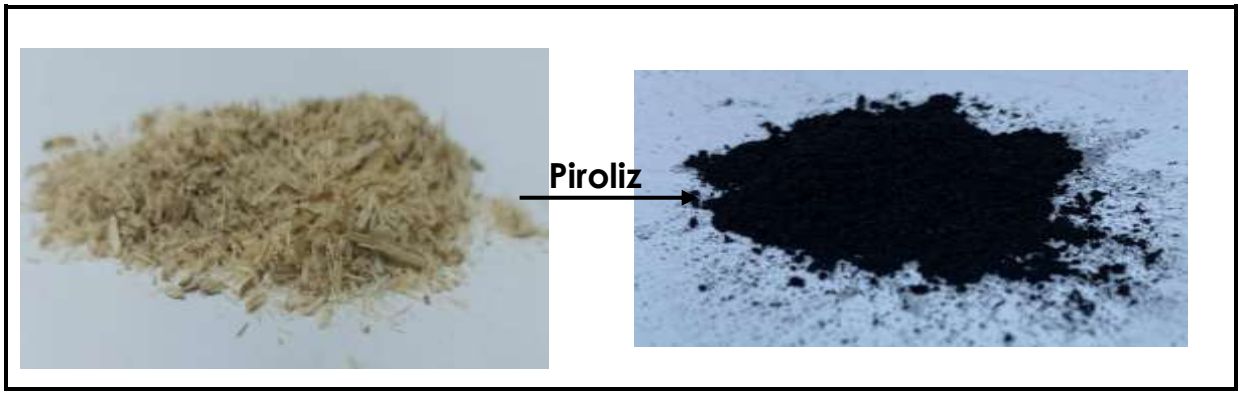


Figure 1. Conversion of raw water hyacinth to hard carbon

3. RESULTS AND DISCUSSION

Morphology of the produced hard carbon was examined based on the SEM images that can be seen in Figure 2. From the SEM images, it is seen that there are both hollow and channeled structures in the product. It is expected that this structure will facilitate ion diffusion.

Structure of the product was detailed through the XRD and FTIR spectrum. As shown in Figure 3, the produced hard carbon shows semi-amorphous and semi-crystalline structure. It also contains peaks corresponding to the (002) and (100) diffraction of graphite at approximately 22° and 43°, respectively [22]. These units play a fundamental role in activation and formation of graphene structure.

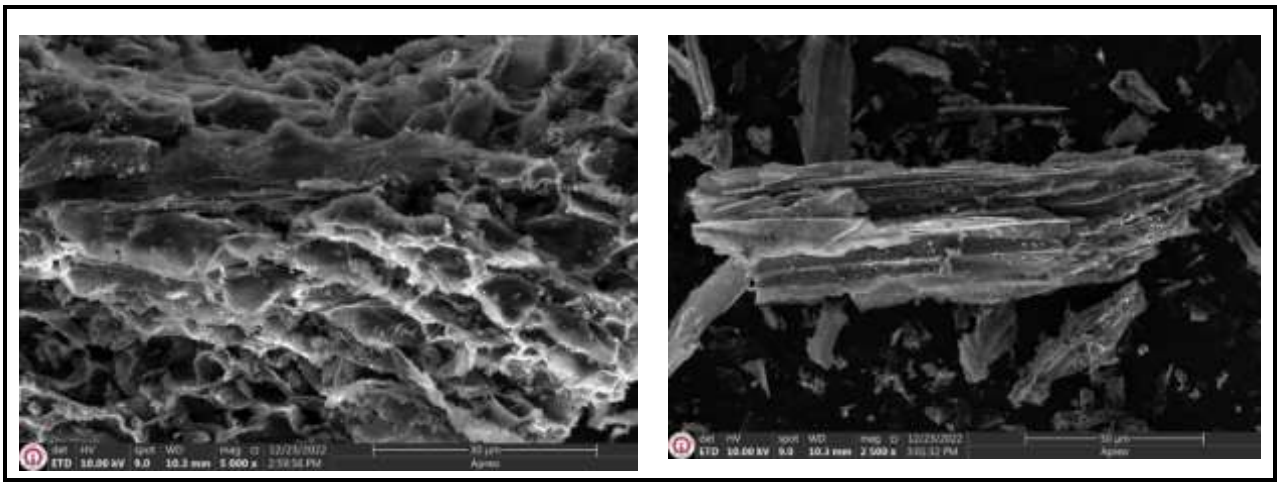


Figure 2. SEM images

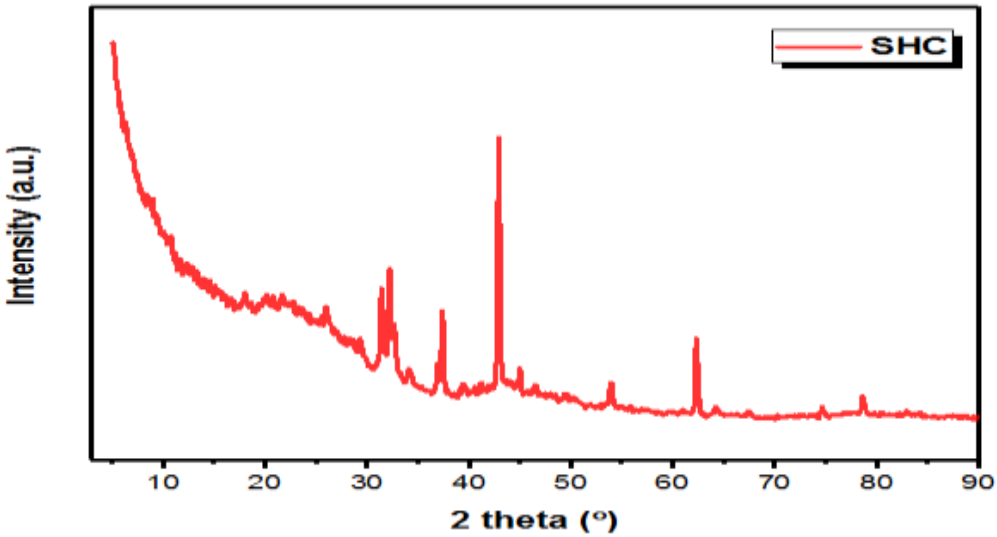


Figure 3. Diagram of XRD

According to the FTIR results, three evident bands were observed in the structure. It can be explained by the peak structure –C≡C– stretching at a wavelength of 2124 cm^{-1}. Peak in the wavelength range of 2400-2000 (2382) peak indicates O=C=O stretching and can be attributed to the hygroscopic and porosity structure of graphite. The peaks at 2698 cm^{-1} wavelengths indicates medium C-H stretching.

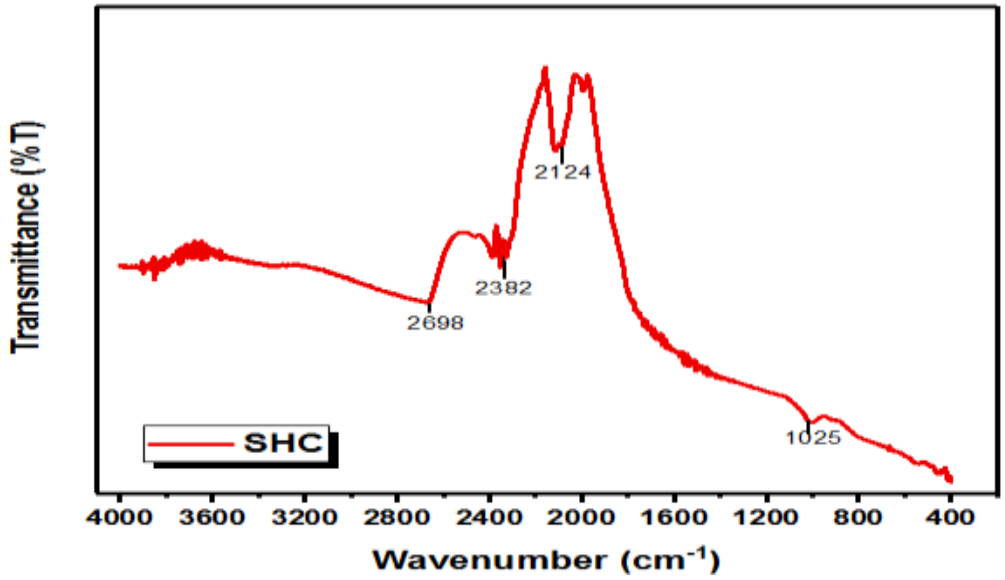


Figure 4. Spectrum of FTIR

4. CONCLUSIONS

In the study, water hyacinth derived hard carbon was produced and analyzed at 1000 ℃ by pyrolysis method. When the analysis results were evaluated in general, it was concluded that hard carbon produced from water hyacinth is a potential material that can be used as an alternative to graphite in the battery.

REFERENCES

[1] Benítez, A., Amaro-Gahete, J., Chien, Y. C., Caballero, Á., Morales, J., & Brandell, D. Recent advances in lithium-sulfur batteries using biomass-derived carbons as sulfur host. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 154, 111783. 2022.

[2] Deng, J., Li, M., & Wang, Y. Biomass-derived carbon: synthesis and applications in energy storage and conversion. Green chemistry, 18(18), 4824-4854. 2016.

[3] Hu, B., Wang, K., Wu, L., Yu, S. H., Antonietti, M., & Titirici, M. M. Engineering carbon materials from the hydrothermal carbonization process of biomass. Advanced materials, 22(7), 813-828. 2010.

[4] Lai, X., Halpert, J. E., & Wang, D. Recent advances in micro-/nano-structured hollow spheres for energy applications: From simple to complex systems. Energy & Environmental Science, 5(2), 5604-5618. 2012.

[5] Wang, J., Nie, P., Ding, B., Dong, S., Hao, X., Dou, H., & Zhang, X. Biomass derived carbon for energy storage devices. Journal of materials chemistry a, 5(6), 2411-2428. 2017.

[6] Turcheniuk, K., Bondarev, D., Singhal, V., & Yushin, G. Ten years left to redesign lithium-ion batteries. 2018.

[7] El Moctar, I., Ni, Q., Bai, Y., Wu, F., & Wu, C. Hard carbon anode materials for sodium-ion batteries. Functional Materials Letters, 11(06), 1830003. 2018.

[8] Zhao, J., Zhao, L., Chihara, K., Okada, S., Yamaki, J. I., Matsumoto, S., ... & Nakane, K. Electrochemical and thermal properties of hard carbon-type anodes for Na-ion batteries. Journal of power sources, 244, 752-757. 2013.
[9] Ghani, U., Iqbal, N., Aboalhassan, A. A., Liu, B., Aftab, T., Zada, I., ... & Liu, Q. One-step sonochemical fabrication of biomass-derived porous hard carbons; towards tuned-surface anodes of sodium-ion batteries. Journal of Colloid and Interface Science, 611, 578-587. 2022.
[10] Hariharan, S., Saravanan, K., Ramar, V., & Balaya, P. A rationally designed dual role anode material for lithium-ion and sodium-ion batteries: case study of eco-friendly Fe 3 O 4. Physical Chemistry Chemical Physics, 15(8), 2945-2953. 2013.
[11] Sun, Y., Shi, X. L., Yang, Y. L., Suo, G., Zhang, L., Lu, S., & Chen, Z. G. Biomass-Derived Carbon for High-Performance Batteries: From Structure to Properties. Advanced Functional Materials, 2201584. 2022.
[12] Gomez-Martin, A., Martinez-Fernandez, J., Ruttert, M., Heckmann, A., Winter, M., Placke, T., & Ramirez-Rico, J. Iron-catalyzed graphitic carbon materials from biomass resources as anodes for lithium-ion batteries. ChemSusChem, 11(16), 2776-2787. 2018.
[13] Park, Y., Shin, D. S., Woo, S. H., Choi, N. S., Shin, K. H., Oh, S. M., ... & Hong, S. Y. Sodium terephthalate as an organic anode material for sodium ion batteries. Advanced Materials, 24(26), 3562-3567. 2012.
[14] Alvira, D., Antorán, D., & Manyà, J. J. Plant-derived hard carbon as anode for sodium-ion batteries: A comprehensive review to guide interdisciplinary research. Chemical Engineering Journal, 137468. 2022.
[15] Lotfabad, E. M., Ding, J., Cui, K., Kohandehghan, A., Kalisvaart, W. P., Hazelton, M., & Mitlin, D. High-density sodium and lithium ion battery anodes from banana peels. ACS nano, 8(7), 7115-7129. 2014.
[16] Wu, L., Buchholz, D., Vaalma, C., Giffin, G. A., & Passerini, S. Apple-biowaste-derived hard carbon as a powerful anode material for Na-ion batteries. ChemElectroChem, 3(2), 292-298. 2016.
[17] Zhu, Z., Liang, F., Zhou, Z., Zeng, X., Wang, D., Dong, P., ... & Li, X. Expanded biomass-derived hard carbon with ultra-stable performance in sodium-ion batteries. Journal of materials chemistry a, 6(4), 1513-1522. 2018.
[18] Wang, K., Jin, Y., Sun, S., Huang, Y., Peng, J., Luo, J., ... & Han, J. Low-cost and high-performance hard carbon anode materials for sodium-ion batteries. ACS omega, 2(4), 1687-1695. 2017.
[19] Malik, A. Environmental challenge vis a vis opportunity: the case of water hyacinth. Environment international, 33(1), 122-138. 2007.
[20] Villamagna, A. M., & Murphy, B. R. Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (Eichhornia crassipes): a review. Freshwater biology, 55(2), 282-298. 2010.
[21] Gaurav, G. K., Mehmood, T., Cheng, L., Klemeš, J. J., & Shrivastava, D. K. Water hyacinth as a biomass: A review. Journal of Cleaner Production, 277, 122214. 2020.
[22] Gao, Y., Piao, S., Jiang, C., & Zou, Z. Navel orange peel-derived hard carbons as high performance anode materials of Na and Li-ion batteries. Diamond and Related Materials, 129, 109329. 2022.

KANAT VE KANATÇIK TİPİ VORTEKS ÜRETİCİLERİN ISIL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Arş. Gör. Dr. HÜSEYİN ZAHİT DEMİRAĞ[1], Dr. Öğr. Üyesi MEHMET DOĞAN[2]
[1] YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
zahit.demirag@bozok.edu.tr- 0000-0001-7289-4021
[2] YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
mehmet.dogan@bozok.edu.tr- 0000-0003-0231-8859

ÖZET

Kanat ve kanatçık tipi vorteks üreticiler (VGs), üretiminin ve kullanımının kolaylığı açısından ısı transferinin artırılmasında sıklıkla kullanılan vorteks üretici tiplerindendir. Bu çalışmada; delta kanat (DW), dikdörtgen kanat (RW), delta kanatçık (DWK) ve dikdörtgen kanatçık (RWK) tipi vorteks üreticilerin ısıl performanslarının belirlenmesi için Re=5000-25000 aralığında bir deneysel çalışma yapılmıştır. Doğru bir karşılaştırma yapmak adına bütün vorteks üreticilerin alanları eşit tutulmuş ve sadece üretilen vortekslerin ısıl performanslarının belirlenmesi için bütün VGs PLA malzemeden 3D yazıcıda üretilmiştir. Bu tip VGs uzunlamasına vorteks üretebilmektedir. VGs akış alanına iki adet olarak sıcak yüzey üzerine monte edilmiştir. VGs akış alanına α=30°'lik bir hücum açısı ve yukarı yönlü ortak akış (common flow up, CFU) üretecek şekilde bakır plaka üzerine yerleştirilmiştir. Deneylerde iş akışkanı olarak hava kullanılmış ve bakır plaka altından ise sabit ısı akısı uygulanmıştır. Deneysel sonuçlara göre özellikle düşük Reynolds sayılarında bütün VGs ile hemen hemen Nusselt sayısı eşit elde edilmiştir. Buna karşın yüksek Reynolds sayılarında kanatçık tipi VGs'lerin ısı transferini artırma noktasında kanat tipi VGs'lere göre daha üstün olduğu belirlenmiştir. Düşük Reynolds sayılarında boş kanala göre bütün VGs tiplerinde Nusselt sayısında %20'ye artış görülmektedir. Reynolds sayısının artışı ile birlikte kanat tipi VGs'lerde boş kanal değerine yakın Nusselt sayısı hesaplanmıştır. Kanatçık tipi VGs'ler de ise boş kanala göre Nusselt sayısındaki en düşük artış %10 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Sürtünme faktörü açısından en yüksek değer RWK için elde edilmesine rağmen kanat ve kanatçık tipi VGs'ler yaklaşık olarak birbirlerine eşit sayılabilecek bir performans göstermiştir. Isı transferinin iyileştirilmesi açısından en üstün performans sırasıyla DWK, RWK, RW ve DW tipi vorteks üreticiler için elde edilmiştir. En yüksek TEF, 1.1 civarında Re=5000'de hesaplanmıştır. Reynolds sayısının artması ile kanat tipi VGs'lerin TEF değerleri 1'in altına inerken kanatçık tipi VGs'lerin TEF değerleri ise 1 civarında elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Vorteks üretici; Uzunlamasına vorteks; Isı transferi; Kanal akışı; Isı transferinin iyileştirilmesi.

COMPARISON OF THE THERMAL PERFORMANCES OF WING AND WINGLET TYPE VORTEX GENERATORS

ABSTRACT

Wing and winglet type vortex generators (VGs) are types of vortex generators that are commonly used to enhance heat transfer owing to its ease of production and use. In this work; an experimental study was carried out to evaluate the thermal performances of delta wing (DW), rectangular wing (RW), delta winglet (DWK) and rectangular winglet (RWK) type vortex generators in the range of Re=5000-25000. For the purpose of making an accurate comparison, the areas of all vortex generators were kept equal and, all VGs were made of PLA material by using 3D printer to determine the effect of only vortices on thermal performance. This type of VGs is having a capable of producing longitudinal vortices. In flow domain, VGs are mounted on the heated surface (the copper plate top surface) in CFU arrangement with an attack angle of α=30°. Air was used as the working fluid in the experiments and a constant heat flux was applied on copper plate bottom surface. Based on the experimental results, Nusselt numbers were determined to be almost equal in particularly at low Reynolds numbers with the application of all VGs. However, at high Reynolds numbers, winglet type VGs were detected to be superior in comparison to wing type VGs in terms of heat transfer enhancement. An increase of 20% in Nusselt number is achieved for all VGs types in comparison to smooth channel case at low Reynolds numbers. Nusselt numbers for wing types VGs are attained to be close to the values of Nusselt number for smooth channel case with a rise in the Reynolds number. In the cases of winglet type VGs; the lowest increase in the Nusselt number was attained on the order of 10% compared to the smooth channel. Even though the highest value in terms of friction factor was obtained for the RWK, the wing and winglet type VGs exhibited an almost equal performance. In terms of heat transfer enhancement, the highest performance was achieved for DWK, RWK, RW and DW type vortex generators, respectively. The highest thermal enhancement factor, TEF=1.1 was calculated at Re=5000. With the increase of Reynolds number, TEF values of wing type VGs decreased below 1, while TEF values of winglet type VGs were obtained around 1.

Keywords: Vortex generators; Longitudinal vortices; Heat transfer; Channel flow; Enhancement of heat transfer

1. GİRİŞ

Farklı sıcaklıktaki akışkanların ısı transferini gerçekleştirmesine olanak tanıyan bileşen ısı değiştirici olarak tanımlanmaktadır [1]. Bu bileşenlerde, akışkan türü olarak gaz (genel olarak hava) kullanılması durumunda; sahip oldukların düşük taşınım ısı transfer katsayılarından dolayı taşınım ısı transfer hızını belirleyen en önemli unsur gaz bölgesindeki akışkanın taşınım ısı transfer katsayısıdır [2][3]. Bu yüzden, gaz bölgesindeki taşınım ısı transfer katsayısının arttırılarak enerji transferinin çok daha verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamak ve bunun

sonucunda daha az maliyetli sistemlerin tasarımına olanak tanıyan çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler en genel anlamda iki gruba ayrılmış olup genel olarak aktif ve pasif yöntemler olarak adlandırılmaktadır [3]. Her iki yöntem karşılaştırıldığında ise, sistem sınırları boyunca ilave bir güç gereksinimi gerektirmediğinden dolayı pasif yöntemler, aktif yöntemlere nazaran daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [4]. Pasif yöntemler içerisinde ise; vorteks üretici kullanımı daha yaygın hale gelmiş olup halen daha birçok araştırmacı tarafından çeşitli vorteks üreticilerin ısı transferinin iyileştirilmesine yönelik etkisi deneysel ve sayısal olarak gerçekleştirilmektedir [5]. Vorteks üreticiler farklı şekil ve büyüklükte olup gaz bölgesindeki akışkan hacmi içerisine konumlandırılarak dönüş eksenleri ana akıma dik (transverse)/paralel (longitudinal) olan dönümlü akışlar üretmekte ve bu bölgedeki ısıl sınır tabaka gelişimini bozarak kabiliyetine sahiptirler [6]. Bu akış elemanlarının akış hacmi içerisine konumlandırılması akış hacmi boyunca basınç kaybının artmasına neden olduğundan dolayı, aynı orandaki basınç kaybındaki artışa karşılık; dönüş ekseni ana akıma paralel dönümlü akış üretebilme kabiliyetine sahip vorteks üreticilerin ısı transferini arttırma kapasiteleri çok daha yüksektir [7]. Bu yüzden vorteks üretici türleri içerisinde uzunlamasına vorteks üretebilen vorteks üreticiler çok daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Literatürde halen daha ısıl performans üzerindeki etkileri hem deneysel hem de sayısal olarak incelenen uzunlamasına vorteks üretebilen geleneksel vorteks üretici türleri delta/dikdörtgen kanat ve kanatçıklardır [8]. Bu doğrultuda, Tiggelbeck ve ark. (1994) delta/dikdörtgen kanat ve kanatçık tipi vorteks üreticilerin ısıl performans ve sürtünme faktörü açısından etkilerinin incelenmesi amacı ile Re=2000-9000 aralığında deneysel çalışma yürütmüşlerdir. Eldi ettikleri veriler neticesinde kanatçık tipi vorteks üreticilerin kanat tipi vorteks üreticilerine oranla daha etkili oldukları sonucuna varmışlardır [9]. Skullong ve Promvonge (2014), delta kanatçık çiftinin ısı performans üzerindeki etkilerini Re=5000-24000 aralığında incelemek amacı ile deneysel bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu kapsamada ilk olarak aynı yükseklikteki (b/H=0.5) farklı hücum açılarına sahip 10 adet (R_p=1) ve 5 adet (R_p=2) delta kanatçık çiftlerini test bölgesinin başlangıç noktasından 1.5 P_t (P_t/H=1) uzaklıkta konumlandırmışlar ve ısı performans anlamında en yüksek değeri 10 adet delta kanatçık çifti ile α=30°'lik hücum açısında elde edildiğini belirlemişlerdir. İkinci aşamada ise sırası ile R_P=1 ve 2 parametreleri doğrultusunda ısıtıcı plaka üzerinde test bölgesi boyunca farklı yükseklikteki (b/H=0.3, 0.4 ve 0.5) delta kanatçık çiftlerini yerleştirerek ısıl performans üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı bir biçimde deneysel olarak analiz etmişlerdir. Sonuç olarak, en yüksek TEF değerini 2.15 seviyesinde α=30°'lik hücum açısıındaki b/H=0.4'lük delta kanatçık kullanımı ile elde edildiğini ifade etmişlerdir [10]. Wu ve Tao (2012), kanatlı borulu bir ısı değiştiricisinin akış hacmi içerisine konumlandırılmış farklı hücum açılarındaki, β=15°, 30°, 45° ve 60° delta kanatçığın ısı transferi açısından etkilerinin incelenmesi amacı ile hem deneysel hem de sayısal bir çalışma yürütmüşlerdir. Boş kanal oranla ısı transferindeki artış değerlerini sırası ile β=15°, 30°, 45° ve 60° için %8-11, %15-20, %21-29 ve %21-34 olarak elde edildiğini ifade etmişlerdir [11]. Kim ve Yang (2002), β=20°, 30°, 45°, -20°, -30°, -45° hücum açıları, CFU ve CFD yerleşim düzeni altındaki delta kanatçık tipi vorteks üreticilerin ısı transfer akış yapısına etkisinin analiz edilebilmesi adına deneysel bir çalışma yürütülmüşlerdir. Isıl performans açısından CFD yerleşim düzeni altındaki delta kanatçık tipi vorteks üreticilerin CFU yerleşim düzenine oranla daha etkin olduğu sonucuna varmışlardır [12]. Chompookham ve ark. (2010) kanal yükseklik ve genişlik ölçüleri H=30 mm

ve W=300 mm olan kanalın L=440 mm uzunluğundaki test bölgesine konumlandırdıkları engelden 75 mm uzaklıkta CFD akış yapısındaki 4 adet delta kanatçığı kanal alt yüzeyine α=60°'lik sabit hücum açısında konumlandırarak test bölgesinin engelli ve engelsiz olması durumunda ısıl performans ve sürtünme faktörü açısından etkilerini deneysel olarak Re=5000-22000 aralığında deneysel olarak incelemişlerdir. Test bölgesinde engel olmaması durumunda yalnızca delta kartçık kullanımı ile en yüksek ve en düşük TEF değerlerini sırası ile yaklaşık Re=5230'da 1.06 ve yaklaşık Re=22200'de ise yaklaşık 0.94 olarak elde etmişlerdir [13]. Promvonge ve ark. (2010), AR=10 ve D_h=0.054 m olan kanalın test bölgesinde konumlandırdıkları engelden 75 mm uzaklıkta, yükseklik ve uzunluk ölçüleri sırası ile 20mm ve 60 mm olan 4 adet delta kanatçığı α=30°, 45° ve 60°'lik hücum açılarında CFD yerleşim düzeni altında konumlandırarak ısıl performans ve test bölgesi boyunca oluşan basınç kaybı özelliklerini deneysel olarak incelemişlerdir. Isı transferinin artırtılması anlamında Re=5000-22000 aralığında en yüksek Nu sayısı sırası ile α=60°, 45° ve 30° için elde edilmesine karşın en yüksek f değerleri de sırası ile α=60°, 45° ve 30° için elde edilmiştir. Sonuç olarak, test bölgesine engel olmaması durumunda en yüksek TEF değerleri en düşük Re sayısında sırası ile α=30°, 45° ve 60° için elde edildiğini belirlemişlerdir [14]. Skullong ve ark. (2016), dikdörtgen kesitli kanalın L=800 mm uzunluğundaki test bölgesi boyunca yükseklik ve taban genişliği ölçüleri sırası ile 20 mm ve 20 mm olan delta kanat tipi vorteks üreticilerini konumlandırarak Nu, f ve TEF açısından etkilerini Re=4800-23000 aralığında deneysel olarak incelemişlerdir. Bu amaç doğrultusunda farklı hücum açılarındaki α=30°, 45° ve 60° delta kanatları ana akıma dik (F-WVGs) ve ana akım yönünde (B-WVGs) yerleştirmişlerdir. Elde ettikleri deneysel veriler neticesinde, aynı sınır şartları altındaki F-WVG'lerin B-WVG'lere oranla daha yüksek ısıl performans sağladıklarını tespit etmişlerdir. Bunun yanında en yüksek TEF değerinin ise α=45°'lik hücum açısı altındaki F-WVG ile 1.80–2.10 aralığında hesaplamışlardır [15]. Sun ve ark. (2020), bir boru içerisine dikdörtgen kanatçık tipi vorteks üreticileri üç farklı yükseklik oranında, H_R=0.05, 0.1 ve 0.2, üç farklı periyod oranında P_R = 1.57, 3.14 ve 4.71, her bir sıradaki vorteks üretici sayısı, N = 4, 6 ve 8 olacak şekilde 45°'lik sabit hücum açısı altında konumlandırarak ısı transferi ve sürtünme faktörüne etkilerini deneysel ve sayısal olarak analiz etmişlerdir. En yüksek TEF değerini Re=6135 noktasında H_R = 0.05, P_R = 1.57, N=8 parametreleri altında 1.27 seviyesinde elde etmişlerdir [16]. Bjerg ve ark. (2019), dikdörtgen kesitli akış hacmi içerine yerleştirilen dikdörtgen kanatçık tipi vorteks üretici yüksekliği ve uzunlamasına periyod oranının ısı transferi ve basınç kaybı üzerine etkilerinin incelenmesi amacı ile sayısal bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Akış hacminin analiz edilebilmesi adına Large Eddy Simulations (LES) modelini uygulamalaradır. Vorteks üretici yüksekliğinin azalması ve periyod uzunluğunun artması durumunda yüksek ısıl performans değerlerinin elde edildiğini ifade etmişlerdir [17]. Skullong ve ark. (2016), test bölgesi boyunca yan yana iki sıra halinde ana akıma dik olacak şekilde bir boru içerine yerleştirdikleri düz levha üzerindeki delta kanat tipi vorteks üreticilerin (DWT) ısı transferi ve sürtünme faktörü etkilerini deneysel ve sayısal olarak Re=4200-25500 aralığında inlemişlerdir. Bu doğrultuda, DWT'leri farklı hücum açıları, α=30°, 45°, 60° ve periyod oranlarında, P_R=0.5, 1.0, 1.5, 2.0 ve 2.5 konumlandırmışlardır. α=30° ve P_R=1 olması durumunda TEF değerini 1.49 olarak elde etmişlerdir [18]. Koolnapadol ve ark. AR=10 olan dikdörtgen kesitli bir kanalın test bölgesine dikdörtgen kanat tipi vorteks üreticileri (RWVGs) sabit blokaj oranı, B_R=b/H=0.67, üç farklı

periyod oranı, P_R=1.0, 1.5, 2.0 ve hücum açılarında, α=30°, 45°, 60° konumlandırarak Nu, f ve TEF açısından etkilerini Re=5290-22700 aralığında deneysel olarak incelemişlerdir. Isıl ve performans ve sürtünme faktörü açısından boş kanala oranla RWVG'nin önemli bir etkiye sahip olduğunu ve en yüksek TEF=1.95 değerinin α=30° ve P_R=1.5 parametreleri altında elde edildiğini deneysel olarak ortaya koymuşlardır [19]. Eiamsa-ard ve Promvonge (2011), iç çapı 64 mm olan bir boru içerine yerleştirdikleri 1.2 mm kalığındaki alüminyum levhayı delta kanat şeklinde delerek elde ettikleri delta kanat tipi vorteks üreticilerin 45°'lik sabit hücum açısı ve çeşitli dizlim parametreleri altında ana akıma dik (F-wing) ve ana akım yönünde (B-wing) olması durumunda ısı transferi ve sürtünme faktörüne etkilerini deneysel ve sayısal olarak incelemişlerdir. F-wing ve B-wing için en yüksek TEF değerlerini sırası ile 1.29 ve 1.26 olarak elde etmişlerdir [20]. Sinha ve ark. (2013) farklı yerleşim düzenlerinde, CFU-CFU, CFD-CFD, CFU-CFD ve sabit hücum açısı, β=15° altındaki delta kanatçık tipi vorteks üreticinin ısı transferi ve sürtünme faktörüne etkilerinin analiz edilebilmesi adına sayısal bir çalışma gerçekleştirimlerdir. Farklı yerleşim düzenlerine ait akış yapılarının analiz ederek, ısıl performans anlamında en yüksek değerin elde edildiği yerleşim düzeninin CFU–CFU kombinasyonu ile elde edildiği sonucuna varmışlardır [21].

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Deney Düzeneği

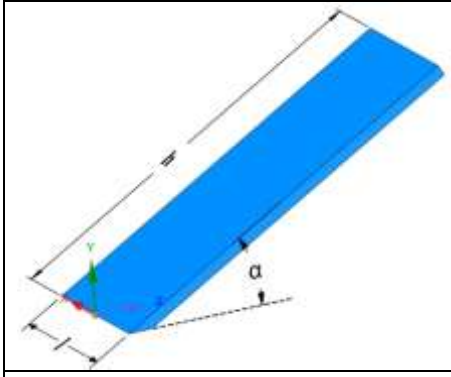
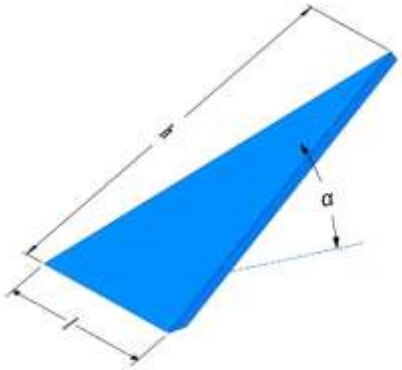
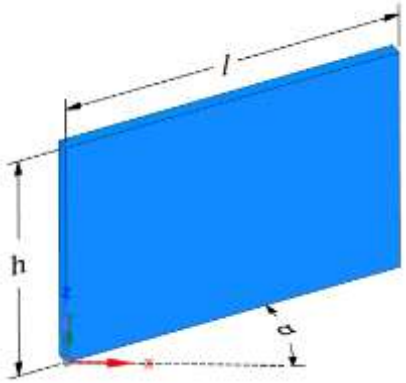
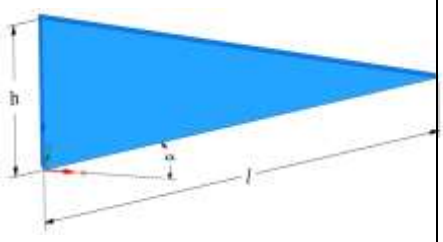
Kanat ve kanatçık tipi VGs'lerin ısıl performanslarının belirlenmesi için kurulana deney düzeneği Görsel 1'de verilmiştir. İş akışkanı havanın hareketi yüksek basınçlı bir fanın havayı emmesi ile gerçekleştirilir. İş akışkanın kütlesel debisini diğer bir ifadeyle istenilen Reynolds sayılarında çalışabilmek için yüksek basınçlı fan, bir motor sürücü tarafından sürülmekte ve aynı zamanda bir küresel vana kullanılmaktadır. Akışkanın hızı özel tasarlanmış bir akış alış ağzında kızgın tel anemometre ile ölçülmektedir. Kanal 6 mm kalınlığında şeffaf solid polikarbon malzemeden yapılmıştır. Dikdörtgen kesitli kanal boyutları; uzunluk, 250 cm, yükseklik, *H*=3 cm ve genişlik *W*=30 cm'dir. Kanal test bölgesinde yaklaşık olarak kalınlığı 10 mm ve uzunluğu 500 mm olan bakır plaka kullanılmıştır. Test bölgesi boyunca olan basınç düşüşü çok küçük basınç farklarını ölçebilecek hassas bir fark basınçölçer ile ölçülmüştür. Bunun için test bölgesi giriş ve çıkışında basınç prizleri yapılmıştır. Akışkana taşınım yoluyla aktarılan ısı transferinin hesaplanmasında test bölgesinin girişinde bir adet ve çıkış kısmında ise doğru bir ortalama akışkan sıcaklığının ölçülmesi için ise altı adet dört telli PT100 tipinde ısıl çift kullanılmıştır. Bakır plaka yüzey sıcaklığı ölçümü için toplamda 32 adet T tipi ısıl çift kullanılmış ve bu ısıl çiftler bakır plakanın alt tarafından yüzeye çok yakın bir noktaya kadar açılan deliklere monte edilmiştir. Bakır plakanın ısıtılmasında kuru tip ısıtıcılar kullanılmış ve şehir şebekeden alınan elektrik enerjisi önce voltaj dalgalanmalarını düzenlemesi için bir voltaj regülatörüne ve daha sonra da sabit bir güç vermek için bir DC güç kaynağından geçirilerek kuru tip ısıtıcılara verilmiştir. Bu sayede deney süresince ısıtıcılara sabit güç verilmiştir. Deney süresince sıcaklık değişimleri, T ve PT100 tipindeki ısıl çiftler için ayrı ayrı kullanılan iki adet veri toplayıcılar ile sıcaklıktaki değişimler izlenmiş ve bilgisayara aktarılmıştır. Yapılan her bir deneyin sürekli hale gelmesi ortalama 7-9 saat sürmüştür.

Görsel 1. Deney Düzeneği

2.2. Vorteks Üreticiler

Bu çalışmada kullanılan kanat ve kanatçık tipi VGs'ler Çizelge 1'de sunulmuştur. Doğru bir ısıl performans karşılaştırması yapmak adına vorteks üreticilerin hem akışa karşı olan dik alanı (projeksiyon alan) ve yüzey alanları eşit tutulmuştur.

Çizelge 1. Vorteks üreticiler

	Vorteks Üretici	*l* (mm)	h (mm)	α	$A_{Projeksiyon}$ (mm^2)	A (mm^2)	Akış Yapısı
	Dikdörtgen Kanat (RW)	15	40	30°	300	600	CFU
	Delta Kanat (DW)	30	40	30°	300	600	CFU
	Dikdörtgen Kanatçık (RWK)	30	20	30°	300	600	CFU
	Delta Kanatçık (DWK)	60	20	30°	300	600	CFU

2.3. Deney Verilerin Değerlendirilmesi

Deney süresince akışkan test bölgesi giriş ve çıkış sıcaklıkları ile bakır plaka yüzey sıcaklığı ölçümü yapılmakta ve veri toplama cihazları ile bilgisayara aktarılmaktadır. Ayrıca deney

düzeneğine giren akışkan hız ölçümü ve test bölgesi boyunca olan basınç düşüşü de ölçülmektedir. Yapılan bu ölçümler ile ısıl performans analizleri aşağıdaki büyüklükler hesaplanarak yapılmaktadır.

Reynolds sayısı, Re

$$Re = \frac{\rho U_{ort} D_h}{\mu} \tag{1}$$

burada, ρ, U_{ort} ve μ sırasıyla akışkan yoğunluğu, ortalama hızı ve dinamik viskozitesidir. D_h, W ve H sırasıyla kanal hidrolik çapı, kanal genişliği ve kanal yüksekliğini temsil etmektedir.

$$D_h = \frac{4WH}{2(W+H)} \tag{2}$$

Alışkana olan ısı transferi, $\dot{Q}_{convection}$

$$\dot{Q}_{taşınım} = \dot{m} c_p \left(T_{çıkış} - T_{giriş}\right) \tag{3}$$

olup, $\dot{m}$ akışkan kütlesel debisi, c_p özgül ısısı ve $T_{giriş}$ giren ve $T_{çıkış}$ ise çıkıştaki ortalama sıcaklıklardır.

Newton'un soğuma yasası,

$$\dot{Q}_{taşınım} = hA(T_{duvar} - T_{ort}) \tag{4}$$

$A = WL$ bakır plaka yüzey alanı, T_{duvar} ve T_{ort} sırasıyla ortalama bakır plaka yüzey sıcaklığı ve ortalama akışkan sıcaklık sıcaklığını göstermektedir.

Nusselt sayısı, Nu

$$Nu = \frac{hD_h}{k} \tag{5}$$

h taşınım ısı transfer katsayısı ve k akışkan ısı iletim katsayısı

Darcy sürtünme faktörü, f

$$\Delta P = f \frac{L}{D_h} \frac{\rho U_{ort}^2}{2} \quad (6)$$

ısıl iyileştirme faktörü, TEF

$$TEF = \frac{\left(\frac{Nu}{Nu_0}\right)}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^{1/3}} \quad (7)$$

Yukarıda verilen bütün akışkan özellikleri, $T_{ort} = (T_{giriş} + T_{çıkış})/2$ ortalama akışkan sıcaklığında alınmıştır.

Deney düzeneğinin kurulumu sonunda kalibrasyonun yani doğruluğunun yapılması için literatürde bilenen korelasyon denklemlerinden [8-11] elde edilen veriler ile deneysel veriler arasında karşılaştırma yapılmış ve aşağıda verilmiştir.

Darcy sürtünme faktörü,

$$f = (0.79 ln Re - 1.64)^{-2} \quad (8)$$

Blasius denklemi

$$f = 0.316 Re^{-0.25} \quad (9)$$

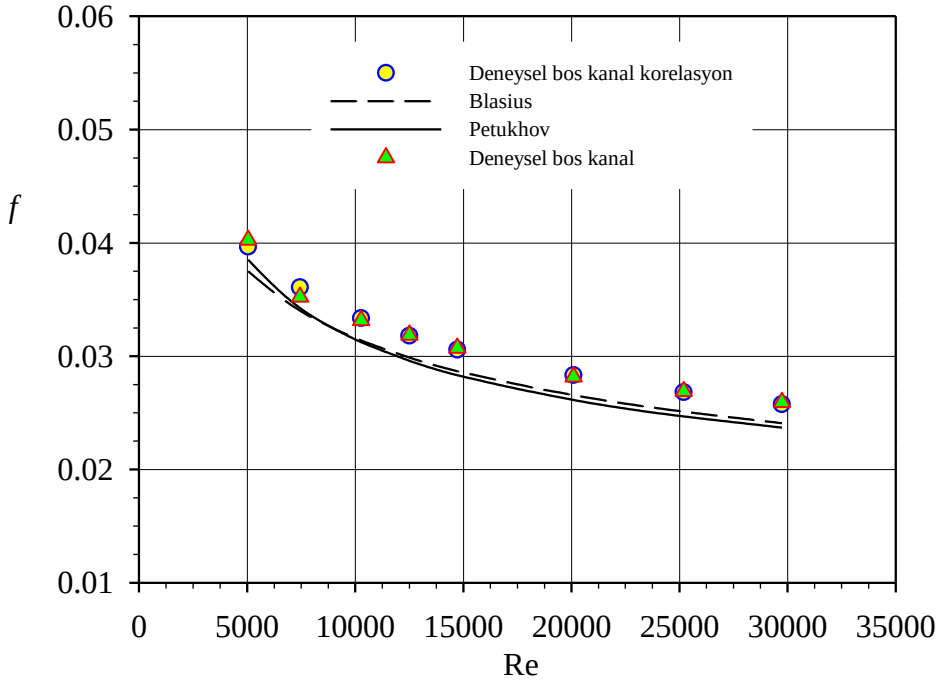
Nusselt sayısı,

Dittus-Boelter denklemi

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \quad (10)$$

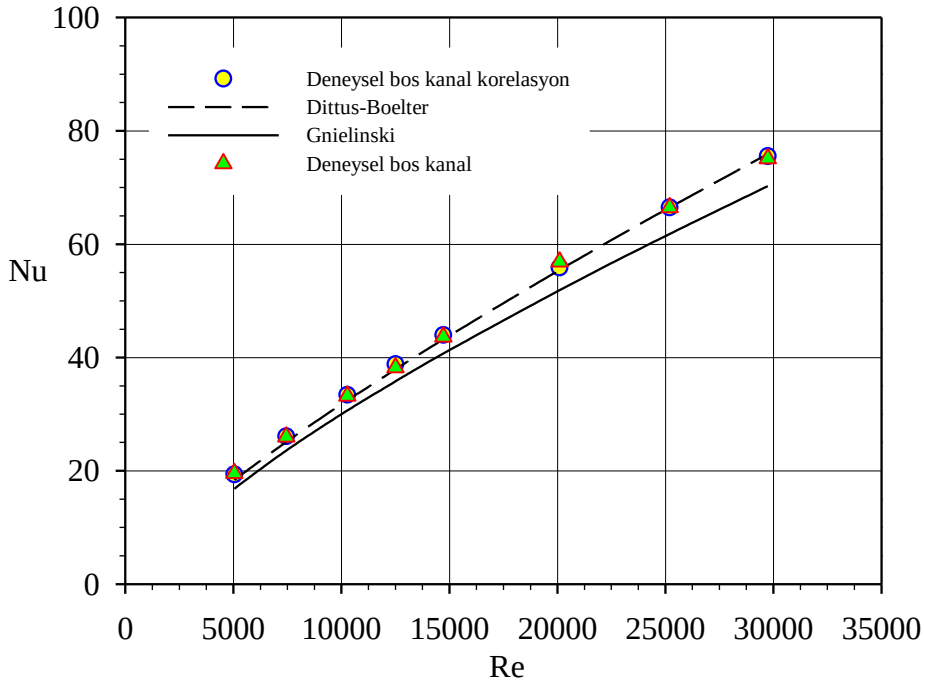
Gnielinski denklemi

$$Nu = \frac{\left(f/8\right)(Re - 1000)Pr}{1 + 12.7\left(f/8\right)^{1/2}\left(Pr^{2/3} - 1\right)} \quad (11)$$



Görsel 2. Boş kanal sürtünme faktörünün karşılaştırılması

Görsel 2'de boş kanal deney sonuçlarından elde edilen sürtünme faktörünün, Petukhov ve Blasius denklemlerinden elde edilen verilerin karşılaştırması verilmiş ve sonuçların da uyumlu olduğu görülmektedir. Benzer bir karşılaştırma boş kanal Nusselt sayısı için de yapılmış ve Görsel 3'te sonuçlar sunulmuştur. Deneysel sonuçlar ile Petukhov ve Blasius denklemlerinden elde edilen veriler ile aralarındaki ortalama fark sırasıyla %7,03 ve %6,46. Deneysel sonuçlar ile Dittus-Boelter ve Gnielinski denklemlerinden elde edilen Nusselt sayıları arasındaki fark sırasıyla %1,99 ve %9,16. İstenilen Reynolds sayılarında ısıl performans analizleri yapabilmek için boş kanal deney verileri kullanılarak aşağıda verilen korelasyon denklemleri türetilmiştir.



Görsel 3. Boş kanal Nusselt sayısının karşılaştırılması

Görsel 2 ve Görsel 3'de görüldüğü gibi boş kanal deney verileri ile türetilen korelasyon denklem sonuçları neredeyse birbirine çok yakındır. Denklemlere ait R^2 değerleri sürtünme faktörü ve Nusselt sayısı için sırasıyla 0.993 ve 0.999 olarak hesaplanmış ve aşağıda verilmiştir.

Deneysel boş kanal sürtünme faktörü korelasyon denklemi;

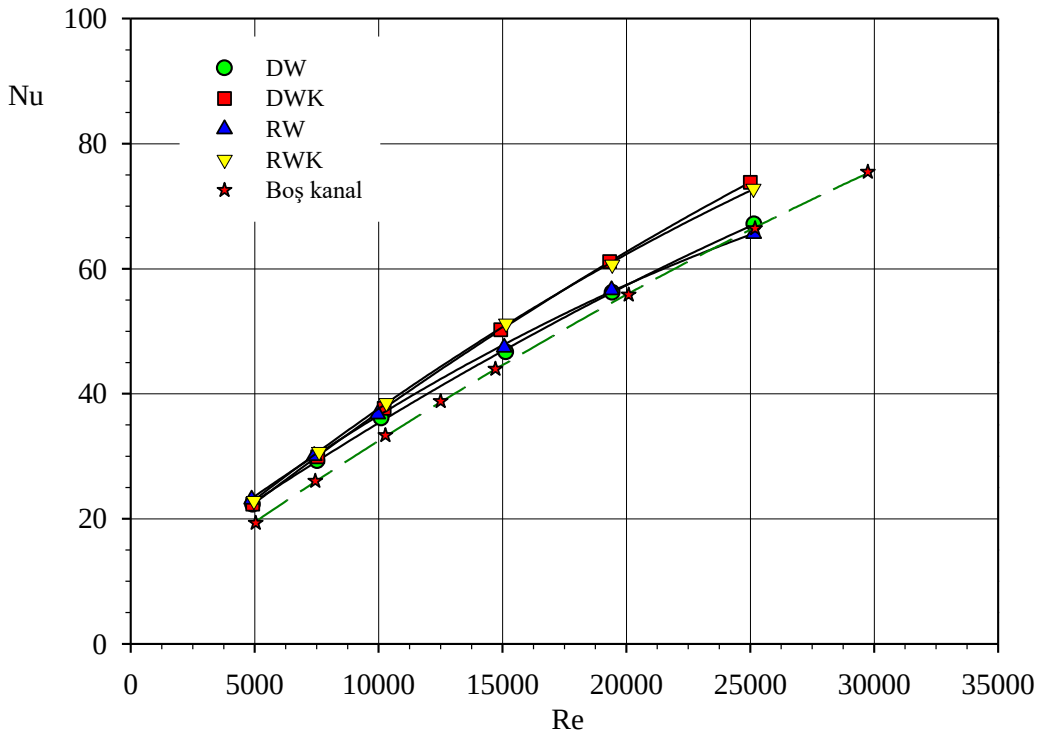
$$f_0 = 0.31614Re^{-0.24348} \tag{12}$$

Deneysel boş kanal Nusselt sayısı korelasyon denklemi

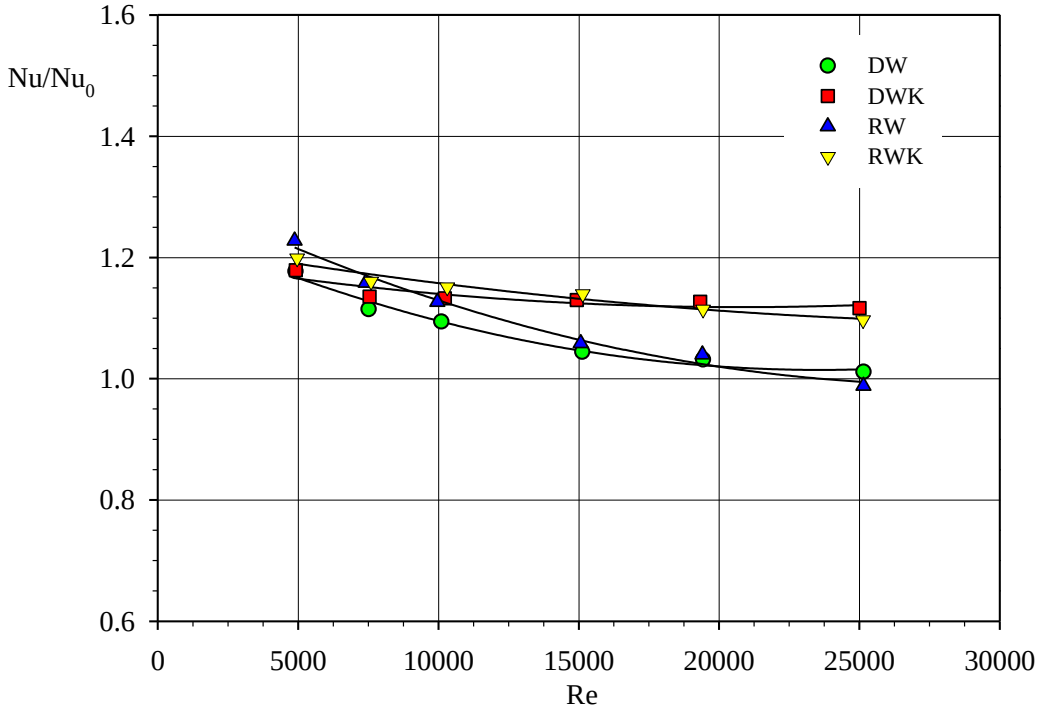
$$Nu_0 = 0.0367874Re^{0.79781}Pr^{0.81838} \tag{13}$$

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Görsel 3 ve 4'de kanat ve kanatçık tipi vorteks üreticilerin Nusselt sayısının ve boş kanala göre Nusselt sayısındaki artış oranının Reynolds sayısı ile değişimi verilmiştir. Görüldüğü üzere boş kanala göre bütün VGs kanalda ısı transferini artmıştır. Vorteks üreticiler ısıl sınır tabaka içerisindeki sıcak akışkan ile serbest akış bölgesindeki soğuk akışkanın karışmasını sağlayan uzunlamasına vorteksler üreterek ısı transferinin artışını sağlamıştır. Kanatçık tipi vorteks üreticiler kanat tipi vorteks üreticilere göre ısı transferinin artırılmasında daha yüksek bir ısıl performansa sahiptir. Düşük Reynolds sayılarında tüm VGs Nusselt sayıları yaklaşık olarak birbirine eşittir.

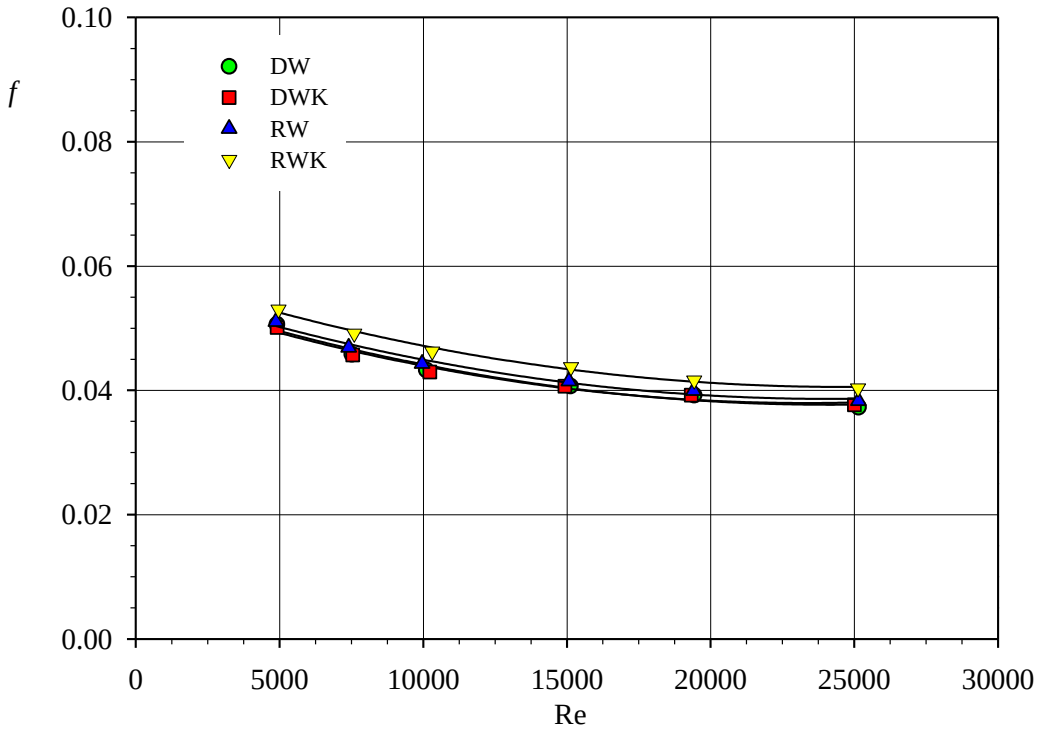


Görsel 4. Nusselt sayısının Re ile değişimi



Görsel 5. Nusselt sayısının boş kanala göre artış oranlarınının Re ile değişimi

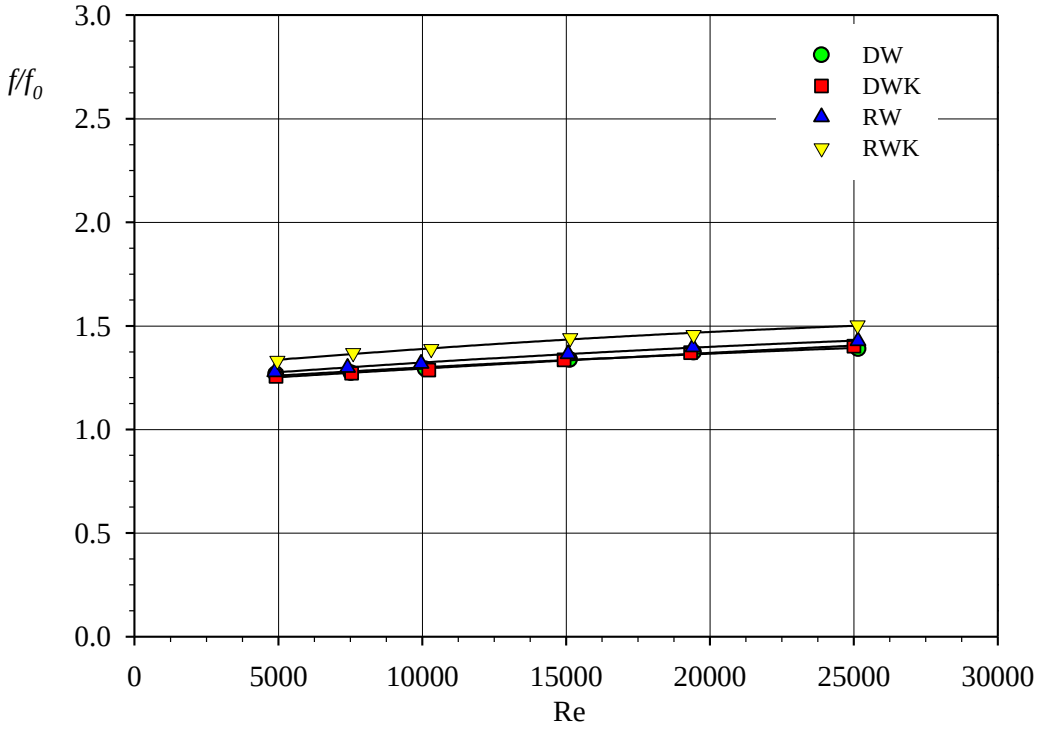
Reynolds sayısının artması ile kanatçık tipi VGs ısı transferinin artırılmasında daha üstün olduğu görülmektedir. Kanat tipi VGs boş kanal Nusselt değerine yakın bir performans göstermiştir. VGs geometrileri incelendiğinde akışa karşı olan dik bakış alanları aynı olmasına rağmen kanatçık tipi VGs bu alanı yüzeye yakın bir seviyede oluşturuyor. Bu nedenle sıcak yüzey üzerinde daha büyük bir düşük basınç bölgesi oluşturuyor bu da vorteksin etki alanının genişlemesine ve sonuçta daha yüksek seviyelerde ısı transferinin olmasını sağlıyor.



Görsel 6. Sürtünme faktörünün Re ile değişimi

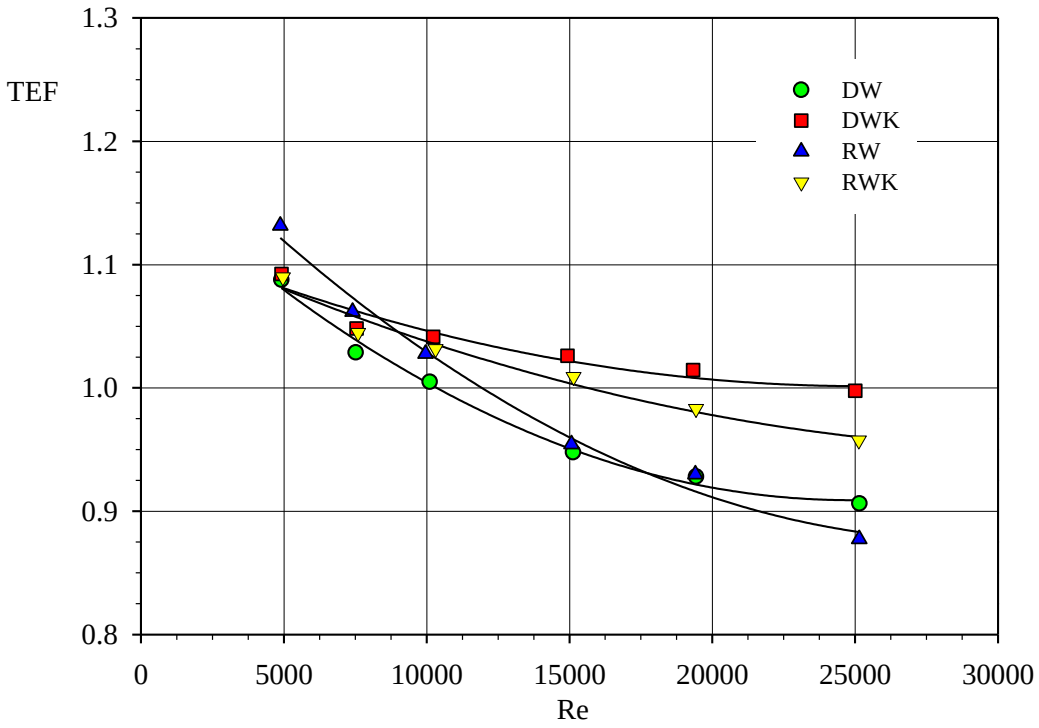
Görsel 6'da görüldüğü üzere Re sayısındaki artış ile tüm vorteks üretici türleri için *f* değerinde azalma gerçekleşmiş ve dikdörtgen kanatçık tipi hariç diğer vorteks üretici türlerinde Re sayısı çalışma aralığında karşılaştırılması yapılan vorteks üretici türlerinin ön projeksiyon alanları birbirine eşit olduğundan dolayı (Çizelge 1) *f* açısından birbirine yakın değerler elde edilmiştir.

Vorteks üreticilerin akış hacmine konumlandırılması akışa karşı bir direnç oluşturmakta ve bunun neticesinde test bölgesi boyunca oluşan basınç kaybı artmakta ve sonuç olarak sürtünme faktörünün artmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, Görsel 7'de görüldüğü üzere Re=5000-25000 aralığında tüm vorteks üretici türleri için f/f_0 değerleri 1'in üstünde elde edilmiştir.



Görsel 7. Boş kanala göre sürtünme faktöründeki artış oranlarınının Re ile değişimi

Görsel 8'de ise dört farklı vorteks üretici ısıl performansı verilmiştir. En yüksek ısıl iyileşme RWK ile 1.13 ve DWK için ise 1.09 olarak elde edilmiştir. RWK ile en yüksek ısıl iyileşme elde edilmesine rağmen yüksek Reynolds sayılarında aynı derecede ısıl iyileşme sağlanamamıştır. Yüksek Reynolds sayılarında ise DWK tipindeki vorteks üretici ile yüksek ısıl iyileşme elde edilmiştir. Ayrıca DWK TEF değeri bütün Reynolds sayılarında 1'in üzerindedir.



Görsel 8. Kanat ve kanatçık tipi vorteks üretici TEF değişimi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kanat ve kanatçık tipi VGs ısıl performanslarının belirlenmesi için geniş bir Reynolds sayısı aralığında bir deneysel çalışma yapılmıştır. Doğru bir ısıl performans karşılaştırması yapabilmek adına vorteks üreticilerinin hücum açısına göre akışa dik olan ön bakış alanı ve yüzey alanları eşit tutulmuştur. Yapılan deneyler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Düşük Reynolds sayılarında bütün vorteks üreticilerinin Nusselt sayıları bir birine çok yakın elde edilmiştir. Reynolds sayısının artması ile kanatçık tipi vorteks üreticilerin Nusselt sayıları kanat tipi vorteks üreticilerine kıyasla daha yüksek elde edilmiştir. Re=25000 için kanatçık tipi ve kanat tipi VGs için sırasıyla ortalama Nusselt sayıları 66 ve 73 civarındadır.
- Sürtünme faktörü açısından boş kanala göre VGs sürtünme faktöründe ortalama %30'lara varan artışlara sebep olmuştur. RWK sürtünme faktörü diğerlerine göre biraz yüksek elde edilmesine rağmen dört vorteks üreticinin de sürtünme faktörleri yaklaşık olarak birbirine yakın bir değerdedir.
- Isı transferinin iyileştirilmesi açısından en iyi performans sırasıyla DWK, RWK, RW ve DW ile gerçekleşmiştir. En yüksek TEF değeri ise Re=5000 için elde edilmiştir. Reynolds sayısının artması ile birlikte kanat tipi VGs TEF değeri 1'in altına düşmüştür. Kanatçık tipi VGs TEF değerleri ise 1 civarındadır.
- Isıl performans açısından kanatçık vorteks üreticilerinin uygulamalarda kullanımı daha doğru olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma T.C. Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu [BAP 6601a-LEE/21-452] tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Selbaş, R., Kizilkan, Ö., Reppich, M., A new design approach for shell-and-tube heat exchangers using genetic algorithms from economic point of view, Chem. Eng. Process. Process Intensif., 2006.

[2] Biswas, G., Chattopadhyay, H., Sinha, A., Augmentation of heat transfer by creation of streamwise longitudinal vortices using vortex generators, Heat Transf. Eng., 2012.

[3] Jacobi, A. M., Shah, R. K., Heat transfer surface enhancement through the use of longitudinal vortices: A review of recent progress, Exp. Therm. Fluid Sci., 1995.

[4] Zhai, C., Islam, M. D., Simmons, R., Barsoum, I., Heat transfer augmentation in a circular tube with delta winglet vortex generator pairs, Int. J. Therm. Sci., 2019.

[5] Han, Z., Xu, Z., Wang, J., Numerical simulation on heat transfer characteristics of rectangular vortex generators with a hole, Int. J. Heat Mass Transf., 2018.

[6] Fiebig, M., Vortices, generators and heat transfer, Chem. Eng. Res. Des., 1998.

[7] Fiebig, M., Embedded vortices in internal flow: heat transfer and pressure loss enhancement, Int. J. Heat Fluid Flow., 1995.

[8] Du, X., Feng, L., Li, L., Yang, L., Yang, Y., Heat transfer enhancement of wavy finned flat tube by punched longitudinal vortex generators, Int. J. Heat Mass Transf., 2014.

[9] Tiggelbeck, S., Mitra, N. K., Fiebig, M., Comparison of wing-type vortex generators for heat transfer enhancement in channel flows, J. Heat Transfer., 1994.

[10] Skullong, S., Promvonge, P., Experimental investigation on turbulent convection in solar air heater channel fitted with delta winglet vortex generator, Chinese J. Chem. Eng., 2014.

[11] Wu, J. M., Tao, W. Q., Effect of longitudinal vortex generator on heat transfer in rectangular channels, Appl. Therm. Eng., 2012.

[12] Kim, E., Yang, J. S., An experimental study of heat transfer characteristics of a pair of longitudinal vortices using color capturing technique, Int. J. Heat Mass Transf., 2002.

[13] Chompookham, T., Thianpong, C., Kwankaomeng, S., Promvonge, P., Heat transfer augmentation in a wedge-ribbed channel using winglet vortex generators, Int. Commun. Heat Mass Transf., 2010.

[14] Promvonge, P., Chompookham, T., Kwankaomeng, S., Thianpong, C., Enhanced heat transfer in a triangular ribbed channel with longitudinal vortex generators, Energy Convers. Manag., 2010.

[15] Skullong, S., Promvonge, P., Thianpong, C., Pimsarn, M., Thermal performance in solar air heater channel with combined wavy-groove and perforated-delta wing vortex generators, Appl. Therm. Eng., 2016.

[16] Sun, Z., Zhang, K., Li, W., Chen, Q., Zheng, N., Investigations of the turbulent thermal-hydraulic performance in circular heat exchanger tubes with multiple rectangular winglet vortex generators, Appl. Therm. Eng., 2020.

[17] Bjerg, A., Christoffersen, K., Sørensen, H., Hærvig, J., Flow structures and heat transfer in repeating arrangements of staggered rectangular winglet pairs by Large Eddy Simulations: Effect of winglet height and longitudinal pitch distance, Int. J. Heat Mass Transf., 2019.

[18] Skullong, S., Promvonge, P., Jayranaiwachira, N., Thianpong, C., Experimental and numerical heat transfer investigation in a tubular heat exchanger with delta-wing tape inserts, Chem. Eng. Process. Process Intensif., 2016.

[19] Koolnapadol, N., Promvonge, P., Skullong, S., Performance evaluation of solar receiver heat exchanger with rectangular-wing vortex generators, Int. J. Mech. Eng. Robot. Res., 2020.

[20] Eiamsa-ard, S., Promvonge, P., Influence of double-sided delta-wing tape insert with alternate-axes on flow and heat transfer characteristics in a heat exchanger tube, Chinese J. Chem. Eng., 2011.

[21] Sinha, A., Ashoke Raman, K., Chattopadhyay, H., Biswas, G., Effects of different orientations of winglet arrays on the performance of plate-fin heat exchangers, Int. J. Heat Mass Transf., 2013.

VAZGEÇİLMEZ LEZZET ÇİKOLATA, ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Dr. Kadriye ALTAY[1]
[1] Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, kadriye_ergun555@hotmail.com-0000-0002-1629-6841

ÖZET
Benzersiz tat ve aroması ile çikolata, yediden yetmişe tüketilen lezzetli bir gıda ürünüdür. İçeriğindeki kakao, yağ, şeker, mineral ve proteinleri bulundurması sebebiyle insan sağlığına birçok yararı bulunmaktadır. Kalp sağlığına olumlu etkide bulunma, kan basıncını düzenleme ve bağışıklığı güçlendirme, çikolatanın insan sağlığı üzerindeki etkilerinden yalnızca birkaçıdır. Tüketicilerin sağlıklı ürünlere olan eğiliminin artması sebebiyle çikolata sektörü hızla gelişmekte ve insan sağlığına yararlı çikolata formülasyonları denenmektedir. Bu derlemede her kesimden insanın rahatlıkla tüketebileceği çikolatanın geçmişi, üretimi, çeşitleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çikolata, kakao, flavanoid, insan sağlığı.

2. GİRİŞ
Çikolata, dünyada yediden yetmişe severek tüketilen benzersiz tada ve aromaya sahip bir gıda ürünüdür. Türk Gıda Kodeksi, çikolatayı, 'Kakao ürünleri ile şeker ve/veya tatlandırıcı; gerektiğinde süt yağı dışındaki hayvansal yağlar hariç olmak üzere diğer gıda bileşenleri ile süt ve/veya süt ürünleri ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde izin verilen katkı ve/veya aroma maddelerinin ilavesi ile tekniğine uygun şekilde hazırlanan ürün' olarak tanımlamaktadır (Anon, 2003). Çikolatanın hammaddesi kakaonun geçmişi, çok eskilere dayanmakta ve ilk bilinen kakao ekiminin Maya'lar tarafından 600'lü yıllarda başladığı bilinmektedir. Günümüzde kakao genellikle Güney Amerika, Güneydoğu Asya, Batı Afrika, Nijerya, Endonezya ve Malezya'da yetiştirilmektedir (Toker, 2016).

Kakao uzun yıllar önce, içecek olarak tüketilmiştir. Soğuk su ile hazırlanan kakao içeceğinin tatlandırılması için vanilya, baharat ve bal ilave edildiği bilinmektedir. Zaman içerisinde bu içeceğe süt ilavesi de yapılmıştır. Kakao içeceğinin çok yağlı olması ve ürün görünümünü olumsuz etkilemesi sebebiyle kakao preslenerek yağlı kısım uzaklaştırılmıştır. Bu yağın, öğütülmüş preslenmiş kakao ve şekere ilavesi ile ilk yenilebilir çikolata üretilmiştir. İlk çikolata fabrikası, 1848'de Joseph Fry tarafından İngiltere'de kurulmuştur (Beckett, 2008). Türkiye'de ise ilk fabrika, 1927'de kurulmuştur (Palacıoğlu, 2003).

Yendiği anda beyindeki haz merkezlerini uyarıp harekete geçiren ve benzersiz bir aromaya sahip olan çikolata, farklı ürünler ile birlikte üretilmekte ve böylelikle ürün yelpazesi genişlemektedir (Afoakwa et al., 2007). Çikolata direkt tüketiminin yanında, unlu mamullerle birlikte çok çeşitli formda tüketicinin karşısına çıkmaktadır. Tatlı, kek, bisküvi, kahve ve et

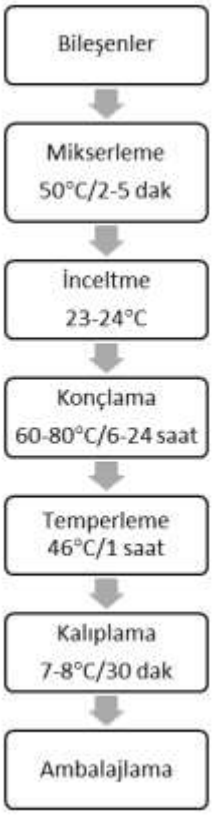
ürünleri ile tüketilen çikolata, yediden yetmişe lezzeti ile gönülleri fethetmektedir (Cidell and Alberts 2006; Donadini and Fumi, 2014; Toker, 2016).

Türkiye'de her geçen yıl çikolata sektörünün büyüdüğü bilinmektedir. Sağlıklı ürünlere eğilimin artması nedeniyle, insan sağlığına katkı sağlayacak yeni çikolata formülasyonları denenmektedir. Bu derlemede yediden yetmişe tüketilen ve vazgeçilmez lezzet olan çikolatanın geçmişi, üretimi, çeşitleri ve sağlık açısından yararları ele alınmıştır.

2. ÇİKOLATA ÜRETİMİ VE ÇEŞİTLERİ

Çikolata üretiminden bahsetmeden önce, çikolata kalitesini ve duyusal özelliklerini yoğun oranda etkileyen kakao üretimine de değinmek gerekir. Kakao, tüketilebilir hale gelinceye kadar birkaç işlemden geçer. Öncelikle, hasat edilen kakao çekirdekleri doğal fermantasyona bırakılır. Fermente kakao çekirdekleri kurutulduktan sonra, çekirdekler 120-150°C değişen sıcaklıklarda kavrulur ve bu işlem ile kakao likörü elde edilmiş olur. Sonrasında, soğutma ve öğütme işlemleri uygulanarak kakao tozu üretilir (Çelik ve ark., 2022).

Çikolatanın bileşenleri, türüne göre değişiklik göstermektedir. Yağ, kakao ve şeker içerikleri ortalama düzeyi sırasıyla %30, %20 ve %50'dir. Diğer bileşenler (tatlandırıcı ve emülsifiye ediciler) %1'den daha düşük oranda ilave edilir. Çikolata üretimi akış şeması Görsel 1'de gösterilmiştir (Gülbay, 2007; Camu ve diğ., 2008; Koca, 2011).



Görsel 1. Çikolata üretimi akım şeması (Çelik ve ark., 2022)

Çikolata üretimi; karıştırma, inceltme, konçlama ve temperleme aşamalarından oluşmaktadır. Karıştırma aşamasında, kuru ve sıvı formdaki bileşenler 3-5 dakika süresince karıştırılır ve homojen yapı oluşturulur. Bu işlemden sonra çikolata sıcaklığı yaklaşık 38-40°C'ye ulaşır.

Karıştırma işlemi ile süt tozları arasındaki yağlar kopar. İnceltme aşamasında, toz şeker kalibre edilir. Kalibrasyon ile yeni formdaki partiküller meydana gelir ve aromalar açığa çıkar. Bir sonraki aşama olan konçlamanın amacı, tüm bileşenlerin homojen olarak karışmasını sağlamaktır. Bu işlem yaklaşık 3-4 saat sürmektedir. Bu aşamada, aroma ve düzgün akışkan bir yapı oluşur. Temperleme işlemi ile hamurun içindeki mikro kristal yapıya sahip partiküller homojen olarak dağılır. Böylelikle, çikolata hamurunun kalıplama ve pakette beklediği süre boyunca yağ kusması ve topaklanmanın önüne geçilmiş olur (Selimoğlu-Özkan, 2019).

Çikolata üretiminde kullanılan emülgatörlerden, lesitin en fazla kullanılanıdır. Lesitin ilavesi ile çikolata akışkanlığı azalır ve daha az kakao yağı kullanılmış olur. Böylece, üretim maliyeti azalmış olur. Eklenecek lesitin miktarı partikül büyüklüğünün azalmasını sağlayacak kadar olmalıdır. Bu miktar, hamurun yağ, nem miktarı ve partikül büyüklüğüne göre değişmektedir (Selimoğlu-Özkan, 2019.
Tüketicilerin farklı tercihleri ve ekonomik durumları düşünülerek çikolata, çeşitlendirilmiştir. Çikolata ve çikolata ürünleri Türk Gıda Kodeksi'nin Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği'nde (Tebliğ no:2003/23) çikolata çeşitleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

Bitter Çikolata: Bileşiminde en az % 18 kakao yağı ve en az % 14 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az % 35 toplam kuru madde içeren çikolatadır.

Sütlü Çikolata: Bileşiminde en az % 2,5 yağsız kakao kuru maddesi olacak şekilde en az % 25 toplam kakao kuru maddesi içeren, ayrıca en az % 14 süt kuru maddesi ve en az % 3,5 süt yağından oluşan, kakao yağı ve süt yağı toplam miktarı ise en az % 25 olan çikolatadır.

Beyaz Çikolata: Bileşiminde en az % 20 kakao yağı ve en az % 14 süt kuru maddesi içeren ve en az % 3,5'i süt yağı olan çikolatadır.

Dolgulu Çikolata: Dış kısmı toplam ürün ağırlığının en az % 25'ini içeren, bitter çikolata, sütlü çikolata, bol sütlü çikolata ve beyaz çikolatalardan herhangi birisinden oluşan dolgulu çikolatadır.

Pralin: Toplam ürün ağırlığının en az % 25'i bitter çikolata, sütlü çikolata, bol sütlü çikolata, beyaz çikolataların kombinasyonundan, karışımından veya herhangi birinden ya da dolgulu çikolatadan oluşan bir lokma büyüklüğündeki çikolatadır.

5. ÇİKOLATANIN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Günümüzde insanların sağlıklı beslenme ihtiyacı, tüketim alışkanlıklarının değişmesine sebep olmaktadır. Sağlığa yararlı etkileri olan gıdaların tüketimi artmaktadır. Gıda ürününün tadı ve fiyatından sonra tüketimi belirleyen en önemli ölçüt sağlıklı olmasıdır (Harwood, 2013).

İçeriğinde kakao, yağ, şeker, mineral ve proteinleri bulundurması sebebiyle çikolata, günlük enerji ihtiyacını hızlıca karşılayabilmektedir (Laličić-Petronijević ve ark. 2015). Kakaoda bulunan fenolik bileşikler çikolatanın besleyici değerini arttırmaktadır. Çikolatanın uzun yıllar önce soğuk algınlığının, öksürüğün, sindirim rahatsızlıklarının, doğurganlık problemlerinin, zihinsel ve depresyon gibi rahatsızlıkların tedavisi için tüketildiği bilinmektedir (Jalil ve Ismail 2008; Toker, 2016).

Çikolatanın içeriğindeki flavanoidler, kan basıncını düzenlemekte, antikarsinojenik etki göstermekte, biyoyarar sağlamakta, bağışıklığı güçlendirmekte, trombosit sayısını arttırmakta, kalp sağlığına olumlu etkide bulunmakta ve kalp krizi riskini azaltmaktadır (Steinberg ve ark., 2003). Amerika'da yaşayanların %35'inin çikolatayı bağışıklığı güçlendirdiği için günlük hayatta tercih ettikleri yapılan bir çalışmada ortaya konmuştur (Saka, 2011). Flavanoidlerin, şeker hastalığına, LDL ve HDL kolesterole yararlarının olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Baba ve ark. 2007). Ayrıca flavonoidler, antioksidan ve antiinflamatuar etki de göstermektedir (Pedan ve ark., 2017). Çikolata çeşitlerinden bitter çikolatanın antioksidan içeriği en yüksektir. Yüksek kakao içeriğine sahip bitter çikolatanın beyaz ve sütlü çikolataya göre sağlık açısından yararlarının daha fazla olduğu bilinmektedir (Koca, 2011). Çikolata flavonoidlerinden olan epikateşin, vasküler sistemin önemli bir düzenleyicisidir (Socci ve ark., 2017).

Kakao, suda ve yağda çözünen vitamin, enzim, streol, fosfolipit, diyet lifi, mineraller (K, Mg, Cu, Fe, P), ksantinler (kafein ve teobromin) ile vücuda yarar sağlamaktadır (Gray 2001). Kakaoda bulunan metilksantinleri, zihinsel performansı ve motivasyonu arttırmakta ve daha enerjik hissetme, uyarıcı, rahatlatıcı ve antidepresan özelliklere sahiptir (Smit ve ark. 2004). Çikolata, probiotik bakteri için iyi bir ortam sağlamaktadır (Possemiers ve ark., 2010).

6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Eşsiz tat ve lezzeti ile ürün yelpazesi çok çeşitli olan çikolata, her kesimden insanın tüketimine uygun gıda maddesidir. Tüketicilerin sağlıklı ürün tüketme isteği, çikolata sektörünü çikolatanın farklı formlarda üretilmesine yönlendirmekte ve bu da çikolata sektörünün gün geçtikçe büyümesini sağlamaktadır. Bu nedenle, insan sağlığına katkı sağlayacak çikolata üretiminin ülkemizde arttırılması ve bu konuda yapılacak bilimsel araştırmaların yeni çikolata formülasyonlarının artmasını sağlayacağı ve bu ürünlerin ihracatta yerini alması ile ülkemiz ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Afoakwa, E.O., Paterson, A. and Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – A review. Trends in Food Science and Technology, 18, 290-298.

[2] Anonim, Türk Gıda Kodeksi Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği (Tebliğ No:2003/23), 2003.

[3] Baba, S., Natsume, M., Yasuda, A., Nakamura, Y., Tamura, T. and Osakabe, N. (2007). Plasma LDL and HDL cholesterol and oxidized LDL concentrations are altered in

normo and hypercholesterolemic humans after intake of different levels of cocoa powder, Journal of Nutrition, 137, 1436-1441.

[4] Beckett, S.T., The Science of Chocolate. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2008

[5] Camu, N., De Winter, T., Takrama, J., Bernaert, H. and De Vuyst, L. (2008). Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88 (13), 2288–2297.

[6] Cidel, J.L. and Alberts, H.C. (2006). Constructing quality: The multinational histories of chocolate. Geoforum, 37: 999-1007.

[7] Çelik, K., Günç-Ergönül, P., Çelik, S., 2022, Fonksiyonel çikolata üretiminde inovatif yaklaşımlar, Food and Health, 8(3), 241-259.

[8] Donadini, G. and Fumi, M.D. (2014). An investigation on the appropriateness of chocolate to match tea and coffee. Food Research International, 63, 464-476.

[9] Gray, J. Cocoa & Chocolate – The Case for Health Benefits, 1st ed. Mars Incorporated, 8, USA, 2001.

[10] Gülbay, S. The effects of storage and process conditions on fat bloom formation in chocolate, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 2007.

[11] Harwood, M.L. A novel Method to Assess Consumer Acceptance of Bitterness in Chocolate Products. Msci. Thesis, Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA, 2013.

[12] Jalil, A.M. and Ismail, A. (2008). Polyphenols in cocoa and cocoa products: is there a link between antioxidant properties and health, Molecules, 13, 2190-2219.

[13] Koca, S. Bitter Çikolatanın Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Konçlama Şartlarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.

[14] Laličić-Petronijević, J., Popov-Raljić J., Obradovic, D., Radulović Z., Paunović, D., Petrušić, M. and Lato, P. (2015). Viability of probiotic strains Lactobacillus acidophilus NFCM and Bifidobacterium lactis HN019 and their impact on sensory and rheological properties of milk and dark chocolates during storage for 180 days, Journal of Functional Foods, 15, 541-550.

[15] Palacıoğlu, S., Çikolata Sektör Profili, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, 2003.

[16] Pedan, V., Fischer, N., Bernath, K., Hühn, T., Rohn, S. (2017). Determination of oligomeric proanthocyanidins and their antioxidant capacity from different chocolate manufac turing stages using the NP-HPLC-online-DPPH methodo logy, Food Chemistry, 214, 523-532.

[17] Possemiers, S., Marzorati, M., Verstraete, W. and Van de Wiele, T. (2010). Bacteria and chocolate: A successful combination for probiotic delivery, International Journal of Food Microbiology, 141, 97-103.

[18] Saka, E.K. The Design of Packaging Graphics for the expansion of Ghanaian Chocolate products. Graduate Theses and Dissertations, Iowa State University, US, 2011.

[19] Selimoğlu-Özkan, D. Farklı Çikolata Çeşitlerinde Şeker Miktarının Azaltılmasının Duyusal Özelliklere Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.

[20] Smit, H.J., Gaffan, E.A. and Rogers, P.J. (2004). Methylxanthines are the psycho-pharmacologically active constituents of chocolate, Psychopharmacology, 176, 412-419.

[21] Socci, V., Tempesta, D., Desideri, G., de Gennaro, L., Ferrara, M. (2017). Enhancing human cognition with cocoa flavonoids, Frontiers in Nutrition, 4, 19.

[22] Steinberg, F.M., Bearden, M.M. and Keen, C.L. (2003). Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health, Journal of the American Dietetic Association, 103(2), 215-223.

[23] Toker, O., Çikolata Kaplama Formülasyonunda Kullanılan Bitkisel Yağ Tipi Ve İçeriğinin Optimizasyonu, Doktora Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 2016.

CHILDHOOD OBESITY AND OBESOGENIC ENVIRONMENT

Prof. Dr. Hülya Çiçek

Gaziantep University, Faculty of Medicine, Medical Biochemistry Department
drhulyacicek@hotmail.com
ORCID ID: 0000-0002-1065-1582

ABSTRACT

Obesity is a complex, multifactorial chronic disease that develops from the interaction of genotype and environment. There is no certainty about how and why obesity develops, but it includes the integration of social, behavioral, physiological, metabolic, and genetic factors. Obesity defines as excess fat storage in the body and is a serious public health problem in the world. It may accompany diseases such as hypertension, dyslipidemia, Type 2 diabetes mellitus, and coronary heart disease. While there is consensus on the health risks of being overweight, and obese, there is less consensus on the management of its treatment. Some have objected to the treatment of obesity because of the difficulty in maintaining long-term weight loss and the potentially negative consequences of the weight gain and maintenance condition often seen in obese subjects. There are also those who argue that the potential dangers of treatment do not outweigh the known dangers of being obese.

The most commonly used anthropometric method to diagnose obesity is body mass index; It is calculated by dividing an individual's weight in kilograms by their height in square meters the body fluid ratio changes according to the normal growth and development pattern, BMI standards should be regulated according to age and gender. In 2000, BMI references for children aged 2-20 were published by the Centers for Disease Control and Prevention and the National Center for Health Statistics (NCHS). Similarly, BMI percentile values for children aged 0-5 were determined by WHO.

The worldwide prevalence of childhood obesity has increased tremendously over the past three decades. The rise of diseases such as type 2 diabetes in children is believed to be a result of this obesity epidemic. Much progress has been made in understanding the genetics and physiology of appetite control, and from these advances in elucidating the causes of some rare obesity syndromes.

Obese children are more likely to become obese adults than their lean peers. In the etiology of adult obesity, parental weight may interact with the child's weight status. Obese children with obese parents are more likely to become obese adults than obese children with lean parents.

Childhood obesity has important consequences for health and well-being both in childhood and later in adult life. The increasing prevalence of childhood obesity has become a major public health problem in developed and developing countries, increasing the burden of chronic non-communicable diseases.

Keywords: Childhood obesity, Public health, Obesogenic environment

INTRODUCTION

Obesity is defined by the World Health Organization (WHO) as “abnormal or excessive fat accumulation that poses a risk to health” (1). Obesity is an extremely common disorder that arises due to genetic, physiological, social, cultural, behavioral, metabolic, and environmental factors (2).

Obesity is a chronic metabolic disease; It is characterized by abnormal and excessive fat storage. The rapid increase in the incidence and prevalence of obesity in children and adolescents has caused it to become a public health problem (3). Weight-for-height indices used in obesity research and screening are accepted as an indicator of body fat ratio. Quetelet index is the best accepted and most applied body mass index (BMI). BMI is obtained by dividing body weight in kilograms (kg) and height in square meters (m2) (4,5). While BMI absolute values are used to define adult obesity, BMI percentile graphs are used in children (6). According to these graphs, children and adolescents with a BMI between the 85th and 94th percentiles are defined as overweight, and those at the 95th percentile and above are defined as obese (7). In addition to BMI, which is used to define obesity in childhood, other methods can be used. With these methods, the amount of body fat can be measured directly or indirectly. Indirect measurement methods; skinfold thickness, waist circumference, waist/hip ratio, hip circumference, and waist circumference/height ratio are cheap and highly preferred methods. Direct measurement methods; dual-energy x-ray absorptiometry (DXA), underwater weight measurement, densitometry, computed tomography, and bioelectrical impedance analysis. Because these methods are expensive and unreliable for children, they have been used in scientific studies, but they are not commonly used in clinical practice (8-9).

The prevalence of overweight or obese children and adolescents aged 5-19 years has more than quadrupled from 1975 to 2016, increasing from 4% to 18%, with more than 4 million deaths each year due to overweight or obesity (10). Longitudinal studies reveal that a major component of adolescent obesity occurs before the age of five. In a large study done in the United States, overweight children at kindergarten entry were four times more likely to be obese by 8th grade than normal-weight children. Moreover, the severity of obesity was an important indicator of persistence. Among children with mild obesity at kindergarten entry (mean age 5.6 years), 47% remained obese in 8th grade (mean age 14.1 years). More than 70 percent of those with severe obesity (BMI 99th percentile) in kindergarten remained obese in grade 8 (11). It

was reported in a large population study in Germany that almost 90 percent of children who were obese at the age of three remained overweight or obese during adolescence (12).

A number of different methods have been developed that can measure the fat ratio in the body for obesity, which means excessive fat in the body. The main purpose of these methods is to measure the amount of adipose tissue and different tissue from the adipose tissue in the body. The amount of fat in the body can be measured directly or can be calculated as the ratio of adipose tissue to lean tissue. Among these methods, calculation of body density (hydrodensitometry), calculation of whole-body water with an isotope, measurement of potassium in the whole body, measurement of impedance, determination of conductivity, tomography, and magnetic resonance are the methods used for direct measurement of body fat. Weight-for-height, body mass index, and skinfold thickness can be shown as examples of anthropometric measurements that indirectly show body fat (13). Hydrodensitometry is a method that can be used in the determination of adult obesity and is considered the gold standard. Unfortunately, this method is not suitable for use in children (14). Magnetic resonance imaging and computed tomography methods are methods that can be used limitedly due to both high cost and exposure to ionizing radiation in tomography (15). In the measurement of weight for height (relative weight) (RW), which is the anthropometric method used in children, the amount of deviation from the weight in the 50th percentile corresponding to the 50th percentile that the child's height corresponds to the height percentile chart is calculated. If RA is more than 120%, it is considered as obesity (13). Another method is the skinfold thickness method, which measures the subcutaneous adipose tissue. However, skinfold thickness is not reliable due to problems related to the measurement technique. It was also found that while total body fat increased with age, the amount of subcutaneous fat remained constant. One of the most commonly used methods to determine the body fat ratio in children is the Body Mass Index (BMI) calculation. It is recommended by the American Academy of Pediatrics (AAP) and the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) to use BMI for screening for overweight or obesity in children from the age of two. BMI is a reliable, simple, inexpensive, and easy-to-apply screening method for weight categories that may cause health problems (16). A BMI between the 85th and 95th percentile for age and gender is defined as overweight, and a BMI above the 95th percentile is defined as obesity (17,18).

The World Health Organization recognizes obesity as one of the biggest public health problems of our time. The worldwide prevalence of obesity has increased in the last three decades (19).

Globally, it is estimated that approximately 300 million adults are obese and 750 million adults are overweight (20). It is known that childhood obesity has increased rapidly in recent decades, similar to adult obesity (21). It has been reported that there is an increase in childhood obesity and obesity-related diseases, especially in North America and Western European countries (22). In recent years, there has been an accelerated increase in obesity cases in Brazil and China, which is thought to be associated with rapid socioeconomic growth (21).

Among developed countries, the best example of the problems caused by obesity is the United States of America. While the prevalence of childhood obesity was 6% in the USA in 1981, it increased to 17% as of 2008 (23). Similarly, it is known that the prevalence of childhood obesity is increasing in European countries (31). However, the highest rate of childhood obesity prevalence is in Mediterranean countries and it is estimated that the obesity prevalence in children aged 9 years and over is around 36% (23-25).

Studies in Turkey show that the problem of thinness and obesity varies according to the region where children live, the structure of the settlement, and gender (26). An epidemiological study examining nutrition and health issues in Turkey was conducted in 2010 with the cooperation of Hacettepe University Department of Nutrition and Dietetics and Ankara Numune Training and Research Hospital under the title of Turkey Nutritional Health Survey (TBSA). According to the TBSA-2010 project; It has been reported that 8.2% of children aged 6-18 in Turkey are obese and 14.3% are overweight. According to these data, it has been reported that being overweight is a very important problem and if necessary precautions are not taken, the shift towards obesity may increase (26).

"Turkey Childhood Obesity Research", which is the most recent research conducted in our country, is a joint project of the COSI-TUR Ministry of Health and Ministry of National Education. This project was carried out between 2013-2016 and was carried out in the light of the WHO European COSI protocol, which was prepared jointly by the World Health Organization's Regional Office for Europe and member countries, including primary school 2nd-grade students. When COSI-TUR 2013 and COSI-TUR 2016 data are compared, the obesity rate in primary school 2nd-grade students increased from 8.3% to 9.9%, and the rate of being overweight increased from 14.2% to 14.6%. According to the data of the Turkish Statistical Institute (TUIK), the obesity rate over the age of 15 increased from 15.2% to 19.9% between 2008 and 2014.

According to the data of the Organization for Economic Development and Cooperation (OECD), the prevalence of obesity is seen as 28.7% in the USA, 22.2% in Iceland, and 19.9% in Turkey, respectively. The country with the lowest obesity rate is Korea with 2.4%.

The most commonly used method for measuring obesity is body mass index (BMI). This measurement is obtained by dividing the body weight by the square meter of the body height. BMI is a predictive marker for mortality (27). It has been reported that life expectancy is 2-4 years less in people with a BMI of 30-35 kg/m2 compared to people with a BMI of 22.5-25 kg/m2 (19). It has established classifications for the international use of BMI. The basis of these classifications is the relationship between obesity severity and mortality rates. Accordingly, 25-29.9 kg/m2 is defined as overweight, 30-39.9 kg/m2 as obese, and over 40 kg/m2 as morbidly obese (19). The BMI method is a fast and easy-to-apply technique and is very useful in both research and daily practice.

It is more difficult to determine obesity and overweight in children with BMI than in adults, and the relationship between BMI and body fat is not clear. Body fat and fat-independent body mass change over time in children (28). In addition, the relationship between mortality and morbidity, and BMI is more uncertain compared to adults (28).

The significant changes in BMI in children in relation to age and gender have led to new reference searches to define overweight and obese children. Frequently used standard reference values; According to WHO, obesity is defined as a median BMI reference value >+2 standard deviation, z-score, or >97 percentile value in children and adolescents aged 5-19 years (29).

Waist circumference measurements are not routinely used to define obesity, but they show abdominal obesity and provide additional information to define metabolic risk, cardiac risk, and metabolic syndrome that may develop due to this. There are two studies conducted in our country on this subject, and as a result of these studies, waist circumferences of Turkish children aged 0-6 and 7-17 years were evaluated, and it was found that the values were lower than American children in the same age range but higher than Japanese and English children (30).

Obesity is a dynamic disease with a multifactorial character that occurs with the effect of genetic and non-genetic factors (30). There is a complex interaction between genetic structure and environmental factors in the etiology of overweight and obesity. Identifying these factors and their interactions plays an important role in implementing appropriate interventions for the prevention and management of childhood obesity (31,32).

An obesogenic environment is defined as the environment that facilitates abnormal weight gain, but it is a multidimensional and complex structure. It includes many factors such as behaviors, socioeconomic status, familial characteristics, technology, geographical region, and physical environment (33). Increasing studies on childhood obesity indicate that obesogenic environments and behaviors are responsible for obesity epidemiology (33-35), and environmental factors affect children's body weight by 20-50% (30).

The built environment can be defined as the environment built against the natural. Urbanization, physical design, and urban transportation are included in this concept. The increasing population and unplanned urbanization in cities with industrialization cause a decrease in playgrounds outside the home for children (36,37), while the concretization of open spaces directly or indirectly contributes to a decrease in physical activity in children. This situation supports the development of obesity in children. The presence of parks, gardens, walking/bike paths, and green areas not only naturally increases the physical activity of children and adolescents, but also prevents emotional feeding by reducing stress factors (33,38).

Modifiable environmental factors directly affect the child's nutritional and physical activity behaviors. Affordable and accessible food sources near the settlement, the quality of food, and the frequency of consumption can shape the nutritional behaviors of school-age children (35).

The micro-environment includes the people with whom the child interacts in daily life, the relationship with these people, and their activities. Although it varies according to the developmental period of the child, family, school, and peers are included in the microenvironment. Children's interaction and communication with the micro-environment affect their diet and physical activity (33).

Nutrition in childhood, where growth and development continue, is the most important environmental factor in supporting cognitive and physical development. The relationship between healthy growth and development and nutrition includes adequate and balanced consumption of nutrients (39). The relationship between healthy growth and development and nutrition is affected by the mother's diet during pregnancy and the diet, behaviors, and habits of the mother in every period of life, including childhood. It is stated that overnutrition and maternal obesity during pregnancy cause some changes in the endocrine system of the fetus and create a vicious circle for childhood obesity (36).

Healthy eating behaviors in children are highly influenced by the parent's eating habits and the way they feed their children. The influence of the family on the child can take many forms such as modeling, rules and restrictions, and monitoring/supervision (40). In addition to the genetic contribution, parents contribute to the development of eating behaviors by shaping the eating environment of children (41). Since children first develop their feeding behaviors by imitating their parents, it is expected that their parent's eating habits are adopted (52). In addition to the attitudes and behaviors that parents use to guide the child's food, the use of food as a reward, and punishment also affects children's nutritional behaviors (43). In addition to nutritional behaviors, the child's physical activity behaviors are also highly influenced by the family, which is the primary environment (40). The sedentary lifestyle in the family may also cause the child to be exposed to obesogenic factors. For this reason, family members, family environment, and family-child relationship are seen as an important indicator of childhood obesity (44).

While children live in an obesogenic environment, they have easy access to abundant and varied foods. In this environment, the child's individual decisions play a key role. While the parents make these decisions for the child in the pre-school period, the children make these decisions individually in the school-age period when the family supervision decreases. Benefiting from the abundance of accessible food without thinking about the end of the child poses a risk for obesity (38).

Eating habits associated with overweight and obesity in childhood are characterized by poor diet quality. Excessive consumption of processed foods, unhealthy snacks, fast food, and sugary drinks are counted as poor diet quality (45). It is stated that the consumption of industrial foods with unsaturated fat and high sodium content and high glycemic index is associated with decreased physical activity and increased sedentary behavior in children (30). In a study examining the relationship between the consumption of fast food and sugary drinks and physical activity in school-age children, it was found that high-calorie intake was positively associated with childhood obesity, and physical activity decreased as BMI increased (46). As a result, high-calorie eating behavior increases BMI in children, and increased BMI limits physical activity (47).

The way children spend their free time also affects their daily physical activity. Children who spent their free time actively playing games on the street in the past, started to spend most of their time out of school passively at home due to changing environmental conditions, active games were replaced by passive games, and physical games were replaced by online games.

This situation has also changed the physical activity behaviors of children over time, the time spent in front of the screen has increased, and the calories consumed daily have decreased, so it has become a high-risk factor for the development of obesity (36,47,48).

Physical activity constitutes a modifiable component of the child's total energy expenditure (45). However, it is stated that school-age children spend an average of 8 hours a day with mobile phones, television, and computer games and do not participate in active games that will waste energy (49). In addition, the behavior of eating high-calorie ready-to-eat foods in front of the screen also prepares an absolute basis for obesity (50).

Sleep duration is seen as a modifiable risk factor for obesity in children (51). In a meta-analysis study, it was determined that short sleep duration increased the risk of obesity in children 1.7 times (52). Although the pathophysiological mechanisms related to the fact that insomnia increases the risk of being overweight and obese in children are not fully clarified, it is thought that the hormonal system is effective in this process. Ghrelin and leptin hormone concentrations are highly affected by sleep duration and quality. This situation stimulates unhealthy lifestyles such as less physical activity and increased consumption of high-calorie foods (30,51).

It is known that obesity has a complex and multifactorial structure resulting from interactions between environmental, behavioral, and genetic factors (53). In the increasing prevalence of obesity, researchers focused on the complex relationship between the obesogenic environment and genetic factors that predispose to weight gain, and as a result of studies conducted in families, twins, and adopted children, it was determined that obesity can be transmitted genetically at a rate of 30-70% (34,38,53). Although the genes responsible for obesity have not been fully discovered, 32 out of 50 identified gene loci have been associated with BMI. It is stated that there is a strong relationship between alleles on the 16th chromosome and BMI, and it increases the risk of obesity 1.6 times (53). More than 600 genes have been identified related to the regulation of processes such as appetite, satiety, and energy expenditure in the development of childhood obesity, and it is stated that genetic factors affect 80% of weight (30).

In conclusion: parental BMI is one of the strongest predictors of childhood obesity. The presence of obese individuals in the family increases the incidence of obesity in children 3 times. The fact that both parents are obese increases this risk by 15 times. However, it has not been clarified whether this situation is caused by genes or by the similar diet of family members.

REFERENCES

1.Obesity." https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_1
2.Kotsis, V., Stabouli, S., Papakatsika, S., Rizos, Z., & Parati, G. Mechanisms of obesity-induced hypertension. Hypertension research, 2010;33(5), 386-393.
3.McGill HC, Jr., McMahan CA, Gidding SS. Preventing heart disease in the 21st century: implications of the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) study. Circulation 2008;117(9):1216-27.
4.Gray DS, Fujioka K. Use of relative weight and Body Mass Index for the determination of adiposity. J Clin Epidemiol 1991;44(6):545-50.
5.Revicki DA, Israel RG. Relationship between body mass indices and measures of body adiposity. Am J Public Health 1986;76(8):922-4.
6.Obesity. World Health Organization, Health Topics. https://www.who.int/healthtopics/obesity/obesity#tab=tab_1.
7.Barlow SE, Expert C. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. Pediatrics 2007;120 Suppl 4:S164-92.
8.Ness-Abramof R, Apovian CM. Waist circumference measurement in clinical practice. Nutr Clin Pract 2008;23(4):397-404.
9.Radley, D., Cooke, C. B., Fuller, N. J., Oldroyd, B., Truscott, J. G., Coward, W. A., ... & Gately, P. J. Validity of foot-to-foot bio-electrical impedance analysis body composition estimates in overweight and obese children. International Journal of body composition research, 2009;7(1), 15.
10.WHO, "WHO | What is overweight and obesity?", WHO, 2014. [Çevrimiçi]. Erişim Adresi: https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/en/.
10.Cunningham SA, Kramer MR, Narayan KM. Incidence of childhood obesity in the United States. N Engl J Med, 2014;370, 403-411.
11.Geserick, M., Vogel, M., Gausche, R., Lipek, T., Spielau, U., Keller, E., ... & Körner, A. Acceleration of BMI in early childhood and risk of sustained obesity. New England Journal of Medicine. 2018;379(14):1303-1312
12.Alikaşifoğlu A, & Yordam N. "Obezitenin tanımı ve prevalansı", Katkı Pediatr. Derg. 2000;21:475-81.
13.Goulding, A., Taylor, R. W., Gold, E., & Lewis-Barned, N. J. Regional body fat distribution in relation to pubertal stage: a dual-energy X-ray absorptiometry study of New Zealand girls and young women. The American journal of clinical nutrition, 1996;64(4), 546-551.
14.Pietrobelli, A., Faith, M. S., Allison, D. B., Gallagher, D., Chiumello, G., & Heymsfield, S. B. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. The Journal of pediatrics, 1998;132(2), 204-210.
15.About Child & Teen BMI | Healthy Weight, Nutrition, and Physical Activity | CDC". https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/childrens_bmi/about_childrens_bmi.html
16.Barlow, S. E., & Expert Committee. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. Pediatrics, 2007;120(Supplement_4), S164-S192.
17.Bundak, R., Furman, A., Gunoz, H., Darendeliler, F., Bas, F., & Neyzi, O. Body mass index references for Turkish children. Acta Paediatrica, 2006;95(2), 194-198.

18.World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: World Health Organization; 2000
19.Ezzati, M., Lopez, A. D., Rodgers, A. A., & Murray, C. J. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. World Health Organization, 2004.
20.Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. Obesity reviews. 2004;5:4-85
21.Amuna P, Zotor FB. Epidemiological and nutrition transition in developing countries: impact on human health and development: The epidemiological and nutrition transition in developing countries: evolving trends and their impact in public health and human development. Proceedings of the Nutrition Society. 2008;67(1):82-90
22.Ogden CL, Yanovski SZ, Carroll MD, Flegal KM. The epidemiology of obesity. Gastroenterology. 2007;132(6):2087-102.
23.Jackson-Leach R, Lobstein T. Estimated burden of paediatric obesity and co-morbidities in Europe. Part 1. The increase in the prevalence of child obesity in Europe is itself increasing. International Journal of Pediatric Obesity. 2006;1(1):26-32.
24.Pigeot, I., Barba, G., Chadjigeorgiou, C., De Henauw, S., Kourides, Y., Lissner, L., ... & Siani, A. Prevalence and determinants of childhood overweight and obesity in European countries: a pooled analysis of the existing surveys within the IDEFICS Consortium. International journal of obesity. 2009;33(10):1103-10.
25.Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı. Türkiye'de okul çağı çocuklarında (6-10 yaş grubu) büyümenin İzlenmesi (TOÇBİ) Projesi Araştırma Raporu. 2011
26.Garrow JS, Webster J. Quetelet's index (W/H2) as a measure of fatness. International journal of obesity. 1985;9(2):147-53
27.Wells J, Coward W, Cole T, Davies P. The contribution of fat and fat-free tissue to body mass index in contemporary children and the reference child. International journal of obesity. 2002;26(10):1323-8.
28.Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. Body mass index reference curves for the UK, 1990. Archives of disease in childhood. 1995;73(1):25-9.
29.Garipagaoglu M, Budak N, Süt N, Akdikmen Ö, Oner N, Bundak R. Obesity risk factors in Turkish children. Journal of pediatric nursing. 2009;24(4):332-7
30.Camacho WJM, Díaz JMM, Ortiz SP, Ortiz JEP, Camacho MAM, Calderón BP. Childhood obesity: Aetiology, comorbidities, and treatment. Diabetes Metab Res Rev, 2019; 35(8): e3203.
31.Dalrymple KV, Martyni-Orenowicz J, Flynn AC, Poston L, O'Keeffe M. Can antenatal diet and lifestyle interventions influence childhood obesity? A systematic review. Matern Child Nutr, 2018; 14(4): 1-17.
32.Hamid MSA, Sazlina SG. Interventions for obesity among school children: A systematic review and meta-analyses. PLoS ONE, 2019; 14(1): 1-19.
33.Yayan EH, Çelebioğlu A. Obezojenik çevre ve çocukluk çağı obezitesine etkileri. ACU Sağlık Bil Derg, 2018; 9(2): 90-96.
34.Morales Camacho WJ, Molina Díaz JM, Plata Ortiz S, Plata Ortiz JE, Morales Camacho MA, Calderón BP. Childhood obesity: Aetiology, comorbidities, and treatment. Diabetes Metab Res Rev, 2019; 35: e3203
35.Mei K, Huang H, Xia F, Hong A, Chen X, Zhang C, Qiu G, Chen G, Wang Z, Wang C, Yang B, Xiao Q, Jia P. State-of-the-art of measures of the obesogenic environment for children. Obes Rev, 2021; 22(S1): e13093

36.Erkuran H, Karadeniz H. Çocukluk çağında obezite. Sağlık ve Toplum, 2019; 29(3): 9-11
37.Landgren K, Quaye AA, Hallström E, Tiberg I. Family-based prevention of overweight and obesity in children aged 2–6 years: A systematic review and narrative analysis of randomized controlled trials. Child Adolesc Obes, 2020; 3(1): 57–104
38.Deleş B. Çocukluk çağı obezitesi. H.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 2019; 6(1): 17-31
39.Aktaç Ş, Kızıltan G, Avcı S. The effect of family participation in nutrition education intervention on the nutritional status of preschool age children. Education and Science, 2019; 44(196): 415-431
40.Rhodes RE, Guerrero MD, Vanderloo LM, Barbeau K, Barbeau K, Birken CS, Chaput JP, Faulkner G, Janssen I, Madigan S, Mâsse LC, McHugh TL, Perdew M, Stone K, Shelley J, Spinks N, Tamminen KA, Tomasone JR, Ward H, Tremblay MS. Development of a consensus statement on the role of the family in the physical activity, sedentary, and sleep behaviours of children and youth. Int J Behav Nutr Phys Act, 2020; 17(1): 74.
41.Balantekin KN, Anzman-Frasca S, Francis LA, Ventura AK, Fisher JO, Johnson SL. Positive parenting approaches and their association with child eating and weight: A narrative review from infancy to adolescence. Pediatr Obes, 2020; 15(10): 1-15.
42.Girli A, Öztürk Özgönenel S, Yıldırım Sarı H, Ardahan E. Otizmi olan çocukların beslenme durumunun değerlendirilmesi. Çocuk ve Medeniyet, 2016; 1(1): 87-99.
43.Lovell JL. How parents process child health and nutrition information: A grounded theory model. Appetite, 2016; 97: 138-145.
44.Dan L, Xia HY, Zhi ZT, Kun SP, Yi Z, Jie PS, Fang ZY, Mei Z, Qun WZ, Quan MS, Ying WY, Jian Z, Hua ZW. Childhood BMI and adult obesity in a chinese sample: A 13-year follow-up study. Biomed Environ Sci, 2019; 32(3): 162-168
45.Koletzko B, Fishbein M, Lee WS, Moreno L, Mouane N, Mouzaki M, Verduci E. Prevention of childhood obesity: A position paper of the global federation of international societies of paediatric gastroenterology, hepatology and nutrition (FISPGHAN). JPGN, 2020; 70(5): 702-710
46.Gordon CM. Childhood obesity prevention in adolescents. American Journal of Nursing Research, 2020; 8(1): 91–102
47.Bradwisch SA, Smith EM, Mooney C, Scaccia D. Obesity in children and adolescents: An overview. Nursing, 2020; 50(11): 60-66
48.Bülbül S. Çocuklarda obezite tedavisinde egzersiz. Turk Pediatri Ars, 2020; 55(1): 2-10.
49.Bulut Çelik S, Erten Bucaktepe G. Çocuklarda ve adolesanlarda obezite. Klinik Tıp Pediatri, 2020; 12(1): 26-42.
50.Mihrshahi S, Gow ML, Baur LA. Contemporary approaches to the prevention and management of pediatric obesity: An Australian focus. MJA, 2018; 209(6): 267-274
51.Ingram DG, Irish LA, Tomayko EJ, Prince RJ, Cronin KA, Parker T, Kim K, Carmichael L, Grant VM, Sheche JN, Adams AK. Overnight sleep duration and obesity in 2–5- year-old American Indian children. Pediatric Obesity, 2018; 13(7): 406-412
52.Wua Y, Gong Q, Zouc Z, Li H, Zhang X. Short sleep duration and obesity among children: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. Obes Res Clin Pract, 2017; 11: 140-150
53.Wang Y. Global Perspectives of Childhood Obesity Prevalence, Contributing Factors, and Prevention. In: Goran MI. (ed), Childhood Obesity Causes, Consequences, and Intervention Approaches. CRC Press, New York 2017; p.: 23-32.

Investigation of Thiol Disulfide Balance and Ischemia-Modified Albumin Levels in Cats with Hypertrophic Cardiomyopathy and Arterial Thromboembolism

Vet. Hekim Cansu TOKSÖZ [1] Prof. Dr. Serkal GAZYAĞCI [1]

1 Kırıkkale University, Faculty of Veterinary Department of Internal Medicine, Kırıkkale, Turkey

Cansu TOKSÖZ, Kırıkkale, Department of Veterinary Medicine, Kırıkkale
toksozcansu@gmail.com - Orcid ID: 0000-0002-9255-5016

Prof. Dr. Serkal GAZYAĞCI, Kırıkkale, Department of Veterinary Medicine, Kırıkkale
gazyagcıserkal@gmail.com - Orcid ID: 0000-0002-0043-6942

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate changes in thiol disulfide homeostasis (TDH) and ischemia modified albumin (IMA) levels in cats with hypertrophic cardiomyopathy, arterial thromboembolism and healthy cats to evaluate oxidative stress. Oxidative stress studies on hypertrophic cardiomyopathy, one of the most common heart diseases in cats, and arterial thromboembolism, one of its deadliest complications, are very scarce. It is known that oxidative stress is of great importance in the pathogenesis of cardiomyopathies and in the course of the disease. Today, there are many studies on the active use of oxidative stress parameters in human medicine. In recent years, the importance of changes in thiol disulfide level and ischemia modified albumin levels for diagnosis and prognosis has been understood. There are few studies evaluating thiol disulfide balance and ischemia modified albumin level in animals in cardiological diseases, but there are no studies evaluating hypertrophic cardiomyopathy in cats. **Material method:** In this study, cats (n=11) with left ventricular interventricular wall thickness (IVSd) and left ventricular free wall thickness (LVWd) greater than 6 mm were considered to have hypertrophic cardiomyopathy and were included in the study. Cats with arterial thromboembolism (n=11) were identified and included in the study, based on anamnesis, physical examination, and suspicious echocardiographic examination results. Cats (n=10) who were found to be healthy as a result of their general examinations and echocardiographic examinations were included in the control group. After the remaining serum samples from the blood samples taken from the animals for serum biochemical blood tests were stored at -80oC, all parameters were studied in the same session and in the same serum sample. With the method developed by Erel and Neselioğlu, serum native thiol (Nt), total thiol (Tt), disulfide (Dis), % disulfide/total thiol (%Dis/Tt) and % disulfide/native thiol (%Dis/Nt) ratio measured. IMA levels were evaluated with the new method developed by Bar Or et al. When we examined the parameters related to thiol disulfide balance, according to Tukey's multiple comparison results, between HCM and SAG in terms of native thiol variable ($p=0.0180$), between ATE and SAG ($p<0.0001$), and in terms of total thiol variable in native thiol. Parallel to the table, while there

was a statistically significant difference between HCM and SAG (P=0.0213), ATE and SAG (P=0.0002) (table4), there was no difference between HCM and ATE groups in terms of both variables. seen. It was determined that there was no difference between the groups in other parameters of TDH. According to the results obtained in this study, it was seen that the highest Nt level was in the healthy group, lower in HCMg and lowest in ATEg. As expected at Tt levels; There were changes that correlated with Nt levels. Dis levels were the lowest in SAGg and the highest in ATEg. It was determined that %Dis/Nt and %Dis/Tt ratios were similar to the results in Dis levels. As a result of the multiple comparison tests for Nt and Tt, when compared with SAGg, it is seen that these parameters are lower in HCMg and ATEg and this difference is statistically significant. Dis, %Dis/Nt and %Dis/Tt results were different from the thiol results, the highest Dis level was found in ATEg. However, this change was not found to be statistically significant. It was observed that IMA levels were lowest in SAGg, higher in HCMg and highest in ATEg, but this difference was not statistically significant (p>0.5).

ÖZET

Bu çalışmada amaç oksidatif stresi değerlendirmek için tiyol disülfit homeostazında (TDH) meydana gelen değişiklikler ve iskemi modifiye albumin (IMA) seviyelerinin hipertrofik kardiyomiyopatili, arteriyel tromboembolili ve sağlıklı kedilerde değerlendirilmesidir. Kedilerde en yaygın görülen kalp hastalıklarından olan hipertrofik kardiyomiyopati ve bunun en ölümcül komplikasyonlarından olan arteriyel tromboemboli ile ilgili oksidadif stres çalışması çok azdır. Oksidatif stresin kardiyomiyopatilerin patogenezinde ve hastalığın seyrinde büyük önem taşıdığı bilinmektedir. Günümüzde beşeri hekimlikte oksidatif stres parametrelerinin aktif kullanımına dair pek çok çalışma mevcuttur. Son yıllarda tiyol disülfid seviyesi ve iskemi modifiye albumin seviyelerinde ki değişimin teşhis ve prognoz tayini için önemi anlaşılmaktadır. Hayvanlarda tiyol disülfit dengesi ve iskemi modifiye albumin seviyesini kardiyolojik hastalıklarda değerlendiren az sayıda çalışma vardır fakat kedilerde hipertrofik kardiyomiyopatide değerlendiren çalışma mevcut değildir.

Materyal method: Bu çalışmada sol ventrikül interventriküler duvar kalınlığı (IVSd) ve sol ventrikül serbest duvar kalınlığı (LVWd) 6mm' den kalın olan kediler (n=11) hipertrofik kardiyomiyopatili kabul edilerek çalışmaya dahil edildi. Anemnez, fiziksel muayene ve şüpheli ekokardiyografik muayene sonuçları ile arteriyel tromboembolili kediler (n=11) tespit edilerek çalışmaya dahil edildi. Kontrol grubuna genel muanelerinde ve ekokardiyografik muayeneleri sonucu sağlıklı olduğu tespit edilen kediler (n=10) dahil edildi. Hayvanlardan serum biyokimyasal kan testleri amacıyla alınan kan örneklerinden artan serum örnekleri -80^{o}C 'de saklandıktan sonra tüm parametreler aynı seansta ve aynı serum örneğinde çalışıldı. Erel ve Neselioğlu'nun tarafınfan geliştirilen yöntemle serum natif tiyol (Nt), total tiyol (Tt), disülfid (Dis), % disülfid/total tiyol (%Dis/Tt) ve % disülfid/natif tiyol (%Dis/Nt) oranı ölçüldü. IMA düzeyleri Bar-Or ve ark. tarafından oluşturulan yeni yöntemle değerlendirildi.

Tiyol disülfit dengesi ile alakalı parametreleri incelediğimizde Tukey'in çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre natif tiyol değişkeni açısından HCM ile SAG arasında (p=0,0180), ATE ile SAG arasında (p<0,0001), total tiyol değişkeni açısından da natif tiyolde oluşan tabloya parallel olarak yine HCM ile SAG arasında (P=0,0213), ATE ile SAG arasında (P=0,0002) istatistiki olarak anlamlı fark bulunurken (çizelge4), her iki değişken açısından da HCM ve ATE grubu

arasında herhangi bir fark oluşmadığı görülmüştür. TDH'nin diğer parametrelerinde gruplar arasında herhangi bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalılşmada elde edilen sonuçlara göre en yüksek Nt seviyesinin sağlıklı grupta olduğu, HCMg'da daha düşük ve en düşük olarak da ATEg'da olduğu görüldü. Tt seviyelerinde de beklendiği üzere; Nt seviyeleriyle korele değişiklikler oluştu. Dis seviyeleri ise en düşük SAGg'da görülürken, en yüksek ATEg'da belirlendi. %Dis/Nt ve %Dis/Tt orantılarının ise Dis seviyelerinde oluşan sonuca benzer şekilde olduğu belirlendi. Nt ve Tt için yapılan çoklu karşılaştırma testleri sonucunda SAGg ile karşılaştırıldığında HCMg ve ATEg'da söz konusu parametrelerin daha düşük olduğu ve bu farkın istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Dis, %Dis/Nt ve %Dis/Tt sonuçlarının tiyol sonuçlarından farklı olarak, en yüksek Dis seviyesinin ATEg'da olduğu tespit edildi. Fakat oluşan bu değişikliğin istatitstiki olarak anlamlı olmadığı görüldü. IMA seviyelerinin SAGg'da en düşük, HCMg' daha yüksek ve ATEg'da en yüksek olduğu, ancak bu farkın istatistiki olarak anlamlı olmadığı görüldü (p>0,5).

INTRODUCTION

The aim of this study is to evaluate changes in thiol disulfide homeostasis (TDH) and ischemia modified albumin (IMA) levels in cats with hypertrophic cardiomyopathy, arterial thromboembolism and healthy cats to evaluate oxidative stress.

Cardiomyopathies and cardiovascular diseases are very common in cats and have been observed to be among the 10 most common causes of death in cats in studies (Egenvall et al., 2009; Fox et al., 2019). Cardiomyopathy is defined as a myocardial disorder in which the heart muscle is structurally and functionally abnormal in the absence of another cardiovascular disease serious enough to cause the myocardial abnormality (Elliott et al., 2008). The most common cardiomyopathy phenotype in cats is hypertrophic cardiomyopathy (HCM). The estimated prevalence of HCM in the general cat population is approximately 15% (Cote et al., 2004; Wagner et al., 2010). This rate is much higher in older cats, and it has been reported to be around 29% even in those without hypertension and hyperthyroidism (Payne et al., 2015). Male cats are thought to have a higher risk of HCM and a higher rate of clinical manifestations (Luis Fuentes et al., 2020).

The most common clinical manifestation in cats with HCM is congestive heart failure (37%) (Payne et al., 2013; Payne et al., 2010). Furthermore, left atrial blood clot formation, or arterial thromboembolism (ATE), is the most common complication in cats with HCM, and thromboembolism often results in unilateral or bilateral hindlimb paresis (Baty et al., 2001; Smith et al., 2003) . However, cats in the early stages of HCM (46.4%) are usually asymptomatic (Payne et al., 2010). Diagnosis in this case is often difficult and is diagnosed in conditions such as preoperative examination. A small number of cats die without clinical signs (Fox et al., 2018; Payne et al., 2015; Wilkie et al., 2015).

Cardiogenic embolism (CE), also called systemic arterial thromboembolism (SATE), feline arterial thromboembolism (FATE), and aortic thromboembolism (CE), occurs when a fragment from an intracardiac thrombus enters the arterial circulation and occludes a peripheral artery (Hogan & Brainard, 2015).

A cat with cardiomyopathy and a dilated left atrium may have endothelial damage and blood stasis, resulting in increased thrombotic risk. The thrombotic risk is further increased when a cat with heart disease and a dilated left atrium also has a hypercoagulation condition (Hogan & Brainard, 2015).

Arterial thromboembolism (ATE) is a complication that frequently results in death in cats, affects one or more extremities, manifests itself with an acutely shaped and extremely painful clinical picture (Borgeat et al., 2014). ATE is a common complication of HCM. The most common site of infarction in cats is the terminal aorta (iliac-aortic bifurcation) where 60%-71% of bilateral infarctions occur in the pelvic limbs (Hogan et al., 2015; Smith et al., 2003). Embolic obstruction of the terminal aorta, loss of segmental reflexes, stiff and painful musculature, cold tissue, absence or weakness of the femoral artery pulse, cyanotic nail beds and paresis or paralysis of the pelvic limbs are a prominent picture that allows clinical diagnosis to be made. (Flanders, 1986; Hogan & Brainard, 2015; Smith & Tobias, 2004).

Oxidative stress; It is defined as the deterioration in molecular and cellular functions as a result of the loss of balance between the production of free radical species (reactive oxygen species (ROS)) and the antioxidant system, as well as the imbalance between ROS production and neutralization (Ahmed & Tang, 2012; Ateş et al., 2018).). ROS are by-products of normal oxygen metabolism and multiple oxidant systems participate in the formation of ROS (Figure 5). The oxidative state of the organism depends on the balance between oxidant reactants and antioxidant defenses (Castillo et al., 2013). Oxidative stress occurs when the antioxidant defense of the organism is not sufficient for oxidant reactants.

In the cardiovascular system, oxidative stress activates pathways responsible for disruption of myocardial systolic function, pathological remodeling, fibroblast stimulation and activation of metalloproteinases, which contribute to chronic cardiomyopathies (Tsutsui et al., 2011). ROS can also induce cardiac hypertrophy through activation of kinase signaling pathways (Dhalla et al., 1996; Sari et al., 2021; Steinberg, 2013) and cause hypertrophy, injury, apoptosis, and necrosis in cardiac myocytes (Jonas et al., 2002; Sugden & Clerk, 2006) altered oxidative stress may be an important contributor to HCM pathogenesis or disease progression of HCM (Patel et al., 2001).

In the case of ischemia, tissue metabolism is damaged due to hypoxia caused by the cessation of arterial circulation, triggering the formation of ROS and an inflammatory response in the very early period (Gürler et al., 2021; Taskiran-Sag et al., 2018). As seen in studies in humans, the formation of ROS causes intravascular damage and creates a secondary irreversible microvascular plug. It also contributes to vascular contraction by reducing the amount of nitric oxide, which is a vasodilator, thus narrowing the vascular lumen (Zhang et al., 1999) (Yemisci et al., 2009).

Thiols are a group of organic compounds containing a sulfhydryl (SH) group that function as free radical scavengers and antioxidants (Sari et al., 2021). Thiols are highly sensitive to oxidation due to SH groups (Erel & Erdoğan, 2020). Oxidation of cysteine residues can lead to mixed disulfide formations between protein thiols and low molecular mass thiols. The disulfide bonds formed can be reduced back to thiol groups, thus maintaining dynamic thiol disulfide homeostasis (Sari et al., 2021).

In human medicine, thiol is considered one of the most important biomarkers of protein oxidation (Costa et al., 2006) and is used as both an oxidant and antioxidant status assay (Jansen & Ruskovska, 2015). Thiol antioxidants interact with ROS and protect cells from oxidative damage. This interaction causes the consumption of thiol antioxidants in the presence of oxidative stress and thus a decrease in thiol concentrations (Dickinson & Forman, 2002; Yardim-Akaydin et al., 2003).

Dynamic thiol-disulfide homeostasis (TDH) is the reversal of thiol oxidation in proteins, also representing the levels of thiols and disulfides (Erel & Erdoğan, 2020). Thanks to TDH, reducible disulfide is formed by the oxidation of thiols in the environment (Sari et al., 2021). Thiol disulfide homeostasis; plays a critical role in mechanisms such as antioxidation, detoxification, signal transduction, apoptosis and regulation of enzymatic activities (Erel & Neselioglu, 2014). In addition, there are studies showing that it plays a role in many diseases such as impaired dynamic TDH, acute myocardial infarction, coronary artery disease, hypertension, uterine myoma and multiple myeloma (Altiparmak et al., 2016; Dirican et al., 2016). It is known that TDH can be effective in the prognostic evaluation of cardiac diseases, as in many diseases. In a study conducted in humans, it was found that TDH was associated with the severity of coronary atherosclerosis and decreased NT level and NT/disulfide ratio (Kundi et al., 2015). In another study conducted in humans, NT, TT and disulfide levels of patients with acute myocardial infarction were found to be significantly lower than control patients (Altiparmak et al., 2016; Kundi et al., 2015). Again, in a study conducted in humans, disulfide/natural thiol and disulfide/total thiol ratios were found to be lower in HCM patients than in non-HCM patients (Campbell & Kittleson, 2007).

Albumin is synthesized in the liver and is one of the most important proteins in the body. Albumin has numerous functions such as protection of colloid osmotic pressure (COP) in intravascular and extravascular body compartments, transport of exogenous drugs as well as endogenous hormones and ions, scavenging of oxygen-derived free radical species in inflammation areas, removal of waste products from the body, mediator in coagulation mechanisms, preservation of acid-base balance in the body. has an important function (Mazzaferro et al., 2002; Nicholson et al., 2000).

In acute ischemic cases, the metal binding capacity of albumin decreases, which leads to the formation of the metabolic substance known as ischemia modified albumin (IMA) (Montagnana et al., 2018; TERZI et al., 2022). Ischemia occurs when there is a shortage of cardiac blood circulation. If ischemia is reversible, myocardial damage does not occur, but if it is prolonged, cellular necrosis and myocardial damage may occur. Therefore, it is important to detect ischemia before necrosis occurs and biomarkers are needed to detect the disease early (Gaze, 2009). There are currently 3 biomarkers used for this purpose in human medicine, but only ischemia-modified albumin is a licensed test for routine clinical practice as measured using the Albumin Cobalt Binding (ACB) test (Gaze, 2009). A test for IMA, the Albumin Cobalt Binding test, was approved by the Food and Drug Administration (FDA) in 2003 (Schnelle, 2013).

Ischemia modified albumin test; It is a biomarker that is also used in myocardial damage in human medicine and measures the changes in the reversible ionized cobalt binding ability of albumin in blood serum with a colorimetric method (Schnelle, 2013).

Material and Method

This study was carried out by collecting the blood serums taken for diagnosis and as a result of echocardiographic examinations performed in cats with suspected HCM and/or ATE who came to Kırıkkale University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine.

Echocardiographic examination was performed with an ultrasonography device in Kırıkkale University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine. The history of the cats who came to Kırıkkale University Faculty of Veterinary Medicine Internal Medicine Clinic with clinical findings such as respiratory distress, early fatigue and inability to hold their hind legs was found suspicious in terms of cardiological disease, and they were examined.

Cats presenting with clinical findings were taken for echocardiographic examination after their vital functions stabilized and their general examinations were performed. The patients were placed in the right parasternal position and the cats with respiratory distress in the lying position were examined by the responsible physician with oxygen support.

Short-axis papillary muscle level and short-axis five-chamber images were recorded on echocardiography. “B” mode and “M” mode images were recorded at the short axis papillary muscle level and left ventricular free wall thickness and interventricular septum thickness were measured at the end of diastole. In M mode imaging, the end-diastolic thickness (IVSd) of the interventricular septum and the end-diastolic thickness (LVPWd) of the left ventricular free (posterior) wall were measured. Mean thicknesses were obtained by measuring 6 heart cycles from M mode images. However, in severe hypertrophic wall thicknesses, M mode images were included in the measurements because the papillary muscles may become excessively thickened and cause errors in measurement (Luis Fuentes et al., 2020). At the end of diastole, measurements from 4 different regions and 4 heart cycles were averaged from B mode images, and left ventricular wall thicknesses were compared with measurements taken from M mode images, and those with erroneous results were not included in the study.

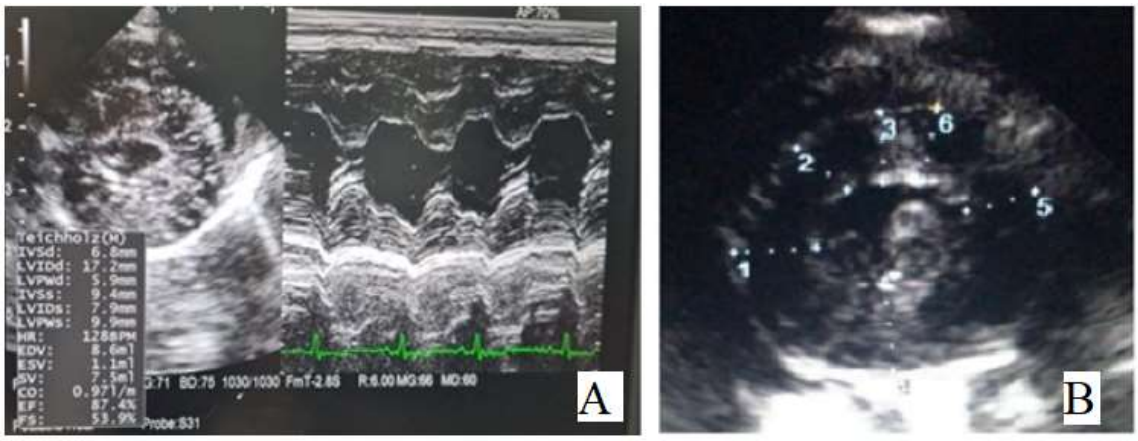


Figure A) M mode image end-diastolic left ventricular wall thickness measurement, ventricular wall thickness measurement, B) B mode image end-diastolic left ventricular wall thickness measurement

The La/Ao ratio was calculated by measuring the left atrium (La) and aorta (Ao) in five-chamber short-axis images. Cats with an average left ventricular wall thickness greater than 6mm were considered healthy (n=10), and cats with HCM (n=11) and below. Cats with ATE (n=10) were diagnosed with clinical examination, anamnesis and cardiological findings and included in the study. After pain management was provided with butarphanol, cats with ATE were taken for echocardiographic examination.

Blood samples taken into red capped serum biochemistry blood tubes were centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes and their serum was removed. The creatinine and CK levels were measured from the blood serums and the remaining blood serums were separated and stored at -80°C for TDH and IMA tests. Then, all parameters were studied in the same session and in the same serum sample. Erel and Neşelioğlu (Erel & Neselioglu, 2014), with the newly developed method, serum native thiol (Nt), total thiol (Tt), disulfide (Dis), % disulfide/total thiol (%Dis/Tt) and % disulfide/native thiol (%Dis/Nt) ratio was measured. IMA levels Bar-Or et al. evaluated with the new method created by (Bar–Or et al., 2000).

CONCLUSION

32 cats were included in this study: 11 cats (34.37%) cat group with hypertrophied cardiomyopathy (HCMg), 11 cats (34.37%) cat group with arterial thromboembolism (ATEg), and 10 cats (31.25%) healthy were divided into 3 groups as the cat group (SAGg). In SAGg, the proportion of male cats is 50% (5/10), in ATEg the ratio of male cats is 81.81% (9/11), and in HCMg, male cats are 72.72% (8/11).

The mean age of cats in the healthy animal group (SAGg) was 36.5±34.82 months, 66.45±62.37 months in HCMg and 53.91±44.13 months in ATEg. As a result of the one-way ANOVA test performed between the groups on the basis of the age variable, it was found that there was no statistically significant difference (p=0.3845). According to the results of multiple comparisons, there was no difference between HCMg and ATEg (p=0.8202), between HCMg and SAGg groups (p=0.3528), and between ATEg and SAGg (p= 0.6968).

As a result of the correlation tests performed with age data within the groups, there was a negative correlation with the native thiol ($p<0.01$) and total thiol ($p<0.01$) (table1), and a positive correlation with the IMA ($p<0.01$) data only in the HCM group. correlation was found (table2).

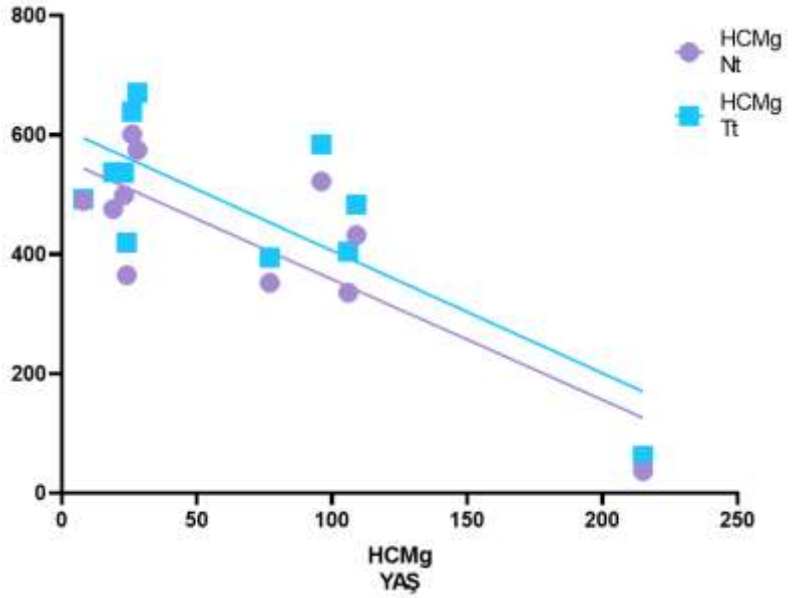


Table 1 HCM Nt and HCM Tt correlation

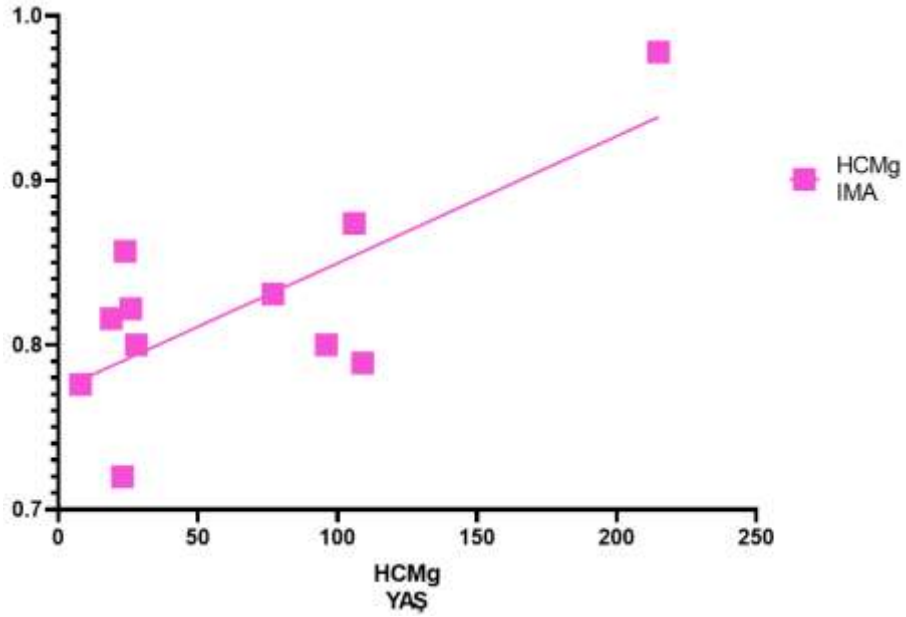


Table 2 HCM IMA correlation

When we examined the parameters related to thiol disulfide balance, according to Tukey's multiple comparison results, between HCM and SAG in terms of native thiol variable ($p=0.0180$), between ATE and SAG ($p<0.0001$), and in terms of total thiol variable in native thiol. Parallel to the table, while there was a statistically significant difference between HCM and SAG ($P=0.0213$), ATE and SAG ($P=0.0002$) (table 4), there was no difference between

HCM and ATE groups in terms of both variables. was found not to occur. It was determined that there was no difference between the groups in other parameters of TDH.

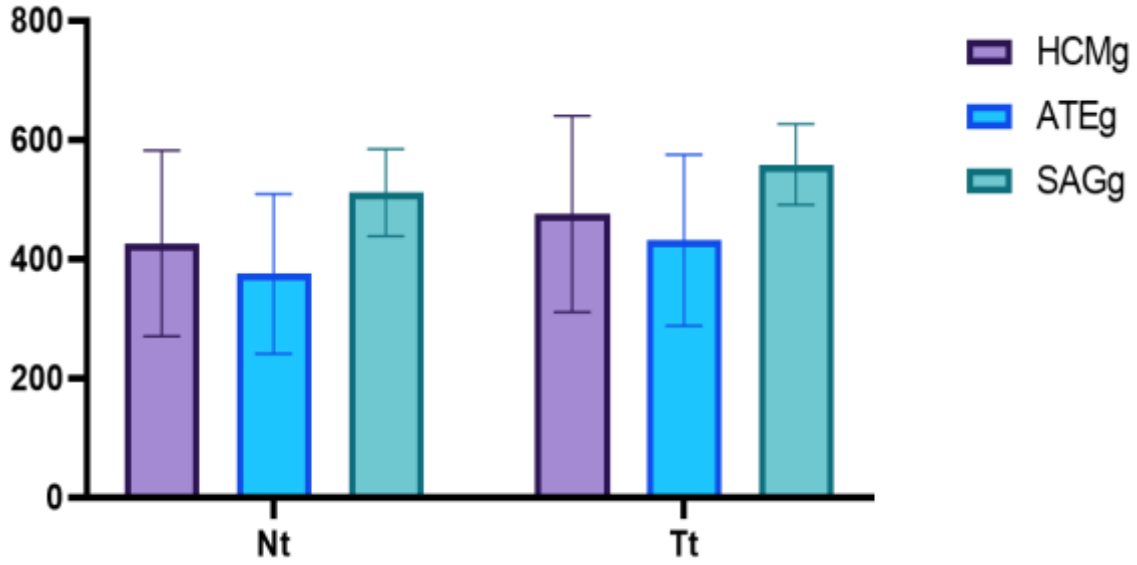


table 3 Nt and Tt correlation

According to the results obtained in this study, it was seen that the highest Nt level was in the healthy group, lower in HCMg and lowest in ATEg. As expected at Tt levels; There were changes that correlated with Nt levels. Dis levels were the lowest in SAGg and the highest in ATEg. It was determined that %Dis/Nt and %Dis/Tt ratios were similar to the results in Dis levels. As a result of the multiple comparison tests for Nt and Tt, when compared with SAGg, it is seen that these parameters are lower in HCMg and ATEg and this difference is statistically significant. Dis, %Dis/Nt and %Dis/Tt results were different from the thiol results, the highest Dis level was found in ATEg. However, this change was not found to be statistically significant. It was observed that IMA levels were lowest in SAGg, higher in HCMg and highest in ATEg, but this difference was not statistically significant ($p>0.5$).

As a result, in accordance with the current literature, it is thought that TDH parameters, which are among the oxidative stress parameters in cats in HCM and ATE, may have clinical use in terms of diagnosis and prognosis in the future.

REFERENCES

Ahmed, Z., & Tang, W. (2012). Pharmacologic strategies to target oxidative stress in heart failure. *Current heart failure reports*, *9*(1), 14-22.

Altiparmak, I. H., Erkus, M. E., Sezen, H., Demirbag, R., Kaya, Z., Sezen, Y., Gunebakmaz, O., Asoglu, R., Besli, F., & Neselioglu, S. (2016). Evaluation of thiol levels, thiol/disulfide homeostasis and their relation with inflammation in cardiac syndrome X. *Coronary artery disease*, *27*(4), 295-301.

Ateş, İ., Özkayar, N., İnan, B., Yılmaz, F. M., Topçuoğlu, C., EREL Ö, D. F., & Yılmaz, N. (2018). Yeni Tanı Hipertansiyon Hastalarında Tiyol Disülfid Dengesi. In.

Bar–Or, D., Lau, E., & Winkler, J. V. (2000). A novel assay for cobalt-albumin binding and its potential as a marker for myocardial ischemia—a preliminary report. *The Journal of emergency medicine*, *19*(4), 311-315.

Baty, C. J., Malarkey, D. E., Atkins, C. E., DeFrancesco, T. C., Sidley, J., & Keene, B. W. (2001). Natural history of hypertrophic cardiomyopathy and aortic thromboembolism in a family of domestic shorthair cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *15*(6), 595-599.

Borgeat, K., Wright, J., Garrod, O., Payne, J., & Fuentes, V. (2014). Arterial thromboembolism in 250 cats in general practice: 2004–2012. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *28*(1), 102-108.

Campbell, F. a., & Kittleson, M. D. (2007). The effect of hydration status on the echocardiographic measurements of normal cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *21*(5), 1008-1015.

Castillo, C., Pereira, V., Abuelo, A., Guimarey, R., García-Vaquero, M., Benedito, J. L., & Hernández, J. (2013). Preliminary results in the redox balance in healthy cats: influence of age and gender. *Journal of feline medicine and surgery*, *15*(4), 328-332.

Costa, C. M. d., dos Santos, R. C., & Lima, E. S. (2006). A simple automated procedure for thiol measurement in human serum samples. *Jornal brasileiro de patologia e medicina laboratorial*, *42*, 345-350.

Cote, E., Manning, A. M., Emerson, D., Laste, N. J., Malakoff, R. L., & Harpster, N. K. (2004). Assessment of the prevalence of heart murmurs in overtly healthy cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *225*(3), 384-388.

Dhalla, A. K., Hill, M. F., & Singal, P. K. (1996). Role of oxidative stress in transition of hypertrophy to heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, *28*(2), 506-514.

Dickinson, D. A., & Forman, H. J. (2002). Cellular glutathione and thiols metabolism. *Biochemical pharmacology*, *64*(5-6), 1019-1026.

Dirican, N., Dirican, A., Sen, O., Aynali, A., Atalay, S., Bircan, H. A., Oztürk, O., Erdogan, S., Cakir, M., & Akkaya, A. (2016). Thiol/disulfide homeostasis: a prognostic biomarker for patients with advanced non-small cell lung cancer? *Redox Report*, *21*(5), 197-203.

Egenvall, A., Nødtvedt, A., Häggström, J., Ström Holst, B., Möller, L., & Bonnett, B. (2009). Mortality of life-insured Swedish cats during 1999–2006: Age, breed, sex, and diagnosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *23*(6), 1175-1183.

Elliott, P., Andersson, B., Arbustini, E., Bilinska, Z., Cecchi, F., Charron, P., Dubourg, O., Kühl, U., Maisch, B., & McKenna, W. J. (2008). Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European Society Of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *European heart journal*, *29*(2), 270-276.

Erel, O., & Erdoğan, S. (2020). Thiol-disulfide homeostasis: an integrated approach with biochemical and clinical aspects. *Turkish Journal of Medical Sciences*, *50*(10), 1728-1738.

Erel, O., & Neselioglu, S. (2014). A novel and automated assay for thiol/disulphide homeostasis. *Clinical biochemistry*, *47*(18), 326-332.

Flanders, J. (1986). Feline aortic thromboembolism. *The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian (USA)*.

Fox, P. R., Keene, B. W., Lamb, K., Schober, K. A., Chetboul, V., Luis Fuentes, V., Wess, G., Payne, J. R., Hogan, D. F., & Motsinger-Reif, A. (2018). International collaborative study to assess cardiovascular risk and evaluate long-term health in cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy and apparently healthy cats: the REVEAL study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *32*(3), 930-943.

Fox, P. R., Keene, B. W., Lamb, K., Schober, K. E., Chetboul, V., Luis Fuentes, V., Payne, J. R., Wess, G., Hogan, D. F., & Abbott, J. A. (2019). Long-term incidence and risk of noncardiovascular and all-cause mortality in apparently healthy cats and cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *33*(6), 2572-2586.

Gaze, D. C. (2009). Ischemia modified albumin: a novel biomarker for the detection of cardiac ischemia. *Drug metabolism and pharmacokinetics*, *24*(4), 333-341.

Gürler, G., Soylu, K. O., & Yemişci, M. (2021). İskemik inmenin gizemli fenomeni: No-reflow. *Türk Beyin Damar Hastalıkları Dergisi*, *27*(3), 179-190.

Hogan, D. F., & Brainard, B. M. (2015). Cardiogenic embolism in the cat. *Journal of Veterinary Cardiology*, *17*, S202-S214.

Hogan, D. F., Fox, P. R., Jacob, K., Keene, B., Laste, N. J., Rosenthal, S., Sederquist, K., & Weng, H.-Y. (2015). Secondary prevention of cardiogenic arterial thromboembolism in the cat: the double-blind, randomized, positive-controlled feline arterial thromboembolism; clopidogrel vs. aspirin trial (FAT CAT). *Journal of Veterinary Cardiology*, *17*, S306-S317.

Jansen, E., & Ruskovska, T. (2015). Serum biomarkers of (anti) oxidant status for epidemiological studies. *International Journal of Molecular Sciences*, *16*(11), 27378-27390.

Jonas, C. R., Ziegler, T. R., Gu, L. H., & Jones, D. P. (2002). Extracellular thiol/disulfide redox state affects proliferation rate in a human colon carcinoma (Caco2) cell line. *Free Radical Biology and Medicine*, *33*(11), 1499-1506.

Kundi, H., Erel, Ö., Balun, A., Çiçekçioğlu, H., Cetin, M., Kiziltunç, E., Neşelioğlu, S., Topçuoğlu, C., & Örnek, E. (2015). Association of thiol/disulfide ratio with syntax score in patients with NSTEMI. *Scandinavian Cardiovascular Journal*, *49*(2), 95-100.

Luis Fuentes, V., Abbott, J., Chetboul, V., Côté, E., Fox, P. R., Häggström, J., Kittleson, M. D., Schober, K., & Stern, J. A. (2020). ACVIM consensus statement guidelines for the

classification, diagnosis, and management of cardiomyopathies in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *34*(3), 1062-1077.

Mazzaferro, E. M., Rudloff, E., & Kirby, R. (2002). The role of albumin replacement in the critically ill veterinary patient. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, *12*(2), 113-124.

Montagnana, M., Danese, E., & Lippi, G. (2018). Biochemical markers of acute intestinal ischemia: possibilities and limitations. *Annals of translational medicine*, *6*(17).

Nicholson, J., Wolmarans, M., & Park, G. (2000). The role of albumin in critical illness. *British journal of anaesthesia*, *85*(4), 599-610.

Patel, R., Nagueh, S. F., Tsybouleva, N., Abdellatif, M., Lutucuta, S., Kopelen, H. A., Quinones, M. A., Zoghbi, W. A., Entman, M. L., & Roberts, R. (2001). Simvastatin induces regression of cardiac hypertrophy and fibrosis and improves cardiac function in a transgenic rabbit model of human hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*, *104*(3), 317-324.

Payne, J., Borgeat, K., Connolly, D., Boswood, A., Dennis, S., Wagner, T., Menaut, P., Maerz, I., Evans, D., & Simons, V. (2013). Prognostic indicators in cats with hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *27*(6), 1427-1436.

Payne, J., Luis Fuentes, V., Boswood, A., Connolly, D., Koffas, H., & Brodbelt, D. (2010). Population characteristics and survival in 127 referred cats with hypertrophic cardiomyopathy (1997 to 2005). *Journal of Small Animal Practice*, *51*(10), 540-547.

Payne, J. R., Brodbelt, D. C., & Fuentes, V. L. (2015). Cardiomyopathy prevalence in 780 apparently healthy cats in rehoming centres (the CatScan study). *Journal of Veterinary Cardiology*, *17*, S244-S257.

Sari, M., Erkorkmaz, U., Kocayigit, I., Omar, B., Alizade, E., Aksoy, M., Uslu, A., Cakar, G. C., & Pala, S. (2021). Dynamic thiol/disulphide homeostasis in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Herz*, *46*(2), 164-171.

Schnelle, A. (2013). Assessment of serum cobalt binding with diseases of domestic cats.

Smith, S. A., & Tobias, A. H. (2004). Feline arterial thromboembolism: an update. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, *34*(5), 1245-1271.

Smith, S. A., Tobias, A. H., Jacob, K. A., Fine, D. M., & Grumbles, P. L. (2003). Arterial thromboembolism in cats: acute crisis in 127 cases (1992–2001) and long-term management with low-dose aspirin in 24 cases. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *17*(1), 73-83.

Steinberg, S. F. (2013). Oxidative stress and sarcomeric proteins. *Circulation research*, *112*(2), 393-405.

Sugden, P. H., & Clerk, A. (2006). Oxidative stress and growth-regulating intracellular signaling pathways in cardiac myocytes. *Antioxidants & redox signaling*, *8*(11-12), 2111-2124.

Taskiran-Sag, A., Yemisci, M., Gursoy-Ozdemir, Y., Erdener, S. E., Karatas, H., Yuce, D., & Dalkara, T. (2018). Improving microcirculatory reperfusion reduces parenchymal oxygen radical formation and provides neuroprotection. *Stroke*, *49*(5), 1267-1275.

TERZİ, O. S., Erdal, K., ŞENEL, Y., CEYLAN, E., NEŞELİOĞLU, S., & Özcan, E. (2022). Dynamic thiol-disulphide homeostasis and ischemia modified albumin levels in neonatal calf diarrhea. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*.

Tsutsui, H., Kinugawa, S., & Matsushima, S. (2011). Oxidative stress and heart failure. *American journal of physiology-Heart and circulatory physiology*, *301*(6), H2181-H2190.

Wagner, T., Fuentes, V. L., Payne, J. R., McDermott, N., & Brodbelt, D. (2010). Comparison of auscultatory and echocardiographic findings in healthy adult cats. *Journal of Veterinary Cardiology*, *12*(3), 171-182.

Wilkie, L., Smith, K., & Fuentes, V. L. (2015). Cardiac pathology findings in 252 cats presented for necropsy; a comparison of cats with unexpected death versus other deaths. *Journal of Veterinary Cardiology*, *17*, S329-S340.

Yardim-Akaydin, S., Özkan, Y., Özkan, E., Torun, M., & Şimşek, B. (2003). The role of plasma thiol compounds and antioxidant vitamins in patients with cardiovascular diseases. *Clinica Chimica Acta*, *338*(1-2), 99-105.

Yemisci, M., Gursoy-Ozdemir, Y., Vural, A., Can, A., Topalkara, K., & Dalkara, T. (2009). Pericyte contraction induced by oxidative-nitrative stress impairs capillary reflow despite successful opening of an occluded cerebral artery. *Nature medicine*, *15*(9), 1031-1037.

Zhang, Z. G., Chopp, M., Goussev, A., Lu, D., Morris, D., Tsang, W., Powers, C., & Ho, K.-L. (1999). Cerebral microvascular obstruction by fibrin is associated with upregulation of PAI-1 acutely after onset of focal embolic ischemia in rats. *Journal of Neuroscience*, *19*(24), 10898-10907.

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN (NTE) MADEN YATAKLARINDA KÖKEN BELİRTECİ OLARAK KULLANILMASI

Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI
Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi,
berna.yavuz@yobu.edu.tr,-
ORCID ID 0000-0003-0127-8525

ÖZET

Nadir Toprak Element (NTE) jeokimyası, jeokimya süreçlerinin belirlenmesinde önemli bir yöntemdir. NTE analizleri NAA ve MS yöntemleriyle yapılmakta ve genel olarak sonuçlar, Kondrit (CN), C1 Kondrite, NASC (Kuzey Amerika Şeyl Bileşeni), Ortalama Şeyle(ŞN), PAAS (Post Arkean Avustralya Şeylleri) gibi referans değerlere göre normalize edilmektedir.
NTE'lerin normalize değerleri her tarafındaki artan duraylılığı nedeniyle karakteristik zig-zag modelleri (patternleri) seçilerek çizilir. NTE patternlerinin normalize değerlerindeki bolluk pikleri, örneklerin jeokimyasal tarihçesini yansıtır. Büyük iyon litofil elementler (LİLE) gibi NTE patternleri de cevher oluşum kaynaklarının aranmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. NTE jeokimyası, jeokimya süreçlerinin belirlenmesinde önemli bir yöntemdir. Bu derinlik, alkalinite, oksijen, opal ve kalsiyum karbonat içerikleriyle yakın değişkenlik gösterir. Uçucular, kayaç ve cevher oluşum süreçleri içinde oldukça önemli veriler sunar. Bu nedenle NTE'ler hassas bir köken belirtecidir. Magmatik süreçler içinde bunların davranışları E-M-A (eriyik-mineral-akışkan) tarafından yönlendirilmektedir.
Bazalt ve lamproit eriyiği ile birlikte çözeltiler (H2O, H2O + HCI) içindeki NTE ve Y'un dağılımı, 1100–1300 °C sıcaklık aralığında ve 1–14 kbar basınç aralığındadır. Europium (Eu), asit-bazik özelliklerde farklı iç kökenli (endojenik) süreçlerde Eu^{+2} ve Eu^{+3} formunda rol oynar. E-M-A sistemleri içinde Eu'un dağılımı, akışkanın denge (redoks) şartları ve asidiklik-baziklik tarafından etkilenir. Yapılan NTE ölçümlerinde ortamın fiziko kimyasal şartları ; pH, özel geçirgenlik ve iletkenlik, sıcaklık, oksijen çözünürlülüğü, oksidasyon redüksiyon potansiyeli, (Eh) alkalinite, demir çökelimi ve H_2S konsantrasyonları önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Nadir Toprak Element (NTE) jeokimyası, fiziko kimyasal şartlar, E-M-A (eriyik-mineral-akışkan), iç kökenli (endojenik) süreçler,

USING RARE EARTH ELEMENTS (REE) TO INTERPRET THE ORIGIN OF ORE DEPOSITS

ABSTRACT

Rare Earth Element (REE) geochemistry is an important method in the determination of geochemical processes. REE analyzes are performed by NAA and MS methods. In general, the results are normalized to reference values such as Chondrite (CN), C1 Chondrite, NASC (North American Shale Component), Average Shale (SN), PAAS (Post Archaean Australian Shale).

The normalized values of REEs are drawn by selecting characteristic zig-zag patterns (patterns) due to their increasing stability all around. The abundance peaks in the normalized values of REE patterns reflect the geochemical history of the samples. REE patterns, as well as large ion lithophile elements (LILE), are widely used in the exploration of ore formation sources. REE geochemistry is an important method in the determination of geochemical processes. These; It varies closely with depth, alkalinity, oxygen, opal and calcium carbonate contents. Volatile compounds provide very important data in rock and ore formation processes. Therefore, REEs are a sensitive marker of origin. Their behavior in magmatic processes is guided by M-M-F (Molten-Mineral-Fluid). The distribution of REE and Y in solutions (H_2O, H_2O + HCl) together with basalt and lamproite melt is in the temperature range of 1100–1300 °C and pressure range of 1–14 kbar. Europium (Eu) plays a role in acid-basic properties in different endogenic processes, in the form of Eu^{+2} and Eu^{+3}. The distribution of Eu in M-M-F systems is affected by the equilibrium (redox) conditions of the fluid and acidity-basicity. Physico-chemical conditions of the environment in REE measurements; pH, specific permeability and conductivity, temperature, oxygen solubility, oxidation reduction potential, (Eh) alkalinity, iron precipitation and H_2S concentrations are important.

Keywords: Rare Earth Element (REE) geochemistry, physicochemical conditions, M-M-F (melt-mineral-fluid), internal origin (endogenic) processes.

1. GİRİŞ

NTE'leri atom numarası lantan ile lütesyuma arasındaki 15 elementten oluşan lantanitler grubu ile bu grupla kimyasal benzerliği olan, skandiyum ve yitriyumla birlikte toplam 17 adet element bu grubu oluşturur.
Bunlar;
1) Hafif nadir toprak elementleri (HNTE) veya seryum grubu (Lantan, Seryum, Prosodmiyum, Neodmiyum, Prometyum, Samaryum, Yuropiyum).
2) Ağır nadir toprak elementleri (ANTE) veya yitriyum grubu (Gadolinyum, Terbiyum, Disporsiyum, Holmiyum, Erbiyum, Thulmiyum, Yitterbiyum, Lütesyum, Yitriyum, Skandiyum) olarak iki gruba ayrılırlar.
NTE'leri özellikle $^{+3}$ değerlikli hallerinde, birbirlerine çok benzeyen özellikler gösterirler. Kuvvetli elektropozitif olmaları nedeniyle, üretilmeleri zordur. Çoğunun iyon hallerinin karakteristik renkleri vardır.
Nadir toprak elementleri çok benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Bu benzer büyüklükte yarıçap ve $^{+3}$ yüklü olmalarından kaynaklanmaktadır. Bazı durumlarda kimyasal davranışlarında ufak tefek farklılıklar görülmektedir. Buda artan atom sayıları ve iyon yarı çaplarının büyümesinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 1-2).

Çizelge 1. NTE'lerinin koordinasyon için iyon yarıçap ve iyon yükleri (Yavuz, 2006).

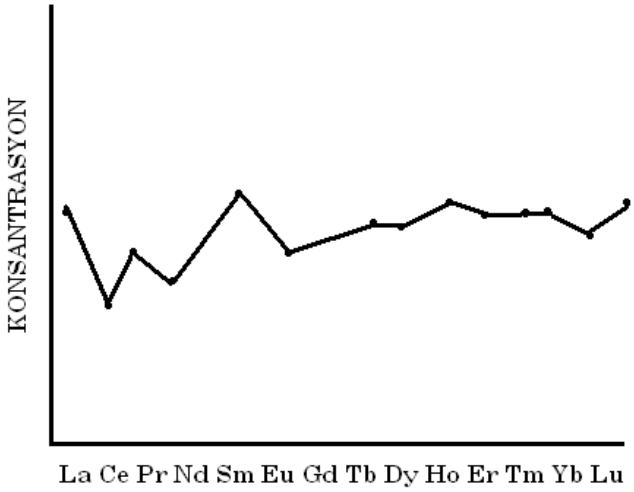
Atom No	İsim	Sembol	Koordinasyon İçin Iyon Yarıçapı	*Iyon Yükü*
57	Lantanyum	La	1.160 °A	La^{+3}
58	Seryum	Ce	1.143 °A/0.970 °A	Ce^{+3}/Ce^{+4}
59	Prosodmiyum	Pr	1.126 °A	Pr^{+3}
60	Neodmiyum	Nd	1.109 °A	Nd^{+3}
61	Prometiyum	Pm	Doğal oluşumu	yok
62	Samaryum	Sm	1.079 °A	Sm^{+3}
63	Yuropiyum	Eu	1.066 °A/ 1.256 °A	Eu^{+3}/Eu^{+2}
64	Gadoliniyum	Gd	1.053 °A	Gd^{+3}
65	Terbiyum	Tb	1.040 °A	Tb^{+3}
66	Disporsium	Dy	1.027 °A	Dy^{+3}
67	Holmiyum	Ho	1.015 °A	Ho^{+3}
68	Erbiyum	Er	1.004 °A	Er^{+3}
69	Thuliyum	Tm	0.994 °A	Tm^{+3}
70	Yitterbiyum	Yb	0.985 °A	Yb^{+3}
71	Lutesyum	Lu	0.977 °A	Lu^{+3}
39	Yitriyum	Y	1.019 °A	Y^{+3}

Çizelge.2 NTE'lerin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Yavuz, 2006).

Element	Sembol	Atom no.	Atom ağr.	Yoğunluk	Değerlik	Erime noktası (°C)	Kaynama noktası (°C)	Kabuktaki bolluğu (ppm)	Kabuksal bolluk sırası	Tercih edilen analiz metodu
Lantanyum	La	57	138,9	6,15	3	918	3464	30	28.	MS
Seryum	Ce	58	140,12	6,77	3, 4	789	3443	60	26.	MS
Prosodmiyum	Pr	59	140,98	6,44	3	931	3520	7	37.	MS
Neodmiyum	Nd	60	144,24	7,01	3	1021	3074	25	27.	MS
Prometiyum	Pm	61	145	7,26	3	1042	3000	$4,5x10^{-20}$		
Samaryum	Sm	62	150,4	7,52	3	1074	1794	5	40.	MS
Yuropiyum	Eu	63	151,96	5,2	3, 2	822	1527	1	50.	MS
Gadolinyum	Gd	64	157,25	7,9	3	1313	3273	4	41.	MS
Terbiyum	Tb	65	158,93	8,23	3	1356	3230	0,7	58.	MS
Disporsiyum	Dy	66	162,5	8,55	3	1412	2567	3,5	42.	MS
Holmiyum	Ho	67	164,93	8,8	3	1474	2700	0,8	55.	MS
Erbiyum	Er	68	167,26	9,1	3	1529	2868	2,3	43.	MS
Thuliyum	Tm	69	168,93	9,34	3	1545	1950	0,32	61.	MS
Yitterbiyum	Yb	70	173,04	7	3	819	1196	2,2	44.	MS
Lutesyum	Lu	71	174,97	9,84	3	1663	3402	0,4	59.	MS
Skandiyum	Sc	21	44,96	3	3	1541	2836	8	36.	NAA
Yitriyum	Y	39	88,91	4,47	3	1522	3338	30	29.	MS
Thoriyum	Th	90	232,04	11,8	3	1750	4850	6	39.	NAA
Lantanyum	La	57	138,9	6,15	3	918	3464	30	28.	MS

NTE jeokimyası, jeokimya süreçlerinin belirlenmesinde önemli bir yöntemdir (Brookins, 1989). NTE analizleri NAA ve MS yöntemleriyle yapılmakta ve genel olarak sonuçlar, Kondrit (CN), C1 Kondrite, NASC (Kuzey Amerika Şeyl Bileşeni), Şeyle (ŞN), PAAS (Post Arkean Avustralya Şeylleri) gibi referans değerlere göre normalize edilmektedir. NTE'lerin normalize değerleri her tarafındaki artan duraylılığı nedeniyle karakteristik zig-zag modelleri (patternleri)

seçilerek çizilir ve bu NTE modelleri (patternleri) içindeki zayıf değişimler kabul edilebilir (Görsel 1).



Görsel 1. NTE'lerin karakteristik zig-zag patternleri.

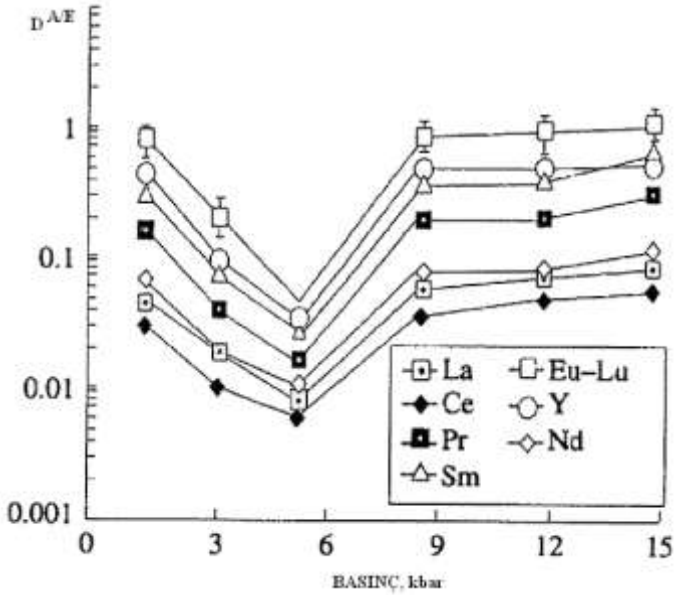
2. YÜKSEK BASINÇLI MAGMATİK AKIŞKANLARIN CEVHER SİSTEMLERİ İÇİNDEKİ NTE DAĞILIMLARI

Uçucular, kayaç ve cevher oluşum süreçleri içinde en önemli faktörlerdendir. Bu nedenle NT ve NTE'ler açısından da hassas bir köken belirtecidir. Magmatik süreçler içinde bunların davranışları E-M-A (eriyik-mineral-akışkan) tarafından yönlendirilmektedir.

2.1 Akışkan ve eriyikler arasında NTE'lerin dağımı

2.1.1 Basınç (P), sıcaklık (T) ve bileşenin etkisi

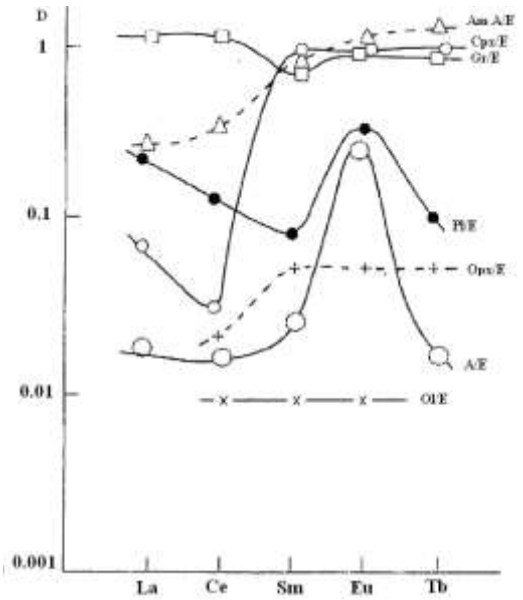
Bazalt ve lamproit eriyiği ile birlikte çözeltiler (H_2O, H_2O + HCI) arasında NTE ve Y'un dağılımı, 1100–1300 °C sıcaklık aralığında ve 1–14 kbar basınç aralığında oluşmaktadır. Bu bazalt sistemlerinde DA/E oran dağılımı La'dan Lu'a yarı düzenli olarak artar ve HNTE'ler, lamproit sisteminde düzenli olarak artar. NTE'lerin DA/E ve NTE uçucuları oksijen, klorin yakınlığı arasında iyi bir ilişki gözlenmiştir. 1–9 kbar basınç aralığında NTE DA/E'nin basınçla ilişkisi son derece belirgindir ve bunlardan ayrı olarak 5 kbar'da minumun olarak görülmektedir (Görsel 2). NTE'lerin DA/E 9–14 kbar basınç aralığında dar bir sınır içinde dağıldığı gözlenmiştir. NTE DA/E 1200 °den 1100 °C'ye azalan sıcaklıklar ile az miktarda artış gösterir. Bu çalışma sonucunda kristalizasyon diferansiyasyon, fraksiyanizasyon ile karşılaştırıldığında NTE'lerinin E-A dağılımı magmadan gaz çıkışı esnasında NTE fraksiyanizasyonu doğrulamaktadır (Zharikov and Gorbachev 1993).



Görsel 2. T=1200 °C deki basınç altında NTE'ler ve Y'un dağılım katsayısına karşı konumu.

2.1.2 Asit-bazik etkileşimi ve Eu'un fraksiyanizasyonu

Europium (Eu), asit-bazik özelliklerde farklı iç kökenli (endojenik) süreçlerde Eu^{+2} ve Eu^{+3} formunda rol oynar. E-M-A sistemleri içinde Eu'un dağılımı, akıĢkanın denge (redoks) şartları ve asidiklik-baziklik tarafından etkilenir. Öyle ki T=1100 °C, P= 5 kbar, asidik akışkanların etkisinde Eu oranı belirgin oranda maksimum olarak belirlenmiştir (Görsel 3). Maksimuma ulaştığında asidik eriyiklerde Eu+2 çözünürlülüğü ile büyük oranda ilişkilidir. Granodiyoritler içinde minimum olan veriler, post magmatik ve metamagmatik safhanın asidik akışkanlarının etkisiyle ilişkisi olabilir (Zharikovand Gorbachev, 1993) (Görsel 3).



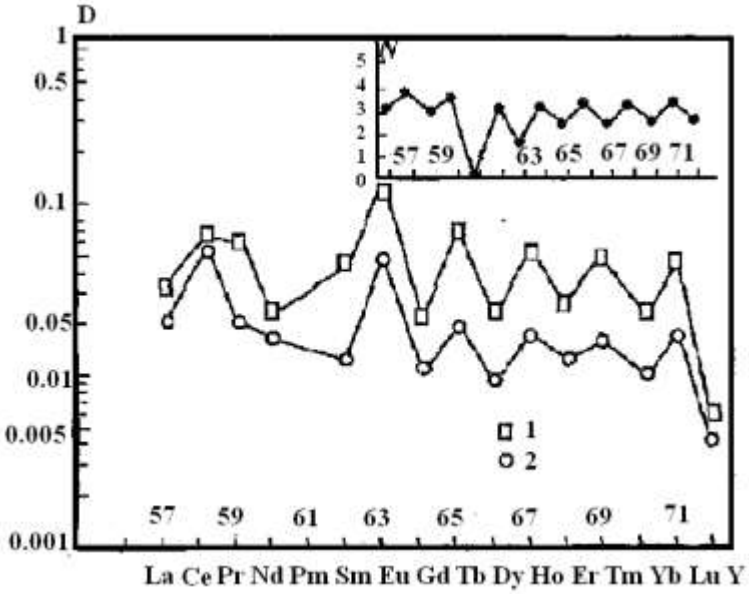
Görsel 3. Akışkan ve bazalt eriyikleri ile kayaç oluşum mineralleri arasındaki nadir toprak elementlerin dağılım katsayıları.

2.1.3 Bazik magmanın kabuk kirlenmesinin modellemesi; NTE ve Y dağılımı

Bazalt erikleri içinde, NTE ve Y„ un dağılımı, ıslak ve kuru şartlarda, P=5 kbar, T=1100 °C'de anhidrit, dolomit ve marn kayaçları ile bazalt eriyikleri içinde NTE ve Y dağılımı, çalışmada başlangıç bileşenine oranla bazaltlarda NTE ve Y da bir zenginleşme olduğu tespit edilmiştir. Tercihen Orta Nadir Toprak Element (ONTE) ve Ağır Nadir Toprak Elementler (ANTE)'lerde zenginleştiği ve Hafif Nadir Toprak Element (HNTE) de dereceli olarak bir azalma olduğu belirlenmiştir (Gorbachev and Khodorevskaya 1995, Lightfoot, et al. 1994).

2.1.4 Sülfür ve bazalt eriyikleri arasında NTE ve Y'un dağılımı

NTE ve Y, sülfür eriyiklerinde, düşük ve farklı yakınlıklarla karakterize edilmiştir. T=1200 °C, P=5 kbar'da NTE ve Y'un D n.10-3'den n.10-1'e değişir. HNTE'lerden ANTE'lere bir azalma olmakta, NTE ve Y, fO2 büyümesi ile arttığı görülmektedir (Görsel 4). Tahminen sülfit-silika tabakalanmasında NTE fraksiyanizasyonu bununla kanıtlanır. Sülfit oluşumu magmatik komplekslerin oluşumu ve bazik magmatik evrim ile bu kuşak içinde sülfit kontrolünün jeokimyasal bir belirteç gibi NTE ve NT (Sm/Eu, Nd/Sm, Gd/Tb, Pt/Y, Pd/Y, Cu/Y) ilişkilerinin etkinliği Norilsk bölgesinin efüzif örneklerinde de tespit edilerek ortaya konmuştur (Gorbachev et al. 1995).



Görsel 4. T=1200ºC sıcaklık, P=5 kbar basınç altında sülfit ve bazalt eriyikleri arasında nadir toprak elementlerinin dağılım katsayıları. 1 - QFM, 2 - CCO.

3. NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN ORTAMSAL DAVRANIŞLARI

Yapılan NTE ölçümlerinde ortamın; pH, özel geçirgenlik ve iletkenlik, sıcaklık, oksijen çözünürlülüğü, oksidasyon redüksiyon potansiyeli, (Eh) alkalinite, demir çökelimi ve H2S konsantrasyonları önemlidir.

$(NT(CO_3)_3)^{-3}$ ve $(NT(CO_3)_4)^{-5}$ bileşenleri CO_3^{-2} zengini akışkanlar içinde çok duraylıdır. $(NT(CO_3)_3F)^{-4}$, $(NT(CO_3)F_2)^{-}$ ve $(NT(F,Cl)_2)^{+}$ bileşenleri belirgin miktarda F^- ve Cl^- içeren akışkanlar içinde duraylıdır. Hem cevher hem de kayaçlar hidrotermal akışkanlar CO_3^{-2} veya HCO_3^- olarak zenginleşme gösterdiğinden bir miktar karbonat içermektedir.

Fe-Cu cevheri, benzer olarak yüksek sıcaklıklarda hidrotermal akışkanlar içinde F^- içermektedir. Bu nedenle NTE'ler yüksek sıcaklık döneminde başlıca $(NT(CO_3)_3F)^{-4}$, $(NT(CO_3)F_2)^-$, $(NT(F,Cl)_2)^+$, $(NT(CO_3)_3{}^{-3}$ ve $(NT(CO_3)_4{}^{-5}$ bileşikleri şeklinde taşınırlar.
Düşük sıcaklık döneminde $(NT(CO_3)_3{}^{-3}$ ve $(NT(CO_3)_4{}^{-5}$ bileşikleri, F^- gibi yüksek sıcaklık mineralleri, kristalizasyonunun devam etmesiyle hidrotermal akışkanlardan ayrılmaya devam eder. Sıcaklık dereceli olarak azalırken F^- yoğunlaşmasının (konsantrasyonun) artması devam eder.
NTE'lerin genel olarak epidoskarn oluşumları boyunca immobil olduğu ve hidrotermal akışkanların NTE konsantrasyonlarının alümina kökenli kayaçlara oranla oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte NTE'lerin türünü en etkin olarak sıcaklık faktörü kontrol ettiği görülmüştür (Sverjensky 1984, Bau 1991).
NTE'leri hidrotermal ve metamorfik süreçler boyunca immobildir (Maclean, 1988). Bu hidrotermal akışkanlar içindeki oransal olarak Eu ve HNTE fraksiyonlanması ile kanıtlanır (Slack 1996, Jiang et al. 2004).

4. HNTE, ANTE ve ONTE' LERİN KARAKTERİSTİKLERİ

4.1 Hafif Nadir Toprak Element (HNTE)'lerin karakteristikleri

HNTE bileşenleri, ANTE bileşenlerinden çok duraylıdır (Humphris 1984, Cantrell and Bryne, 1987). HNTE'lerdeki önemsiz azalma; sıvı ayrımından önce K-feldspatların kristal fraksiyonu ile tamamen açıklanabilir. HNTE'lerindeki zenginleşme, hidrotermal sistemin herhangi bir yerinde NTE'lerin yıkanarak yeniden depolanması anlamını taşıyabilir. Damar, volkanik kayaç ve granit porfirilerin hepsinde HNTE zenginleşmeleri vardır. Volkanik kayaçların NTE dağılım modellemesi, granit porfirilerine benzerdir. Damarların NTE dağılım modelleri (patternleri), volkanik kayaç ve granit porfirlerinin ikisiyle karşılaştırıldığında, belirgin pozitif (+) Ce ve Eu aykırılıkları (anomalileri) ve düşük ANTE varlığı ile ayırt edilmektedir. Hidrotermal altere kayaçlarda, HNTE zenginleşmesi ve güçlü negatif (-) Eu aykırılığı (anomalisi) karakteristiktir. Düşük sıcaklık hidrotermal aktivitesi ile ilişkili olarak deniz tabanındaki alterasyon, altere volkanik kayaçların iz elemen jeokimyasıyla silisifikasyon belirlenebilir. Altere volkanik kayaçlar genellikle Fe, Mg, Ca, Na, Mn, Sr, Co, Ni, Cu ve Zn„nin azalması, Si, K, Rb, Ba ve U zenginleşmesiyle ilişkilidir ve HNTE'ler ANTE'lere oranla zenginleşmiş olur (Hofmann 2005).

4.2 Ağır Nadir Toprak Element (ANTE)'lerin Karakteristikleri

ANTE'lerdeki zenginleşme demirin diyajenik bir zenginleşmesini belirtebilir (Fryer, 1977). ANTE'lerdeki kase şeklindeki patternler, sıvı ayrışımdan ya önce ya sonra, hornblent, apatit veya zirkon gibi minerallerin mineralizasyonunu yansıtmaktadır.

4.3 Orta Nadir Toprak Element (ONTE)'lerin Karakteristikleri

ONTE zenginleşmesi, sıcaklıkla doğal karasal (terrestrial) akışkanlar ve asit yıkanmalarında (leaching) gözlenmesi karakteristiktir (Johannesson ve diğ. 1996b; Johannessons ve Lyons 1995; Schaltegger ve diğ 1994; Fee ve diğ. 1992; Gassolin ve diğ. 1992). Asidik kaynaktan çıkan NTE bileşeni pH:2.7'de güçlü Eu anomalisi, önemsiz Ce anomalisi ve ONTE zenginleşmesi gösterir. Son zamanlarda iyi olarak anlaşılmamış olmasına rağmen Johannesson et al. (1996b), yüzeysel tabakalar ve ikincil fazlarla çözünmesi ile yüzey karmaşıklarının katı-sıvı değişim reaksiyonlarının olduğunu ileri sürerek bunların ONTE zenginleşmesine neden olabileceğini ileri sürülmektedir.

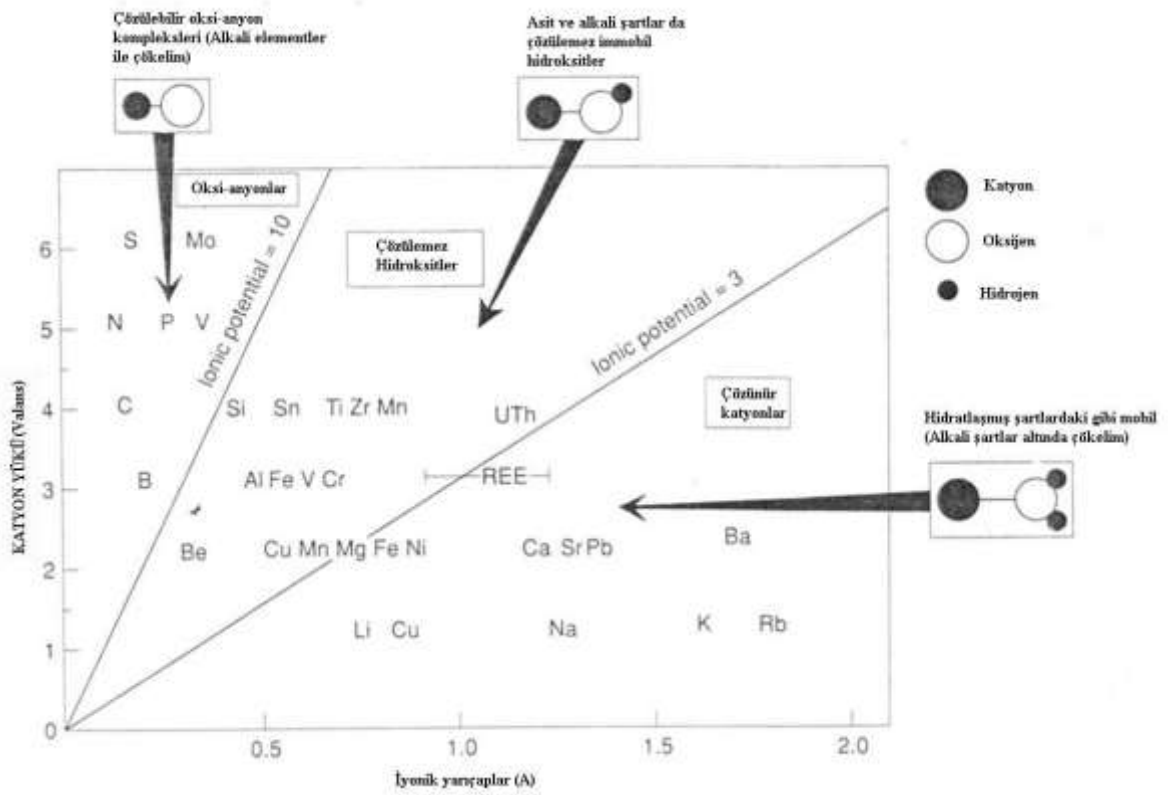
5. NADİR TOPRAK ELEMENT SU ETKİLEŞİMİ

NTE'lerin su jeokimyası öncelikle yüksek değişim ve yüksek iyonik potansiyelle etkilenir. Normalde NTE'ler çok uyumlu davranış sergiledikleri için beklenen örneklerin (patternlerin) dağılımları su sistemlerinin jeokimyasal gelişiminde gerekli süreçlerin anlaşılmasına yardımcı olabilir. 25 °C'deki su çözeltilerinin içinde NTE'leri hakim olarak okside durumda üç değerlidir ($^{+3}$) (trivalenttir). Bununla birlikte aşırı indirgen şartlar altında Eu^{+2}, Sm^{+2} ve Yb^{+2} oluşurken, bununla birlikte oksidasyon şarlarında Ce^{+3}, Ce^{+4}' oksidize olabilir (Handerson 1984). Ce^{+3}'ün Ce^{+4}'e oksidasyonu % 15 civarında iyonik yarıçapta bir azalmaya sebep olur. Buda elementlerin yüzey tepkiselliğini (reaktivitesini) artırır ve okside sular içinde normalde azalmış olarak bulunur.

Doğal sulardaki NTE bollukları, hidrotermal sulardakinden genelde çok daha düşüktür. Tipik olarak birkaç kayaç tipi içinde oluşan seviyelerde daha düşük oranda oluşur. Yalnızca çok sıcak hidrotermal sıvılarda ppm aralığını aşar (McLannan 1989). Asidik sular içindeki NTE konsantrasyonları azalan pH ile artar, fakat Cu, ve Zn gibi cevher elementlerinde düşük magnitüde olma eğilimindedir. Doğal asidik kaynaklar, negatif (-) Ce aykırılıklarıyla (anomalileriyle) karakterize edilmektedir. Nehir sedimanları genel olarak orta nadir toprak elementlerce (ONTE) zenginleşir ve toplam sediman ve yüzey suları ONTE>HNTE>ANTE şeklinde sıralanmaktadır.

pH nehir suları içindeki NTE jeokimyasını yakından etkiler ve çok önemli bir parametredir.

Fe zengini yığınlar ve maden bölgelerindeki atıkların yıkanması, Fe-oksit ve Fe oksi-hidroksitlerin nehir suyu içindeki NTE'lerin hem akıntı hem de hareketlerinde önemli roller oynamaktadır (Görsel 5).



Görsel 5. Yüzey ortamlarındaki sulu çözeltilerdeki seçilmiş iyonların oransal olarak hareketli görülen ve iyonik potansiyelleri (iyon yükü / iyon yarıçapı) baz alınan basitleştirilmiş görsel (Robb, 2005).

En ağır NTE'ler yaygın mineraller içinde, benzer derecede uyumlu olan, benzer yarıçapa sahip olmalıdır. (Al+3'ün yerine geçmek). Bununla birlikte iki değerlikli (divalent) durumdaki Eu^{+2} düşük oksijen kısmi basıncında oluşabilir.

5.1 Maden Bölgelerindeki Akışkanların Nadir Toprak Element Karakteri

Fe, Mg, Ti, Ni, Cr ve Zr ile birlikte akışkanların NTE yoğunluklarında bir artış söz konusudur. Maden bölgelerindeki nehir suları maden yatakları ile etkileşime geçtiklerinde konsantrasyonlarında artma görülmektedir.

6. SONUÇLAR

Benzer olarak önceki çalışmalarda, cevher oluşum hidrotermal akışkanlarının tahmin edilen fizikokimyasal şartlarda NTE içerikleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler Çeşitli araştırmalarda cevherleşmelerin NTE karakterlerini etkilediğini tespit editmişlerdir. Bunlardan bazıları şu şekilde sayılabilir.

1. Fe, Mg, Ti, Ni, Cr ve Zr ile birlikte NTE konsantrasyonunda bir artış söz konusudur.
2. Sn-W yataklarındaki kayaçlar ve mineraller içinde ANTE'lerce son derece yüksek oranda zenginleşme F aktivitesi ve manto ile ilişkili bir kaynağın göstergesi olduğu yorumlanabilir (Monecke ve diğ. 2000).

3. Placios ve diğ. 1986' ya göre NTE içerikleri, Cu-Ag mineralizasyonunun safhasının belirlenebileceğini ileri sürmüşlerdir.
4. Çalışılmış Pb damarlarındaki ANTE artışı saha ve mikroskobik veriler tarafından belirlenebileceği gibi magmatizmadan sonrada oluşup oluşmadığı yorumlanabilir.
5. Asidik sular içindeki NTE konsantrasyonu azalan pH ile artmaktadır. Fakat Cu ve Zn gibi cevher elementlerinden daha az büyüklükte olma eğilimindedir.
6. Analiz ve laboratuar çalışmaları NTE'lerin çözünürlülüğünün Fe ve Al kolloid oluşumları tarafından etkilenir. Ancak pH: 4.5'dan daha büyük değerlerde Al ile birlikte çökelen demirden daha güçlü olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Bau, M. *Rare earth element mobility during hydrothermal and metamorphic fluid-rock interaction and the significance of the oxidation state of europium.* Chem. Geol., 93, pp. 219-230. 1991.
[2] Cantrell, K.J. and Bryne R.H. *Rare earth element complexation by carbonate and oxolate ions.* Geochimica Cosmochimica Acta, 51, 597-605. 1987.
[3] Fee, J.A., Gaudette, H.E., Lyons, W.B., Long, D.T. *Rare earth element distribution in the Lake Tyrell goundwaters, Victoria, Australia*. Chem. Geol. 96, pp. 67– 93. 1992.
[4] Fryer, B.J. *Rare earth evidence in iron-formations for changing Precambrian oxidation states.* Geochemica et Cosmochimica Acta, 41, pp. 361-367. 1977.
[5] Gorbachev N.S., Khodorevskaya L.I. *Distribution of Cl between water fluid and basalt melts at high pressures: behavior of Cl and water in the processes of magmatic degazation.* // Dokl. RAS, V 340, N 5, pp. 672-675, 1995
[6] Gorbachev N.S., Lightfoot P., Docherty V., Naldrett A. *The pioneer data on the experimental modelling of the crust contamination of basic magmas: distribution of rare earth elements and yttrium*. // Dokl. RAS, , V 335, N 1, pp. 81-83. 1994
[7] Gosselin, D.G., Smith, M.R., Lepel, E.A., Laul, J.C., 1992. *Rare earth elements in chloride rich groundwater, Palo Duro Basin, Texas, USA.* Geochim. Cosmochim. Acta 56, pp. 1495–1505.
[8] Henderson, P. *Rare Earth Element Geochemistry*, Elsevier, pp. 510. 1984.
[9] Hofmann, A. *The geochemistry of sedimentary rocks from the Fig Tree Group, Barberton greenstone belt: Implications for tectonic, hydrothermal and surface processes during mid-Archaean times.* Precambrian Research 143, pp. 23–49. 2005.
[10] Humphris, S. E. *The mobility of the rare-earth elements in the crust, in: Henderson, P., ed., Rare-earth Element Geochemistry*, Elsevier Science Publishing Company Inc., New York. 1984.
[11] Jiang, S.Y., Yu, J.M and Lu, J.J. *Trace and rare-earth element geochemistry in tourmaline and cassiterite from the Yunlong tin deposit, Yunnan, China: implication for migmatitic–hydrothermal fluid evolution and ore genesis.* Chemical Geology, 209, pp. 193–213, 2004.
[12] Johannesson, K.H., Lyons, W.B., Yelken, M.A., Gaudette, H.E., Stetzenbach, K.J *Geochemistry of rare-earth elements in hypersaline and dilute acidic natural terrestrial waters: complexation behaviour and middle rare-earth element enrichment.* Chem. Geol. 133, pp. 125– 144. 1996b
[13] Johannesson, K. H. and W. B. Lyons. *Rare-earth element geochemistry of Colour Lake, an acidic freshwater lake on Axel Heiberg Island, Northwest Territories, Canada*: Chem. Geol., v.119, p. 209–223. 1995.

[14] Lightfoot, P.C., Naldrett, A.J., Gorbachev, N.S., Fedorenko, V.A., Hawkesworth, c.J., Hergt, J., and Doherty, W. *Chemostratigraphy of the Siberian Trap lavas, Noril'sk district, Russia: Implications for the source of flood basalt magmas and their associated Ni-Cu mineralisation*: Ontario Geological Survey Special Volume 5, p. 283-312, 1994

[15] Maclean, W.H. *Rare earth mobility at constant inter-NTE ratios in the alteration zone at the Phelps Dodge massive sulfide deposit, Matagami, Quebec.* Miner. Depos. 23, pp. 231–238. 1988.

[16] McLennan, S.M. *Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary processes. In: Lipin, B.R., McKay, G.A. (Eds.), Geochemistry and mineralogy of Rare Earth Elements*. Rev. Mineral., vol. 21. Mineral. Soc. Am, Washington, D.C, pp. 169– 200. 1989.

[17] Palacios, C.M., Hein, U.F., Dulski, P. *Behavior of REE during hydrothermal alteration at the Buena Esperanza copper–silver deposits, Northern Chile.* Earth Planet. Sci. Lett. 80, pp. 208–216. 1986.

[18] Robb, L.J. *Introduction to ore-forming processes* Blackwell Science Ltd, 372p. 2005

[19] Schaltegger, U., Stille, P., Rais, N., Pique, A., Clauer, N. *Neodynium and strontium isotopic dating of diagenesis and low-grade metamorphism of agrillaceous sediments.* Geochim. Cosmochim. Acta 58, pp. 1471–1481. 1994.

[20] Slack, J.F. ***Tourmaline associations with hydrothermal ore deposits*** E.S. Grew, L.N. Anovitz (Eds.), Boron: Mineralogy, Petrology, and Geochemistry, Rev. Mineral., vol. 33, pp. 559-643, 1996.

[21] Sverjensky, D. A. *Europium redox equilibria in aqueous solution.* Earth Planet.Sci.Lett., 67, pp. 70-78. 1984.

[22] Yavuz, B. *Nadir Toprak Elementleri (NTE) Yöntemiyle Maden Yataklarının Oluşum Ortamlarının Belirlenmesi.* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Semineri, 78.S. Ankara, 2006

[23] Zharikov V.A.and Gorbachev N.S. *Experimental study on the distribution of rare earth elements between fluid and basalt melt at P=5 kbar and T= 1100-1300oC.* // Dokl. RAS, V 330, N 3, pp. 363-365. 1993.

JEOLOJİK ORTAM BELİRTECİ OLARAK NADİR TOPRAK ELEMENTLER

Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI

Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

berna.yavuz@yobu.edu.tr

ORCID ID 0000-0003-0127-8525

ÖZET

Nadir toprak elementleri (NTE), tam olara az bulunurluktan ziyade alışılmamış kelimesinden gelmekte ve tarihi bir yanlış isimlendirme söz konusu olmaktadır. Daha bol olan NTE'lerinin yerkabuğundaki konsantrasyonları krom, nikel, bakır, çinko, molibden, kalay, tungsten veya kurşun gibi sıradan endüstriyel metallere benzerdir. Yaklaşık olarak 200 kadar NT minerali, mineral sınıflamasında tuzlar, karbonatlar, fosfatlar, silikatlar vb, gibi geniş bir çeşitlilik içinde dağılmaktadır. Büyük iyon yarı çapları ve (+3) üç değerli oksidasyon durumu nedeniyle, mineraller içindeki NT iyonları, O, F, OH gibi iyonlar tarafından 6-10 (cn) koordinasyon sayılarına sahiptir. Nadir toprak elementleri yeryuvarında belli bir yoğunlaşma göstererek NTE yatağı olarak değerlendirilmesinin yanı sıra, NTE içerikleri ile bazı oksit ve iz elementler kullanılarak kayaçların ayrım diyagramları çizilmek suretiyle ortamsal yorumları yapılabilir. NTE değerleri genellikle kondrite göre normalleştirilerek (Cn) elde edilen değerlerin kullanıldığı diyagramlar değerlendirilerek maden yataklarının ve kayaçların jeolojik oluşum ortamları yorumlanabilir. Kondrite normalize (La/Yb)n'a karşı (Eu/Eu*)n, Sr'a karşı (Eu/Eu*)n, Sc'ye karşı toplam NTE, (Tb/Ca)n'a karşı (Tb/La)n, (Zr/Y)n oranına karşı (Zr)n, (Zr/Y)n'e karşı (Ti/Y)n, (Cr)n'a karşı (Ce/Sr)n, (Cr)n'a karşı (Y)n, (Tb/Yb)n'e karşı (La/Yb)n, (Ti/Y)n'a karşı (Nb/Y)n, (TiO2)n'e karşı (Y/Nb)n, (Tb/Ca)n'a karşı (Tb/La)n, Log Yb_n'a karşı Log Y_n, (Sc/Eu)n'a karşı (Sr)n, (Y/Ho)n ile (Y/Ho)n'a karşı (La/Ho)n gibi ayrım diyagramları çizilerek kayaç ve cevherlerin oluşumlarının pegmatitik, hidrotermal veya sedimanter oluşumlardan hangisine ait olduğu tespit edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Nadir toprak elementler(NTE), kondrite normalize (Cn), jeolojik oluşum ortamı.

RARE EARTH ELEMENTS AS GEOLOGICAL ENVIRONMENT MARKERS

ABSTRACT

Rare Earth Elements (REE) comes from the word unusual rather than just rare, which is a historical misnomer. The concentrations of the more abundant REEs in the earth's crust are similar to those of ordinary industrial metals such as chromium, nickel, copper, zinc, molybdenum, tin, tungsten or lead. Approximately 200 RE minerals are distributed in a wide variety of mineral classifications such as salts, carbonates, phosphates, silicates, etc. Due to their large ion radii and (+3) trivalent oxidation state, RE ions in minerals have coordination numbers of 6-10 (cn) by ions such as O, F, OH. Rare earth elements show a certain concentration in the earth and are evaluated as REE beds. In addition, environmental interpretations can be made by drawing separation diagrams of rocks by using REE contents

and some oxide - trace elements. The geological formation environments of the ore deposits and rocks can be interpreted with the diagrams in which the REE values are usually normalized according to the chondrite (Cn) and the values obtained. Also, discrimination diagrams can be drawn using REE ratios, usually normalized to chondrites. Some of these ratios are such as (La/Yb)n versus (Eu/Eu*)n, Sr versus (Eu/Eu*)n, Sc versus total REE, (Tb/Ca)n versus (Tb/La) n, (Zr/Y)n versus (Zr)n, (Zr/Y)n versus (Ti/Y)n, (Cr)n versus (Ce/Sr)n, (Cr)n' a versus (Y)n, (Tb/Yb)n versus (La/Yb)n, (Ti/Y)n versus (Nb/Y)n, (TiO2)n versus (Y/Nb))n, (Tb/Ca)n versus (Tb/La)n, Log Ybn versus Log Yn, (Sc/Eu)n versus (Sr)n, (Y/Ho)n versus (Y) /Ho)n vs. (La/Ho)n. It can be determined whether the formations of rocks and ores belong to pegmatitic, hydrothermal or sedimentary formations.

Keywords: Rare earth elements (REE), chondrite normalized (Cn), geological formation environment.

1. GİRİŞ

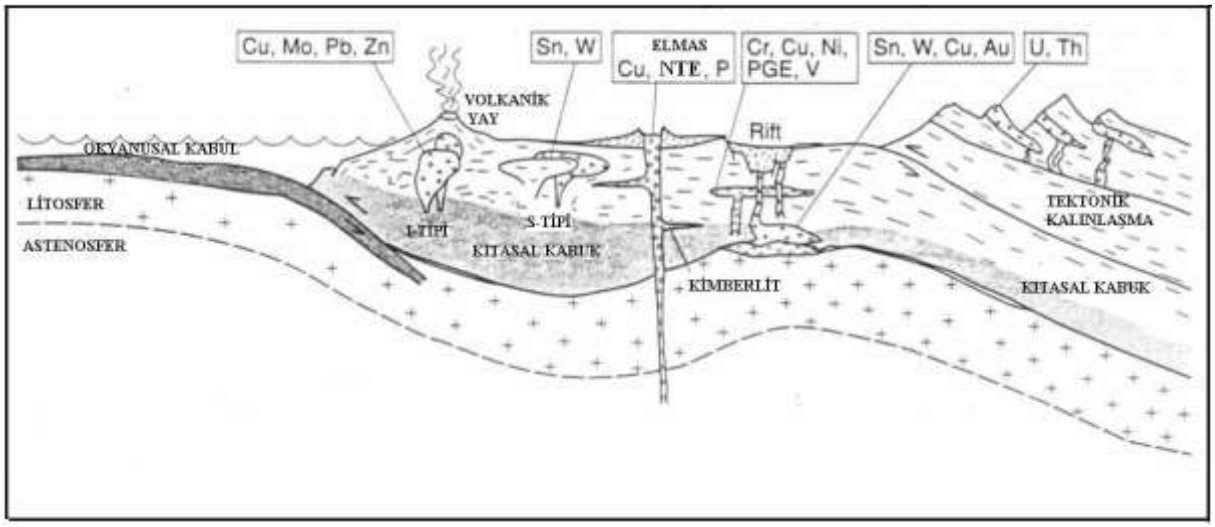
Nadir toprak elementleri jeolojide; 1) Yeryuvarında belli bir konsantrasyon oluşturduğunda bir maden yatağı özelliğine sahip olur. 2) NTE içerikleri ile bazı oksit ve iz elementler kullanılarak bazaltik kayaçlardaki gibi ayrım diyagramları çizilmek suretiyle kökensel yorumlarında kullanılmaktadır. 3) Aynı zamanda maden yataklarının oluşum ortamları hakkında bilgi veren bir belirteç olarak yatağın orijini hakkında yorumlar yapılmasında da kullanılabilen elementlerdir. NTE'leri jeokimyası, jeokimya süreçlerinin belirlenmesinde önemli bir yöntemdir (Brookins, 1989).

Yaklaşık olarak 200 kadar NT minerali, mineral sınıflamasında tuzlar, karbonatlar, fosfatlar, silikatlar vb, gibi geniş bir çeşitlilik içinde dağılmaktadır. Büyük iyon yarı çapları ve (+3) üç değerli oksidasyon durumu nedeniyle, mineraller içindeki NT iyonları, O, F, OH gibi iyonlar tarafından 6-10 cn koordinasyon sayılarına sahiptir. HNTE'ler fosfatlar ve karbonatlar içinde yoğunlaşmıştır. 8-10 cn daha fazla olanlar yoğunlaşma eğilimindedir. Diğer taraftan ANTE'ler ve Y, 6-8 cn aralığında yoğunlaşmakta ve bir miktar fosfat ve oksitler içinde bol olarak bulunmaktadır.

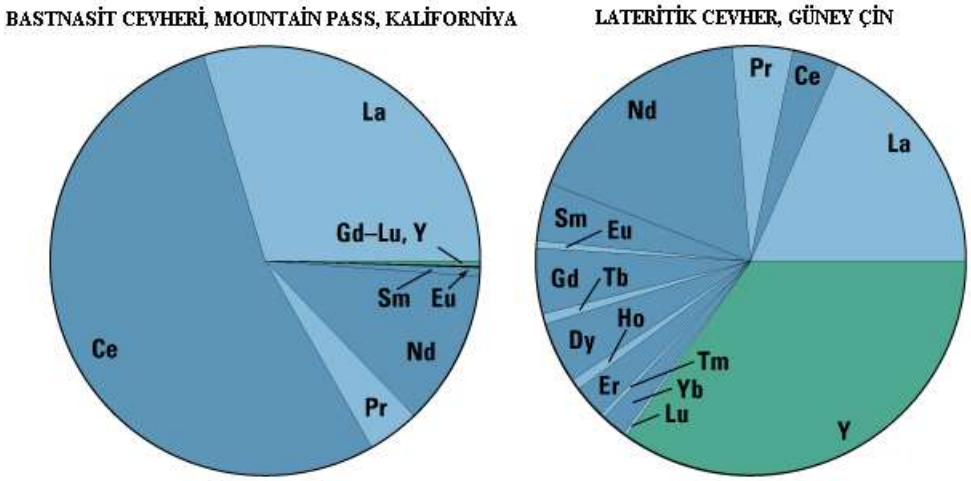
Yalnızca bir kaç mineral türü bastnasite (Ce,La)(CO3)F, monazit (Ce,La)PO4, kisenotime YPO4, ve killerle ilişkili nadir topraklar, ticari üretimler için yeniden üretilmektedir. Bayan Oba, Çin, dünyanın en büyük NT yatağıdır. Cevherin kökeni için tahmin edilen hipotezlerden biri, yatakların oluşumunda sedimanter orijinli karbonat kayaçların hidrotermal yer alma Çeklinde oluştuğudur. Hidrotermal akışkanlar bir alkali-karbonatit sokulum (intruzif) seriden çıkmış olmalıdır. Bayan Oba, dünyadaki diğer 550 karbonatit/alkali kayaçlarından daha fazla nadir toprak element içeriğine sahiptir. Dağılımı, kıtaların iç ve kenar kesimlerinde sınırlandırılmı, özellikle Prekambriyen kratonlar ve kalkanları veya büyük ölçekli rift yapılarıyla ilişkilidir (Görsel 1). Komplekslerin ana yoğunlaşma alanları, Doğu Afrika rift zonları, Kuzey İskandinavya-Kola yarımadası, Doğu Kanada ve Güney Brezilyadır. NTE sedimanter yataklarının temsilcileri, plaser yatak ve konglomera küme tipleridir. Başlıca potansiyel ülkeler, Avustralya, Hindistan, Brezilya ve Malezya'dır. Aşınmış kalıntı yatakları tropikal ve yarı-tropikal iklimler altında şekillenmiştir. Boksit ve laterit nikel yataklarıyla temsil edilir. Radyoaktif element içermeyen iyon adsorbsiyon kili Güney Çin'de bilinmektedir.

Aşınmış kabuk içindeki özel bir kil mineral-tabaka içinde NTE'ler, orijinalde NTE'lerce zengin granit ve karbonatit gibi kayaçların aşınma süreçlerinde yoğunlaşmıştır. Çin NTE üretimi başlıca iki kaynaktan gelir. En önemlisi İç Moğolistan'daki Bayan-Oba Fe-Nb-NTE yatağıdır. Bu yatak Olimpik Dam, Avustralya ve Kiruna, İsviçre gibi hem karbonatitlerden hem de hidrotermal demir oksitlerin (Cu-Au-NTE) her ikisinin jeolojik etkisiyle oluşmuştur. Bayan Oba'da %3-6 NTO mevcuttur. Rezervi en azından 40 Mt'dur. Çin'deki NTE'lerin ikinci en önemli kaynağı, tropikal güney Çin'deki granit ve siyenitik kayaçlardaki lateritik yüzey etkileri sonucunda kabukta gelişen iyon adsorbsiyon cevherleridir. Bu oksit cevherler ANTE'lerin oransal olarak daha yüksek olmasıyla avantaj sağlar (Görsel 2) ve özellikle NTE elde etmek bu ortamlarda daha kolaydır. Çin ve ABD'deki iki yatağın NTE içerikleri karşılaştırıldığında, ABD'deki yatakta bastnasit, La, Ce, ve Nd açısından hakimdir. Eu, Lu, Y toplamın yalnızca 0.4%; Çin'deki lateritik iyon-adsorbsiyon cevherde ise Y-hakimdir (Görsel 2).

NTE yataklarının sayısı, NTE'lerin kimyasal özellikleri nedeniyle kısıtlıdır. Monazit, en yaygın olan NTE minerali olup yüksek oranda Th içermektedir. Th yalnızca zayıf radyoaktiviteye sahip olmasına rağmen, buna kısmi olarak yüksek radyoaktiviteyle radyum eşlik etmektedir. Monazit içindeki radyoaktivitenin tehlikeli olması nedeniyle günümüzde daha az oranda Th içeren bastnasit, daha yaygın kullanılan NTE olarak önem taşımaktadır.



Görsel 1. Magmatiklerle ilişkili belli başlı cevher yataklarının karakteristikleri ve yapısal ortamlardaki konumları (Robb, 2005).



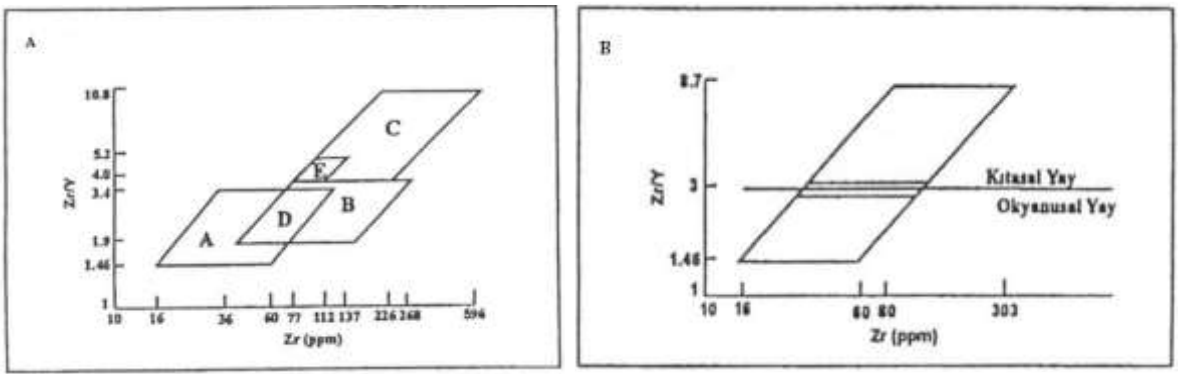
Görsel 2. Çin ve ABD'deki iki yatağın NTE içeriklerinin karşılaştırıldığı diyagram.*(Koyu ve açık mavi tonları tek ve çift atom numarasına sahip olan lantanitleri temsil etmektedir. Yitriyum yeşille belirtilmiş).*

2. NADİR TOPRAK MİNERALLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE KRİSTAL KİMYASI

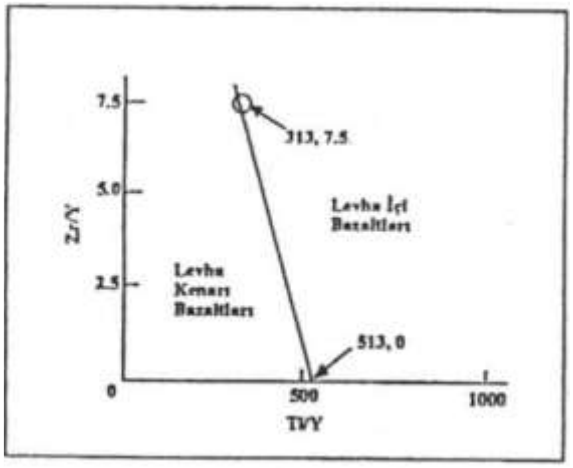
Şimdiye kadar NT minerallerinin yaklaşık 200 civarında farklı türü belirlenmiş ve yaklaşık yarısının kristal yapıları tespit edilmiştir. NT minerallerinin kimyasal yapıları içinde bütün tespit edilen yapıları gözden geçirilmiştir. Burada NT minerallerini tuzlar, karbonatlar, oksitler, fosfatlar, silikatlar vb. gibi Çizelge 1'de kimyasal formüllerine göre gruplandırılmıştır. Bu sınıflandırmada, NT minerallerinin mineral sınıfları ve yapısal tipleri geniş bir değişim içinde dağılmıştır. Çizelge 1'de en önemli NT mineralleri, bastnasit, monazit ve kisenotime basit kimyasal formüllerle vurgulanmıştır. Shannon ve Prewitt'e göre koordinasyon sayısı 8 olan oksijen atomları tarafından HNTE'lerden La^{+3} - Eu^{+3}'ün etkin olan iyonik yarı çapı 1.18–1.07 A°'dur ve bu Y^{+3} ve Gd^{+3}-Lu^{+3} (ANTE'lerin)'de 1.015 ve 1.07-0.97 A° dur. Burada HNTE ve ANTE gruplarının yarıçapları arasında küçük bir farklılık vardır. Bu fark NT için kristal yapıları ve / veya koordinasyon sayılarını etkiler. NT minerallerinin ortaya konan yapılar içindeki NT konumları için sınıf farklılıkları ve koordinasyon sayıları NT-(O, F) arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

3. JEOLOJİK ORTAM BELİRTEÇLERİ

Nadir toprak elementleri yeryuvarında belli bir yoğunlaşma göstererek NTE yatağı olarak değerlendirilmesinin yanı sıra, NTE içerikleri ile bazı oksit ve iz elementler kullanılarak kayaçların ayrım diyagramları çizilmek suretiyle ortamsal yorumları yapılabilir (Görsel 3-6) (Yavuz, 2006).



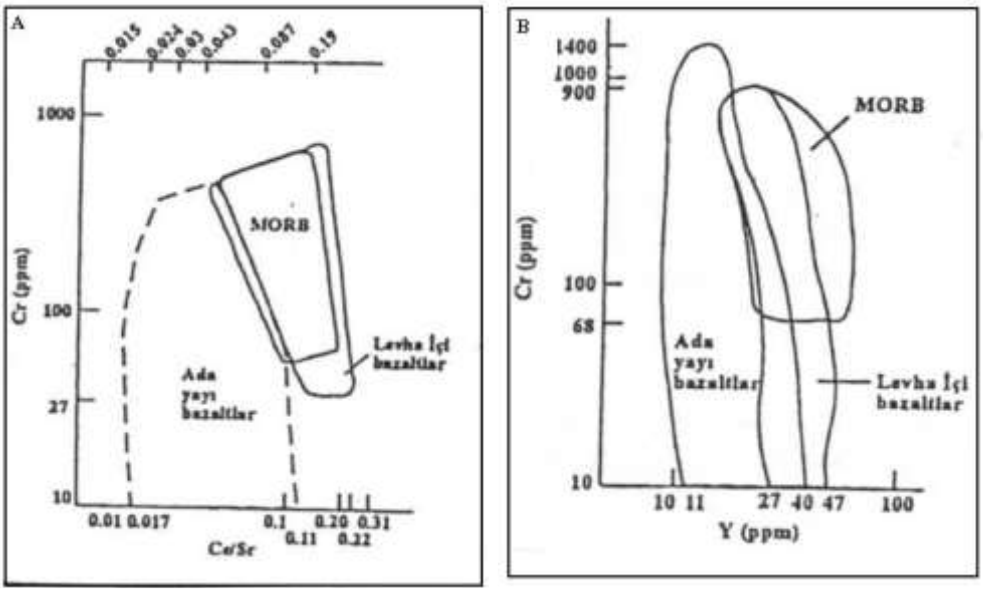
Görsel 3.(A) Kayaçların Zr/Y-Zr içeriklerine göre ayrımı (Pearce and Norry, 1979) (A: Ada yayı bazaltları, B: MORB, C: Levha içi bazaltları, E: MORB ve Levha içi bazaltları), (B) Kıtasal ve okyanusal yay kökenli bazaltik kayaçların Zr/Y-Zr içeriklerine göre ayrımı (Pearce, 1982).



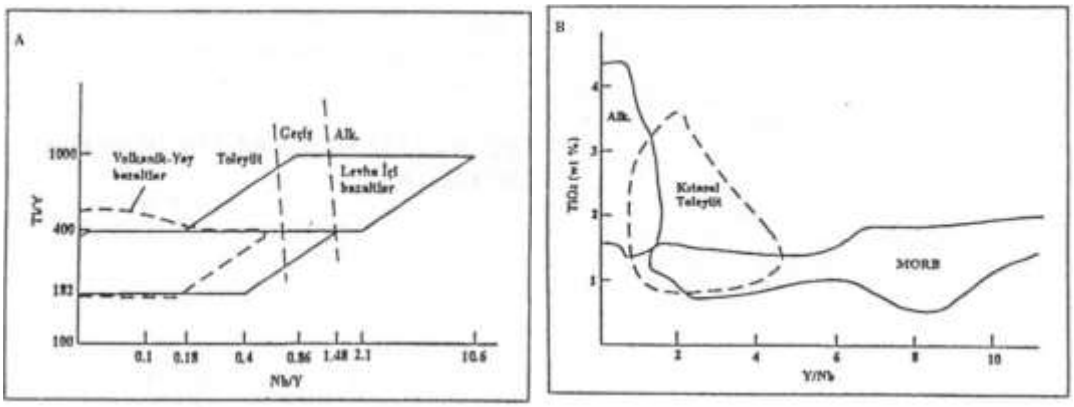
Görsel 4. Levha içi levha kenarı bazaltik kayaçların Zr/Y-Ti/Y içeriklerine göre ayrımı (Pearce and Gale, 1977).

Çizelge 1. Nadir toprak minerallerinin sınıflandırılması.

MİNERAL SINIFI	MİNERAL ÖRNEKLERİ VE KİMYASAL FORMÜLLERİ
TUZLAR	Floserit -(F), CeF_3
KORBONATLAR	
FLORİTLER İÇİNDE	Bastnasit, $(Ce,La)(CO_3)F$
FLOTIT OLMAKSISIN	Ankilit, $(Ce,Sr,Ca)(CO_3)(OH,H_2O)$
BORATLAR	Braistkit, $(Ca,Na_2)_7CeB_{22}O_{43}\cdot 7H_2O$
OKSITLER VE HIDRATLAR	
AO_2-TIPI	Serianit, $(Ce^{4+},Th^{4+})O_2$
ABO_3-TIPI	Perovskit grubu, $(Ca,Ce,Na,Sr)(Ti,Nb,Ta)O_3$
ABO_4-TIPI	Fergusonit–Formanit, $Y(Nb,Ta)O_4$–$Y(Ta,Nb)O_4$
$AB_2(O,OH)_6$-TIPI	Öksenite grubu, $(Y,Ca,Ce,U,Th)(Nb,Ta,Ti)_2O_6$
$A_2B_2O_6(O,OH,F)$-TIPI	Piroklar grubu, $(Na,NTE,K,U)_2(Nb,Ta,Ti)_2(O,OH,F)$
DIGERLERI	Hibonit, $(Ca,Ce)(Al,Ti,Mg)_{12}O_{19}$
FOSFATLAR, ARSENATLAR VE VANADATLAR	Apatit, $(Ca,NTE,Sr,Na,K)_5Ca_2(PO_4)_3(F,OH)$
	Monazit, $(Ce,La)PO_4$
	Kisenotime, YPO_4
SILIKATLAR	
IZOLE EDILMIŞ GRUP	Serit, $(Ce,La,Ca)_9(Fe^{3+},Mg)(SiO_4)_6[SiO_3(OH)](OH)_3$
	Granat, $(Ca,Fe,Mg,Mn,Y)_3(Al,Cr,Fe,Mn,Ti,V,Zr)_2(Si,Al)_3O_{12}$
MİNERAL SINIFI	MİNERAL ÖRNEKLERİ VE KİMYASAL FORMÜLLERİ
	Sifen, $CaTiSiO_4$
DIORTHO GRUBU	Allanit, $Ca(Ce,Y,Ca)Al(Al,Fe)(Fe,Al)(SiO_4)_3(OH)$
ZINCIR GRUBU	Stillvellit, $CeBSiO_5$
HALKA GRUBU	Ödialit, $(Na,Ca,Ce)_6(Zr,Fe)_2Si_7(O,OH,Cl)_{22}$
TABAKA GRUBU	Gadolinit, $(Y,Ce)_2Fe^{2+}Be_2Si_2O_{10}$
ÇERÇEVE GRUBU	Kainosit, $Ca_2(Y,NTE)_2(Si_4O_{12})CO_3\cdot H_2O$
DIĞERLERI	Iimorit, $Y_2(SiO_4)(CO_3)$

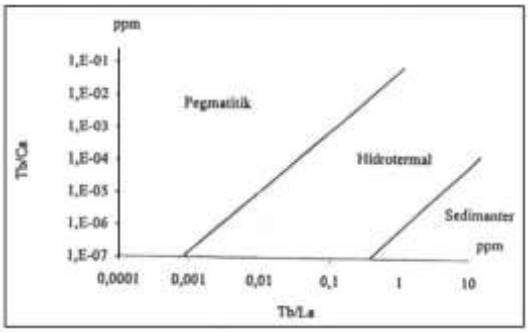


Görsel 5. (A) Levha içi MORB ve ada yayı bazaltlarının Cr-Ce/Sr içeriklerine göre ayırım diyagramı, (B) Levha içi, MORB ve Ada yayı bazaltlarının Cr-Y içeriklerine göre ayırım diyagramları (Pearce, 1982).



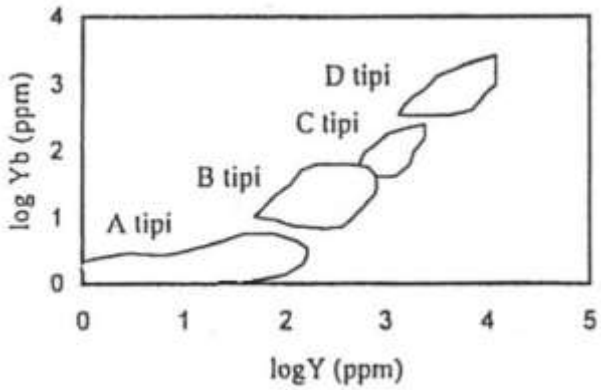
Görsel 6. (A) Levha içi ve MORB arasına kalan alkalen, geçiG, toleyitik karakterli bazaltik kayaçların Ti/Y-Nb/Y içeriklerine göre ayırım diyagramı (Pearce, 1982); (B) Alkalen, MORB ve toleyitik bazaltik kayaçların% TiO2-Y/Nb içeriklerine göre ayrım diyagramı(Winchester and Floyd, 1977).

Bunarın yanı sıra flüorit cevherleşmelerinde, NTE içerikleri oldukça yüksek oranlarda tespit edilmektedir. Flüoritlerde yapılan analizler sonucunda elde edilen NTE değerleri kondrite göre normalleştirilerek elde edilen değerlerin kullanıldığı diyagramlar yorumlanarak flüorit oluşum şartları hakkında bilgi elde edilir. Tb/Ca-Tb/La diyagramıyla flüorit oluşumlarının pegmatitik, hidrotermal veya sedimanter oluGumlardan hangisine ait olduğu tespit edilebilir (Görsel 7) (Yavuz, 2006).



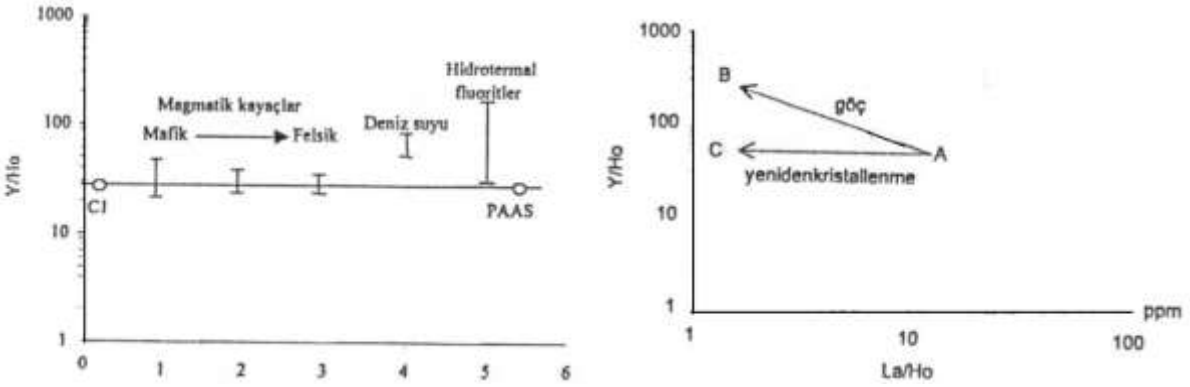
Görsel 7. Tb/Ca-Tb/La grafiği (Schneider et al. 1975, Möller et al. 1976)

Log Yb/Log Y diyagramıyla da flüorit oluşum tipinin (A tipi: Epitermal Flüorit, B tipi: Hidrotermal Flüorit, C tipi: Pegmatit Flüorit, D tipi: Magmatik Flüorit) belirlenmesinde kullanılır (Görsel 8).



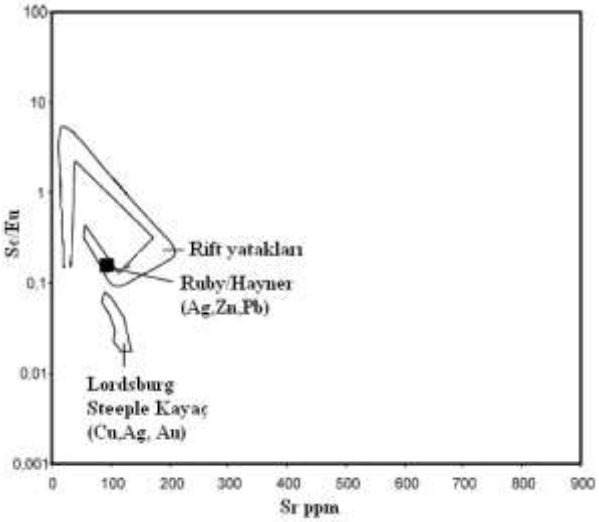
Görsel 8. Log Yb/Log Y grafiği (Tümenbayır, 1996).

Ayrıca flüoritlerin yeniden kristalleşmeyle mi yoksa magmatik kayaçlara bağlı, deniz suyu veya hidrotermal çözeltilerle mi oluştuğunu Y/Ho, La/Ho diyagramlarıyla belirlemek mümkündür (Görsel 9). Y ve Ho, iyi bir jeokimyasal kompleks çifti oluşturmaktadır. Magmatik kayaçlar, Y/Ho oranı, 25–30.4 arasında bir orana sahiptir. Bu orandan hareketle genel olarak hidrotermal alterasyonda belirlenebilmektedir. Birçok durumda bu oran 100' e kadar değerlendirilebilir (Bau 1996).

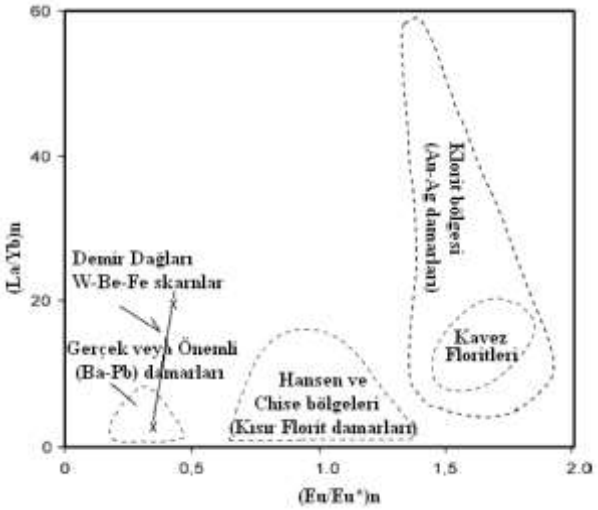


Görsel 9. Y/Ho ve Y/Ho-La/Ho dağılım diyagramı (Bau and Dulski, 1995).

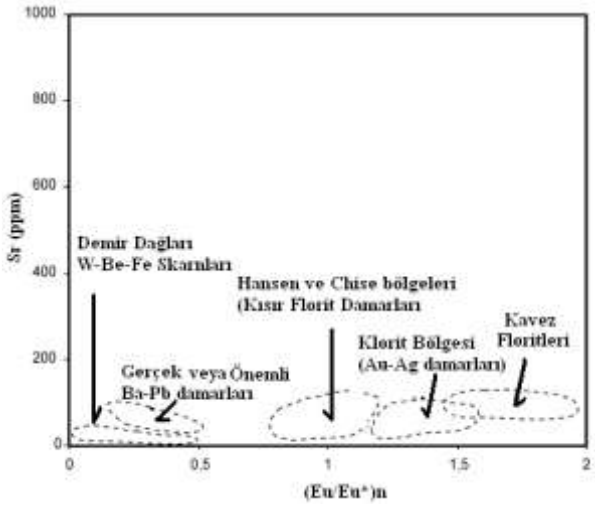
Flüorit yatakları için NTE dağılım farklılıklarını ayır etmede, Sc/Eu a karşı Sr (Görsel 10), (La/Yb)n e karşı (Eu/Eu*)n (Görsel 11), Sr e karşı (Eu/Eu*)n (Görsel 12), Sc'a karşı ΣNTE (Görsel 13), (Tb/Yb)'ne karşı (La/Yb)n (Görsel 14), Tb/Ca' karşı Tb/La diyagramları depolanma tarihleri ve orijinleri hakkında yorum getirmektedir. Yüksek HNTE içeriği erken mineralizasyonu safhasını göstermektedir (Möller et al. 1976, Ekambaram et al. 1986, Constantopoulos 1988, Hill et al. 2000). Eu ve Ce anomalileri, akışkanın sıcaklığı kadar fO2'nin yorumlanmasında da bir belirteç olarak kullanılabilir (Constantopoulos 1988, Palmer and Williams-Jones 1996, Williams-Jones et al. 2000). Güçlü negatif (-) Eu anomalisi düşük sıcaklık ve düşük fO2'yi belirler. Flüoritlerde pozitif (+) Eu anomalisi oldukça nadirdir (Strong et al.1984, Ekambaram et al.1986, Constantopoulos 1988). Diğer taraftan negatif (-) Ce anomalisi yüksek fO2'den plütonlara yakın sonuçlara sahiptir. Bu nedenle yüksek oluşum sıcaklığına işaret edebilir. Yüksek sıcaklıklarda Eu hâkim olarak (+2) iki değerliklidir (Hill et al. 2000). Bu nedenle güçlü negatif (-) Eu anomalisi yüksek sıcaklık şartlarında flüorit oluşumlarına işaret etmektedir. Floritlerde pozitif (+) Eu anomalisinin görülmesi feldspatların alterasyonu ile açıklanabilir (Eppinger 1988, Hill et al. 2000). Birçok çalışmada magmatik kaynaktan uzaklaştıkça flüoritlerin toplam NTE içeriğinin azaldığı ileri sürülmektedir (Eppinger and Closs 1990, Ronchi et al. 1995, Hill et al. 2000). Bura, granitlerdeki gibi NTE'lerin fraksiyonellenmesi devam ederken Plütonlardan uzaktaki asitlilik ile ısı ve basıncın dereceli olarak azaldığı akışkanlar, mineralize akışkanların yegâne kaynağı olarak görülmesi beklenmektedir. Pozitif (+) Eu anomalisi değerli metal mineralizasyonun bir belirtecidir (Constantopoulos, 1988, Şaşmaz et al. 2005)**.** Flüoritler içindeki Eu içeriği, akışkanların flüorit taşınması ve çökelmesi boyunca Eh ve sıcaklık gibi şartlarda magma ile akışkanın etkileşimi nedeniyle değişmektedir. (Goldstein et al. 1995, Kemp and Goldstain 1997, Monecke et al. 2000, Yavuz, 2006).



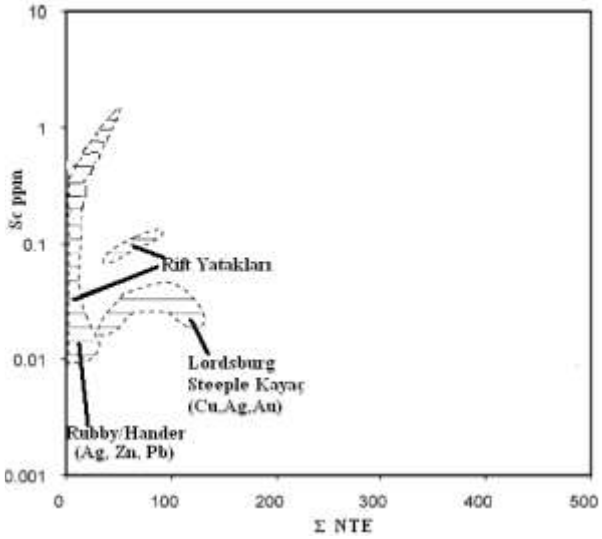
Görsel 10. Sc/Eu'a karşı Sr içerikleri.



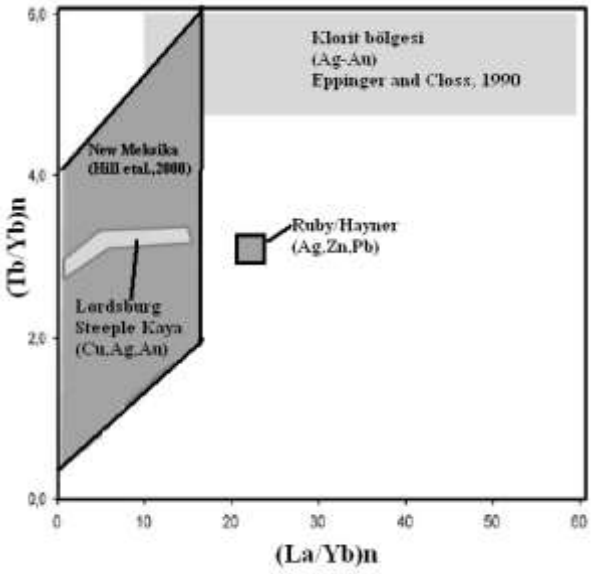
Görsel 11. Kondrite normalize (La/Yb)n'a karşı (Eu/Eu*) diyagramı.



Görsel 12. Sr'a karşı (Eu/Eu*)n diyagramı.



Görsel 13. Sc'ye karşı analiz edilmiş toplam NTE diyagramı.



Görsel 14. (Tb/Yb)n'e karşı (La/Yb)n diyagramı (Bütün örnekler kondrite göre normalize edilmiştir).

4. SONUÇLAR

1. NTE jeokimyası, jeokimya süreçlerinin belirlenmesinde önemli bir yöntemdir (Brookins, 1989).
2. Yan kayaç litolojisi, cevheri oluşturan akışkanın karakteri, ortamsal faktörler cevherleşme de NTE karakterlerini etkimektedir.
3. Normalize NTE oranları kullanılarak ayrım diyagramları çizerek kayaç ve cevherlerin oluşumlarının pegmatitik, hidrotermal veya sedimanter oluşumlardan hangisine ait olduğu tespit edilebilir.

KAYNAKÇA

[1] Bau, M., *Controls on the fractionation of isovalent trace elements in magmatic and aqueous systems: evidence from Y/Ho, Zr/Hf, and lanthanide tetrad effect.* Contrib. Mineral. Petrol. 123, pp. 323–333. 1996.

[2] Bau, M. and Dulski, P. *Comperative Study of Yttrium and Rare Earth element behaviours in Florine-Rich Hydrothermal Fluids.* Contrib Mineral Petrol, 119. pp. 213-223. 1995.

[3] Brookins, D.G., *Aqueous geochemistry of rare earth elements.* In: Lipin, B.R., McKay, G.A. (Eds.), Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements, Reviews in Mineralogy, vol. 21. pp. 201–225. 1989.

[4] Constantopoulos, J., *Fluid inclusion and REE geochemistry of fluorite from south-central Idaho.* Econ. Geol. 83, pp. 626–636. 1988.

[5] Ekambaram, V., Brookins, D.G., Rosenberg, P.E., Emanuel, K.M., *REE geochemistry of fluorite-carbonate deposits in Western Montana,USA.* Chem. Geol. 54, pp.319–331. 1986.

[6] Eppinger, G.E., Closs, L.G., *Variation of trace elements and rare earth elements in fluorite: a possible tool for exploration*. Econ. Geol. 85, pp.1896–1907. 1990.

[7] Eppinger, R.G., *Trace and REE variation in fluorites collected from skarn and epithermal mineral deposits in the Sierra Cuchillo area, southcentral New Mexico.* US Geol. Surv., Open-File Rept. 88-0566, pp.108 . 1988.

[8] Goldstein S., Kempe U., and Klemm W. *REE in fluorite from tin deposits in the Erzgebirge region: Implications for the origin of Eu-anomalies in Li-F granites* [abstract]. *Beih. 1 Eur. J. Mineral.* 7, pp.85. (1995)

[9] Hill, G.T., Campbell, A.R., Kyle, P.R., *Geochemistry of southwestern New Mexico fluorite occurrences: implications for precious* 2000.

[10] Kempe U. and Goldstein S. *Eu anomalies, tetrad effect and HREE enrichment in fluorites from Sn deposits: Evidence for two source mixing and phase separation* [abstract]. *J. Czech Geol. Soc.* 42, 37. 1997.

[11] Monecke T., Monecke J., Mönch W., and Kempe U. *Mathematical analysis of rare earth element patterns of fluorites from the Ehrenfriedersdorf tin deposit, Germany: Evidence for a hydrothermal mixing process of lanthanides from two different sources. Mineral. Petrol.* 70, 235–256. (2000).

[12] Möller, P., Parekh, P.P. and Schneider, H.J. *The application of Tb/Ca-Tb/La abundance ratios to problems of fluorspar genesis.* Mineralium Deposita, Vol. 11, pp. 111-116. 1976.

[13] Palmer, D.A.S., Williams-Jones, A.E. *Genesis of the carbonatitehosted fluorite deposit at Amba Dongar, India: Evidence from fluid inclusions, stable isotopes and whole rock-mineral geochemistry.* Econ. Geol. 91, pp. 934–950. 1996.

[14] Pearce, J.A. and Gale, G.H., *Idendification of ore-deposition environment from trace element geochemistry of associated igneus host rocks.* Geol. Soc. Spec. Publ. 7, pp.14-24. 1977.

[15] Pearce, J.A. *Trace elements characteristics of lavas from destructive plate boundaries in andesites: Organic andesites and related rockd*. R. S. Thorpe (Ed), pp. 48-525. 1982.

[16] Robb, L.J. *Introduction to ore-forming processes* Blackwell Science Ltd, 372p. 2005

[17] Ronchi, L.H., Tauray, J.C., Dardenne, M.A. *Complex hydrothermal history of a roof pendant-hosted fluorite deposits at Volta Grande, Parana (Southern Brazil).* Econ. Geol. 90, pp. 948–955. 1995.

[18] Schneider, H.J., Möller, P. ve Parekh, P.P. *Rare earth elemets distribution fluorites and corbonate sediments of the East-Alpine mid-Triassic sequences in the Nordliche Kalkalpen*. Mineralium Depositia, Vol. 10, pp. 330-344. 1975.

[19] Strong, D.F., Fryer, B.J., Kerrich, R. *Genesis of the St Lawrence fluorospar deposits as indicated by fluid inclusion, REE, and isotopic data.* Econ. Geol. 78, pp. 1142–1158. 1984.

[20] Şaşmaz, A., Yavuz, F., Sagiroglu, A., Akgul, B. *Geochemical patterns of the Akdagmadeni (Yozgat, Central Turkey) fluorite deposits and implications.* Journal of Asian Earth Sciences, 24, pp. 469–479. 2005.

[21] Tümenbayır, B. *REE in the different types of fluorites.* 30th International geological congress, Volume 2 of 3, Beijing, Chine, 1996.

[22] Williams-Jones, A.E., Samson, I.M., Olivo, G.R. *The genesis of hydrothermal fluorite-REE deposits in the Gallinas Mountains, New Mexico.* Econ. Geol. 95, pp. 327–342. 2000.

[23] Winchester, J.A. and Floyd, P.A. *Geochemical magma type discrimination: Application to related and metamorphosed basic igneous rocks.* Earth Planetary Sci. Lett., Vol. 28, pp. 459-469. 1977.

[24] Yavuz, B. *Nadir Toprak Elementleri (NTE) Yöntemiyle Maden Yataklarının Oluşum Ortamlarının Belirlenmesi.* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Semineri, 78.S. Ankara, 2006,

AN APPLİCATİON OF THE SİMPLEST EQUATİON METHOD

Yüksek Lisans Öğrencisi , Deniz HOŞER
Harran Üniversitesi, Fen Fakültesi, denizhoser1@gmail.com

ABSTRACT

Differential equations have many applications in science. For example, second order differential equations play a central role in mathematical physics. There are many linear and nonlinear differential equations that cannot be solved by classical methods. Therefore, it is important to know how these solutions behave. To achieve this goal, there are several semi-analytical methods for learning or solving differential equations. One of these mehtods is the simplest equation method. The following differential equation

$$u'' + u + u^3 = 0$$

will be solved by using the simplest equation method. The simplest equation method is a widely used method to obtain soliton solutions as well. This method has been shown to be a very effective approach to finding exact or approximate solutions of nonlinear differential equations.

Anahtar Kelimeler: The simplest equation method, differential equation, exact solutions

1. Introduction

THE SİMPLEST EQUATİON METHOD

The solutions of nonlinear ordinary differential equation related to an application of the SEM are based on the Bernoulli or Riccati differential equation. Consider the following Bernoulli differential equation;

$$F' = bF + dF^M, b \neq 0, d \neq 0, M \in R - \{0,1\} \quad 1$$

Then the following solutions are within our knowledge

$$F = \left[\frac{-d}{b} + \frac{E}{e^{b(M-1)\eta}}\right]^{\frac{1}{1-M}}, \qquad b \neq d \quad 2$$

$b = d,\ E \in R$ olmak üzere;

$$F(\eta) = \left[\frac{(E-1) + (E+1)\tanh\left(\frac{b(1-M)\eta}{2}\right)}{1 - tanh\left(\frac{b(1-M)\eta}{2}\right)}\right]. \quad 3$$

The SEM for the following nonlinear partial differential equation is implemented as follows.

$$P(u, ux, ut, uxx, uxt, \ldots\ldots\ldots) = 0, \quad 4$$

where P is a polynomial in $u = u(x,t)$ and its partial derivatives. Set

$$u(x,t) = u(\eta), \eta = kx - ct \quad , k, c \neq 0. \quad 5$$

By using(5) in (4). Then one gets the following nonlinear ordinary differential equation

$$N(u, u', u'', \ldots\ldots\ldots) = 0, \quad 6$$

Where $u = u(\eta), u' = \frac{du}{d\eta}, u'' = \frac{d^2}{d\eta^2}, \ldots\ldots.$

Assume that the equation (6) has the following solution

$$u(\eta) = a_0 + a_1 F + a_2 F_2 + \cdots + a_n F_n \quad 7$$

where $F(\eta)$ satisfies Bernoulli differential equation (1). The advantages of equation (1) are that has lesser order than the considered equation and also it is easy to get its solution.
A formula between n and M is determined by comparing the power of the highest order derivatives and non linear terms appearing in the equation (6) with respect to balancing principle.

Deniz

Deniz

To reach a desired solution one needs to determine b, d and ai $(i = 0, \ldots, n-1)$ with $an \neq 0$. After (7) and (1) is written in equation (6), then one gets the following equation according to increasing powers of F.

$$\rho_s F^s(\eta) + \cdot \cdot \cdot + \rho_1 F(\eta) + \rho_0 = 0. \quad 8$$

Let the coefficients of (8) equal zero, then one gets the following algebraic system

$$\rho_i = 0, \qquad i = 0, \ldots, s. \quad 9$$

2. Application Of The Method

After using equation (7) and balancing principle in the

$$u'' + u + u_3 = 0, \quad 10$$

then one gets

$$M = n + 1, \quad 11$$

where $n \geq 1$ is positive integers. If $n = 1$, then $M = 2$.

Therefore, approximating solution is in the form of

$$u = a_0 + a_1 F, \quad 12$$

where F satisfies the differential equation

$$F' = bF + dF_2, b \neq d \neq 0. \quad (13)$$

If the equation (12) is substituted in equation (10) and the coefficients of the powers of F are set to zero, the following system is obtained.

The powers of F:

$$\begin{aligned} F^0: &\quad a_0 + a_0^3 = 0 \\ F^1: &\quad a_1 b^2 + a_1 + 3a_0^2 a_1 = 0 \\ F^2: &\quad 3a_1 db + a_1 + 3a_0 a_1^2 = 0 \\ F^3: &\quad 2a_1 d^2 + a_1^3 = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

Now, if one solves the system (14), then one gets the following solutions .

Deniz

2. Cunclusions

Solution is given by

$$u = \frac{1}{1 + e^{\sqrt{2}x}}, \quad (15)$$

Where $E = \frac{1}{2}, a_0 = -i, a_1 = i, d = \frac{-1}{\sqrt{2}}, b = \sqrt{2}$. The graph of this solution is given below.

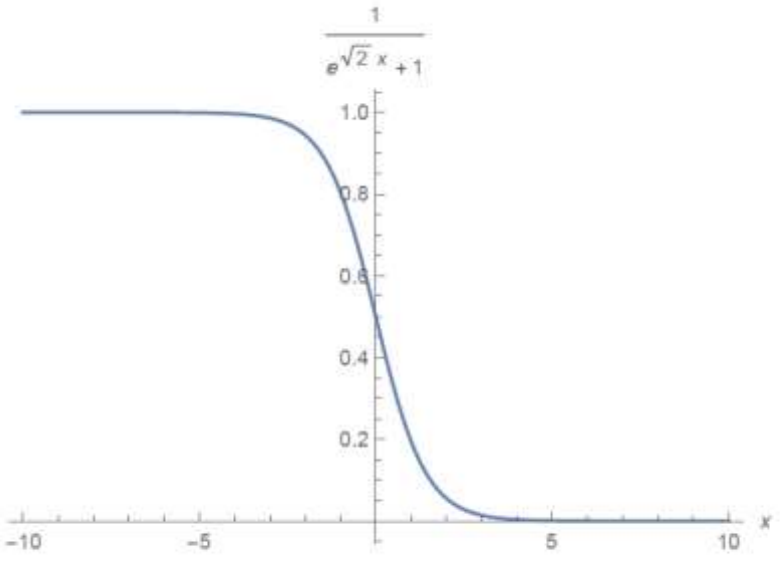


Figure: Two dimensional graph of Eq. (15) where $E = \frac{1}{2}$, $a_0 = -i$, $a_1 = -i$, $d = \frac{-1}{2}$, $b = \sqrt{2}$, and $-10 \leq x \leq 10$.

Solution is given by

$$u = \tanh\left(\frac{\sqrt{2}}{2}x\right). \qquad 16$$

where $E = 1, a0 = -i, a1 = 2i, d = -\sqrt{2}, b = \sqrt{2}.$

The graph of this solution is given below.

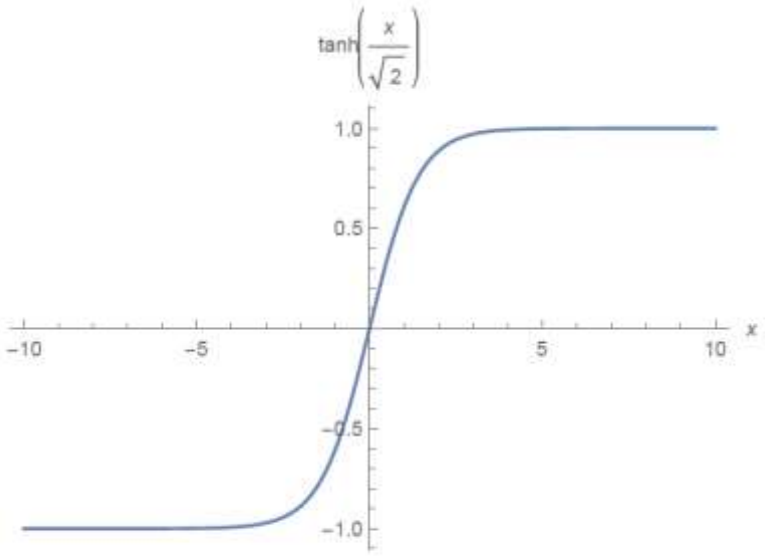


Figure: Two dimensional graph of Eq. (16) where $E = 1$, $a_0 = -i$, $a_1 = 2i$, $d = -\sqrt{2}$, $b = \sqrt{2}$ and $-2 \leq x \leq 2$.

Solution is given by

$$u = \frac{e^{\sqrt{2}x}}{1+e^{\sqrt{2}x}}. \qquad 17$$

where $E = \frac{1}{2}, a_0 = -i, a_1 = i, d = -\frac{1}{\sqrt{2}}, b = \sqrt{2}.$ The graph of this solution is given below.

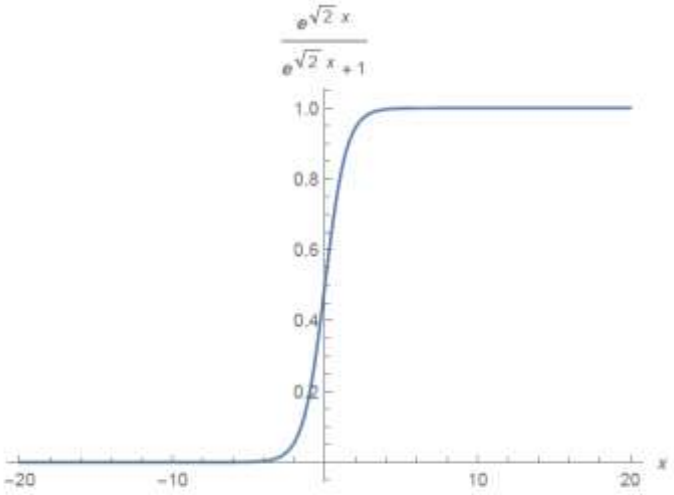


Figure: Two dimensional graph of Eq. (18) where $E = \frac{1}{2}$, $a_0 = -i$, $a_1 = 2i$, $d = -\frac{1}{\sqrt{2}}$, $b = \sqrt{2}$ and $-2 \leq x \leq 2$.

Solution is given by

$$Re\,(u) = \frac{2e^{\sqrt{2}x}}{1 + e^{2\sqrt{2}x}}\ and\ Im\,(u) = -1$$

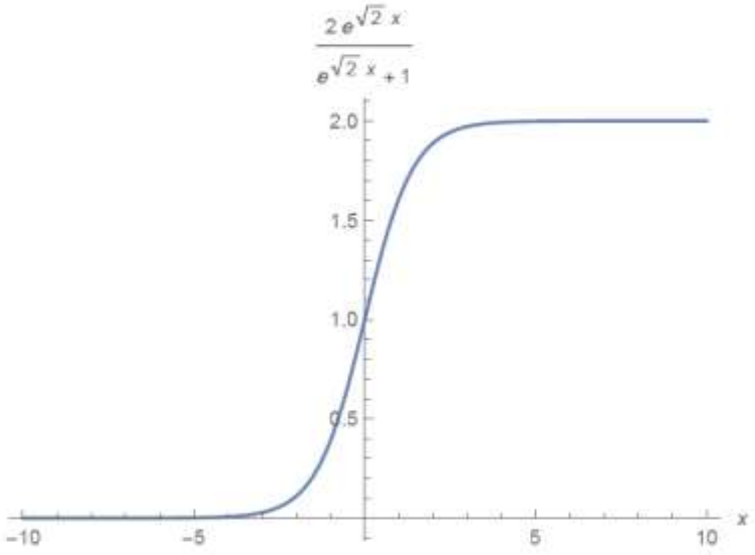


Figure: Two dimensional graph of Eq. (18) where $E = 1$, $a_0 = -i$, $a_1 = 2$, $d = -i\sqrt{2}$, $b = \sqrt{2}$ and $-2 \leq x \leq 2$.

Solution is given by

$$Re\,(u) = \frac{-2e^{\sqrt{2}x}}{1 + e^{2\sqrt{2}x}}\ and\ Im\,(u) = -tanh\sqrt{2}x \qquad 19$$

Where $E = 1, a_0 = -i, a_1 = 2i, d = b = \sqrt{2}$. The graph of this solution is given below.

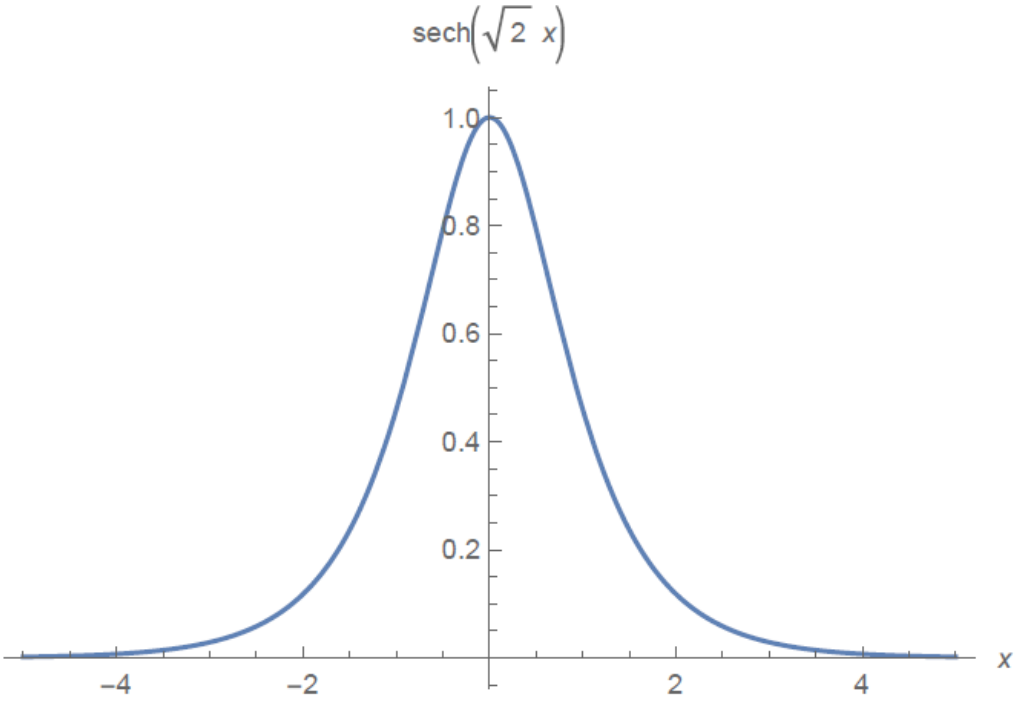


Figure: $E = 1,\ a_0 = -i,\ a_1 = 2,\ d = -i\sqrt{2},\ b = \sqrt{2}$ and $-3 \leq x \leq 3$.

Solution is given by

$$Re\ u = \frac{-2e^{\sqrt{2}x}}{1 + e^{2\sqrt{2}x}}\ and\ Im\ u = -tanh\sqrt{2}x \qquad (20)$$

Where $E = 1, a_0 = -i, a_1 = 2, d = i\sqrt{2},\ \ b = \sqrt{2}$.
The graph of this solution is given below.

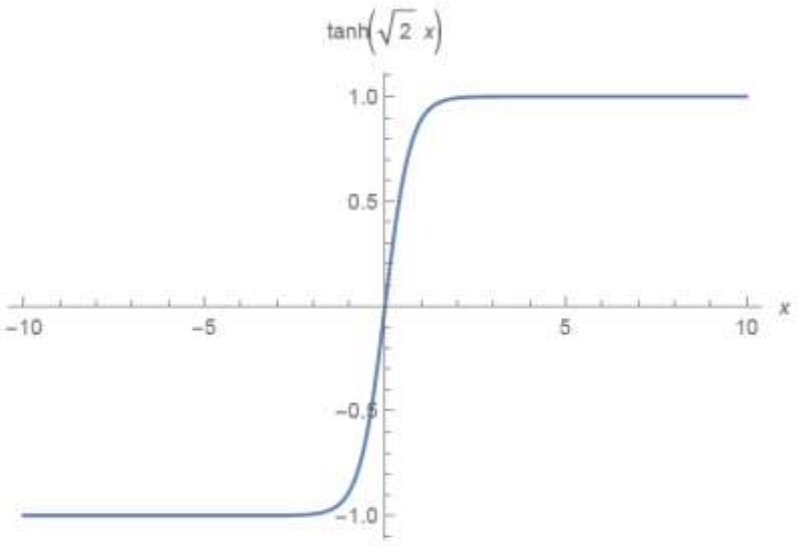


Figure: Two dimensional graph $E = 1$, $a_0 = -i$, $a_1 = -2$, $d = i\sqrt{2}$, $b = -\sqrt{2}$ and $-3 \leq x \leq 3$.

KAYNAKÇA

[1] TANRIVERDİ, T., 2009. Differential equations with contour integrals. Integral Transforms and Special Functions, 20 (2)

[2] Güneş, H, *Solutıon Of Rabınovıch-Fabrıkant System Wıth Mıttag-Leffler Functıons*, Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of, Şanlıurfa, 2021.

[3] Alanbay, T, *Geliştirilmiş Bernoulli Alt-Denklem Fonksiyon Metodu İle Bazı Kısmi Diferensiyel Denklemlerin Çözümleri,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2017.

[4] C, NYATİCHİ, *Aksiyon Potansiyelinin Hareketli Dalga Çözümlerinin Geliştirilmiş Basit Denklem Yöntemi İle Çözümü,* Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2020.

BATMAN YÖRESİNDE YETİŞEN ŞALGAM (BRASSICA RAPA L.) BİTKİSİNİN BAZI AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN TAYİNİ
DETERMINATION OF SOME HEAVY METAL AMOUNT OF TURNIP (BRASSICA RAPA L.) GROWING IN THE BATMAN REGION

Beşir DAĞ[1], İlham ASLAN[2]

[1]Dr. Öğretim Üyesi Batman Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
besir.dag@hotmail.com - 0000-0002-5208-3552

[2]Yüksek Lisans Öğrencisi Batman Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
ilham_aslan72@hotmail.com - 0000-0002-4753-0442

ÖZET

Bu çalışmada, Batman yöresine ait Merkez köy ve ilçe köylerden toplanan 7 adet farklı şalgam örneğinde ağır metal derişimleri tespit edilmiştir. Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Bakır (Cu), Demir(Fe), Civa (Hg), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Kalay (Sn) ve Çinko (Zn) gigi ağır metal içerikleri, mikrodalga ünitesinde yakma işlemi sonrasında indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometre (ICP-OES) cihazı ile ölçüldü. Örneklerde bulunan As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Sn ve Zn miktarları sırasıyla 0,193 mg/kg, 0,022 mg/kg, 0,014 mg/kg, 3,040 mg/kg, 12,195 mg/kg, 0,020 mg/kg, 0,497 mg/kg, 0,198 mg/kg, 0,138 mg/kg ve 2,204 mg/kg olarak tespit edildi. Analiz edilen şalgam örneklerinde miktar bakımından en çok bulunan toksik ağır metallerin Fe, Cu, Zn, Ni, Pb, As, Sn, Cd, Hg ve Co şeklinde sıralandığı görüldü. Bu şalgam örneklerinin ağır metal içerikleri daha önce standart olarak JECFA tarafından belirlenen ağır metal değerleriyle karşılaştırılmıştır. Örneğin, Demir(Fe) miktarı 14,32±0,045 mg/kg olup, JECFA tarafından vücuda alımı haftalık kabul edilebilir miktarı ise 0,2-25 mg/kg olarak belirlenmiştir. Ölçülen tüm elementler için bu değerler hesaplanmış olup, JECFA değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, şalgam örneklerindeki As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Sn ve Zn düzeylerinin insan sağlığı açısından risk oluşturmayacak derecede düşük olduğu, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ortak komitesi olan JECFA'nın kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, Şalgam, ICP-OES, Batman.

ABSTRACT

In this study, heavy metal concentrations were determined in 7 different turnip samples collected from central and district villages of Batman region. Arsenic (As), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Copper (Cu), Iron (Fe), Mercury (Hg), Nickel (Ni), Lead (Pb), Tin (Sn) and Zinc (Zn) gigi Heavy metal contents were measured with an inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES) device after combustion in the microwave unit. The amounts of As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Sn and Zn in the samples were 0.193 mg/kg, 0.022 mg/kg, 0.014 mg/kg, 3.040 mg/kg, 12,195 mg/kg, 0.020 mg, respectively. /kg, 0.497 mg/kg, 0.198 mg/kg, 0.138 mg/kg and 2.204 mg/kg were determined. It was observed that the most abundant toxic heavy metals in the analyzed turnip samples were listed as Fe, Cu, Zn, Ni, Pb, As, Sn, Cd, Hg and Co. The heavy metal contents of these turnip samples were compared with the heavy metal values previously determined by JECFA as a standard. For example, the amount of Iron(Fe) is 14.32±0.045 mg/kg, and the weekly acceptable amount is determined as 0.2-25 mg/kg by JECFA. These values were calculated for all measured elements and compared with the JECFA values. As a result, the levels of As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Sn and Zn in turnip samples are low enough not to pose a risk to human health, and the World Health Organization (WHO) and the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) It has been determined that it complies with the criteria of JECFA, which is a joint committee.which is a joint committee.

Keywords: Heavymetals, Turnip, ICP-OES, Batman

1. GİRİŞ

Avrupa, Asya ve Amerika'da yaygın olarak yetişen şalgam, tüm yıl boyunca bulunabilen bir yumrulu sebzedir. Yumru genellikle beyaz renkli, küresel, etli kırmızımsı mor bir taça sahiptir (Tindall, 1983). Küçük, gevrek çeşitler olanı insan tüketimi için kullanılmakta, daha büyük çeşitler ise yem olarak değerlendirilmektedir. Kültür bitkilerinden olan şalgam, tarih öncesi çağlardan beri tüketilmektedir (Haliloğlu vd, 2012). Türkiye'de özellikle soğuk bölgelerde ve özellikle Avrupa'da yaygın bir biçimde kullanılan bir bitkidir. Hasattan sonra bozulmadan birkaç ay saklanabilmekte ve soğuk iklimlerde iyi büyümektedir (Haliloğlu vd, 2012).Şalgam, önemli miktarda C vitamini, diyet lif ile kalsiyum, magnezyum, riboflavin, demir gibi mineraller içermektedir. Ayrıca glikozinolat ve bitkilerde bulunan ikincil metabolitler olan fenolik bileşiklerce de zengindir. Yüksek kan basıncı, diyabet ve çeşitli kanser tiplerinin gelişim riskini önleyebiliceği İçerdiği antioksidan özellikteki bu maddeler nedeniyle olduğu bildirilmiştir (Li vd, 2018).

2. ARAŞTIRMA

2.1. Şalgamın Botanikteki Yeri ve Tarihçesi

Brassica cinsine dahil olan türler *Brassica rapa*, *Brassicaceae* (Cruciferae) familyasıdır. Bu tür birçok alt grubu kapsamaktadır (Çizelge 1.). Şalgam veya Türkiye'de bilindiği adıyla yem şalgamı (*Brassica rapa* subsp. *rapa*) bu gruba dahildir (Cartea vd, 2011).

Çizelge 1. *Brassica rapa* türüne ait sebzeler (Cartea vd, 2011)

Tür	Grup	Dünyada Yaygın Adı	Tüketilen Kısmı
Brassica rapa	*rapa*	Turnip, turnip greens, turnip tops (şalgam)	Yumru, sap, yaprak
	chinensis	Pak choi, bok choy	Yaprak
	dichotoma	Brown sarson, toria	Tohum
	narinosa	Chinese flat cabbage, wutacai	Yaprak
	nipposinica	Mibuna, mizuna	Yaprak
	oleifera	Turnip rape, rapeseed (kolza tohumu)	Tohum
	pekinensis	Chinese cabbage, Pe-tsai (Çin lahanası)	Yaprak
	perviridis	Komatsuna, Tendergreen	Yaprak
	parachinensis	Choy sum	Yaprak
	ruvo	Broccoleto	Sürgün
	trilochularis	Yellow sarson	Tohum

2.2. Şalgamın Türkiye ve Dünyadaki Üretimi

Türkiye istatistik kurumu verilerine göre (TUİK, 2020); yumru ve yumrusu tüketilen sebzeler içerisinde şalgamın üretim miktarı, kuru soğan, havuç, pırasa ve turptan sonra yer almaktadır. Son 5 yıl incelendiğinde, şalgam üretiminde dalgalanmalar olduğu görülmektedir (Çizelge 2.).

Çizelge 2. Yıllara göre şalgam üretimi (TUİK, 2020)

Yıllar	Üretim (ton)
2010	1.693
2011	1.494
2012	1.537
2013	1.938
2014	1.509
2015	1.393
2016	1.651
2017	1.768
2018	1.530
2019	2.388
2020	2.599

Şalgamın dünyadaki üretimi incelendiğinde; Türkiye'nin 13. sırada olduğu ve dünya şalgam üretiminin önemli bir kısmını karşıladığı görülmektedir. Dünyada en çok üretim yapan ülke Çin olup onu Özbekistan izlemektedir (Çizelge 3.). Dünya'da üretim miktarları tek başına şalgam olmayıp havuç ve şalgam şeklinde ifade edildiği için FAO (2020) verilerinin TUİK (2020)'den daha farklı olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Dünya şalgam üretimi (FAO, 2020)

Ülkeler	Üretim Miktarı (ton)
Çin	18.069.021
Özbekistan	2.876.031
ABD	1.582.238
Rusya	1.368.576
Ukranya	862.460
Almanya	802.230
İngiltere	799.715
Polanya	689.100
Endonezya	675.760
Kazakistan	643.874
Japonya	601.016
Hollanda	574.170
Türkiye	591.377

2.3. Ağır Metaller

Ağır metaller; su ile karşılaştırıldığında daha yüksek yoğunluğa sahip metalik elementler olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu metallerin kontaminasyonu sonucu insan sağlığı üzerinde, ekolojik ve çevresel faktörlerde, küresel halk sağlığını tehdit eden unsur haline gelmiştir (Tchounwou ve ark., 2012).Yerkabuğunda ve doğada yaygın bulunan ağır metal elementlerinin çevresel kontaminasyon oluşumu en çok madencilik sektörü, endüstriyel üretim alanları, eritme işlemleri ve metallerin evsel alanlarda kullanımı insan sağlığını etkileyen faktörler arasında yerini almıştır (He ve ark. 2005).

Ağır metaller insan fizyolojisindeki biyolojik sistemde, hasar ve onarımdaki yardımcı bazı enzimlerde, hücre zarı, mitokondri, endoplazmik redikulum gibi birçok hücresel faktörleri etkilediği bilinmektedir. Ağır metaller DNA yapısıyla etkileşime girerek DNA hasarına neden olup hücresel döngüyü olumsuz anlamda etkilemektedir(Tchounwou ve ark., 2012).

2.4. İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES)

ICP-OES, birden fazla numunenin, birbirinden farklı elementlerin içerisindeki fonksiyonları tespit etmede kullanılan ve çok tercih edilen bir cihazdır. Bu cihazda sıvı numuneler, numunenin cihaza yerleştirilme şeklini ayarladıktan sonra, radyofrekans ile indüktife edilmiş argon plazma kısmına enjekte edilir. Argon plazmasına yerleştirilen numune hızlı bir şekilde kurutulup, buharlaştırma işlemine tabi tutulur. Ardından, yüksek sıcaklığa ulaştıktan sonra çarpışma yoluyla enerji ortaya çıkar. Plazma içerisinde bulunan atomik emisyonradyal ve eksenel halde görünür. Ardından mercekler yardımıyla toplanan dalga boyları seçilecek cihaza yerleştririlir (Uçar, 2021).

3. YÖNTEM

3.1. Şalgam örneklerinin analiz aşamaları

Batman yöresine ait Merkez köy ve ilçe köylerden Kozluk ilçesine bağlı Aşağı Kıratlı Köyü ve Dere köyü, Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı Köyü, Gercüş ilçesine bağlı Yayladüzü Köyü, Bağlıca Köyü ve Boğaz Köyü ve Merkez ilçeye bağlı Balpınar köyünden getirilen şalgam örnekleri 2021 yılında temin edilmiş olup, önce blender yardımıyla parçalara ayrılıp ardından süzdürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzdürülen sebze süzüntüleri raf ömrünü artırmak amacıyla derin dondurucuda dondurulma işlemine tabi tutulmuştur.

3.2. Şalgam örneklerinin ekstraksiyonu

Şalgam örnekleri kurutma kağıtlarına konularak, 24 saat boyunca kurutmaya tabi tutulmuştur. Kurutulan büyük boyuttaki şalgam örnekleri blenderdan geçirilerek, küçük toz partiküller haline getirilmiştir. Toz partiküller haline getirilen şalgam örnekleri 24 saat boyunca kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Her örnekten 10 gram madde alınarak 100 ml etanol ilave edilmiş olunup çözücü özelliği yüksek olan ve polar özelliği olan etanol kullanılmıştır. Manyetik karıştırıcı da karıştırılmaya bırakılıp, 48 saat oda sıcaklığında çözünmesi beklenmiştir. Her örnek tek tek numaralandırılıp, süzme işlemine tabi tutulmuştur. Her örnek için Rotary Evaparetöründe etanol uçurulmuş olup, önceden tartımı yapılan 250 ml ‘lik balon jojeler sabit tartıma ulaştıktan sonra, kuru madde ağırlıkları hesaplanmıştır.

3.3. Mikrodalga fırında yakma işlemi

Her bir örneğin yakma işlemi mikrodalga fırın ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Böylece çözünme işlemi gerçekleşmiş olup, her şalgam örneği yaklaşık olarak 45 dk sürelere ayarlanıp, 15 dk soğumaya bırakılmıştır. Bu işlem yapılmadan önce her bir hazne asitle yakılıp temizlenmiştir. Her örnek tamamen sıvı hale geldikten sonra Yaklaşık 7 ml nitrik asit ve 1 ml

hidrojen peroksit alınıp, üzerine diyeonize su ilave edilip ölçüsü 15 ml olacak şekilde tamamlanmıştır. Her örnek için ayrı ayrı hazırlanmış olup 24 saat bekletilmiştir. Hazır hale gelen örnekler ICP–OES cihazında ölçülmüştür.

3.4. Standart çözeltilerin hazırlanması

ICP-OES cihazında ölçüm yapmak için standart çözeltiler hazırlanmıştır. Standart olarak 1000 ppm'lik çözeltiler hazırlanmıştır. %65 'lik nitrik asit çözeltisi ile çalışılmış olup, ağır metal miktarı için kalibrasyon eğrileri çizilmiştir.

4. BULGULAR

Şalgam bitkisinin ağır metal derişimlerini değerlendirdiğimizde, demir elementi için en düşük derişim miktarı Gercüş ilçesine bağlı Bağlıca Köyündeki şalgam örneğinde olup 9,258±0,025 mg/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek ise 14,32±0,045 mg/kg olup Kozluk ilçesine bağlı Aşağı Kıratlı köyündeki şalgam örneğinde gözlemlenmiştir. Bu çıkan değerlere bakılırsa JECFA'nin belirlemiş olduğu değerler ise demir elementi için 0,2-25 mg/kg olarak verilmiştir. Çıkan sonucumuz oldukça iyi, demir elementi insan sağlığı için önemli elementler içinde lakin fazlası toksisiteye sebebiyet vermektedir.

Kurşun elementi için değerlendirildiğinde, en yüksek 0,259±0,010 mg/kg Merkez ilçeye bağlı Balpınar Köyündeki şalgam örneğinde olup, en düşük değer olarak ise 0,132±0,001 mg/kg ile Gercüş ilçesine bağlı Bağlıca köyündeki şalgam örneğinde tespit edilmiştir. JECFA tarafından belirlenen değeri ise kurşun elementi için 0,025 mg /kg haftalık değer olarak verilmiştir. Bu şalgam örneğinde ağır metal derişimlerinin biraz yüksek çıkmasının nedeni olarak, cihaz ve çözücü kirliliği veya laboratuvar çalışma ortamı hassasiyeti olarak düşünülmektedir. Ayrıca bu değerlerin haftalık kabul edilebilir düzeyde olduğu değerlendirildiğinde sonuçların ortalama bir değer olduğu sonucuna varılmıştır.

Kadmiyum elementi için değerlendirildiğinde, en yüksek 0,032±0,0007 mg/kg ile Merkez ilçeye bağlı Balpınar Köyündeki şalgam örneği iken, en düşük 0,012±0,001 mg/kg ile Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı Köyündeki şalgam örneği olarak belirlenmiştir. JECFA tarafından belirlenen değeri ise 0,007 mg/kg gibi oldukça düşük bir miktar olarak belirlenmiştir.Ayrıca bu değerlerin haftalık kabul edilebilir düzeyde olduğu değerlendirildiğinde sonuçların ortalama bir değer olduğu sonucuna varılmıştır.

Arsenik elementi için değerlendirildiğinde, en yüksek 0,321±0,008 mg/kg ile Kozluk ilçesine bağlı Dere Köyündeki şalgam örneği iken, en düşük 0,023±0,0002 mg/kg ile Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı Köyündeki şalgam örneği olduğu gözlemlenmiştir. JECFA tarafından belirlenen değeri ise 15 мg/kg olarak oldukça düşük bir değer belirlenmiştir. Arsenik elementi belirlenen tolere edilebilir miktara yakındır.

Bakır elementi için değerlendirildiğinde, en yüksek 4,256±0,005 mg/kg ile Gercüş ilçesine bağlı Yayladüzü Köyündeki şalgam örneği iken, en düşük 1,962±0,015 mg/kg ile Gercüş ilçesine bağlı Boğaz Köyündeki şalgam örneği olarak belirlenmiştir. JECFA tarafından belirlenen değeri ise 0,5-12 mg/kg/gün bu değer günlük olarak kabul edilebilir düzeydedir. Bakır elementi açısından şalgam örneğinin oranı kabul edilebilir olduğu gözlemlenmiştir. Bu

değerler yetişkin bir birey ve çocuklar için farklılık gösterebilir. Tüketim alışkanlıklarına göre de ayrı olarak değerlendirilebilir.

Kobalt elementi için değerlendirildiğinde, en yüksek 0,038±0,0017 mg/kg ile Gercüş ilçesine bağlı Boğaz Köyündeki şalgam örneği iken, en düşük 0,003±0,0001 mg/kg ile Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı Köyündeki şalgam örneği olarak belirlenmiştir. JECFA tarafından belirlenen değeri ise 1,4 µg /kg/gün gibi oldukça düşük bir miktar olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu değerlerin haftalık kabul edilebilir düzeyde olduğu değerlendirildiğinde sonuçların ortalama bir değer olduğu sonucuna varılmıştır.

Nikel elementi için değerlendirildiğinde, en yüksek 0,856±0,022 mg/kg ile Merkez ilçeye bağlı Balpınar Köyündeki şalgam örneği olup, en düşük değer olarak ise 0,296±0,006 mg/kg ile Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı köyündeki şalgam örneği olarak tespit edilmiştir. JECFA tarafından belirlenen değeri ise Nikel elementi için 60-260 µg /kg haftalık değer olarak verilmiştir. Şalgam örneğinin ağır metal derişimlerinin biraz yüksek çıkmasının nedeni olarak, cihaz ve çözücü kirliliği veya laboratuvar çalışma ortamı hassasiyeti olarak düşünülmektedir. Ayrıca bu değerlerin haftalık kabul edilebilir düzeyde olduğu değerlendirildiğinde sonuçların ortalama bir değer olduğu sonucuna varılmıştır.

.

Çizelge 4. Şalgam örneklerinin mg/ kg (ppm) derişim değerleri

Numune	As	Cd	Co	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Sn	Zn
1	0,165	0,024	0,008	3,145	14,32	0,028	0,354	0,248	0,019	1,698
2	0,023	0,012	0,003	2,819	13,65	0,014	0,296	0,169	0,145	2,321
3	0,241	0,019	0,012	4,256	11,25	0,028	0,521	0,174	0,202	2,361
4	0,159	0,017	0,008	2,361	9,258	0,026	0,347	0,132	0,025	1,965
5	0,234	0,027	0,038	1,962	12,36	0,008	0,652	0,188	0,264	1,632
6	0,321	0,028	0,012	3,321	11,32	0,021	0,458	0,221	0,189	2,113
7	0,214	0,032	0,023	3,421	13,21	0,017	0,856	0,259	0,126	3,341
Ortalama	0,193	0,022	0,014	3,04	12,195	0,02	0,497	0,198	0,138	2,204
Standart sapma	0,00503	0,00029	0,00069	0,01443	0,03214	0,0026	0,01271	0,00571	0,00206	0,00471

Çizelge 5. JECFA tarafından belirlenen bazı ağır metallerin haftalık alınabilir miktarları (Jecfa, 2009).

Elementler	Haftalık Alınabilir Ağırmetal Düzeyi
As	15 µg /kg
Cd	0,007 mg /kg
Co	1,4 µg /kg/gün
Cu	0,5-12 mg /kg/gün
Fe	0,2-25 mg/kg
Hg	1,6 µg/kg
Ni	60-260 µg/kg
Pb	0,025 mg /kg
Sn	14 mg/kg
Zn	1 mg /kg/gün

Çizelge 6. Aşağı Kıratlı Köyü şalgam örneğinin validasyon değerleri

Elementler	S.D	RSD	LOD	LOQ	R^2	Denklem
As	0,165±0,006	0,036	0,183	0,022	0,9921	y = 42647x - 83,977
Cd	0,024±0,0002	0,008	0,024	0,026	0,9904	y = 2E+07x - 12420
Co	0,008±0,0001	0,012	0,008	0,009	0,9889	y = 2E+07x + 25933
Cu	3,145±0,022	0,006	3,211	3,365	0,9862	y = 7794,5x - 825,77
Fe	14,32±0,045	0,003	14,455	14,77	0,992	y = 533929x + 5000
Hg	0,028±0,0004	0,014	0,029	0,032	0,9905	y = 1E+07x - 3092,2
Ni	0,354±0,007	0,019	0,375	0,424	0,9906	y = 16901x - 197,92
Pb	0,248±0,004	0,016	0,26	0,288	0,9894	y = 124479x - 843,85
Sn	0,019±0,0008	0,042	0,021	0,027	0,991	y = 1E+06x + 17313
Zn	1,698±0,002	0,001	1,704	1,718	0,9883	y = 11242x - 808,5

Ortalama± Standart sapma n=3

LOD-LOQ değerleri ve diğer parametreler mg/kg derişim değerlerine göre hesaplanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsan hayatında oldukça büyük bir öneme sahip olan şalgamın, ağır metal miktarları araştırılmıştır. Ağır metal miktarları değerlendirildiğinde, Kurşun, Arsenik ve Civa ağır metalleri JECFA tarafından belirlenen haftalık kabul edilebilir değerlerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Kurşun, Arsenik ve Civa ağır metallerinin yüksek değerlerde sonuç vermesinin sebebi cihazdan ve çözücülerden gelen kirlilik ve laboratuvarda çalışma sırasında yapılmış olan bireysel hatalar olarak değerlendirilmiştir. Şalgam örneklerinde Bakır, Demir, Çinko ve Kalay değerlerinin JECFA tarafından belirlenen haftalık kabul edilebilir değerlerde olduğu sonucuna varılmştır. Kobalt, Kadmiyum ve Nikel gibi diğer ağır metaller açısından değerlendirildiğinde ise JECFA‘ nın belirlemiş olduğu haftalık kabul edilebilir seviyelerine yakın değerler olduğu gözlemlenmiştir. Şalgam örneklerinin ağır metal analizi sonucunda bu örneklerin ağır metal derişimlerinin JECFA değerleriyle uyumlu oldukları ve bu şekliyle tüketilmesinde bir sakınca olmayacağı kanaatine varılmıştır. Diğer taraftan, şalgamın ağır metal düzeylerinin belirlenmesi, hem çevrenin ağır metallerle kontaminasyonu nedeniyle oluşabilecek sorunların önlenmesine, hem de toksik metallerin şalgamda bulunabilecek maksimum limitlerinin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İnsanların sağlıklarını korumak ve sürdürebilmek adına organik besinlerin tüketmesi çok büyük önem arz etmektedir. Bilhassa ülkemizde üretimi ve tüketimi yaygın olan şalgam bitkisinin insan sağlığı açısından önemli olan yüksek besleyici elementlere sahip olduğu tespit edildiğinden bu ve benzer özelliklere sahip bitki ve meyvelerin tüketilmesine ihtiyaç duyulduğu, ancak ölçülü ve kontrollü olarak tüketilmesinin gerekli olduğu kanaatine varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P. and Velasco, P. 2011. Phenolic compounds in brassica vegetables. *Molecules*, 16(1), 251-280.

FAO 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (Erişim tarihi: 17.07.2022).

Haliloğlu, H. İ., Arslan, M., Lee, B. J. ve Dabrowski, K. 2012. The effects of dietary turnip (Brassica rapa) and biofuel algae on growth and chemical composition in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) juveniles. *Turkish Journal of Fisheries And Aquatic Sciences*, 12(2), 323-329.

HE, Z.L., Yang, X.E and Stoffella, P.J., 2005. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *J Trace Elem Med Biol.* 125-140.

Li, X., Li, B. and Yang, Y. 2018. Effects of foliar selenite on the nutrient components of turnip (Brassica rapa var. rapa linn.). *Frontiers in Chemistry*, 6: 42. doi: 10.3389/fchem.

Raiola, A., Errico, A., Petruk, G., Monti, D., Barone, A. and Rigano, M. 2017. Bioactive compounds in Brassicaceae vegetables with a role in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, 23(1), 15.

Tchounwou, P.B., Yedjou, C.G., Patlolla, A.K. and Sutton, D.J., 2012. Heavy Metals Toxicity and the Environment. Molecular, *Clinical and Enviromomental Toxicology*,133-160.

Tindall, H.D. 1983. *Vegetables in the Tropics*. Macmillan Press, London.

TUİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Temel İstatistikler. http://www.tuik.gov.tr. (Erişim tarihi: 17.07.2022).

Uçar H., 2021. Bor Endüstri Atıklarında Bazı Elementlerin ICP-MS Yöntemiyle Tayini ve Mikroyopısal Özellikleri'nin Araştırılması, Batman Üniv., Yüksek Lisans Tezi, *Lisansüstü Eğitim Enst*., 28-52.

BATMAN YÖRESİNDE YETİŞEN ŞALGAM (BRASSICA RAPA L.) BİTKİSİNİN FENOLİK MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİ
DETERMINATION OF THE PHENOLIC MATERIALS AMOUNT OF TURNIP (BRASSICA RAPA L.) GROWING IN THE BATMAN REGION

Beşir DAĞ[1] , İlham ASLAN[2]

[1]Dr. Öğretim Üyesi Batman Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
besir.dag@hotmail.com - 0000-0002-5208-3552

[2]Yüksek Lisans Öğrencisi Batman Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
ilham_aslan72@hotmail.com -0000-0002-4753-0442

ÖZET

Bu çalışmada, Batman yöresinde yetişen şalgam örneklerinde fenolik madde miktarındaki değişimler tespit edilmiştir. Kalitatif ve kantitatif analizlerde yaygın bir biçimde kullanılan ve ölçüm güvenilirliğinin oldukça yüksek olan, LC-MS/MS ölçülmüştür. Bu ölçümlerde 53 fenolik bileşiğin analizi sonucunda, şalgam örneklerinde 7 adet fenolik bileşiğin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu bileşikler sırasıyla Qunic acid, Fumaric acid, Gallic acid ve Protocatechuic acid şeklindedir. Qunic acid bileşiği miktar olarak en yüksek 0,938 mg analit/g ekstrat Gercüş ilçesine bağlı Yayladüzü Köyündeki şalgam örneğinde gözlemlenirken, en düşük 0,299 mg analit/g ekstrat Gercüş ilçesine bağlı Boğaz köyündeki şalgam örneğinde tespit edilmiştir. Fumaric acid bileşiği miktar olarak en yüksek 2,998 mg analit/g ekstrat Merkez ilçeye bağlı Balpınar köyündeki şalgam örneğinde gözlemlenirken, en düşük 0,73 mg analit/g ekstrat Gercüş ilçesine bağlı Yayladüzü köyündeki şalgam örneğinde tespit edilmiştir. Protocatechuic acid bileşiği miktar olarak en yüksek 0,082 mg analit/g Merkez ilçeye bağlı Balpınar köyündeki şalgam örneğinde gözlemlenirken, en düşük 0,01 mg analit/g ekstrat Gercüş ilçesine bağlı Bağlıca köyündeki şalgam örneğinde tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fenolik Bileşikler, Şalgam, LC-MS/MS,

ABSTRACT

In this study, changes in the amount of phenolic substances were determined in turnip samples grown in Batman region. LC-MS/MS, which is widely used in qualitative and quantitative analyzes and has a very high measurement reliability, was measured. As a result of the analysis of 53 phenolic compounds in these measurements, it was determined that 7 phenolic compounds were present in the turnip samples. These compounds are respectively Qunic acid, Fumaric acid, Gallic acid and Protocatechuic acid. The highest amount of qunic acid compound was observed in the turnip sample of 0.938 mg analyte/g extract in the Yayladüzü Village of Gercüş district, while the lowest 0.299 mg analyte/g extract was detected in the turnip sample in the Boğaz village of the

Gercüş district. The highest amount of fumaric acid compound was observed in the turnip sample of 2.998 mg analyte/g extract in Balpınar village of the central district, while the lowest 0.73 mg analyte/g extract was detected in the turnip sample in the Yayladüzü village of the Gercüş district. The highest amount of protocatechuic acid compound was observed in the turnip sample of 0.082 mg analyte/g in the Balpınar village of the central district, while the lowest 0.01 mg analyte/g extract was detected in the turnip sample in the Bağlıca village of the Gercüş district.
Keywords: Phenolic Compounds, Turnip, LC-MS/MS,

1. GİRİŞ

Avrupa, Asya ve Amerika'da yaygın olarak yetişen şalgam, tüm yıl boyunca bulunabilen bir yumrulu sebzedir. Yumru genellikle beyaz renkli, küresel, etli kırmızımsı mor bir taça sahiptir (Tindall, 1983). Küçük, gevrek çeşitler olanı insan tüketimi için kullanılmakta, daha büyük çeşitler ise yem olarak değerlendirilmektedir. Kültür bitkilerinden olan şalgam, tarih öncesi çağlardan beri tüketilmektedir (Haliloğlu vd, 2012). Türkiye'de özellikle soğuk bölgelerde ve özellikle Avrupa'da yaygın bir biçimde kullanılan bir bitkidir. Hasattan sonra bozulmadan birkaç ay saklanabilmekte ve soğuk iklimlerde iyi büyümektedir (Haliloğlu vd, 2012).Şalgam, önemli miktarda C vitamini, diyet lif ile kalsiyum, magnezyum, riboflavin, demir gibi mineraller içermektedir. Ayrıca glikozinolat ve bitkilerde bulunan ikincil metabolitler olan fenolik bileşiklerce de zengindir. Yüksek kan basıncı, diyabet ve çeşitli kanser tiplerinin gelişim riskini önleyebiliceği İçerdiği antioksidan özellikteki bu maddeler nedeniyle olduğu bildirilmiştir (Li vd, 2018).

Bu çalışmanın en temel amaçlarından ve en önemli beklentisininde şalgam bitkisinde yüksek oranda bulunan fenolik bileşiklerin bulunmasıdır. Fenolik bileşiklerin etkisini iyice gözlemleyebilmek adına yaygın bir şekilde tercih edilen LC-MS/MS cihazında 53 adet fenolik bileşik standartı tanımlanarak ölçüm yapılmıştır. LC-MS/MS cihazında yapılan analiz sonucunda elde edilen şalgamlarda tanımlanmış olan 53 adet fenolik bileşikten, 7 adet fenolik bileşiğin kantitatif analizi sonucunda mevcut olduğu tespit edilmiştir. 7 adet fenolik bileşik miktar açısından iyi sonuç vermiş olsa da, beklentimizin daha yüksek olduğu ve sonuçların beklentinin altında kaldığı tespit edilmiştir.

2. ARAŞTIRMA

2.1. Şalgamın Botanikteki Yeri ve Tarihçesi

Brassica cinsine dahil olan türler *Brassica rapa*, *Brassicaceae* (Cruciferae) familyasıdır. Bu tür birçok alt grubu kapsamaktadır (Çizelge 1.). Şalgam veya Türkiye'de bilindiği adıyla yem şalgamı (*Brassica rapa* subsp. *rapa*) bu gruba dahildir (Cartea vd, 2011).

Çizelge 1. *Brassica rapa* türüne ait sebzeler (Cartea vd, 2011)

Tür	Grup	Dünyada Yaygın Adı	Tüketilen Kısmı
Brassica rapa	*rapa*	Turnip, turnip greens, turnip tops (şalgam)	Yumru, sap, yaprak
	chinensis	Pak choi, bok choy	Yaprak
	dichotoma	Brown sarson, toria	Tohum
	narinosa	Chinese flat cabbage, wutacai	Yaprak
	nipposinica	Mibuna, mizuna	Yaprak
	oleifera	Turnip rape, rapeseed (kolza tohumu)	Tohum
	pekinensis	Chinese cabbage, Pe-tsai (Çin lahanası)	Yaprak
	perviridis	Komatsuna, Tendergreen	Yaprak
	parachinensis	Choy sum	Yaprak
	ruvo	Broccoleto	Sürgün
	trilochularis	Yellow sarson	Tohum

2.2. Şalgamın Türkiye ve Dünyadaki Üretimi

Türkiye istatistik kurumu verilerine göre (TUİK, 2020); yumru ve yumrusu tüketilen sebzeler içerisinde şalgamın üretim miktarı, kuru soğan, havuç, pırasa ve turptan sonra yer almaktadır. Son 5 yıl incelendiğinde, şalgam üretiminde dalgalanmalar olduğu görülmektedir (Çizelge 2.).

Çizelge 2. Yıllara göre şalgam üretimi (TUİK, 2020)

Yıllar	Üretim (ton)
2010	1.693
2011	1.494
2012	1.537
2013	1.938
2014	1.509
2015	1.393
2016	1.651
2017	1.768
2018	1.530
2019	2.388
2020	2.599

Şalgamın dünyadaki üretimi incelendiğinde; Türkiye'nin 13. sırada olduğu ve dünya şalgam üretiminin önemli bir kısmını karşıladığı görülmektedir. Dünyada en çok üretim yapan ülke Çin olup onu Özbekistan izlemektedir (Çizelge 3.). Dünya'da üretim miktarları tek başına şalgam olmayıp havuç ve şalgam şeklinde ifade edildiği için FAO (2020) verilerinin TUİK (2020)'den daha farklı olduğu görülmektedir.

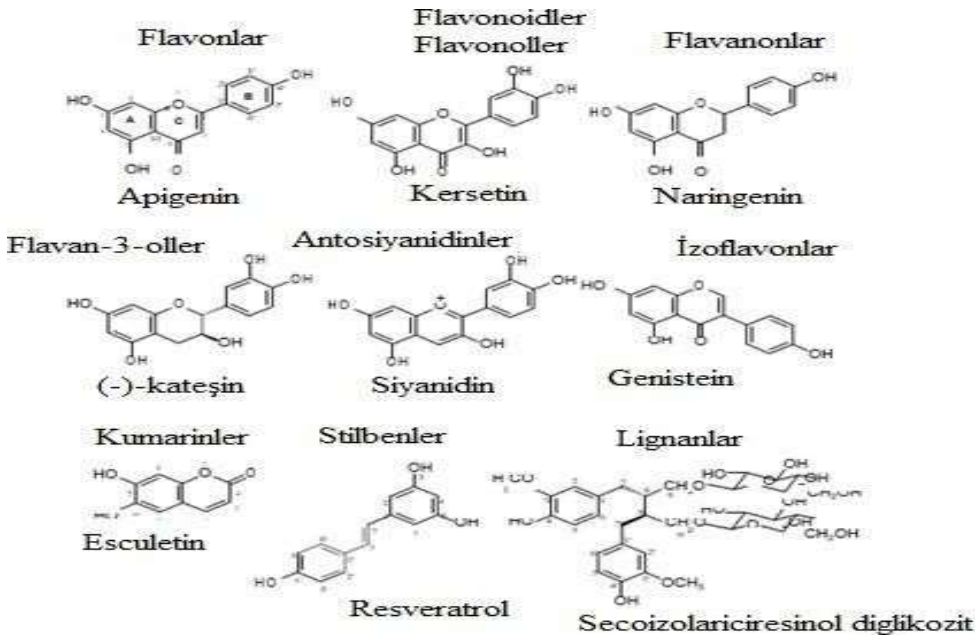
Çizelge 3. Dünya şalgam üretimi (FAO, 2020)

Ülkeler	**Üretim Miktarı (ton)**
Çin	18.069.021
Özbekistan	2.876.031
ABD	1.582.238
Rusya	1.368.576
Ukranya	862.460
Almanya	802.230
İngiltere	799.715
Polanya	689.100
Endonezya	675.760
Kazakistan	643.874
Japonya	601.016
Hollanda	574.170
Türkiye	591.377

2.3. Fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler, bitkilerde radyasyon, patojenler gibi dış etkilere karşı koymak amacıyla oluşturulan ikincil metabolitlerdir. Fenolik bileşikler; basit, düşük molekül ağırlıklı, tek aromatik halkalı bileşiklerden büyük ve karmaşık yapıdaki polifenollere kadar çeşitlilik gösterir. Karbon atomlarının sayısına ve düzenine göre flavonoidler (flavonoller, flavonlar, flavan-3-ollar, antosiyanidinler, flavanonlar, izoflavonlar ve diğerleri) ve flavonoid olmayanlar (fenolik asitler, hidroksisinamatlar, stilbenler ve diğerleri) şeklinde sınıflandırılabilirler (Şekil 1.). Genellikle şekerler ve organik asitlerle konjuge şeklinde bulunmaktadırlar (Cartea vd, 2011).

Fenolik bileşikler, çeşitli şekillerde antioksidanlar gibi davranabilirler. Fenolik bileşiklerin yapısında yer alan hidroksil grupları iyi hidrojen donörleridir. Hidrojen veren antioksidanlar, reaktif oksijen ve reaktif azot türleri ile reaksiyona girerek yeni radikallerin oluşumunu zincir kırarak önlerler. Fenoliklerin hidroksil gruplarının benzen halkasının π-elektronları ile etkileşimi, moleküllere özel özellikler kazandırır ve delokalizasyon ile serbest radikal stabilize edilir. Serbest radikallerin üretiminde rol alan metal iyonlarını şelatlayarak antioksidan aktivite etkisini gösterirler. Bir başka antioksidan özelliği, hidrofobik benzenoid halkaları ve fenolik hidroksil gruplarının hidrojen bağlama potansiyelleri nedeniyle proteinlerle güçlü etkileşime girme potansiyeline sahip olmasına dayanmaktadır. Bu özelliğinden dolayı, çeşitli sitokrom P450 izoformları, lipoksijenazlar, siklooksijenaz ve ksantin oksidaz gibi radikal oluşumuna yol açan bazı enzimleri inhibe etme yeteneğine sahiptirler. Bu mekanizmalara ek olarak, fenolik bileşiklerin askorbik asit, β-karoten ve α-tokoferol gibi diğer antioksidanlarla sinerjistik etkileri de bilinmektedir (Pereira vd, 2009).



Şekil 1. Bazı fenolik bileşiklerin yapısı (Pereira vd, 2009)

2.4. LC-MS/MS (Sıvı Kromotografisi – Kütle Spektrometresi) Teknikleri

MS dedektörleri manyetik veya elektrik kuvvetinin olduğu alanları kullanarak iyonları kütle/ yük oranına göre hesaplayan cihazlardır. MS cihazı ilk önce kullanılan numunenin iyonlarını oluşturup, daha sonra kütle/yük oranına göre hesaplayıp iyonların içeriğine göre ölçüm yapmaktadır. Kütle spektrometresinde iyon oluşumu oldukça önemlidir çünkü nötr moleküllerin kütlesini doğrudan ölçememektedir. İlk önce iyonları ayrıştırmaktadır. Daha sonra kütle/yük oranına göre ölçüm yapmaktadır. Kütle spektrometresi kalitatif deneylerde de kullanılabilir. Çalışma prensibi 3 birime ayrılmaktadır; birinci kısım numunenin kendisinde bulunan molekülleri gaz fazındaki iyonlara çevirip iyon kaynağı oluşturur. İkinci kısım elektromanyetik alan oluşturarak kütle oranlarına göre ayrıştırır. Üçüncü kısım da ise ayrışan iyonlar kütle / yük oranına göre hesaplanıp, iyonun miktarını belirleyici unsur haline gelir (Yılmaz, 2015).

3. YÖNTEM

3.1. Şalgam örneklerinin analiz aşamaları

Batman yöresine ait Merkez köy ve ilçe köylerden Kozluk ilçesine bağlı Aşağı Kıratlı Köyü ve Dere köyü, Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı Köyü, Gercüş ilçesine bağlı Yayladüzü Köyü, Bağlıca Köyü ve Boğaz Köyü ve Merkez ilçeye bağlı Balpınar köyünden getirilen şalgam örnekleri 2021 yılında temin edilmiş olup, önce blender yardımıyla parçalara ayrılıp ardından süzdürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzdürülen sebze süzüntüleri raf ömrünü artırmak amacıyla derin dondurucuda dondurulma işlemine tabi tutulmuştur.

3.2. Şalgam örneklerinin ekstraksiyonu

Şalgam örnekleri kurutma kağıtlarına konularak, 24 saat boyunca kurutmaya tabi tutulmuştur. Kurutulan büyük boyuttaki şalgam örnekleri blenderdan geçirilerek, küçük toz partiküller haline getirilmiştir. Toz partiküller haline getirilen şalgam örnekleri 24 saat boyunca kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Her örnekten 10 gram madde alınarak 100 ml etanol ilave edilmiş olunup çözücü özelliği yüksek olan ve polar özelliği olan etanol kullanılmıştır. Manyetik karıştırıcı da karıştırılmaya bırakılıp, 48 saat oda sıcaklığında çözünmesi beklenmiştir. Her örnek tek tek numaralandırılıp, süzme işlemine tabi tutulmuştur. Her örnek için Rotary Evaparetöründe etanol uçurulmuş olup, önceden tartımı yapılan 250 ml 'lik balon jojeler sabit tartıma ulaştıktan sonra, kuru madde ağırlıkları hesaplanmıştır.

3.3. LC-MS/MS Cihazında Fitokimyasal Özelliklerin Analizi

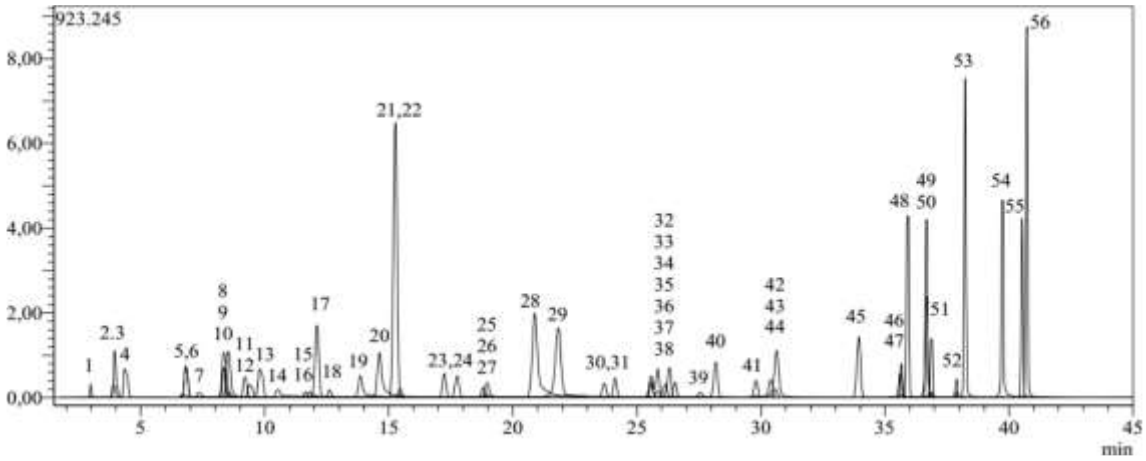
Bu çalışmada şalgam örneklerinin 53 adet doğal fenolik maddesinin fitokimyasal özellikleri ölçülmüştür. 14 adet Flavonoid aglikonlar, 1 adet biflavonoid, 13 adet flavanoid glikozit, 20 adet fenolik asit, 3 adet fenolik aldehit, 1 adet stibenoid glukozit ve 1 adette benzopriron olarak analiz edilmiştir. 1000 ppm (mg/L) 'lik ana stok çözelti ve her bir fenolik bileşik standartları ayrı ayrı hazırlanmıştır. Hazırlanan standartlar ve örnekler LC-MS/MS cihazında analiz edilmiştir. LC-MS/MS cihazı, Shimadzu Neexera modelinin UHPLC cihazi ile LCMS 8040 modelinin birleşiminden oluşmaktadır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada 7 adet şalgam örneğinin, fitokimyasal özellikleri LC-MS/MS cihazında ölçülerek sonucu bilinmeyen madde miktarının bulunması amaçlanmıştır. Kantitatif ve kalitatif analizlerde sıkça kullanılan LC-MS/MS cihazını tercih edilmiş olunup, 53 adet fenolik bileşiğin kimyasalları standart olarak kullanılmıştır. 53 adet fenolik bileşikten, Quinic acid, Fumaric acid ve Protocatechuic acid tüm şalgam örneklerinde gözlemlenirken, Protocatechuic aldehyde fenolik bileşiği ise Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı Köyündeki şalgam örneğinde 0,008mg analit/g ve Merkez ilçeye bağlı Balpınar Köyündeki şalgam örneğinde ise 0,013mg analit/g ekstrat olarak ölçülmüştür. Coumarin fenolik bileşiği, Gercüş ilçesine bağlı Yayladüzü Köyü ile Bağlıca Köyündeki şalgam örneklerinde tespit edilmemiş iken diğer tüm şalgam örneklerinde Coumarin fenolik bileşiği gözlemlenmiştir.

Gallik asit fenolik bileşiği ise Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı Köyü, Gercüş ilçesine bağlı Yayladüzü, Bağlıca ve Boğaz Köyündeki şalgam örneklerinde tespit edilmemiş iken diğer şalgam örneklerinde tespit edilmiştir. P – kumarik asit ise Gercüş ilçesine bağlı Bağlıca Köyü ve Kozluk ilçesine bağlı Dere Köyündeki şalgam örnekleri hariç diğer tüm şalgam örneklerinde mevcut olduğu tespit edilmiştir. LC-MS/MS cihazında ölçülen fenolik bileşiklerin değerleri çizelge 5. 'te 53 Adet fenolik bileşiğin sonuçları adlı çizelge de belirtilmiştir. Değerler mg analit / g ekstrat olarak hesaplanmıştır. Toplam iyon kromotografisi şekil 7. deki gibi belirlenmiş olup, isimlendirilimiş ve numaralandırılmıştır. Her şalgam örneği için ayrı ayrı

toplam iyon kromotografileri çizilmiştir. Toplam iyon kromotografisindeki pik noktalarına göre çizelge 4. ‘te ki gibi isimlendirilmiştir.



Şekil 7. Toplam iyon kromotogramı

Çizelge 4. Toplam iyon kromotogramının isimlendirmesi

1. Quinic acid	2. Fumaric acid
3. Aconitic acid	4. Gallic acid
5. Epigallocatechin	6. Protocatechuic acid
7. Catechin	8. Gentisic acid
9. Chlorogenic acid	10. Protocatechuic aldehyde
11. Tannic acid	12. Epigallocatechin gallate
13. 4-OH Benzoic acid	14. Epicatechin
15. Vanilic acid	16. Caffeic acid
17. Syringic acid	18. Vanillin
19. Syringic aldehyne	20. Daidzin
21. Epicatechin gallate	22. Piceid
23. p-Coumaric acid	24. Ferulic acid
25. Sinapic acid	26. Coumarin
27. Salicylic acid	28. Cyranoside
29. Miquelianin	30. Rutin
31. Isoquercitrin	32. Hesperidin
33. O-Coumaric acid	34. Genistein
35. Rosmarinic acid	36. Ellagic acid
37. Cosmosiin	38. Quercitrin
39. Astragalin	40. Nicotiflorin
41. Fisetin	42. Daidzein
43. Quercetin	44. Naringenin
45. Hesperidin	46. Luteolin
47. Apigenin	48. Amentoflavone
49. Chrysin	50. Acacetin
51. 1,5-dicaffeoyloguinic acid	52.Cynarin
53.Genistin	

Çizelge 5. 53 Adet fenolik bileşiğin sonuçları

Numuneler	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Coumarin	0,022	0,025	-----	-----	0,018	0,011	0,046
Quinic acid	0,466	0,729	0,938	0,6	0,299	0,858	0,307
Fumaric acid	1,807	0,818	0,73	1,127	0,824	1,816	2,998
Gallic acid	0,012	-----	-----	-----	-----	0,019	0,022
Protocatechuic acid	0,021	0,03	0,018	0,01	0,02	0,007	0,082
Protocatechuic aldehyde	-----	0,008	-----	-----	-----	-----	0,013
p-Coumaric acid	0,039	0,117	0,067	-----	0,025	-----	0,08

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsan hayatında oldukça büyük bir öneme sahip olan şalgamın, ağır metal, antioksidan ve fitokimyasal etkileri araştırılmıştır. Bu Çalışmasının amacı Batman yöresinde yetişen şalgam örneklerinin daha yüksek verimde ve fenolik madde içeriği açısından yüksek miktarda ve zengin olduğunun tespit edilmesidir. Batman yöresinde yetişen şalgam örneklerine bakıldığında, Merkez ilçeye bağlı Balpınar Köyü ve Hasankeyf ilçesine bağlı Tepebaşı Köyündeki şalgam örneklerinin akivitelerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Gercüş ilçesine bağlı Bağlıca Köyündeki şalgam örnekleri fenolik bileşik miktarları açısından değerlendirildiğinde, diğer şalgam örneklerine oranla daha az miktarda içeriklere sahip oldukları tespit edilmiştir. Batman yöresinde yetişen şalgam örnekleri analiz edildiğinde, sonuçlarının ve fenolik madde miktarının birbirlerine yakın oldukları gözlemlenmiştir. LC-MS/MS cihazında yapılan analiz sonucunda şalgam örneklerinde 7 adet fenolik bileşiğin mevcut olduğu tespit edilmiştir. 53 fenolik bileşikten 7 adet fenolik bileşik kantitatif olarak iyi sonuç vermiş olsa dahi, bu çalışmadaki beklentimiz daha yüksek değerlerde fenolik bileşik içeriğine sahip olunmasıdır. Bu çalışmamızda elde edilen kantitatif değerlerin beklentinin altında olmasının nedeni, şalgam örneklerin yüksek sıcaklığa maruz kalması, iyonik bağ ve çözücü olarak sadece etanol tercih edilmesi olarak değerlendirilmiştir. Ölçülen sonuçlar gözden geçirildiğinde Batman yöresinde yetişen şalgam örnekleri oldukça fazla fenolik bileşik içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. İnsanların sağlıklarını korumak ve sürdürebilmek adına organik besinlerin tüketmesi çok büyük önem arz etmektedir. Bilhassa ülkemizde üretimi ve tüketimi yaygın olan şalgam bitkisinin insan sağlığı açısından önemli olan fenolik bileşik içeriğine sahip olduğu tespit edildiğinden bu ve benzer özelliklere sahip bitki ve meyvelerin tüketilmesine ihtiyaç duyulduğu, ancak ölçülü ve kontrollü olarak tüketilmesinin gerekli olduğu kanaatine varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P. and Velasco, P. 2011. Phenolic compounds in brassica vegetables. *Molecules*, 16(1), 251-280.

FAO 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (Erişim tarihi: 17.07.2022).

Haliloğlu, H. İ., Arslan, M., Lee, B. J. ve Dabrowski, K. 2012. The effects of dietary turnip (Brassica rapa) and biofuel algae on growth and chemical composition in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) juveniles. *Turkish Journal of Fisheries And Aquatic Sciences*, 12(2), 323-329.

Li, X., Li, B. and Yang, Y. 2018. Effects of foliar selenite on the nutrient components of turnip (Brassica rapa var. rapa linn.). *Frontiers in Chemistry*, 6: 42. doi: 10.3389/fchem.

Pereira, D., Valentão, P., Pereira, J. andAndrade, P. 2009. Phenolics: From chemistry to biology.*Molecules*, 14(6), 2202-2211.

Raiola, A., Errico, A., Petruk, G., Monti, D., Barone, A. and Rigano, M. 2017. Bioactive compounds in Brassicaceae vegetables with a role in the prevention of chronic diseases. *Molecules*, 23(1), 15.

Tindall, H.D. 1983. *Vegetables in the Tropics*. Macmillan Press, London.

TUİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Temel İstatistikler. http://www.tuik.gov.tr. (Erişim tarihi: 17.07.2022).

Yılmaz M.A., 2015. Bazı Achılle L. Türlerinin LCMS-IT/TOF ve LC-MS/MS ile Metabolik Profillerinin Çıkarılması ve Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi, *Dicle Üniv*., Kimya Anabilim Dalı, 50-95.