PROCEEDING BOOK

KARADENİZ 11. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

RİZE
17 - 18 ARALIK 2022

KARADENİZ
11. ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ

KARADENIZ

11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

Issued: 26. 12. 2022

ISBN : 978-605-72197-6-3

ACADEMY GLOBAL PUBLISHING HOUSE

KARADENIZ

11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
DECEMBER 17- 18, 2022
RIZE

Edited By
DR. GÜLTEKİN GÜRÇAY
KHORRAM MANAFIDIZAJI

CONGRESS ORGANIZING BOARD
Head of Conferece: Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur
Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay
Organizing Committee Member: Dr. Amaneh Manafidizaji
Organizing Committee Member: Dr. Zemfira Abbasova
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Həcər Hüseynova
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 Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsibleboth ethically and juridically.
Academy Conference–2022 ©

Issued: 26.12.2022
ISBN: 978-605-72197-6-3

CONFERENCE ID

KARADENIZ
11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
DECEMBER 17- 18, 2022
RIZE

ORGANIIZATION
ACADEMY CONFERENCES

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

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – Malaysia – Nigeria - Saudi Arabia – Myanmar- India- Morocco- Japan- Bosnia and Herzegovina- Australia- Pakistan – Algeria – Jordan- Poland- Thailand- Italy – Tunisia – Iran – Czech Republic – Sassari – UK – Colombia – Libya – Iraq – Ghana- Yemen – Egypt – Spain - Germany

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
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV
Ufa State Petroleum Technological University

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ
Riyad Kral Abdülaziz Teknoloji Enstitüsü

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Doç. Dr. Hülya BALKAYA
Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Mardin Artuklu Üniversitesi

Dr. Amina Salihi BAYERO
Yusuf Maitama Sule Üniversitesi

Dr. Karligash BAYTANASOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Baurcan BOTAKARAEV
Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesi

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER
Ürdün Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Abbas GHAFFARI
Tebriz Üniversitesi

Prof.Dr. Ariz Avaz GOZALOV
Moskova Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Ebru GÖZÜKARA
İstanbul Arel Üniversitesi

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA
Bakü Avrasya Üniversitesi

Dr. Gültekin GÜRÇAY
Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA
Özbekistan Bilimler Akademisi

Dr. Mehdi Meskini Heydarlou

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA
K.Zhubanov Aktobe Devlet Bölge Üniversitesi

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Mamatkuli Jurayev
Özbekistan Bilim Akademisi

Dr. Kalemkas KALIBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Bouaraour Kamel
Ghardaia Üniversitesi

Prof. Dr. Ergün KOCA
Girne Amerikan Üniversitesi

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU
Ardahan Üniversitesi

Dr. Leman KUZU
İstanbul Kültür Üniversitesi

Sonali MALHOTRA
Delhi Balbahtri Academy

Dr. Alia R. MASALİMOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Prof. Muntazir MEHDI
Pakistan Language Academy

Dr. Amanbay MOLDIBAEV
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
Çukurova Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ
Munzur Üniversitesi

Dr. Aysulu B. SARSEKENOVA
Orleu Milli Kalkınma Enstitüsü

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA
Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz KINDAP TEPE
Cumhuriyet Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Özkan TİMURKAN
Atatürk Üniversitesi

Dr. K.A. TLEUBERGENOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Yıldırım İsmail TOSUN
Şırnak Üniversitesi

Dr. Botagul TURGUNBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Ali Korkut ULUDAĞ
Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Fahriye Oben ÜRÜ
İstanbul Arel Üniversitesi

Prof. Dr. Akbar VALADBIGI
Urumiye Üniversitesi

Doç. Dr. C. VIJAI
St.Peter's Institute

Dr. Yang ZİTONG
Wuhan Üniversitesi

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

KARADENIZ
11th International Conference On Social Sciences
11th International Conference On Applied Sciences

CONFERENCE PROGRAM
Online Presentation

Join Zoom Meeting
https://us02web.zoom.us/j/87969669054?pwd=TkpXd3h5S2xwVVQ3Q3h3b2crcDhGdz09

Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

MPORTANT, 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

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222

HALL: 1 SESSION: 1	MODERATOR: **Zohaib Hassan Sain**
ZOHAIB HASSAN SAIN	Challenges Faced To Online Education & Learning In Pakistan During Covid-19 Pandemic
TUĞBA TÜRKCÜ	Çizim Diliyle Göç Tasvirleri Ve Göç Algısının Katılıcılar Üzerindeki Etkilerinin Literatür Taraması Üzerinden Değerlendirilmesi
TUĞBA TÜRKCÜ	Korona Virüs 19 (Cp19-S) Bireyler Arasındaki Fobi Düzeylerinin Değişkenler Açısından İncelenmesi
ASSIST. PROF. DR. SERPİL KALAYCI	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının "Fotosentez" Ve "Solunum" Kavramlarına İlişkin Metaforik Algıları
ASSIST. PROF. DR. SERPİL KALAYCI	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilimsel Araştırmaya İlişkin Bilişsel Algıları
ASSOC. PROF. DR. BÜNYAMİN SARIKAYA RES. ASSIST. YUNUS ŞAKİROĞLU	Analysis Of The Most Cited Articles On Critical Thinking Skills
BURAK PİRİM SONGÜL PEKTAŞ GÜLSÜM GÖKTAŞ	''Music Is Like...'' Metaphorical Perceptions Of Science And Art Center Students
DR., HULUSİ BÖKE PROF. DR., CEMAL GÜNDOĞDU	Examination Of Social Skills Level In Terms Of Playing Sports: Meta-Analysis Study
DR. HULUSİ BÖKE PROF. DR., CEMAL GÜNDOĞDU	Physical Education Teachers' Organizational Commitment Levels In The Gender Variable: A Meta-Analysis Study
ÇİĞDEM ÖZKAN DR. ÖĞR. ÜYESİ MERVE LÜTFİYE ŞENTÜRK PROF. DR. UĞUR SARI	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Stem Uygulamaları Öğretmen Öz Yeterlikleri
ASSIST. PROF. DR. BURCU AKKAYA	Kamu İlkokullarında Görev Yapan Öğretmenlerin Etkili İletişime Yönelik Bilişsel Özyeterlikleri

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 2 SESSION: 1	MODERATOR: **ASSOC. PROF. DR. SERCAN ÖZKELEŞ**
ASSOC. PROF. DR.SERCAN ÖZKELEŞ	12 Eşit Aralıklı Tampereman Sistemdeki Basit Makamlarda Akor Dizisi: Basit Suzinak Makam Dizisi Örneği
ASSOC. PROF. DR SERCAN ÖZKELEŞ	Türk Müziği Makam Dizileri İle Caz Müziği Dizileri Arasındaki Benzerliklerin İncelenmesi
ASSOC. PROF. DR SERCAN ÖZKELEŞ	Yeniden Armonilemede Mediyantik Armoni
ASSOC. PROF. DR. TARIK YAZAR YASEMİN YORULMAZ SEFA ÇEÇEN EBRU HİLAL YÜCE	Information Visualization And Infographic In Visual Communication: Modern Art Movements Infographic As An Alternative Teaching Method In The Art History Education Process
ASSOC. PROF. DR. TARIK YAZAR ABDULKADİR DOĞAN İSMİRİDA SHALA LEYLA RZAYEVA	3d Map And Infographic As Effective Visual Expression Strategy In Geographical Information And Cultural Tourism
ASSIST. PROF. DR. HAYDAR TAŞÇILAR ASSOC. PROF. DR. HATİCE KÜBRA KUZUCANLI	Destylization On An Eclectic Ground In Contemporary Art: Nicole Eisenman
ASSOC. PROF. DR. HATİCE KÜBRA KUZUCANLI ASSIST. PROF. DR. HAYDAR TAŞÇILAR	The Artist's Order Of Destruction As A Destroyer

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022 10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 3 SESSION: 1	MODERATOR: ASSOC. PROF. DR. ÖZNUR ARSLAN
ASSOC. PROF. DR. UĞUR KORKUT PATA ASSOC. PROF. DR. MEHMET ELA	Yük Kapasitesi Faktörü Mınt Ülkelerinde Durağan Mı? Fourier Dönüşümlerine Dayalı Ampirik Bir Analiz
ASSOC. PROF. DR. MEHMET ELA ASSOC. PROF. DR. UĞUR KORKUT PATA	Devlet Temerrütlerinin Maliyetleri: Bir Literatür Taramasi
ASSOC. PROF. DR. SEVGİ IŞIK EROL	Ahilik Teşkilatının Fonksiyonları Ve Günümüze Yansımaları
ASSOC. PROF. DR. SEVGİ IŞIK EROL	İslam Ticaret Hukukunda Muşaraka
İSMAİL SELMAN	İş Gücüne Katılımda Yönetici Kadınlar ve Karşılaştıkları Engel Cam Tavan Sendromu Örgüt Kültürü İlişkisi
RES. ASSIST. SİNEM ATICI USTALAR	The Effect Of Access To Financial Markets On The Country Risk Premium: The Case Of Turkey
ASSOC. PROF. DR. ABDULKERİM KARAASLAN RES. ASSIST. SİNEM ATICI USTALAR	Determinants Of Household Food Insecurity In Turkey
MEHMET İNANIR PROF. DR.KAHRAMAN ÇATI EBRU OSKALOĞLU	Description Of Consumer Complaints Against Malatya Restaurants
ASSOC. PROF. DR. ÖZNUR ARSLAN	Bibliometric Analysis Of Studies On Fraudulent Financial Reports
ÖĞR. GÖR. DR. MUHAMMET YÜKSEL	Örgütlerin Tanıtımında Sosyal Medyanın Gücü
ÖĞR. GÖR. DR. MUHAMMET YÜKSEL	Örgütsel Yenilikçilik
ASSIST. PROF. DR. SELMA BÜYÜKKANTARCI TOLGAY	Sürdürülebilir Kalkınmada Yeşil Enerjinin Rolü
KURTULUŞ MERDAN	Citrus Production In Turkey: Problems And Recommendations In Exporting
Assist. Prof. Dr. ÖZGÜR ÖZAYDIN Res. Assist. ANIL DAĞDEMİR	THE DYNAMICS of the RELATIONSHIP between FINANCIAL DEVELOPMENT and ECONOMIC GROWTH in U.S. ECONOMY: AN ARDL ANALYSIS
Assist. Prof. Dr. ÖZGÜR ÖZAYDIN Res. Assist. ANIL DAĞDEMİR	IS THERE A RELATIONSHIP between R&D and ECONOMIC GROWTH? BOUNDS TEST ANALYSIS for the CASE of U.S.

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022 10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 4 SESSION: 1	MODERATOR: **ASSOC. PROF. DR. ERGİN ÖGCEM**
DR. ÖĞR. ÜYESİ KENAN KARAGÖZ	Muâhât: Hz. Peygamber'in Vefa Toplumunu İnşa Süreci
ASSIST. PROF. DR. RIDVAN KALAÇ	Hadith Sources Of The Tractate Akidetü'l-İman Of Calips Yusuf El-Bâyezidî (D.1965)
KÜBRA MICIK	İnsan İlişkileri Bağlamında Ahmed Haznevî'nin Mürîd ve Mürşide Dair Görüşleri
KERİME MICIK	İnsânî Değerler Bağlamında Mevlânâ Hâlid-i Bağdâdî'nin "Mektûbât"ında Yer Alan Mürîd ve Mürşidin Nitelikleri
ASSIST. PROF. DR. EYÜP KURT	Hz. Peygamber Döneminde Aile Kurumunun Kuruluş Aşamasındaki Dönüşümü
ASSIST. PROF. DR. EYÜP KURT	Hz. Peygamber Döneminde Aile Birlikteliğinin Sürdürülüş Aşamasındaki Dönüşümü
ASSIST. PROF. DR. MUHAMMET BERAT CAN	Innovations That Added Resistance Literature To Modern Arabic Literature
ASSOC. PROF. DR. ERGİN ÖGCEM	Antropomorfik Ahlak Anlayışlarının Mahiyet Ve Tutarlılığına Dair Felsefi Bir İnceleme
ASSOC. PROF. DR. ERGİN ÖGCEM	Teolojik Ahlak Tasavvuru Ve Evrenselliği Üzerine Bazı Mülahazalar

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	**Passcode: 17181222**
HALL: 5 SESSION: 1	**MODERATOR: ASSOC. PROF. DR. SEZGİN AYGÜN**
FURKAN YILMAZ HASAN HÜSEYİN ÇOBAN	Reaktif Güç Kompanzasyon Gerekliliğinin Değerlendirilmesi Ve Harmonik Filtre Kullanımının İncelenmesi
MURAT KAR AHMET FEYZİOĞLU	Açık Deniz Platformundaki Şiddetli Rüzgar Ortamında Trafo Fanı Kullanımı
HASAN ALİ TUTAR TOLGA ÖZER	Elektrikli Araçlarda Kullanılan Batarya Teknolojieri, Kontrol Yöntemleri Ve Gelişimi
ARŞ. GÖR. DR. ÜSAME ALİ USCA	Strenx 960 Çeliğinin Farklı Frezeleme Koşulları Altında Yüzey Pürüzlülük Ve Takım Aşınma Özelliklerinin İncelenmesi
CAN ÇİĞDEM ASSIST. PROF. DR. ALPER INCESU	Effect Of Spheroidizing On Mechanical Properties Of Different Quality MNB Steels
YASİN AKALAN ASSıST. PROF. DR. HASAN KÜÇÜK	Sayısal Analiz Ve Taguchı Yöntemi İle Katı Oksit Yakıt Hücresi (KOYH) Ejektörü Akış Kanalının Geliştirilmesi
MUHAMMET EMİN KESKİN DR. EMİN USLU DOÇ. DR. MURAT ÇOLAK	Hurda A356 Alüminyum Alaşımlarının Dökümünde Farklı Sıvı Metal Temizleme Tekniklerinin Akıcılığa Etkisinin İncelenmesi
KAMİL CAN İŞTAR, DR. ÖĞR. ÜYESİ, AHMET FEYZİOĞLU	1250 Tonluk Tezgahta Yapılan 3 Sıralı Yağlama İşleminin Çevrim Süresinin Ve Hurda Miktarının Azaltılması
BUĞRA KAĞAN SARPKAYA PROF. DR. HÜSAMETTİN BULUT	Bir Endüstriyel Tav Fırınında Atık Isının Enerji Tasarrufu Ve Verimliliğine Etkisinin İncelenmesi
ASSOC. PROF. DR. CAN AKTAŞ ASSOC. PROF. DR. SEZGİN AYGÜN	Enerji-Momentum Dağılımlarının Bertotti-Robinson Evreninde Araştırılması
ASSOC. PROF. DR. SEZGİN AYGÜN ASSOC. PROF. DR. CAN AKTAŞ	Farklı Teorilerde Buchdahl Modeli İçin Enerji Momentum Dağılımının Araştırılması
ASSOC. PROF. DR. FATİH ÜNAL ASSOC. PROF. DR. MERVE ŞENTÜRK ACAR	Solar Energy Powered ORC Design And Thermodynamic Analysis For Mardin Province

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022 10: 30 – 12:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 6 SESSION: 1	MODERATOR: **Assoc. Prof. Dr. MAHDI KARIMI**
Researcher SAMAL ABZHANOVA, SAULE MUSSABEKOVA	The Effectiveness of Implementing Interactive Training for Teaching Kazakh Language
Assit. Prof. Dr. 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 StoryTelling Method
IBRAHEEM ALZAHRANI	The Role of the Constructivist Learning Theory and Collaborative Learning Environment on Wiki Classroom and the Relationship between Them
R. M. KASHIM	The Conceptual and Procedural Knowledge of Rational Numbers in Primary School Teachers
Assoc. Prof. Dr. MAHDI KARIMI	The Role of the Accused's Attorney in the Criminal Justice System of Iran, Mashhad 2014
NOORANEDA MUTALIP LAIDEY	Privacy vs. National Security: Where Do We Draw the Line?
Prof. Dr. KHADIJA ALI	Sexual and Gender Based Crimes in International Criminal Law: Moving Forwards or Backwards?
Assoc. Prof. YRFET SHKRELI	The Role of European Union in Global Governance
UMAR UBANDAWAKI	Controlling Youths Participation in Politics in Sokoto State: A Constructive Inclusiveness for Good Governance in Nigeria

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022 10: 30 – 12:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 7 SESSION: 1	**MODERATOR: ASSOC. PROF. MIHO TSUKAMOTO**
YERBOL B. KAIRANOV ARNUR ZH. KARYMSAKOV	The Influence Of Ancient Artifacts On Contemporary Culture (Exemplified By The Painting And Sculpture Of Kazakhstan)
ASSIST. PROF. SVETLANA PEROVIC	Niksic In The Context Of Visual Urban Culture
S. CHOODOUNG U. SMUTKUPT	Factors Of Successful Wooden Furniture Design Process
KHLYSTUN YULIIA IGORIVNA	The Use Of Symbolic Signs In Modern Ukrainian Monumental Church Painting: Classification And Hidden Semantics
SHAZA MELIES ABEER REFKY PROF. NIHAD MANSOOR	Pictorial Multimodal Analysis Of Selected Paintings Of Salvador Dali
DR. KUSSAIN MARDEN	The Architectural And Imaginary Spaces Of The Anime Models
DR. JAWAD ALZEER	Swiss Scientific Society For Developing Countries: A Concept Of Relationship
AHMAD KHOIRUL UMAM	Democratization, Market Liberalization And The Raise Of Vested Interests And Its Impacts On Anti-Corruption Reform In Indonesia
ASSOC. PROF. MIHO TSUKAMOTO	Academic Loss In Japanese Society: Suicide And Harassment
KATERINA ANTONIOU	De-Securitizing Identity: Narrative (In)Consistency İn Periods Of Transition
DR. ASMA MEHAN	Public Squares And Their Potential For Social Interactions: A Case Study Of Historical Public Squares In Tehran
M. AMINU SANDA K. EWONTUMAH	Organizational Involvement And Employees' Consumption Of New Work Practices İn State-Owned Enterprises: The Ghanaian Case

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022 10: 30 – 12:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 8 SESSION: 1	MODERATOR: **Dr. ELENA CHERNYSHKOVA**
DR. ASMITA SHUKLA DR. 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
YASMIN BINTI OTHMAN MYDIN MOHD. FADZILLAH ABDUL RAZAK	Cognitive Behaviour Therapy To Treat Social Anxiety Disorder: A Psychology Case
HELMI ADLY MOHD NOOR DR. FAAIZAH SHAHBODIN NAIM CHE PEE	Serious Game For Autism Children: Review Of Literature
DR. ELENA CHERNYSHKOVA	Dynamic Of Aggressive Behavior At The Context Of Reflective Process
ASSOC. PROF. SUBRAMANIAM CHANDRAN	How Does Psychoanalysis Help İn Reconstructing Political Thought? An Exercise Of Interpretation
ABBAS MOSHREF RAZAVI RODINA AHMAD	Aligning Is Development With Users- Work Habits
ARIANE LAZARIDÈS CLAUDE BÉLANGER STÉPHANE SABOURIN	Communication Behaviors as Predictors of Long-Term Dyadic Adjustment: Personality as a Moderator
ILKKA J. VIRTANEN	Towards Better Understanding of the Concept of Tacit Knowledge – A Cognitive Approach
KALAYANEE KOONMEE	Development of Organizational Justice in Incentive Allocation of the Thai Public Sector
OLIMPIA MATARAZZO FABRIZIO FERRARA	Linguistic, Pragmatic and Evolutionary Factors in Wason Selection Task

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022 10: 30 – 12:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 9 SESSION: 1	MODERATOR: **LEBARI B. GBOELOH**
AHMAD HASHIM MOHD SANI MADON	Objectivity, Reliability and Validity of the 90º Push-Ups Test Protocol Among Male and Female Students of Sports Science Program
DIKE H. OGBUAGU ETSEDE J. ORITSEMATOSAN	Inductions of CaC2 on Sperm Morphology and Viability of the Albino Mice (Mus musculus)
AMR A. FOUAD HAMED A. ALWADAANI IYAD JRESAT	Protective Effect of Thymoquinone against Nephrotoxicity Induced by Cadmium in Rats
LEBARI B. GBOELOH	Occurrence of Adult Taenia saginata in Cattle Slaughtered in Major Abattoirs in Port Harcourt Metropolis, Nigeria
TUN MYAT AUNG NI NI HLA	A Study of General Attacks on Elliptic Curve Discrete Logarithm Problem over Prime Field and Binary Field
HIBA BASIM ALWAN KU RUHANA KU-MAHAMUD	Integrated ACOR/IACOMV-R-SVM Algorithm
GORAN DJUKANOVIC GORAN POPOVIC	Solar-Inducted Cluster Head Relocation Algorithm
MANISH JAIN, DINESH GOPALANI	Automated Java Testing: JUnit versus AspectJ
TSUNEYUKI NAMEKATA YOKO NAMEKATA	Effect of Modification and Expansion on Emergence of Cooperation in Demographic Multi-Level Donor-Recipient Game
RAJAA FILALI MOHAMED BOUHDADI	Modeling and Analyzing the WAP Class 2 Wireless Transaction Protocol Using Event-B

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222

HALL: 1 SESSION: 2	MODERATOR: Assoc. PROF. DR. MESUT ŞÖHRET
DR. ÖĞR.ÜYESİ MUHAMMET CEMAL ŞAHİNOĞLU Doç. Dr. Kadir SANCAK	Doğu Akdeniz'de Değişen Dengeler Bağlamında Türkiye-İsrail İlişkileri
NESLİHAN ŞEN	Machıavelli'nin Prens Adlı Eseri Üzerinden Üç Büyük Ortadoğu Ülkesinin Başarısız Liderlikleri: Filistin, Mısır Ve Suriye
ASSOC. PROF. DR. KADİR SANCAK ASSIST. PROF. DR. MUHAMMET CEMAL ŞAHİNOĞLU	Rusya'nın Ukrayna'yı İşgalinin Balkan Jeopolitiğine Etkisi
ASSOC. PROF. DR. MESUT ŞÖHRET	Climate Change And Its Possible Security Implications
DR. ÖĞR. ÜYESİ, ADEM ALİ İREN MEHMET TUNAHAN ÇELİK	Çin'in Yükselişi, Bir Kuşak Bir Yol Projesi Ve Afrika
BAYRAM BAYRAMOV	Aral Lake Environmental Issue And Political Factors
PROF. DR. AHMET GÜZEL ZEYNEP SEZER	Müseylimetü'l-Kezzâb'ın Hayatı Ve Öldürülmesiyle İlgili Rivayetler
PROF. DR. AHMET GÜZEL ZEYNEP SEZER	Mevlânâ Celâleddîn-İ Rûmî'nin Çocukluk Ve Yetişkinlik Dönemindeki Eğitim Süreci Hakkında Bazı Mülahazalar
MUSTAFA ABDULLAH NOMAN AHMED	Evaluating The Role Of The United Nations Special Envoys In Resolving The Conflict In Yemen

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 2 SESSION: 2	MODERATOR: ASSOC. PROF. DR. HAKAN KİRACI
MANDEEP SİNGH AZAD QUE NHU DUONG	Impacts Of Social Media On Destination Choice Of Gen Z Tourists – Evidence From Vietnam
ASSIST. PROF. DR. ÜMMÜ SALİHA EKEN İNAN SIRIN WALEED MOHAMMAD AQRA	Conceptual Assessment Of The Impact Of Green Marketing On Consumer Behaviors Against Green Product
AYKUT TOPCU DOÇ. DR. DERYA ATLAY IŞIK	Pazarlama Karması Bakış Açısıyla Medikal Turizm Bileşenlerinin Değerlendirilmesi: Muğla İli Örneği
ASSIST. PROF. DR. İSMAİL KOÇ ASSIST. PROF. DR. AYDIN BAĞDAT	Muhasebe Ve Maliye Eğitimi Alan Yükseköğretim Öğrencilerinin Vergi Ve Devlet Algılarına Yönelik Metafor Araştırması
SUBHİ KORD ARABO PROF. DR. H. MUSTAFA PAKSOY	Girişimcilik Potansiyelinin Firma Performansına Etkisi: Suriyeli Girişimciler Üzerine Bir Araştırma
ASSOC. PROF. DR. HAKAN KİRACI	Is It A Shame To Know Or Not To Know? A Study On Subjects Considered Obscene In The Field Of Marketing And Consumer Behavior In Turkey
ASSOC. PROF. DR. HAKAN KİRACI MUHAMMED BEKİT	Marka Kişiliği Karşılaştırması: Alkollü İçecek (Bira) Sektöründe Bir Araştırma
ABDİ BAKTUR	Toplumsal Hareket Ve Sosyal Medyanın Etkileri Örnek Olay Analizi: Ağaç Dikme Bayramı
ASSIST. PROF. DR. GÖKSEL KORKMAZ	Savunma Projelerinin Yönetiminde Tersine Mühendislik Stratejisi Ve Türk Savunma Sanayi Açısından Riskleri
DOÇ. DR. ALPASLAN ATEŞ ZEYNEP SUDE ÇİÇEK	Covid 19 Salgınının Türkiye Konteyner Taşımacılığı Üzerine Etkisi
ASSIST. PROF. DR. ERKAN UZUN LECTURER AYŞEGÜL ŞAHİN KOÇAK	E-Ticaret İşlem Maliyetleri Ve Maliyetleri Azaltma Yaklaşımları
ASSIST. PROF. DR. ERKAN UZUN LECTURER AYŞEGÜL ŞAHİN KOÇAK	Spor Külüpleri Stadyum Gelirlerinin Finansal Raporlama Standartlarına Uygun Hesap Planı Taslağı Kapsamında Muhasebeleştirilmesi

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 3 SESSION: 2	MODERATOR: **ASSOC. PROF. DR. LEYLA AKYOL ASLAN**
DOÇ.DR. AYŞE YILDIZ ÖZSALMANLI ÖĞR. GÖR. YAKUP KARACA	Veriden Değere Bir Yönetişim Uygulaması: Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisinin Büyük Veri Çalışmaları
ZEYCAN AYGÜN	Değişen Dünya Düzeninde Farklılıklara Ütopik Bir Bakış: Kozmopolitanizm
LECTURER ABDULLAH ELMAS	Yerel Yönetim Birimi Olarak Köyler Ve 6360 Sayılı Kanunun Köylere Etkileri
ÖĞR. GÖR. ABDULLAH ELMAS	Ahim Kararları Bağlamında Askerlik Hizmeti Sırasında Er Ve Erbaş İntiharlarında Devletin Sorumluluğu
FURKAN TORUN ASSOC. PROF. DR. SAMİ BUHUR	Savunma Alanında Yapılan Ar-Ge Harcamalarının Ülke Bazında Karşılaştırması
ASSOC. PROF. DR. KUDRET ASLAN	Birlikte Elde Bulundurulan Mahcuz Malın Muafaza Altına Alınması Hususunda 7343 Sayılı Kanunla Getirilen Yeni Düzenlemenin Değerlendirilmesi
ASSOC. PROF. DR. LEYLA AKYOL ASLAN	İcra Ve İflas Kanunu'nun 111/A Maddesine Göre Borçluya Satış Yetkisi Verilmesi Hakkında Düşünceler
DR. ÖĞR. ÜYESİ ARİF DURAN	Birleşme Ve Devralmalar Hakkında 2022/2 Sayılı Tebliğ'deki Değişiklikler Bağlamında Öldürücü Devralmalara İlişkin Değerlendirmeler
DR. ÖĞR. ÜYESİ ARİF DURAN	Yapay Zeka Ve Blok Zincir Teknolojilerinin Şirketler Hukukuna Yansımaları

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022 14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 4 SESSION: 2	MODERATOR **Assoc. Prof. Dr. ZERRİN KILIÇARSLAN**
DR. ÖĞR. ÜYESİ BİLAL KARTAL	Terör, Din Ve Toplumsal Değişim
ALTUNCAN HUBAN GÜLEN MEHMET EMİN KORKUSUZ NİHAL ARI KORKUSUZ	Diyabetli Bireylerin Diyabet Kabul Durumlarının İncelenmesi- Balıkesir İli Örneklemi
GÜLÜZAR SÖNMEZ	An Evaluation On Hilmi Ziya Ülken's Contributions To Fields Of Sociology And Philosophy, And His Critical Approach
ASSIST. PROF. DR. EŞREF NAS	Öz-Merhametin Kabul Ve Kararlılık Terapisi Bağlamında Değerlendirilmesi
ASSIST. PROF. DR. EŞREF NAS	Öz-Merhamet Ölçeği
ÖĞR. GÖR. DR., ZAİM BAŞASLAN	Aile İçi İletişim Dinamiklerinin Sınav Kaygısına Etkileri
ÖĞR. GÖR. DR., ZAİM BAŞASLAN	Teknolojik Aygıtların Z Kuşağının Eğitim Hayatına Entegrasyonunda Ebeveyn Davranışları
ASSIST. PROF. DR. DİLER EZGİ TARHAN	Enlightenment Thought And Transcendental Idealism In Kant's Philosophy
ASSOC. PROF. DR. ZERRİN KILIÇARSLAN ASSOC. PROF. DR. YASEMİN DUMRUL	Investigation Of The Effect Of Renewable Energy Production On Energy Import By Structural Break Tests
SEDANUR OCAK DOÇ. DR. METİN AKSOY	İnsani Güvenlik Perspektifinden Düzensiz Göç
SEDANUR OCAK DOÇ. DR. METİN AKSOY	Türkiye'de Göçün Basında Güvenlikleştirilmesi

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 5 SESSION: 2	MODERATOR: ASSOC. PROF. DR. FATİH KAR
HEM. HİLAL KOTAN DR.ÖĞR.ÜYESİ, HATİCE ERDOĞAN	The Effect Of Individualized Care Perceptions On Comfort Levels Of Patients
ASSOC. PROF. DR. FATİH KAR	Eklem Hastalıkları Tedavisinde Kılavuz Molekül Semaforinler
ÖĞR. GÖR., ARSLAN SAY ÖĞR. GÖR. DR., DEMET ÇAKIR DR. ÖĞR. ÜYESİ HİLAL ÖZBEK	Herbal Medicines Used To Treatment Of Prostatic Hypertrophy
ÖĞR. GÖR., ARSLAN SAY ÖĞR. GÖR. DR., DEMET ÇAKIR DR. ÖĞR. ÜYESİ HİLAL ÖZBEK	Herbal Drugs Used In Diabetes Treatment
DR. ÖĞR. ÜYESİ HİLAL ÖZBEK ÖĞR. GÖR. DR., DEMET ÇAKIR ÖĞR. GÖR. ARSLAN SAY	Mandatory Alternatives to İndispensable Breast Milk
DR. ÖĞR. ÜYESİ HİLAL ÖZBEK ÖĞR. GÖR. ARSLAN SAY ÖĞR. GÖR. DR., DEMET ÇAKIR	Yenidoğan Sağlığını Koruyucu Bakımlar: Göz Bakımı, Ağız Bakımı Ve Göbek Bakımı
UZ. DR. GAMZE GÖK DOÇ. DR. SALİM NEŞELİOĞLU	Kardiyak Biyobelirteçlerin Numune Red Analizi
ARŞ. GÖR. DR., EBRU GÜL DOÇ. DR., ÜMMÜHAN AKTÜRK	Adölesanların Vücut Algıları İle Duygusal Yeme Davranışları Arasındaki İlişki
DOÇ. DR., ÜMMÜHAN AKTÜRK ARŞ. GÖR. DR., EBRU GÜL	Kan Ve Kan Ürünleri Transfüzyon Tedavisi Alan Hastalarda Ağrı
ASSIST. PROF. DR. DEMET ÇAKIR ASSIST. PROF. DR. HİLAL ÖZBEK LECTURER ARSLAN SAY	Recurrent Pregnancy Loss And Psychology
ASSIST. PROF. DR. DEMET ÇAKIR LECTURER ARSLAN SAY ASSIST. PROF. DR. HİLAL ÖZBEK	Fetal Movement Counting And Attachment
Doç. Dr. Mustafa MAKAV Doç. Dr. Mushap KURU Doç. Dr. Hüseyin Avni EROĞLU	Effect of Ovariectomy on Oxidant-Antioxidant Status in Striatum Tissue

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	14: 30 – 16:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 6 SESSION: 2	MODERATOR: **ASSOC. PROF. SHOJI KATAGIRI**
NGONO MINDZENG TERENCIA	Community Based Tourism And Development In Third World Countries: The Case Of The Bamileke Region Of Cameroon
Dr. ELDAH EPHRAIM BUBA	An Evaluation Of Tourism Education In Nigeria's Higher Institutions
BITA MASHAYEKHI MOHAMMAD ARA	Activity-Based Costing In The Hospitality Industry: A Case Study In A Hotel
MARYAM KHALILI FATEME GHANEI	Designing For Experience-Based Tourism: A Virtual Tour In Tehran
PROF. MOSSES E. LUFUKE	Environmental Impact Of Trade Sector Growth: Evidence From Tanzania
NAZIRA KAKULIA	The Characteristics Of Transformation Of Institutional Changes And Georgia
ASSOC. PROF. SHOJI KATAGIRI	Role Of Ict And Wage Inequality In Organization
IBRAHIM HAMIDU MAGEM	A Review Of The Antecedents And Consequences Of Employee Engagementc

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	14: 30 – 16:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 7 SESSION: 2	MODERATOR: **DR. SALMAN IQBAL**
PHD. PAIBOON CHUWATTHANAKIJ	Legal Problems With The Thai Political Party Establishment
FARIDEH ALIZADEH MOHD NASIR HASHIM	Research Analysis In Eclectic Theory (Kaboudan And Sfandiar)
ASIST. PROF. NADA AZHAR	Diversity Management Of Gender, Age And Disability In The Banking Sector In The Kingdom Of Saudi Arabia
NAJWA ALSAYED OMAR	Online Metacognitive Reading Strategies Use By Postgraduate Libyan Efl Students
S. AIT ALI YAHIA	The Libyc Writing
ROSHAN JELAL CHARLES MBOHWA	A Study Of Management Principles Incorporating Corporate Governance And Advocating Ethics To Reduce Fraud At A South African Bank
SIMEON KARAFOLAS MACIEJ WOŹNIAK	Loan Guarantee Schemes: Private And Public Examples
NOPPADON SANGWALPETCH	The Application Of Rhizophora Wood To Design: A Walking Stick For Elderly
CHANTANA INSRA	Muscle: The Tactile Texture Designed For The Blind
TIAN TIAN, TIAN BAOGUANG	The Systematical Analysis About The Effect Of Knowledge Spillover On Technological Innovation Capability
DR. ADITHYA NADIG	Need For Standardization Of Manual Inspection In Small And Medium-Scale Manufacturing Industries

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	14: 30 – 16:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 8 SESSION: 2	MODERATOR: **PROF. BHIM SINGH**
DR. SALMAN IQBAL	Key Factors Influencing Individual Knowledge Capability In Kifs
IJEOMA CHINYERE UKONU	The Effect Of Fast Food Globalisation On Students' Food Choice
TANZEEL BIN ABDUL RAUF PATKER SABA MATEEN	The Impact Of Brand Loyalty On Product Performance
SOFIA AYOUCHE RACHID ELLAIA RAJAE ABOULAICH	A Hybrid Particle Swarm Optimization-Nelder- Mead Algorithm (Pso-Nm) For Nelson-Siegel- Svensson Calibration
OSAMAH A. ALSAYEGH	Ramification Of Oil Prices On Renewable Energy Deployment
PROF. BHIM SINGH	Identification Of Lean Implementation Hurdles In Indian Industries
HUSSAIN ALI BEKHET ENDANG JATI MAT SAHID	Illuminating The Policies Affecting Energy Security In Malaysia's Electricity Sector
ARSHIA KHAN HANS-DIETRICH HAASIS	A Framework For Supply Chain Efficiency Evaluation Of Mass Customized Automobiles

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

17. 12. 2022	14: 30 – 16:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 9 SESSION: 2	MODERATOR: **MANISH GUPTA**
MUHAMMAD YASIR WADOOD FATEMEH BABAEIAN	A Compact Via-less Ultra-Wideband Microstrip Filter by Utilizing Open-Circuit Quarter Wavelength Stubs
MUHAMMAD IRFAN AZIZ THOMAS OWENS UZAIR KHALEEQ UZ ZAMAN	Received Signal Strength Indicator Based Localization of Bluetooth Devices Using Trilateration: An Improved Method for the Visually Impaired People
MOHAMED SANAD NOHA HASSAN	12x12 MIMO Terminal Antennas Covering the Whole LTE and WiFi Spectrum
SANJEEV KUMAR	Development of Maintenance Schedule and Root Cause Analysis Based on Computerized Maintenance Management System for a Fertilizer Plant
NOUREDDINE SEDDARI MOHAMED BELAOUED SALAH BOUGUEROUA	Agent/Group/Role Organizational Model to Simulate an Industrial Control System
NADER A. AL THEEB ZAID ABU MANNEH IBRAHIM AL-QADI	Optimizing Logistics for Courier Organizations with Considerations of Congestions and Pickups: A Courier Delivery System in Amman as Case Study
MANISH GUPTA	Revised Technology Acceptance Model Framework for M-Commerce Adoption
RUSYAIZILA RAMLI NASRIAH ZAKARIA PUTRA SUMARI	Privacy Issues in Pervasive Healthcare Monitoring System: A Review
S.S.MOHANAVALLI SHEILA ANAND	Security Architecture for At-Home Medical Care Using Sensor Network
SALAMA MEGHRICHE AMER DRAA MOHAMMED BOULEMDEN	On The Analysis of a Compound Neural Network for Detecting Atrio Ventricular Heart Block (AVB) in an ECG Signal
K. BUSKO	Changes of Power-Velocity Relationship in Female Volleyball Players during an Annual Training Cycle

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022	10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222

HALL: 1 SESSION: 1	MODERATOR: **DOÇ. DR. REFİKA ALTIKULAÇ DEMİRDAĞ**
DOÇ. DR. REFİKA ALTIKULAÇ DEMİRDAĞ	Pal Sokağı Çocukları Ve Uçan Sınıf Arasında Bir Karşılaştırma: Çocuk Dünyasında Savaş
DOÇ. DR. REFİKA ALTIKULAÇ DEMİRDAĞ	Michael Ende'nin Bitmeyecek Öykü Adlı Eserinin Çocuk Edebiyatına Uygunluk Yönünden İncelenmesi
ÖĞR.GÖR.DENİZ CİVELEK	A Corpus Stylistic Analysis Of Several Words Such As Negro And Nigger In "A Rose For Emily"
ÖĞR.GÖR.DENİZ CİVELEK	A Corpus Stylistic Analysis Of Financial Words In "The Gift Of Magi "
PHD STUDENT AYBÜKE ÇAKIRAY	J.P.Sartre'da Ölüm Problemi
ÖĞR. GÖR. DR. GÜLAY BOLATTEKİN	Suskunlar Paradox
BİLGEN GÜL DOÇ. DR. BİLSEN ŞERİFE ÖZDEMİR	Antik Mısır Toplumunda Ölüm Algısı: Ruh Ve Öteki Dünya
ASSOC. PROF. DR. EYÜP AKTÜRK	Kamusal Vicdan Ve Aristoteles Düşüncesinde Toplum-Dışı Bireyin Ahlaki Statüsü

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022	10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222

HALL: 2 SESSION: 1	MODERATOR: **ÖĞR.GÖR. DR. GÖNÜL GÜNEŞ**
ÖĞR.GÖR. DR. GÖNÜL GÜNEŞ	1929 Dünya Buhranı Ve Türkiye Ekonomi Politikalarına Yansıması: Devletçiliğe Geçiş
DR. AHMET YUSUF YILMAZ	Son Osmanlı Mebusan Meclisi Başkanı, Tbmm İkinci Başkanı Ve Erzurum Mebusu Celaleddin Arif Bey
ALİ MEYDAN DOÇ. DR. BİLSEN ŞERİFE ÖZDEMİR	Antik Çağda Astroloji: Yunan Takımyıldızı Mitosları
CAHİT POLAT DR.ÖĞR.ÜYESİ FEVZİ VOLKAN GÜNGÖRDÜ	Antik Çağda Askerlik: Savunma Ve Askerlik Kurumunun Ortaya Çıkış Süreci
ASSIS. PROF. DR. CANER AYDEYER	Occupation of Izmir and Turkish-Greek War On American Local Press
KÜBRANUR ŞENAL	Türkçü Dergiciliğinin Bir Örneği: Bozkurt Dergisi (1939-1941)
YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ, SERHAT POLAT	Vekalet Savaşı Ve Bir Vekil Aktör Olarak Özel Askeri Şirketler

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 3 SESSION: 1 MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. YAKUP ASLAN

DR.SUMANTA BHATTACHARYA BHAVNEET KAUR SACHDEV ARKADYUTI SETH,	Impact of urbanization on climate crisis and socio-economic growth of Indigenous Growth
DR.SUMANTA BHATTACHARYA BHAVNEET KAUR SACHDEV	Sustainable development goals and Reduce inequality – a review
ÖĞRETİM GÖREVLİSİ, RAMAZAN YILDIZ	Interactions Between The Amount Of Loads Handled From Turkish And Foreign Flagged Ships In International Marine Transportation
ASSOC. PROF. DR. SELİN BİTİRİM OKMEYDAN	Göstergebilim İle Reklamın İdeolojisini Okumak
ASSOC. PROF. DR. SELİN BİTİRİM OKMEYDAN	Reklamın İdeolojik Diline Kavramsal Bir Bakış
ASSIST. PROF. DR. BİLAL AKKAYNAK YUNUS ERTAŞ	Türkiye'de Yakın Geçmişte Gerçekleşen İlk Halka Arzların İncelenmesi Ve Geleneksel Yatırımlar İle Kıyaslanması
ASSOC. PROF. DR. YAKUP ASLAN	Finansal Denetim Kalitesini Artırmada Entegre Raporlama
ASSOC. PROF. DR. YAKUP ASLAN	Yaratıcı Muhasebe Uygulamaları
EMRAH ERGİNER DOÇ. DR. MELTEM AKCA	Organ Nakli Lojistiği
SEDA ERKAN DOÇ. DR. MELTEM AKCA	Kriz Yönetimi Ve Lojistik Sektörü İlişkisi
DR. MERAL ÇABAŞ	Türkiye'de Enflasyon, Faiz Ve Döviz Kuru İle Ekonomik Büyüme İlişkisine Fourier Yaklaşım
ASSIST. PROF. DR. OĞUZ YUSUF ATASEL ASSOC. PROF. DR. YASİN ŞEKER	The Relationship Between Inflation Rate And Liquidity Ratios: Empirical Evidence From Türkiye
ASSIST. PROF. DR. OĞUZ YUSUF ATASEL ASSOC. PROF. DR. YASİN ŞEKER	A Research On Cash Flows In Turkish Companies (2005-2021)
DOÇ. DR. SEÇİL GÜL MEYDAN YILDIZ YÜKSEK ŞEHİR VE BÖLGE PLANCISI HÜSNE TEMUR	Yozgat İli Merkez İlçesinde Açık Ve Yeşil Alanların Değerlendirilmesi
YÜKSEK ŞEHİR VE BÖLGE PLANCISI HÜSNE TEMUR DOÇ. DR. SEÇİL GÜL MEYDAN YILDIZ	Gelişmişlik Düzeyine Göre Ülkelerin Afet Risk Yönetimi Yaklaşımı Ve Türkiye'nin Durumu

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022	10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222

HALL: 4 SESSION: 1	MODERATOR: DOÇ. DR., FEYZA SÖNMEZÖZ
DR. SELİM ASAN RESEARCH ASSISTANT BURAK KARABABA	Investigation of Mental Strength and Happiness Levels of Sports Sciences Faculty Students According to Various Variables
ÖĞR. GÖR. KADRİYE ÖZYAZICI DOÇ. DR. AYŞEGÜL ULUTAŞ-KESKİNKILIÇ DOÇ. DR. OĞUZ EMRE ÖĞR. GÖR. ZEKERİYA ARSLAN	Çocuklarda Uyku Yoksunluğunun Çeşitli
ÖĞR. GÖR. ZEKERİYA ARSLAN DOÇ. DR. OĞUZ EMRE DOÇ. DR. AYŞEGÜL ULUTAŞ-KESKİNKILIÇ ÖĞR. GÖR. KADRİYE ÖZYAZICI	Erken Ergenlik Döneminde Mizacın Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi
İSMET SEVAL ŞAKİR TÜFEKÇİ	Türkiye Ve ABD Spor Sistemlerinin Karşılaştırılması
İSMET SEVAL ŞAKİR TÜFEKÇİ	Türkiye Ve Avustralya Spor Sistemlerinin Karşılaştırılması
AHMET OMAK DOÇ. DR. ŞAKİR TÜFEKÇİ PROF. DR. CEMAL GÜNDOĞDU	Türkiye Ve Avusturalya'nın Spor Yönetim Modellerinin Karşılaştırılması
AHMET OMAK DOÇ. DR. ŞAKİR TÜFEKÇİ PROF. DR. CEMAL GÜNDOĞDU	Türkiye Ve Amerika Birleşik Devletleri'nin Spor Yönetim Yapılarının Karşılaştırılması
DOÇ. DR., FEYZA SÖNMEZÖZ PROF. DR., BEGÜM AYTEMUR	The Opinions Of Music Teacher Candidates On Accompanying School Songs With The Piano
PROF. DR., BEGÜM AYTEMUR DOÇ. DR., FEYZA SÖNMEZÖZ	Flute Students' Opinions About Playing With And Without Accompaniment
Özlem TUNÇALP Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Prof. Dr. Cemal GÜNDOĞDU	Almanya Ülkesinin Spor Sisteminin Analizi Ve Türkiye İle Karşılaştırması
Özlem TUNÇALP Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Prof. Dr. Cemal GÜNDOĞDU	Hollanda Ülkesinin Spor Sisteminin Analizi Ve Türkiye İle Karşılaştırması
ARŞ. GÖR., HAKAN BÜYÜKÇELEBİ PROF. DR., MAHMUT AÇAK	Goal Conversion Ratio And Success Analysis Of Penalty-Kicks

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 5 SESSION: 1	**MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ NİLAY ÇAKICI**
K.R.PADMA K.R.DON	Unexpected Outbreak Of Omicron Variant Progression And Its Therapy
UZM.PSK. BURAK ÇALIKKASAP UZM.PSK.CANSIN İSKENDER DOÇ.DR.MERYEM KARAAZİZ	, Relationship of Obsessive Compulsive Disorder in Adults With Social Anxiety and Psychological Durability
UZM.PSK. HANİFE AYDINOĞLU UZM.PSK.CANSIN İSKENDER DOÇ.DR.MERYEM KARAAZİZ	Analysing The Correlation Between Anxiety, Couple Harmony And The Fear Of Childbirth In Women
DR.ÖĞR. ÜYESİ NİLAY ÇAKICI	Hemşirelik Öğrencilerinin Delici Kesici Aletlerle Yaralanma Durumları
DR.ÖĞR. ÜYESİ NİLAY ÇAKICI	Hemşirelerin Meslek Etiği Ve Etik Sorunlara Yönelik Görüşleri
ÖĞR. GÖR. DR. FATMA ÖZGÜN ÖZTÜRK DOÇ. DR. GANİME CAN GÜR	Development Of A Psychometric Tool For Assessing Impulsivity In The Children: A Validity Reliability Study
ÖĞR. GÖR. DR. FATMA ÖZGÜN ÖZTÜRK	Investigation Of The Distribution And Severity Of İnternalizing And Externalizing Problems According To Family Reports In Some Mental Diseases In Children
UZMAN, OĞUZHAN ADANUR DOÇ. DR., EROL DOĞAN	Diurnal Varyasyon İle Bazı Anaerobik Performans Parametrelerinin İlişkisi: Muay Thai Sporu Açısından Değerlendirilmesi
UZMAN, OĞUZHAN ADANUR DOÇ. DR., EROL DOĞAN	Farklı Isınma Yöntemlerinin Anaerobik Ve Aerobik Performans Sonuçlarının Muay Thai Sporcuları Açısından Değerlendirilmesi

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 10: 00 – 12:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 6 SESSION: 1	**MODERATOR: DOÇ. DR. MUSTAFA TOLGA ÇÖĞÜRCÜ**
ARŞ. GÖR. MEHMET AKİF ARSLAN DOÇ. DR. MUSTAFA TOLGA ÇÖĞÜRCÜ ÖĞR. GÖR. SITKI ALPER ÖZDEMİR ARŞ. GÖR. DR. MEHMET UZUN	Industrial Buildings And Green Building Design
ARŞ. GÖR. MEHMET AKİF ARSLAN DOÇ. DR. MUSTAFA TOLGA ÇÖĞÜRCÜ ÖĞR. GÖR. SITKI ALPER ÖZDEMİR ARŞ. GÖR. DR. MEHMET UZUN	Overview Of Barriers To Implementing Green Buildings In Construction Industry
ALTUNCAN HUBAN GÜLEN MEHMET EMİN KORKUSUZ NİHAL ARI KORKUSUZ	Nesnelerin Lazer Triangulasyon Yöntemi İle Taranarak 3b Dijital Ortama Aktarılması
RES. ASS., AHMET ÜNAL PROF. DR., AHMET TORTUM	Examining The Future Of Autonomous Vehicle Use
RES. ASS., AHMET ÜNAL PROF. DR., AHMET TORTUM	Investigation Of Transition Applications From Signalized Intersections To Smart Intersections: The Case Of Bursa Province
PELİNSU YILDIRIM DEMİR DR. ÖĞR. ÜYESİ AYDAN YAMAN	The Role Of Uav In Photometric Surveying Studies Within The Scope Of Digital Archiving Of Cultural Heritage
PHDC, ERDAL YEŞİLBAŞ PROF. DR., TUĞRUL OKTAY	Management Of Aviation Safety At The State Level: Current Status Of Turkish Civil Aviation
SAVAŞ ÖZÜN RAHMAN RAİMOV	Kromit Cevherleri ve Zenginleştirilmesi

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 10: 30 – 12:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 7 SESSION: 1	MODERATOR: **DR. FRANCO FRATTOLILLO**
ASSOC. PROF. DR. NISAR AHMED MEMON	A Novel Reversible Watermarking Method Based On Adaptive Thresholding And Companding Technique
AMNACH KHAWNE KAZUHIKO HAMAMOTO ORACHAT CHITSOBHUK	Ultrasonic Echo Image Adaptive Watermarking Using The Just-Noticeable Difference Estimation
DR. FRANCO FRATTOLILLO	A Web Oriented Spread Spectrum Watermarking Procedure For Mpeg-2 Videos
MOTAHAR REZA ANADI SANKAR GUPTA	Momentum And Heat Transfer In The Flow Of A Viscoelastic Fluid Past A Porous Flat Plate Subject To Suction Or Blowing
SIRAA BEN FTIMA ASSOC. PROF. DR MOURAD TALBI ASSIS. PROF. DR. TAHAR EZZEDINE	Lifting Wavelet Transform And Singular Values Decomposition For Secure Image Watermarking
DR. MANINDER JEET KAUR LECTURE MOIN UDDIN HARSH K. VERMA	Performance Evaluation Of Qos Parameters In Cognitive Radio Using Genetic Algorithm
ZOHREH O. AKBARI AHMAD FARAAHI	Evaluation Framework For Agent-Oriented Methodologies
SOHEILA RAEISI, MENG LINGJIE	The Importance of Customer Engagement and Service Innovation in Value Co-Creation
DR. SHOJI KATAGIRI	Role of ICT and Wage Inequality in Organization
IBRAHIM HAMIDU MAGEM	A Review of the Antecedents and Consequences of Employee Engagementc

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 10: 30 – 12:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 8 SESSION: 1	MODERATOR: **B. MICHELLE SWEETING**
RAJAN RAJABALAYA LI-QUN TOR SHEBA DAVID	Formulation And In Vitro Evaluation Of Ondansetron Hydrochloride Matrix Transdermal Systems Using Ethyl Cellulose/Polyvinyl Pyrrolidone Polymer Blends
B. MICHELLE SWEETING	62 Mass Casualty Acute Pepper Spray Inhalation Respiratory Effect Severity
MANISH KUMAR GAUTAM RAJ KUMAR GOEL	Wound Healing Effect Of Ocimum Sanctum Leaves Extract In Diabetic Rats
SUNIL KAMBOJ VIPIN SAINI SUMAN BALA GAURAV SHARMA	Formulation And Characterization Of Drug Loaded Niosomal Gel For Anti-Inflammatory Activity
MÁRIA STACHOVÁ LUKÁŠ SOBÍŠEK	Data Mining Classification Methods Applied In Drug Design
LEILA AMJAD ZOHREH ALIZAD	Antibacterial Activity Of The Chennopodium Album Leaves And Flowers Extract
G. SPADA, E. GAVINI P. GIUNCHEDI	Protein Delivery From Polymeric Nanoparticles
TAHEREH NAJI MAHSA JASSEMI	Comparison Between Antibacterial Effects Of Ethanolic And Isopropyl: Hexan (7:3) Extracts Of Zingiber Officinale Rose
SARIT RASHKOVITS YAEL LIVNE	The Effect Of Education Level On Psychological Empowerment And Burnout-The Mediating Role Of Workplace Learning Behaviors
B. V. SAİ CHANDANA P.JOSTHNA	Influence Of Vaginal Microbiota On Sexual And Reproductive Health: A Mini Review
SELKA MOHAMMED ADIL	Antibacterial Activity Study Of A Pommade Based On Algerian Vitis Vinifera L. Leaf Extract

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 10: 30 – 12:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 9 SESSION: 1	MODERATOR: ASSOC. PROF. DR. JHOSELLE TUS
ASSOC. PROF. DR. JHOSELLE TUS	The Self-Efficacy and Its Relationship to the Academic Performance in Online Learning among Senior High School Students
TRINH LE TAN NGUYEN DUC TRI NGO TRAN XUAT TRAN MINH TUNG NGUYEN QUOC QUAN	GenZ's attitude and perceptions towards using online food delivery services in Danang
OINAM TERESA KHUMANCHA	Meitei Tribe used to a matriarchy till 17th Century: Looking through settlement after Marriage.
SHUVASREE BANERJEE DR.PANKAJ KUMAR TYAGİ	Study on the Prospects of Tea Tourism in India: A Descriptive Analysis
BOUNMY PHALYCHAN SOULICHANH LUANGSOMBATH SOMCHITH VONGPHACHANH PHOUMCHAY VONGVILAY THIPHACHANH NOUTHAPHONE	The effectiveness of mobile technologies for fostering self-directed learning
SURBHİ MİSHRA	Understanding Transsexuals: A sociological Approach
DR. BOUKHEDIMI CHEMS ASSOC. PROF. DR. EDDINE. PH.D.	The Measure of KIA competitiveness in the American electric vehicle market
ASSIS. PROF. DR. EMMANUEL JOSEPH B. SUMATRA	Preference Of Generation Z Students For A Cooperative Savings Product: A Conjoint Analysis
DR. ELNUR ALLAHVERDIYEV	Socio - Economic Impact Of The Covid-19 Pandemic In Latin American Countries In The Context Of Brazil

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022	14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 1 SESSION: 2	MODERATOR: **Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade**
DR. ÖĞR. ÜYESİ CİHAN TABAK, SİDAR KONAK	Şanlıurfa Ve Diyarbakır Yöresinin Siverek Müzik Kültürüne Etkisi
ÖĞR. GÖR. DR. AYŞE GÜL CANİKLİOĞLU	İlk Ve Ortaokul Fen Bilimleri Ders Kitaplarında Yer Alan "Canlılar Dünyasına Yolculuk" Ve "Canlılar Dünyası" Ünitelerindeki Bilimsel Hataların Tespiti
ÖZGE KESKİN MUSTAFA YEŞİLYURT	İlkokul 4. Sınıfta Simülasyon İle Matematik Öğretimi
TUBA GARİP MUSTAFA YEŞİLYURT	İlkokul 4. Sınıfta Kesir Başarısına Simülasyonun Etkisi
PROF. DR. OSMAN FERDA BEYTEKİN MUSTAFA DOĞAN	Milli Eğitim Bakanlığı Tarafından Paylaşılan Tweetlerin Eğitim Politikaları Bağlamında İncelenmesi
PROF. DR. ERDAL TOPRAKÇI MUSTAFA DOĞAN	Türkiyedeki Bilimsel Araştırmalarda Etik Kurul Sürecinin İncelenmesi
PROF.DR. SEYIT TAŞER	Batılı Sosyal Bilimcilerin Görüş Ve Düşüncelerinin Yönetim Süreçlerine Etkileri
PROF.DR. SEYIT TAŞER	Göçün Eğitim Üzerindeki Etkilerinin Göçmen Veli Görüşlerine Göre Değerlendirilmesi
ASSIST. PROF. DR. FATMA COŞTU	İlkokul Seviyesindeki Fen Bilgisi Kitaplarının Değerler Eğitimi Bağlamında İncelenmesi
ASSOC. PROF. DR. NAZILE ABDULLAZADE, SOLTAN ALIYEV	Formation Of Organizational Skills In Students

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022	14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222

HALL: 2 SESSION: 2	MODERATOR: ASSIST. PROF. DR. AYSUN EROĞLU
DR. ÖĞR. ÜYESİ ERDOST ÖZKAN	Yabancılara Türkçe Öğretiminde Milli Tarih, Coğrafya Ve Kültür Unsurları: Anahtar Yabancılar İçin Türkçe Ders Kitabı A1-A2
BERKAY YİĞİTASLAN DOÇ. DR. BAHADIR ÇOKAMAY	Examination Of Graduate Thesis Related To Theater And Music
SEDEF TEMİZ DOÇ. DR. BAHADIR ÇOKAMAY	Obua Alanında Yazılmış Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi
AYTAÇ AYDOĞDU DOÇ. DR. BAHADIR ÇOKAMAY	The Examination Of The Theses's Written In The Field Of Jazz Music
DR. ÖĞR. ÜYESİ ALİ KAHRAMANOĞLU	Lise Öğrencilerinin Finansal Okuryazarlık Bilinci
DR. İLYAS KARA DR. AHMET TOKMAK	Almanya Ve Belçika Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi
DR. AHMET TOKMAK DR. İLYAS KARA	Danimarka Ve Finlandiya Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi
ASSIST. PROF. DR. AYSUN EROĞLU	Türkçe Öğretmenlerinin Ve Türkçe Öğretmeni Adaylarının Sanal Gerçeklik Ve Artırılmış Gerçeklik Kavramlarına İlişkin Metaforik Algıları
ASSIST. PROF. DR. AYSUN EROĞLU	Türkçe Öğretmenlerinin Ve Türkçe Öğretmeni Adaylarının Türkçe Derslerinde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanılmasına İlişkin Görüşleri
ASSIST. PROF. DR. ÜZEYİR BEKERECİ	Investigation Of Master's Theses On Stem, Fetemm And Ste(A)M Between 2017-2022 In Turkey
ASSOC. PROF. DR. BURCU GEZER ŞEN	Peer Culture And Academic Socialization

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 3 SESSION: 2 MODERATOR: **ASSIST. PROF. DR. KEZİBAN TAŞ**

JAMAL KARMOUA BÉLA KOVÁCS	SEAM Tracking For Automatic Welding
ASSIST. PROF. DR. ONUR SEVLİ	Prediction Of Potential Blood Donors With Machine Learning Techniques
ASSIST. PROF. DR. ONUR SEVLİ	Detection Of Credit Card Fraud Using Artificial Neural Networks
FATİH ÇEMREK ÖZER ÖZAYDUN	Türkiye'de Hava Yolu İstatistiklerinin Zaman Serileri Analizi İle İncelenmesi
FATİH ÇEMREK ÖZER ÖZAYDUN	Türkiye'deki İllerin Kredi Kullanım Düzeyleri Bakımından İstatistiksel Olarak İncelenmesi
SUKRAN UYGUN OSMAN AKSU	Aritmetik İndeksli -Pell And -Pell Lucas Dizileri
TUGCE PEKACAR CALCI HUANYIN CHEN SAIT HALICIOGLU	Rings With Prime Units
ASSIST. PROF. DR. KEZİBAN TAŞ	İntegro-Dirac Diferansiyel Operatörü İçin Ters Problem
DR. ÖĞR. ÜYESİ, MÜSLÜM AYKUT AKGÜN ERDAL TURSUN	Kontaktpseudo-Metrık Manıfoldlar Üzerinde Yatan Eğriler
FARAH ALŞİBLİ ARİFE ATAY	Bulanık Topolojik Uzaylar Üzerine
GÜLER ALPARSLAN PROF. DR. MAHİR DURSUN	Makine Öğrenmesi Tekniklerinin Sınıflandırma Başarısına Etkisi
ARİF GÜRSOY DENİZ YALDIZ ÇAĞAÇ	Yapay Sınır Ağlarında Doğrusal Olmayan Optımızasyon Problemı İçın Aktıvasyon Fonksıyonu Seçımı

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022	14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222
HALL: 4 SESSION: 2	MODERATOR: **Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU**
Vedat Çavuş Bekir Cihad Bal	Badem Ağacı Odununun Fiziksel Özelikleri Ve Statik Sertlik Değerinin Belirlenmesi
Cemile YAŞ ASSIST. Prof. Dr. Halil DİLMEN	Using Of The Botanical Insecticides To Control Psylids (Hemiptera: Psyllidae): An Environmentally Friendly Approach
Bedirhan EKER Dr Yasin ÜNAL Dr Ahmet KOCA Aytekin SARIŞAHİN	Nesli Tehlike Altındaki Avrasya Su Samuru(Lutra Lutra)'Nın Göller Yöresinde Sorunları Ve Çözüm Önerileri.
Aytekin SARIŞAHİN Dr Yasin ÜNAL Bedirhan EKER	İhata Duvarları Ve Dikenli Tel Çit Kullanımının Yaban Hayatı Üzerinde Etkisi
Selahattin Karacan Doç. Dr. Mustafa Korkmaz Sercan Çorlu	The Comparison Of The Morphological Features Of Onosma Argentata HUB.- Mor.(Gümüş Emcek) And Onosma Discedens Hausskn. Ex Bornm. (Firat Emceği)
Doç. Dr. Mustafa KORKMAZ Sercan ÇORLU Selahattin KARACAN	Woddy Plants Used For Food Purposes Of Erzincan Province
Prof. Dr., Nihal Özder Araş. Gör. Dr., Esra Tayat	*Trichogramma pintoi* Yumurtalarının Depolanma Olanakları
Assist. Prof. Dr. Hüseyin Denk	Karakaş Koyunu
Suat KARADAŞ Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU	The Evaluation Of Drought Status Of The Süvari River Basin With Standard Precipitation Index
Suat KARADAŞ Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU	Morpometric Analysis Of The Süvari Stream Basin
Semra Kaya - Gökhan Koçak Murat Can Demir - Cihan Kaçar	Üreme mevsimindeki Morkaraman koyunlarında Vitamin E-iz mineral (Selenyum, kalsiyum, fosfat, bakır ve kobalt) ve 24 saat ara ile çift doz PGF 2α enjeksiyonunun kuzulama performansı ve fertilite üzerine etkisi
Semra KAYA Gökhan KOÇAK	İNEKLERDE NEGATİF ENERJİ DENGESİNİN ÜREME ÜZERİNE ETKİSİ
Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU Yük. Zir. Müh. Sercan DÜZGÜN	ÇİLEKLERDE KALİTE VE KANTİTELERİNİN KORUNMASINDA HASAT SONRASI UYGULAMALAR VE KULLANIMLARI
Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU Yük. Zir. Müh. Yadigar Leyla DOĞAN	SATSUMA MANDALİN ÇEŞİDİNDE DEFNE VE WAX UYGULAMALARININ MUHAFAZA SÜRESİ, MEYVE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 5 SESSION: 2	MODERATOR: **Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur USLU**
ASSIST. Prof. Ali Rıza DENİZ	The Use of α-Al 2 O 3 Material as an Interfacial Layer in Schottky Diode Applications and the Effect of Radiation on Diode Characteristics
ASSIST. Prof. Ali Rıza DENİZ	Investigation of I-V-T Characteristic of Ni/α-Al 2 O 3 /p-Si/Al Diode
Lecturer CİHAN GÖKÇÖL	Wind Energy In Turkey: 2023 Update
Lecturer CİHAN GÖKÇÖL	Potential And Utilization Of Renewable Energy Sources In The Thrace Region: 2023 Update
Ahmet YAKIN Rasim BEHÇET	The Effect Of Ethanol And Methanol Into Gasoline Fuel On Engine Performance And Emissions
Ahmet YAKIN Rasim BEHÇET	Performance And Emission Analysis Of Fuel Additives (Ethanol, Sodium Boron Hydride) In A Gasoline Engine
Dr, GÜL USLU Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur USLU	Arazi Yönetiminde 3 Boyutlu Deniz Kadastrosu
Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur USLU Dr. Gül USLU	Nükleer Güç Santrallerinde Çalışmanın İş Güvenliği Açısından İrdelenmesi Ve Risk Yönetimi
Fatma YILDIRIM DALKIRAN Nur Tuğçe GÖZÜKÜÇÜK	Hava Aracı Elektriksel Güç Sistemlerini Modelleme Yaklaşımları

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022	14: 00 – 16:00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 879 6966 9054	Passcode: 17181222

HALL: 6 SESSION: 2	MODERATOR: ASSOC. PROF. DR., SEVDA BORAN TORUN
ASSOC. PROF. DR., SEVDA BORAN TORUN	Effect Of Waste Vegetable Oil And Old Newspaper Fibers On Surface Properties Of Recycled Polypropylene Composites
HAMDİ ŞÜKÜR KILIÇ YASEMİN GÜNDOĞDU	Investigation of TRIPLE Metallic Au@Fe@TiO 2 Nanoalloys for Potential Nonlinear Optical Applications
ASSIST. PROF. DR. NERGİS KAYA	Momordıca Charantıa L. Ekstraktı Ticari Formülasyonunun Allıum Cepa L. Üzerindeki Etkisinin Sitotoksik Açıdan Eğerlendirilmesi
ASSIST. PROF. DR., EMEL ATLI	Investigation Of The Effects Of Some Parabens On Fertility And Sex Ratio Of Drosophila Melanogaster
ASSIST. PROF. DR., EMEL ATLI	Investigation Of The Effects Of Octylfenol On The Pupation Period Of Drosophila Melanogaster
KADİR TANIŞ PROF. DR. ABDURRAHMAN AKTÜMSEK	Scilla Bifolia'nın Metanolik Özütünün Antioksidan Kapasitesi
MSC. MÜCAHİD GÖK PROF. DR. MUSTAFA KÜÇÜKÖDÜK PROF. DR. ABDURRAHMAN AKTÜMSEK	A Study On Enzyme Inhibitory Activities Of Taraxacum Farinosum Extracts
SEDA İPEKBAYRAK DR. ÖĞR. ÜYESİ ZEYNEP TURHAN PROF. DR. EMEL YILDIZ	Güneş Pili Uygulaması İçin Heteroleptik Rutenyum Komplekslerin Kuantum Kimyasal Çalışmaları
ASSİS. PROF. MUSTAFA DEMİRBİLEK	Bibliometric Analysis Of Covid-19 Related Studies In Türkiye
ŞAHİN KALYONCU DOÇ. DR. FATİH AKTAŞ	Cr (VI) İndırgeme Yapan Arıtma Tesıslerınde Nanotanecık Yüklü Aktıf Karbon Kullanılarak Cr (VI) Gıderım Performansının Arttırılması
ASSIST. PROF. DR. MEHMET ÖZCANLI	Aras Basin In Turkey According To The Rise Steps Of Land Existence And Its Impact On Economic Activities
ASSOC. PROF. DR. ERKAN YILMAZ ASSIST. PROF. DR. MEHMET ÖZCANLI	Climate Change Analysis In Ağri Mountain And Its Surrounding

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 14: 30 – 16:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 7 SESSION: 2	MODERATOR: **PROF. DR. NOURHAN ELSHENAWI**
ASSOC. PROF. DR. LONA BALA	Interpreting Chopin's Music Today: Mythologization Of Art: Kitsch
PROF. DR. NOURHAN ELSHENAWI	Net Regularity And Its Ethical Implications On Internet Stake Holders
DR. MASAMI USUI	Migrating Words And Voices In Joseph O'neill's Netherland And The Dog
HUSSAIN ALI BEKHET NOR SALWATI OTHMAN	Enlightening Malaysia's Energy Policies And Strategies For Modernization And Sustainable Development
ABDULFATAH A RAJI	Arabic Literature As A Tool For Educational Transformation In Nigeria
KHALED IGBARIA	Ba'Albakī's Influence On 1950s And 1960s Lebanese Women Writers
SAPTIADI NUGROHO A. NUR MUHAMAD AFIF	Factors Affecting Employee Performance: A Case Study In Marketing And Trading Directorate, Pertamina Ltd.
ASSIS. PROF. DR. YUNOS ZAHRI	Cyber Security Situational Awareness Among Students: A Case Study In Malaysia
RESS. ASSIS. OMID NOROOZI	The Effects Of A Digital Dialogue Game On Higher Education Students' Argumentation-Based Learning

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 14: 30 – 16:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 8 SESSION: 2	MODERATOR: **PROF. DR. RITA C. RAMOS**
MICHAŁ BIAŁEK SIMON J. HANDLEY	Overriding Moral Intuitions – Does It Make Us Immoral? Dual-Process Theory Of Higher Cognition Account For Moral Reasoning
AZLINA ABU BAKAR ABDUL FATAH WAN SIDEK	Well-Being In Adolescence: Fitting Measurement Model
MELANI ARNALDI SUZY YUSNA DEWI	Effect Of Depression, Self-Regulation Control And Characteristics Of Adhd As The Cause Of School Brawl In Jakarta, Indonesia
PROF. DR. RITA C. RAMOS	Determinants Of Aggression Among Young Adolescents
LECTURE PRESSCA NEGING ASSIS. PROF. DR. ROSIDAH MUSA RABIAH ABDUL WAHAB	The Determinants And Outcomes Of Pathological Internet Use (Piu) Among Urban Millennial Teens: A Theoretical Framework
KATARZYNA CZUBAK	Negative Emotions And Ways Of Overcoming Them In Prison
DR. NIMA BABAZADEH GASHTI ASSIS. PROF. DR. NAZANIN PILEVARI	Evaluation Of Internet Anxiety In Srbiau Higher Education Students In Research Process
ASSOC. PROF. DR. ZUZANA KOMRSKOVÁ	The Use Of Emoticons In Polite Phrases Of Greetings And Thanks
ANWAR HASSEN TSEGA	The Nexus Between Migration And Human Security: The Case Of Ethiopian Female Migration To Sudan

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 14: 30 – 16:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 9 SESSION: 2 MODERATOR: **IDRIS A. ELFEITURI**

ALI SNOUSSI AMMAR BEN BRAHIM	A Simulation Model And Parametric Study Of Triple-Effect Desalination Plant
NUR SARMA PAUL M. TUOHY SINIŠA DJUROVIĆ	Investigation Of Grid Supply Harmonic Effects In Wound Rotor Induction Machines
JOSE D. HERRERA MARIO A. RIOS	A Multiobjective Damping Function For Coordinated Control Of Power System Stabilizer And Power Oscillation Damping
IDRIS A. ELFEITURI	Exergy Based Performance Analysis Of A Gas Turbine Unit At Various Ambient Conditions
AHMAD K. JASSIM RAHEEM KH. AL-SUBAR	Studying The Possibility To Weld AA1100 Aluminum Alloy By Friction Stir Spot Welding
EKOW A. KWOFIE EMMANUEL K. ANTO GODFRED MENSAH	Determination Of The Optimal DG PV Interconnection Location Using Losses And Voltage Regulation As Assessment Indicators Case Study: ECG 33 Kv Sub-Transmission Network
BADR M. ALSHAMMARI T. GUESMI	Optimal Design Of Multimachine Power System Stabilizers Using Improved Multi-Objective Particle Swarm Optimization Algorithm
CHAPMAN EZE NNADOZIE	Programming Language Extension Using Structured Query Language For Database Access
NADIA MASOOD KHAN MUHAMMAD SALMAN KHAN GUL MUHAMMAD KHAN	Automated Heart Sound Classification From Unsegmented Phonocardiogram Signals Using Time Frequency Features
AKELLA AMARENDRA BABU RAMA DEVI YELLASIRI NATUKULA SAINATH	Adaption Model For Building Agile Pronunciation Dictionaries Using Phonemic Distance Measurements
R. RAMA KISHORE SUNESH	Optimized And Secured Digital Watermarking Using Entropy, Chaotic Grid Map And Its Performance Analysis
ADDIN OSMAN ANWAR ALI YAHYA MOHAMMED BASIT KAMAL	A Dataset Of Program Educational Objectives Mapped To Abet Outcomes: Data Cleansing, Exploratory Data Analysis And Modeling
ABDOLSALAM GHADERI	A Robust Optimization Model For The Single-Depot Capacitated Location-Routing Problem
HARPREET KAUR SUDIPTA MAJUMDAR	Image Dehazing Using Dark Channel Prior And Fast Guided Filter In Daubechies Lifting Wavelet Transform Domain

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

18. 12. 2022 14: 30 – 16:30 - Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 879 6966 9054 Passcode: 17181222

HALL: 10 SESSION: 2	MODERATOR: **PROF. DR. ANA LAMBELHO**
DR. DESHAR BASHU DEV	Eradication Of Mental Illness Through Buddhism
MONA SALAH EL-DIN HASSANEIN	From Victim To Ethical Agent: Oscar Wilde's The Ballad Of Reading Gaol As Post-Traumatic Writing
ASSIS. PROF. ASHUTOSH VERMA	Special Economic Zone: New Phase of "Land Conflicts" in India
PROF. DR. ANA LAMBELHO	The Portuguese Framework of the Professional Internship without Public Funds
MARIA LUBOMIRA KUBICA	Origins of Strict Liability for Abnormally Dangerous Activities in the United States, Rylands v. Fletcher and a General Clause of Strict Liability in the UK
NOORANEDA MUTALIP LAIDEY	Privacy vs. National Security: Where Do We Draw the Line
YRFET SHKRELI	The Role of European Union in Global Governance
PHDC. UMAR UBANDAWAKI	Controlling Youths Participation in Politics in Sokoto State: A Constructive Inclusiveness for Good Governance in Nigeria
ABDUL SALIM AMIN	Judicial Institutions in a Post-Conflict Society: Gaining Legitimacy through a Holistic Reform
DINI DEWI HENIARTI	Military Court's Jurisdiction over Military Members Who Commit General Crimes under Indonesian Military Judiciary System in Comparison with Other Countries
FARIDA BUNIATOVA	Closed Will in Russian Civil Law: Specific Aspects

Location: ZOOM Platform
Meeting ID: 879 6966 9054
Passcode: 17181222
Date: 17-18.12.2022

CONTENT

CONGRESS ID	
SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE	
PROGRAM	
CONTENT	
FULL TEXTS OF ORAL PRESENTED PAPERS IN THE CONFERENCE	
KROMİT CEVHERLERİ VE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ Savaş Özün, Rahman Raimov	1
REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYON GEREKLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE HARMONİK FİLTRE KULLANIMININ İNCELENMESİ Furkan YILMAZ, Hasan Hüseyin ÇOBAN	11
STRENX 960 ÇELİĞİNİN FARKLI FREZELEME KOŞULLARI ALTINDA YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK VE TAKIM AŞINMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ Üsame Ali USCA	20
HURDA A356 ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ DÖKÜMÜNDE FARKLI SIVI METAL TEMİZLEME TEKNİKLERİNİN AKICILIĞA ETKİSİNİN İNCELENMESİ Muhammet Emin KESKİN, Emin USLU , Murat ÇOLAK	30
BİR ENDÜSTRİYEL TAV FIRININDA ATIK ISININ ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ BUĞRA KAĞAN SARPKAYA, HÜSAMETTİN BULUT	39
ENERJİ-MOMENTUM DAĞILIMLARININ BERTOTTİ-ROBİNSON EVRENİNDE ARAŞTIRILMASI Can AKTAŞ , Sezgin AYGÜN	50
FARKLI TEORİLERDE BUCHDAHL MODELİ İÇİN ENERJİ MOMENTUM DAĞILIMININ ARAŞTIRILMASI Sezgin AYGÜN, Can AKTAŞ	61
MARDİN İLİ İÇİN GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ORC TASARIMI ve TERMODİNAMİK ANALİZİ FATİH ÜNAL, Merve Şentürk ACAR	68
EKLEM HASTALIKLARI TEDAVİSİNDE KILAVUZ MOLEKÜL SEMAFORİNLER Doç. Dr. Fatih Kar	77
PROSTAT HİPERTROFİSİ TEDAVİSİNDE KULLANILAN BİTKİSEL İLAÇLAR ARSLAN SAY, DEMET ÇAKIR, HİLAL ÖZBEK	83
DİYABET TEDAVİSİNDE KULLANILAN BİTKİSEL İLAÇLAR ARSLAN SAY, DEMET ÇAKIR, HİLAL ÖZBEK	92
VAZGEÇİLMEZ ANNE SÜTÜNÜN ZORUNLU ALTERNATİFLERİ HİLAL ÖZBEK, DEMET ÇAKIR, ARSLAN SAY	100
YENİDOĞAN SAĞLIĞINI KORUYUCU BAKIMLAR: GÖZ BAKIMI, AĞIZ BAKIMI VE GÖBEK BAKIMI HİLAL ÖZBEK, ARSLAN SAY, DEMET ÇAKIR	111
KAN VE KAN ÜRÜNLERİ TRANSFÜZYON TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA AĞRI ÜMMÜHAN AKTÜRK, EBRU GÜL	125

TEKRARLAYAN GEBELİK KAYBI VE PSİKOLOJİSİ Demet ÇAKIR, Hilal ÖZBEK, Arslan SAY	130
FETAL HAREKET SAYIMI VE BAĞLANMA Demet ÇAKIR, Arslan SAY, Hilal ÖZBEK	139
OVEREKTOMİNİN STRİATUM DOKUSUNDAKİ OKSİDAN-ANTİOKSİDAN STATÜYE ETKİSİ Mustafa MAKAV, Mushap KURU, Hüseyin Avni EROĞLU	145
HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN DELİCİ KESİCİ ALETLERLE YARALANMA DURUMLARI NİLAY ÇAKICI	150
HEMŞİRELERİN MESLEK ETİĞİ VE ETİK SORUNLARA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ NİLAY ÇAKICI	155
DİURNAL VARYASYON İLE BAZI ANAEROBİK PERFORMANS PARAMETRELERİNİN İLİŞKİSİ: MUAY THAİ SPORU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ OĞUZHAN ADANUR, EROL DOĞAN	162
FARKLI ISINMA YÖNTEMLERİNİN ANAEROBİK VE AEROBİK PERFORMANS SONUÇLARININ MUAY THAİ SPORCULARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ OĞUZHAN ADANUR, EROL DOĞAN	168
INDUSTRIAL BUILDINGS AND GREEN BUILDING DESIGN Mehmet Akif Arslan, Mustafa Tolga Çöğürcü, Sıtkı Alper Özdemir, Mehmet Uzun	172
OVERVIEW OF BARRIERS TO IMPLEMENTING GREEN BUILDINGS IN CONSTRUCTION INDUSTRY Mehmet Akif Arslan, Mustafa Tolga Çöğürcü, Sıtkı Alper Özdemir, Mehmet Uzun	178
NESNELERİN LAZER TRİANGULASYON YÖNTEMİ İLE TARANARAK 3B DİJİTAL ORTAMA AKTARILMASI Altuncan Huban GÜLEN, Nihal ARI KORKUSUZ , Mehmet Emin KORKUSUZ	184
EXAMINING THE FUTURE OF AUTONOMOUS VEHICLE USE AHMET ÜNAL, AHMET TORTUM	201
INVESTIGATION OF TRANSITION APPLICATIONS FROM SIGNALIZED INTERSECTIONS TO SMART INTERSECTIONS: THE CASE OF BURSA PROVINCE AHMET ÜNAL, AHMET TORTUM	206
KÜLTÜREL MİRASIN DİJİTAL OLARAK ARŞİVLENMESİ KAPSAMINDA YAPILAN FOTOGRAMETRİK RÖLÖVE ÇALIŞMALARINDA İHA'NIN ROLÜ PELİNSU YILDIRIM DEMİR, AYDAN YAMAN	87
MANAGEMENT OF AVIATION SAFETY AT THE STATE LEVEL: CURRENT STATUS OF TURKISH CIVIL AVIATION ERDAL YEŞİLBAŞ, Prof. TUĞRUL OKTAY	212
POTANSİYEL KAN BAĞIŞLÇILARININ MAKİNE ÖĞRENMESİ TEKNİKLERİ İLE TAHMİNLENMESİ ONUR SEVLİ	222
KREDİ KARTI DOLANDIRICILIĞININ YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANILARAK TESPİTİ ONUR SEVLİ	233

TÜRKİYE'DE HAVA YOLU İSTATİSTİKLERİNİN ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ Fatih Çemrek, Özer Özaydun	241
TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN KREDİ KULLANIM DÜZEYLERİ BAKIMINDAN İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ Fatih Çemrek, Özer Özaydun	260
ARİTMETİK İNDEKSLİ (s,t)-PELL AND (s,t)-PELL LUCAS DİZİLERİ Sukran UYGUN, Osman AKSU	275
BULANIK TOPOLOJİK UZAYLAR ÜZERİNE Farah ALŞİBLİ, Arife ATAY	286
Yapay Sinir Ağlarında Doğrusal Olmayan Optimizasyon Problemi İçin Aktivasyon Fonksiyonu Seçimi Arif GÜRSOY, Deniz YALDIZ ÇAĞAÇ	291
Badem Ağacı Odununun Fiziksel özelikleri ve Statik Sertlik Değerinin Belirlenmesi Vedat Çavuş, Bekir Cihad Bal	306
BİTKİSEL KÖKENLİ İLAÇLARIN PSİLİDLERİN (Hemiptera: Psyllidae) MÜCADELESİNDE KULLANIMI: ÇEVRE DOSTU BİR YAKLAŞIM Cemile YAŞ, Halil DİLMEN	314
NESLİ TEHLİKE ALTINDAKİ AVRASYA SU SAMURU(*Lutra lutra*)'NIN GÖLLER YÖRESİNDE SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ. Bedirhan EKER, Yasin ÜNAL, Ahmet KOCA , Aytekin SARIŞAHİN	332
İHATA DUVARLARI VE DİKENLİ TEL ÇİT KULLANIMININ YABAN HAYATI ÜZERİNDE ETKİSİ Aytekin SARIŞAHİN [1], Dr Yasin ÜNAL [2] , Bedirhan EKER	338
ONOSMA ARGENTATA HUB.-MOR. (GÜMÜŞ EMCEK) VE *ONOSMA DİSCEDENS* HAUSSKN. EX BORNM. (FIRAT EMCEĞİ) TÜRLERİNİN MORFOLOJİK KARAKTERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI SELAHATTİN KARACAN, MUSTAFA KORKMAZ, SERCAN ÇORLU	343
ERZİNCAN İLİNİN GIDA AMAÇLI KULLANILAN ODUNSU BİTKİLERİ Mustafa KORKMAZ, Sercan ÇORLU, Selahattin KARACAN	356
Trichogramma pintoi YUMURTALARININ DEPOLANMA OLANAKLARI Nihal ÖZDER, Esra TAYAT	367
KARAKAŞ KOYUNU Hüseyin DENK	374
SÜVARİ ÇAYI HAVZASI KURAKLIK DURUMUNUN STANDART YAĞIŞ İNDİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ Suat KARADAŞ, Ali İMAMOĞLU	380
SÜVARİ ÇAYI HAVZASI MORFOMETRİ ANALİZİ Suat KARADAŞ, Ali İMAMOĞLU	394
İNEKLERDE NEGATİF ENERJİ DENGESİNİN ÜREME ÜZERİNE ETKİSİ Semra KAYA, Gökhan KOÇAK	408
The Use of α-Al_2O_3 Material as an Interfacial Layer in Schottky Diode Applications and the Effect of Radiation on Diode Characteristics Ali Rıza DENİZ	413

Investigation of I-V-T Characteristic of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al Diode Ali Rıza DENİZ	420
WIND ENERGY IN TURKEY: 2023 UPDATE CİHAN GÖKÇÖL	427
POTENTIAL AND UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE THRACE REGION: 2023 UPDATE CİHAN GÖKÇÖL	437
BENZİN YAKITI İÇERİSİNE KATILAN ETANOL VE METANOLÜN MOTOR PERFORMANS VE EMİSYONLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ AHMET YAKIN, RASİM BEHÇET	447
BENZİNLİ BİR MOTORDAKİ YAKIT KATKI MADDELERİNİN (ETANOL, SODYUM BOR HİDRÜR) PERFORMANS VE EMİSYON ANALİZİ AHMET YAKIN, RASİM BEHÇET	455
ARAZİ YÖNETİMİNDE 3 BOYUTLU DENİZ KADASTROSU GÜL USLU, Ayşenur USLU	464
NÜKLEER GÜÇ SANTRALLERİNDE ÇALIŞMANIN İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İRDELENMESİ VE RİSK YÖNETİMİ Ayşenur USLU, Gül USLU	475
HAVA ARACI ELEKTRİKSEL GÜÇ SİSTEMLERİNİ MODELLEME YAKLAŞIMLARI Fatma YILDIRIM DALKIRAN, Nur Tuğçe GÖZÜKÜÇÜK	496
EFFECT OF WASTE VEGETABLE OIL AND OLD NEWSPAPER FIBERS ON SURFACE PROPERTIES OF RECYCLED POLYPROPYLENE COMPOSITES SEVDA BORAN TORUN	505
ATIK BİTKİSEL YAĞ VE ESKİ GAZETE KAĞIDI LİFLERİNİN GERİ DÖNÜŞÜMLÜ POLİPROPİLEN KOMPOZİTLERİN YÜZEY ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ SEVDA BORAN TORUN	139
INVESTIGATION OF TRIPLE METALLIC Au@Fe@TiO_2 NANOALLOYS FOR POTENTIAL NONLINEAR OPTICAL APPLICATIONS Hamdi Şükür Kılıç, Yasemin Gündoğdu	517
MOMORDICA CHARANTIA L. EKSTRAKTI TİCARİ FORMÜLASYONUNUN *ALLIUM CEPA* L. ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN SİTOTOKSİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ Nergis KAYA	527
SCİLLA BİFOLİA'NIN METANOLİK ÖZÜTÜNÜN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ Kadir TANIŞ, Abdurrahman AKTÜMSEK	535
TARAXACUM FARİNOSUM ÖZÜTLERİNİN ENZİM İNHİBİTÖR AKTİVİTELERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA Mücahid GÖK, Mustafa KÜÇÜKÖDÜK, Abdurrahman AKTÜMSEK	550
BIBLIOMETRIC ANALYSIS of COVID-19 RELATED STUDIES in TÜRKİYE Mustafa DEMİRBİLEK	562
Cr (VI) İndirgeme Yapan Arıtma Tesislerinde Nanotanecik Yüklü Aktif Karbon Kullanılarak Cr (VI) Giderim Performansının Arttırılması Şahin KALYONCU, Fatih AKTAŞ	573
ÇİLEKLERDE KALİTE VE KANTİTELERİNİN KORUNMASINDA HASAT SONRASI UYGULAMALAR VE KULLANIMLARI ŞEYDA ÇAVUŞOĞLU, SERCAN DÜZGÜN	596

SATSUMA MANDARİN ÇEŞİDİNDE DEFNE VE WAX UYGULAMALARININ MUHAFAZA SÜRESİ VE MEYVE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ Yadigar Leyla DOĞAN, Şeyda ÇAVUŞOĞLU	604

KROMİT CEVHERLERİ VE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Doç.Dr. Savaş Özün, Rahman Raimov

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0001-9475-1822

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0002-6449-4156

ÖZET

Yer kabuğunun yaklaşık %0.037'sini oluşturan ve metalürji, kimya ve refrakter sanayilerinin en önemli içeriklerinden birisi olan krom; ekonomik olarak işletilebilen tek ve krom içeriği bakımından en zengin minerali olan kromitten elde edilmektedir. Teorik kimyasal bileşimi $FeCr_2O_4$ olan kromit doğada; stradiform, podiform ve konsantrik ultrabazik-bazik kayaç topluluklarına bağlı krom yatakları olmak üzere 3 farklı yataklanma şeklinde bulunmaktadır. Madencilik faaliyetleri ile kazı işlemleri sonrasında doğrudan kullanım alanı bulan yüksek tenörlü cevherlerin azlığı nedeniyle, krom konsantresinin sanayi kulanım şartlarına uygun hale getirilmesi çeşitli cevher zenginleştirme işlemleri ile sağlanmaktadır. Kromit içeren cevherler, kromitin özgül ağırlığının yan kayacı oluşturan gang minerallerinin özgül ağırlıklarından yüksek olması nedeniyle çoğunlukla özgül ağırlığa dayalı zenginleştirme yöntemleriyle zenginleştirilmektedir. Ancak serbestleşme boyutuna bağlı olarak kromit mineralleri manyetik ayırma, elektrostatik ayırma, flotasyon ve çeşitli kimyasal zenginleştirme yöntemleri ile de gang minerallerinden ayrılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Krom, kromit, kromit yataklanma şekilleri, zenginleştirme

1. GİRİŞ

Gümüşi parlaklık ve metalik görünüme sahip olan krom ilk defa 1762'de Rusya'nın Ural Dağları civarında Alman mineralog ve jeolog Johann Gottlob Lehmann tarafından keşfedilmiştir. Lehmann, günümüzde krokoit ($PbCrO_4$) olarak bilinen bu kurşun kromat mineralini kırmızı kurşun cevheri anlamına gelen Rotbleierz olarak isimlendirmiştir. Kromun periyodik cetvele eklenmesi ise Fransız eczacı ve kimyacı Louis Nicolas Vauquelin tarafından gerçekleştirilmiştir [1, 2].

Krom yeryüzünde az olarak bulunan elementlerden birisi olmakla birlikte yer kabuğunun yaklaşık %0.037'sini oluşturmaktadır. Doğada serbest metal formunda bulunmaz. 25 kadar farklı mineralde bulunmasına karşın, bunların arasında en yüksek krom içeriğine sahip olanı ve en yaygın görüneni kromit mineralidir [1, 3]. Teorik kimyasal bileşimi $FeCr_2O_4$ olan kromit %68 Cr_2O_3 ve %32 FeO'den oluşmaktadır. Ancak kromitin kimyasal bileşiminde bu iki unsur dışında çoğu zaman Al ve Mg'de bulunmakta, ve böylece $(Mg,Fe)(Cr,Al,Fe)_2O_4$ kimyasal formülüne sahip olmaktadır. Magmanın ilk kristallenmeye (ortamagmatik evre) başladığı evrede oluşan kromitler buna bağlı olarak magmanın oluşturduğu ultra-bazik kökenli peridotit grubu; dunit, harzburjit, lerzolit, verlit ve piroksenit türü kayaçlarla birlikte bulunmaktadır. Kromit tanelerinin bulunuş şekilleri, sergiledikleri doku ve yapısal özellikleri krom cevherinin masif, saçılmış, masif bantlı, leopar desenli ve saçınımlı bantlı vb. şekillerde adlandırılmalarını

sağlar (Görsel 1) [4]. Kromit içerikli cevherlerde ayrıca yaygın olarak serpantin, olivin, feldspatlar, kloritler vb. mineraller de bulunmaktadır [3].

Görsel 1. Yan kayaç içerindeki yerleşim şekillerine göre; (a) bantlı kromit, (b) benekli kromit ve (c) saçınımlı kromit örnekleri [5].

2. KROM CEVHERLERİNİN YATAKLANMA ŞEKİLLERİ

Krom yataklarının içinde bulunduğu ultrabazik-bazik kayaç toplulukları köken, jeolojik konum, mineraloji, doku, vb. özelliklerine bağlı olarak başlıca üç alt başlıkta incelenmektedir. Krom üretiminin çok büyük oranda kromit mineralinden yapılması sebebiyle krom içerikli bu yataklar "krom yatakları" yerine çoğunlukla "kromit yatakları ya da kromit rezervleri" olarak adlandırılmaktadır [1]. Aşağıda sırasıyla detayları verilen krom yataklarından podiform tip krom yatakları % Cr_2O_3 içeriklerinin yüksek olması sebebiyle metalürji sanayinde kullanılırken, yüksek demir içerikli stratiform sokulumlara bağlı krom yatakları ise çoğunlukla kimya sanayinde kullanım alanı bulmuştur. Ancak özellikle 1970'li yıllardan sonra teknolojik gelişimlere bağlı olarak stratiform sokulumlara bağlı kromlar da metalürji sanayinde kullanım alanı bulmaya başlamış, dolayısıyla bu tarihten sonra stratiform sokulumlara bağlı krom üretim miktarları da artmaya başlamıştır [1, 6, 7].

a. Stratiform sokulumlara bağlı krom yatakları

Bu grupta yer alan krom yatakları duraylı kıtasal bölgelerde (Kraton) bulunan stratiform sokulumlara bağlıdır. Bu yapılar karmaşık olmayan, geniş hacimli, kilometrelerce devam eden tabakalı yataklanmalardır. Bu tür yataklar bir veya birbirlerine yaklaşık paralel olarak gelişmiş birden fazla katmandan oluşabilen (Görsel 2), kalınlığı birkaç mm ile 1-2 m arasında değişen katmanlar halinde kromitler bulunduran yataklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Stratiform sokulumlara bağlı krom yatakları küçük tane boyut dağılımına sahip, düzgün kristal şekilli, Cr/Fe oranı düşük ve yüksek demirli cevher içerirler [1, 4].

Dünyada bilinen kromit yataklarının yaklaşık %90'ı stratiform sokulumlara bağlı yataklardır [2]. Bu yataklara Güney Afrika Cumhuriyeti'nde bulunan Bushveld Kompleksi, Zimbabwe'de bulunan Great Dyke, ABD Montana'da bulunan Stillwater Kompleksi ve Kanada'da bulunan Muskox Kompleksi en bilinen örnekler olarak verilebilmektedir.

Görsel 2. Bushweld stratiform sokulumlara bağlı krom yatakları [9].

b. Podiform tip krom yatakları

Alpin tip olarak da anılan bu ultrabazik-bazik kayaç toplulukları mercek veya düzensiz şekillidirler. Düzensiz kristal şekilli, Cr/Fe oranı yüksek ve yüksek kromlu cevher içeren bu yataklar genel olarak küçük boyutlu ve karmaşık yapılı krom yataklarıdır. Bu yataklardaki kromitler, kimyasal bileşim bakımından yüksek % Cr_2O_3, MgO ve Al_2O_3 içeriklerine, ve düşük % FeO içeriklerine sahiptir. En önemli Alpin tip krom yatakları Alp Orojenez kuşağı üzerinde bulunan (Görsel 3) İspanya – İtalya – Arnavutluk – Yunanistan – Türkiye – İran – Pakistan – Hindistan – Filipinler -Yeni Kaledonya'da bulunmaktadır.

c. Eşmerkezli bir iç düzene sahip konsantrik ultrabazik-bazik kayaç topluluklarına bağlı krom yatakları

Genellikle Alaska'da görülen bu tip yataklar yüksek demirli krom cevheri içermekle birlikte günümüzde krom eldesi amacıyla üretimi gerçekleştirilen yataklar arasında bulunmamaktadır. Halen bu tür cevherlerin zenginleştirilmesine yönelik ar-ge (araştırma-geliştirme) çalışmaları yapılmaktadır [4].

3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE DURUM

Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS; United States Geological Survey) 2022 yılı resmi verilerine göre Dünya kromit rezervinin 12 milyar tondan fazla olduğu ve bu rezervlerin yaklaşık %95'inin Kazakistan ve Güney Afrika'da bulunduğu varsayılmaktadır [9, 10].

Güney Afrika Cumhuriyeti başta olmak üzere Zimbabwe, Finlandiya ve Hindistan stratiform krom yataklarına sahipken Kazakistan, Türkiye, Hindistan, Filipinler ve Küba'da ise podiform (Alpin tip ultrabazik kayaçlara bağlı) krom yatakları bulunmaktadır. Belirtilen ülkeler arasında hem stratiform hem de podiform tipi yataklanmaların olduğu kromit rezervlerine sahip tek ülke ise Zimbabwe olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu rezervlere ek olarak nadiren görülen ve az miktarda üretim değerlerine sahip olan bir başka krom kaynağı da peridotitin ayrışması sonucunda oluşan sedimanların toplandığı kalıntı lateritlerdir [11-13] (Görsel 3).

Görsel 3. Dünya krom rezervleri ve yataklanma tipleri [13].

Dünyada krom madenciliği farklı 20'den fazla ülkelerde yapılmasına rağmen, kromun %80'i Güney Afrika, Türkiye, Kazakistan ve Hindistan'da üretilmektedir [10, 14]. USGS tarafından belirlenen verilere göre başlıca krom üretimi yapan ülkeler ve krom üretim miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgedeki veriler incelendiğinde Kovid-19 Pandemisinin olumsuz etkilerinin birçok sektörde olduğu gibi madencilik faaliyetlerinde de etkili olduğu ve krom üretim değerlerinin pandemi sonrasında artışa geçtiği görülmektedir. Üretim değerlerini etkileyen birçok değişken bulunmakla birlikte, konsantre cevher satış fiyatları da bir diğer önemli değişken olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 1. Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma (USGS) birimi verilerine göre üretim miktarlarına göre krom madenciliği yapan ülkeler [10];

	Krom üretim miktarı (x 1000 ton)	
Ülke	**2020**	**2021[t]**
Güney Afrika	13200	18000
Türkiye	8000	7000
Kazakistan	7000	7000
Hindistan	2500	3000
Finlandiya	2290	2300
Diğer ülkeler	3980	4100
Toplam	**37000**	**41000**

t: tahmini

Ülkemizde ise krom yatakları Alpin tip (podiform tip) olarak sınıflandırılmıştır. Bu yataklar belirgin bir dağılım göstermemekle birlikte ultrabazik kayaçlar içinde ülke geneline yayılmış durumdadır (Görsel 4). Bilinen 800 kadar, tek veya grup halinde krom yatağı ve krom cevheri rezervleri ofiyolit istifine ait olup, Alp orojen kuşağında geniş alanlar kaplayan peridotit

kayaçlarında bulunmaktadır. Stratiform yataklarla karşılaştırıldığında çok küçük rezerv boyutlarına sahip olan Alpin tip krom yataklarında FeO (toplam demir) içeriğinde fazla değişikliğe rastlanmazken, Cr_2O_3 tenörü büyük oranlarda değişebilmektedir.

Krom cevheri aramaları 1800'lü yılların ortasında Amerikalı kimyager John Lawrence Smith'in Bursa ili Harmancık ilçesinde krom rezervi keşfetmesi ile başlamış olup, bu sebeple ilk krom madencilik uygulamaları da Bursa'da yapılmıştır. 1900'lü yılların başından itibaren ise Fethiye, Guleman, Eskişehir, Toroslar ve Malatya bölgelerinde krom rezervleri belirlemeleri tamamlanmış ve madencilik faaliyetlerine başlanmıştır [15].

Ülkemizdeki krom yatakları coğrafî olarak 6 bölgede dağılım göstermektedir. Bu bölgeler sırasıyla;

1. Guleman (Elazığ) yöresi
2. Fethiye-Köyceğiz-Denizli yöresi
3. Bursa-Kütahya-Eskişehir yöresi
4. Mersin-Karsantı-Pınarbaşı yöresi
5. Erzincan-Kopdağ yöresi
6. İskenderun-Kahramanmaraş yöresi' dir [4, 16].

Görsel 4. Türkiye krom yatakları haritası [17].

4. KROMİTİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Günümüz şartlarında yer kabuğundan üretilen yüksek tenörlü (> %32 Cr_2O_3) krom cevherleri doğrudan kullanım alanı bulabilmektedir. Cevherin yeterince yüksek tenöre sahip olmaması durumunda ise sanayi kullanım şartlarına uygun konsantre cevher elde edilmesi ancak çeşitli cevher hazırlama ve zenginleştirme süreçleri sonrasında mümkün olabilmektedir.

Kromit cevherlerinin zenginleştirilmesinde uygulanan yöntemler sırasıyla [16] aşağıda verilmiş, yaygın kullanılan yöntemler ise bu çalışma kapsamında detaylı olarak ele alınmıştır.

1. El ile ayıklama (tavuklama, triyaj)
2. Yerçekimi ile zenginleştirme

- Oluklar
- Ağır ortam
- Spiral
- Jig
- Sallantılı masa
- Multi-gravite ayırıcısı (Multi-gravity separator; MGS)

3. Manyetik ayırma ile zenginleştirme
4. Elektrostatik ayırma ile zenginleştirme
5. Flotasyon ile zenginleştirme
    - Klasik flotasyon
    - Kolon flotasyonu vb.
6. Kimyasal yöntemlerle zenginleştirme

Elle ayıklama (triyaj; tavuklama) işlemleri maden kazı alanında yapılabildiği gibi, zenginleştirme tesisinde bantlı konveyör üzerindeki hareket etmekte olan cevher için de uygulanabilmektedir. Elle ayıklama işleminin yapılabilmesi için ayrılması istenilen mineraller arasında belirgin renk, parlaklık, şekil ve ağırlık farkı bulunmalıdır. Tanelerin işçiler tarafından ayırt edilebilmesi için ayıklama işlemleri öncesinde cevherin yıkanması gerekmektedir. Ayıklama işlemlerinde tecrübeli bir işçi 2-5 ton/saat ayıklama yapabilirken, bu miktar cevherin boyutuna ve ağırlığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Cevherin boyut aralığının -30+3cm olması gerekmektedir.

Kromit zenginleştirilmesinde en önemli değişkenlerin başında kromit ile gang mineralleri arasındaki yoğunluk farkı ve tane serbestleşme boyutu gelmektedir [18]. Kromit ortalama 4.5 – 4.8 g/cm^3 yoğunluğa sahiptir. Kromit cevherlerinde kromit ile birlikte bulunan yan kayaç ve gang minerallerinin yoğunlukları ise daha düşüktür. Bu sebeple kromitin gang minerallerinden iri tane boyutunda serbestleşmesi durumunda, ve yan kayaç (gang mineralleri) ile kromit arasında yeterli yoğunluk farkının olması durumunda en uygun zenginleştirme yöntemi yerçekimi ayırmasıdır. Böylece kromit cevherlerinin tenörleri; kromit ve gang minerallerinin bir akışkan ortamdaki (çoğunlukla su) çökelme hızları farklılıklarından faydalanılarak gerek diğer birçok zenginleştirme yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha düşük işletme/yatırım maliyetlerine sahip, gerekse uygulama kolaylığı sunmaları sebebiyle yerçekimi kuvvetine dayalı zenginleştirme yöntemleri ile artırılabilmektedir. Bu bağlamda sallantılı masalar (Görsel 5) kromit cevherlerinin zenginleştirilmesi işlemlerinde en yaygın kullanım alanı bulan ekipmanlar olarak karşımıza çıkarken, spiraller, jigler ve ağır ortam ayırıcıları da zenginleştirme işlemlerinde uygulama alanı bulmaktadır [19]. Görsel 5'de şematik görüntüsü verilen sallantılı masalarda zenginleştirme işlemi; ileri-geri hareket etmekte olan eğimli ve eşikler bulunan masada, tabaka halinde akmakta olan ortamda gerçekleşmektedir. Masanın ileri-geri hareketi, hareketin, genliği, besleme hızı, besleme pülp oranı, eşik yüksekliği vb. birçok değişken zenginleştirme işleminde rol oynamaktadır [2].

Görsel 5. Sallantılı masa şematik görüntüsü [20] ve sallantılı masa ile zenginleştirme işlemi

Kromit yüksek yoğunluğa sahip olması dışında ayrıca zayıf manyetik özellik de göstermektedir. Bu sebeple yüksek alanlı şiddetli manyetik ayırıcı kullanımı ile kromiti gang minerallerinden ayırmak da söz konusu olabilmektedir (Görsel 6). Elektrostatik ayırma ve flotasyon yöntemleri ile krom zenginleştirme işlemleri günümüzde yaygın olmasa da, düşük tenörlü krom cevherlerini zenginleştirmek mümkündür.

Görsel 6. Yaş manyetik ayırıcı [21].

Günümüz koşullarında kromitin gang minerallerinden serbest hale getirilebilmesi için uygulanan ufalama (kırma ve öğütme) işlemleri her ne kadar kontrollü bir şekilde yapılsa da gravite ile zenginleştirilme işlemlerine tabi tutulamadan doğrudan artık depolama sahasına gönderilen ince boyutlu kromit kaçakları olmaktadır. Buna ek olarak kromitin gang minerallerinden çok ince boyutlarda serbestleşmesi durumunda, gravite zenginleştirme yöntemleri ekonomikliklerini ve etkinliklerini kaybetmektedir. Böylece zenginleştirme işlemlerinde sonucu artığa kaçan kromit miktarı artmaktadır. Böyle durumlarda ince boyutlu cevherlerin zenginleştirilebilmesi için MGS (multi gravite ayırıcısı; multi-gravity separator) ve flotasyon ile zenginleştirme yöntemleri gibi zenginleştirme yöntemlerine başvurulmaktadır [2]. Çoklu gravite ayırıcısında; sallantılı masanın düz-yatay yüzeyinin tambura dönüştürülmüş hali bir eksen etrafında döndürülerek (100-300 dv/dk) oluşturulan merkezkaç kuvveti ile yerçekimi kuvvetinden oldukça yüksek kuvvetler oluşturulmaktadır (Görsel 7). Böylece yüksek yoğunluklu kromit taneleri tambur yüzeyinde birikerek bir tabaka oluşturmakta, düşük

yoğunluklu gang mineral tanelerinin taşan su ile tamburdan uzaklaştırılması ile ayrım gerçekleştirilmektedir. MGS aynı zamanda çok ince boyutlu cevherler için uygulanan bir zenginleştirme yöntemi olan kolon flotasyonuna alternatif zenginleştirme yöntemi olarak uygulanmış ve nihai konsantre tenörü artırılabilmiştir [20].

İnce boyutlu cevherler için uygulanan bir diğer zenginleştirme yöntemi ise flotasyondur. Flotasyonla zenginleştirme işlemi; toplayıcı, bastırıcı, pH düzenleyici, köpürtücü vb. birçok flotasyon reaktifinin bir arada kullanılarak gerçekleştirilen, katı (mineral), sıvı (çoğunlukla su ve flotasyon reaktifleri) ve gaz (hava kabarcığı) fazlarının etkin olduğu fizikokimyasal bir zenginleştirme yöntemidir. Flotasyon kromit cevherleri için çok yaygın kullanım alanına sahip olmasa da, kromit cevherlerinin flotasyonla zenginleştirilmesi üzerine çok sayıda araştırma-geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Flotasyonla zenginleştirme işlemlerinde kromit minerallerinin yüzeylerine kullanılan toplayıcılar ile hidrofobik (su sevmez) özellik kazandırılmakta ve sonrasında flotasyon selülüne beslenen hava kabarcıklarına yapışarak ile selülün köpük bölgesine taşınmaları sağlanmaktadır. Bu yöntemde kromit taneleri köpük bölgesinden taşma yoluyla uzaklaştırılırken, hidrofilik (su sever) yüzey özellikli ya da hidrofilik yüzey özelliği kazandırılmış gang mineralleri flotasyon selülünde pülp içerisinde bırakılmaktadır [22, 23].

Görsel 7. Pilot ölçekli MGS şematik görüntüsü [20].

Görsel 8. Flotasyon selülü şematik görüntüsü [24] ve laboratuvar ölçekli flotasyonla zenginleştirme uygulaması

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Gelişen teknoloji ve endüstriyel uygulamalara bağlı olarak özellikle metalurji, kimya ve refrakter sanayisinin en önemli bileşenlerinden birisi olan kroma olan talep her geçen gün artmaktadır. Ülkemiz açısından da oldukça büyük bir öneme sahip olan krom madenciliği ve krom cevherlerinin zenginleştirilmesi üzerine gerçekleştirilecek ar-ge faaliyetlerinin desteklenmesi ve artırılması ile özellikle düşük tenörlü cevherlerin zenginleştirilerek endüstrinin ihtiyaçlarına cevap verebilecek tenör değerlerine sahip konsantre üretimleri gerçekleştirilebilecektir. Yapılacak olan bu ar-ge faaliyetleri ile hali hazırda uygulanmakta olan zenginleştirme yöntemlerinin geliştirilmesi ile kromit kazanım verimlerinin artırılması sağlanacak ve artık depolama alanlarına kromit kaçaklarının önüne geçilmiş olacaktır. Aynı zamanda gerçekleştirilecek bu ar-ge faaliyetleri ile günümüzde kromit kaynağı olarak kullanılamayan ince boyutlu cevherlerin de verimli bir şekilde zenginleştirilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Taşlıgil, N., Şahin, G., Chrome in Turkiye in Terms of Economic Geography, Eurasian Academy of Sciences, Social Sciences Journal, 4, 2015.

[2] Güraslan, A.K. *Bursa/Orhaneli Kromit Zenginleştirme Tesisi Artıklarından Satılabilir Konsantre Üretilmesi,* Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2019.

[3] Deniz V. *Burdur – Yeşilova Yöresi Kromitlerinin Zenginleştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 1992.

[4] Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Metal Madenler Alt Komisyonu, Krom Çalışma Grup Raporu, 2001.

[5] İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), https://www.maden.itu.edu.tr/muze/oksitler.htm (Erişim Tarihi:16.12.2022)

[6] Karahan, S., Özkan, Y.Z., Türkiye Krom Madenciliğinin Geleceği, Madencilik Türkiye Dergisi, 16, 2011.

[7] Bilici, E. Sivas-Kangal-Çamözü Kromit Zenginleştirme Tesisi Artıklarının Değerlendirilme Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2018.

[8] Geology for investers, https://www.geologyforinvestors.com/geology-of-the-pge-deposits-in-the-bushveld-complex-south-africa/ (Erişim Tarihi:16.12.2022)

[9] Loock, M.M., Beukes, J.P., van Zyl, P.G., A Survey of Cr(VI) Contamination of Surface Water in the Proximity of Ferrochromium Smelters in South Africa, Water SA 40, 4, 2014.

[10] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, Chromium, January 2022.

[11] Papp, J.F., Lipin, B.R., *Chromium*. Report: USGS Numbered Series, Open-File Report 2001-381, 2001a.

[12] Papp, J.F., Lipin, B.R., *Chromium and Chromium Alloys*, In Kirk-Othmer (Ed), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2001b.

[13] Papp, J.F., *Chromium*. A National Mineral Commodity Perspective, Report: USGS Numbered Series, Open-File Report, 2007.

[14] Kleynhans, E.L.J., Beukes, J.P., Van Zyl, P.G., Kestens, P.H.I., Langa, J.M., Unique Challenges of Clay Binders in a Pelletised Chromite Pre-Reduction Process, Minerals Engineering, 34, 2012.

[15] Beşikoğlu, K.A., Türkiye'de Krom Madenciliği, Madencilik, 2, 5, Ankara, 1961.

[16] Aratoğlu, M. *Bilfer Eskiköy Krom Konsantre Tesisi Atıklarının Flotasyon ile Zenginleştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017.

[17] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, MTA, Türkiye Maden Yatakları Haritaları, Krom Yatakları Haritası, https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/krom.jpg (Erişim Tarihi:10.12.2022)

[18] Kıdıman, F.B. *Düşük Tenörlü Krom Cevherlerinin Zenginleştirilmesinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2009.

[19] Yıldız, N., *Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme*, Ertem Basım, Ankara, 2014.

[20] Wills, B.A., Napier-Munn, T., *Wills' Mineral Processing Technology. 7th Edition*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2006.

[21] Deya machinery, Wet magnetic drum separator, **https://www.deyamachinery.com/wet-magnetic-drum-separator/** (Erişim Tarihi:10.12.2022)

[22] Somasundaran, P., Wang, D., *Solution chemistry: minerals and reagents. In Developments in Mineral Processing 17*, Elsevier Science: Amsterdam, 2006.

[23] Ozun, S., Ulutaş, S., Interfacial Behavior of Anionic/Cationic Flotation Collectors in Mixed Aqueous Solutions and Their Effect on Flotation Recovery of Quartz, Journal of Surfactants and Detergents, 22, 1, 2019.

[24] http://www.911metallurgist.com/blog/wp-content/uploads/2013/09/flotation-separators.jpg Görselden türetilmiştir. (Erişim Tarihi:10.12.2022).

REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYON GEREKLİLİĞİ VE HARMONİK FİLTRE KULLANIMI

Furkan YILMAZ[1], Hasan Hüseyin ÇOBAN[2]
[1]Ardahan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 75002. Ardahan, Türkiye.
[1]fORCID: https://orcid.org/0000-0002-7021-5301
[2]Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 75002. Ardahan, Türkiye.
[2] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5284-0568

ÖZET

Elektrik enerjisini üreten, ileten ve dağıtan kuruluşların amacı kesintisiz, ekonomik ve kaliteli bir hizmeti tüketicilerine sunmaktır. Elektrik enerji sistemlerinde kalite söz konusu olunca, sabit şebeke frekansında; sabit ve sinüzoidal biçimli uç geriliminin sağlanması önem arz etmektedir. Reaktif güç kompanzasyonu sabit ve sinüzoidal biçimli gerilimin sağlanmasında gereklidir. Bu amaçla genellikle gerilimdeki dalgalanmalar, çökmeler ya da kesintiler ve geçici olaylar üzerinde çalışılmakla birlikte, hiç şüphesiz, en çok reaktif güç kompanzasyonu ve harmoniklerin azaltılması çalışmaları da yapılarak enerji kalitesi ile birlikte verim artırılmakta ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Bu çalışmada, reaktif güç kompanzasyon teknolojilerindeki güncel teknolojiye genel bir bakış sunulmakta ve kompanzasyon sisteminin gerekliği ve harmonik filtrenin reaktif güç kompanzasyonundaki öneminden bahsedilmiştir. Harmonik filtre çeşitlerinden kısaca bahsedilerek reaktif güç katsayısının düzenlenmesine ilişkin bir hidroelektrik santrale ait kompanzasyon panosu kondansatör gücü hesabı ve maliyet hesabından bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: reaktif güç kompanzasyonu, kompanzasyon gerekliliği, enerji verimliliği, harmonik filtre

REACTIVE POWER COMPENSATION NECESSITY AND USE OF HARMONIC FILTERS

ABSTRACT

The purpose of the organizations generating, transmitting, and distributing electrical energy; to provide an uninterrupted, economical, and quality service to its consumers. When it comes to quality in electrical energy systems, in fixed network frequency; It is important to provide a constant and sinusoidal tip voltage. Reactive power compensation is necessary to

provide a constant and sinusoidal-shaped voltage. For this purpose, while working on voltage fluctuations, collapses or interruptions, and transients, there is no doubt that mostly reactive power compensation and reduction of harmonics are done to increase efficiency along with energy quality and save energy. In this study, an overview of the current technology in reactive power compensation technologies is presented and the necessity of the compensation system and the importance of the harmonic filter in reactive power compensation are mentioned. The harmonic filter types and the filter type used in the enterprises are briefly mentioned, and the capacitor power calculation and cost calculation of the compensation panel belonging to a private enterprise related to the regulation of the reactive power coefficient is mentioned. In this study, an overview of the current technology in reactive power compensation technologies is presented and the necessity of the compensation system and the importance of the harmonic filter in reactive power compensation are mentioned. Harmonic filter types are briefly mentioned, and the compensation panel calculation and cost calculation of a hydroelectric power plant related to the regulation of the reactive power coefficient is mentioned.

Keywords: reactive power compensation, compensation needs, energy efficiency, harmonic filter

1. GİRİŞ

İnsanlık enerjiyi daha verimli kullanarak ve dolayısıyla daha az tüketerek enerji faturalarını düşürebilir, çevrenin korunmasına yardımcı olabilir, iklim değişikliğini hafifletebilir, yaşam kalitelerini yükseltebilir, bu faydaları elde etmek için, üretimden nihai tüketime kadar tüm enerji zinciri boyunca enerji verimliliğinin iyileştirilmesi gerekir. Aralık 2018'de, tadil edilmiş Enerji Verimliliği Direktifi ((EU) 2018/2002), 2012 direktifindeki (27/2012/EU) bazı özel hükümleri güncelleyerek ve çeşitli yeni unsurlar getirerek yürürlüğe girmiştir. Her şeyden önce, 2023 yılına kadar artan olası bir revizyon maddesiyle birlikte, 2030 yılı için en az %32,5'lik bir AB enerji verimliliği hedefi belirledi (2030'da beklenen enerji kullanımı tahminleriyle karşılaştırıldığında). AB'de 2030 yılına kadar 956 Mtep enerji tüketimi ve/veya 1.273 Mtep birincil enerji tüketimi öngörülmektedir. Enerji Birliği ve İklim Eyleminin Yönetişimi ((AB)2018/1999) Yönetmeliği uyarınca, her AB ülkesinin 2021-2030 için 10 yıllık entegre bir ulusal enerji ve iklim planı (NECP) oluşturması gerekmektedir. Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve sera gazı emisyonları için 2030 hedeflerine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır [1]. Türkiye'de elektrik enerjisi tüketimi 2021 yılında bir önceki yıla göre %8,74 artarak 332,9 milyar kWh elektrik enerjisi tüketilmiştir [2]. Bu nedenle enerji iletim ve dağıtım hatlarında ilave yüklenmeler oluşmakta ve aşırı yüklenmelerden dolayı cihazların ömürlerinde kısalma ve tüketicinin kullandığı enerjinin kalitesinde bozulmalara neden olmaktadır. 16/2/1983 tarihli ve 17961 sayılı Resmî Gazete' de yayımlanmış olan Bakanlık tebliği değişikliği sonucunda, kurulu gücü veya beslenme transformatörlerinin toplam kurulu

gücü 250 kVA ve bunun üstünde olan elektrik tesislerinde kompanzasyon tesisi yapılması zorunludur [3].

2. REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

Neredeyse tüm toplu elektrik enerjisi, alternatif akım (AC) şebekelerinde üretilir, taşınır ve tüketilir. AC sistemlerinin elemanları iki tür güç sağlar ve tüketir: gerçek güç ve reaktif güç. Gerçek güç yararlı işleri başarır, örneğin; motorları çalıştırır ve lambaları yakar. Reaktif güç, sistem güvenilirliği için kontrol edilmesi gereken gerilimleri destekler. Zaman zaman kaynaklar, üretimden yüke gerçek gücü güvenilir bir şekilde sağlamak için gereken voltaj seviyelerini korumak için iletim sistemi için reaktif güç sağlamalı veya tüketmelidir. Yetersiz reaktif güç kaynağı voltajı düşürür; voltaj düştükçe, sağlanan gücü korumak için akımın artması gerekir, bu da hatların daha fazla reaktif güç tüketmesine ve voltajın daha da düşmesine neden olarak, sonunda iletim sistemi kararlılığının kaybı ve voltaj çökmesi gibi güvenilirlik sorunlarına yol açar [4]. Modern bir güç sisteminde yüklerin artması ve lineer olmayan ekipmanların neden olduğu bozulmaların telafisi talep edilmektedir. Kapasitif ve endüktif etki neticesinde oluşan akım ve voltaj arasındaki faz kaymasını sıfıra yakın yani ideal değere yakın bir değerde sabit tutma işlemine kompanzasyon denir [5]. Reaktif kompanzasyon, esasen voltaj kontrolünü sağlamak için bir güç sistemine pozitif ve/veya negatif VAR değeri ekleme veya enjekte etme işlemidir. Reaktif güç kompanzasyonu için farklı teknolojiler vardır, bunlar; Kapasitör Bankası [6], Seri Kompansatör [7], Şönt Reaktör [8], Statik Var Kompansatör [9], Statik Senkron Kompansatör [10] ve Senkron Kondenserdir [11]. Güç alıcılarında elektronik sistemlerin artan kullanımı, üretim sürecinde enerji tüketimini azaltmakta, ancak aynı zamanda yeni riskler de yaratmaktadır. Bu gibi tehlikeler, artık akım koruma cihazları gibi koruyucu cihazların gereksiz yere aktivasyonuna yol açan daha yüksek harmonik bileşenleri, otomatik senkronizörlerin çalışmasını bozan harmonik bileşenleri ve ayrıca çeşitli disiplinler arası sabit olmayan sinyallerde meydana gelen harmonik bileşenleri içerir. Örneğin akustik (ses bilimi) [12], görünüşte uzak biyomedikal mühendisliği [13] ve elektrikli araçlar [14], [15] ile ilgili uygulamalardır. Bu gibi doğrusal olmayan yükler, zayıf güç faktörüne ve yüksek derecede harmoniklere neden olabilir. Bu çalışmada iletim sistemlerinin güç faktörünü ve kararlılığını iyileştirmek için gerilim kaynaklı eviriciler ve bir DC kapasitörden oluşan aktif güç filtreleri incelenmiştir. Harmonik güç filtreleri, güç kalitesi sorunlarına güncel bir çözümdür. Şönt aktif güç filtreleri, güç faktörü düzeltmesi ile birlikte akım harmoniklerinin ve dengesizliklerin kompanzasyonuna olanak tanır ve geleneksel yaklaşımdan çok daha iyi bir çözüm olabilir. Hattaki harmonikleri ortadan kaldırmanın ve sistem güç faktörünü iyileştirmenin en basit yöntemi pasif LC filtreleri kullanmaktır. Bununla birlikte, toplu pasif bileşenler, seri ve paralel rezonans ve sabit bir telafi özelliği, pasif LC filtrelerinin ana dezavantajlarıdır. Bir yükte tüketilen aktif güç, anlık gücün ortalama değeri olarak tanımlanır.

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T u(t)i(t)dt$$

Burada;
P – güç,
u(t) - zamana göre değişen voltaj dalga biçimi,

i(t) - zamana göre değişen akım dalga biçimidir.

Bir sistemdeki enerji akışını tanımlamak için şu terimleri kullanırız: güç *P [W]*, reaktif güç *Q [VAr]*, karmaşık güç *S [VA]* ve görünen güç *S*=|*S*| *[VA]* karmaşık gücün büyüklüğüdür. Kusursuz bir sinüsoidal dalga biçimi durumunda, P, Q ve S, bir vektör üçgeni oluşturan vektörler olarak ifade edilebilir [16]:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

Aralarındaki matematiksel ilişki, vektörlerle temsil edilebilir veya karmaşık sayılar, *S* = *P* + *jQ* kullanılarak ifade edilebilir. Görünen güç *S*, *U* geriliminin Root Mean Square (Karekök Ortalama) değerleri ile *I* akımının [17] Karekök Ortalama değerlerinin çarpımıdır.

$$S = I.U$$

Harmonik besleme durumunda;

$$S = P + jQ$$

$$S = I.U\ (cos\varphi + jsin\varphi)$$

Burada; aktif güç $P = U\ I\ cos\ \varphi$ ve reaktif güç $Q = U\ I\ sin\ \varphi$.

Bahsedilen güçlerin vektörel gösterimi Görsel 1'dedir.

Görsel 1. Kapasitif devrede güç bağıntısı [18]

3. REAKTİF GÜÇ TÜKETİCİLERİ

Reaktif güç, motorlar, transformatörler, balastlar, endüksiyon fırınları vb. gibi endüktif tüketicilerde, yani herhangi bir tasarımdaki bobinlerde bir manyetik alan oluşturmak için gereken güçtür. Reaktif güç, mıknatıslama gücü olarak da bilinir. Tüketici ile enerji sağlayıcı arasında şebeke frekansının iki katı kadar salınım yaparak kabloları, sigortaları ve trafoları yükler. Reaktif gücün iletim ve üretim kapasitelerini işgal etmesinin yanı sıra iletimi sırasında iletkenlerde ve transformatörlerde meydana gelen önemli kayıplar da vardır. Bobini olan bütün elektrik devrelerinin reaktif güce ihtiyaçları vardır.

4. HARMONİK FİLTRE

Harmoniklerin oluşturduğu zararlı etkileri önleyebilmek için tasarım sırasında alınabilecek tedbirler çoğu kez yeterli değildir. Tasarım sırasında alınabilecek tedbirlere ek olarak harmonik akımlarının şebekeye geçmesini engellemek de harmonikleri önlemenin bir diğer yöntemidir. Bunun için sisteme eklenmesi gereken ek devrelere gereksinim vardır. Elektrik enerji sistemine yerleştirilen ve istenilen harmonik akımlarının süzülmesini sağlayan bu devrelere "Harmonik Filtre" denmektedir. Harmonik filtrelerinin amacı akım veya gerilimdeki harmonik derecelerinin etkilerini azaltmaktır [19], [20]. Pasif, aktif ve hibrit filtre

olarak üç çeşit harmonik filtresi bulunmaktadır. Bir başka deyişle harmonik filtre, akım ve gerilimin sinüzoidal formdan sapması durumuna denir. Bu sapmaları elimine edebilmek için bazı harmonik filtreler geliştirilmiştir. Aktif filtreler gerilim kaynağı ya da kontrollü akıma sahip olup çekilen harmonikleri analiz ederler ve uygun fazda harmonik bileşikleri yüke uygularlar. İleri güç elektroniği temellerini kullanan aktif harmonik filtreler, harmonik bozunumların giderilmesi amacıyla özellikle üretilmişlerdir. Pasif filtrelere oranla aktif filtreler, çok daha pahalı olduğu için genel olarak işletmelerde pasif filtre kullanılmaktadır. [21], [22]

5. BİR İŞLETME ÖRNEĞİ

Örnek bir tesis için kompanzasyon sistemi kurulmak istenirse, işletmede 6 adet asenkron motor kullanımı dikkate alınarak, her biri 90 kW güce sahip toplam 360 kW güce sahip bir sitemde kompanzasyon panosuna ihtiyaç var olduğu belirlendiğinde, bunun için gerekli kondansatör hesabı yapılırsa, bir motorun gücü 90 kW ve cosΦ için 0,86 kompanzasyon yapıldıktan sonra cosΦ için 0,97'ye yakın bir değerde olması istenildiğinde; 6 motor grubu olduğu için; **Qt=183,6 kVAR** olarak hesaplanır. 185kVAR kompanzasyon panosu ihtiyacı olduğu ortaya çıkabilmektedir.

cosΦ için 0,86 olduğuna göre; tanΦ1=0,59

cosΦ için 0,97 olduğuna göre tanΦ2=0,25

Qc = P x (tanΦ1- tanΦ2) ve

Qc= 90 x (0,59-0,25) için

Qc=30,6 kVAR olur.

Yine örnek bir tesis için P= 80kW ve Cosφ değeri 0.8 olursa, Cosφ 95 olması için gerekli kondansatör belirlenme gerekliliği oluşursa, φ açısı değerinin 36 olduğu bilinecektir. Bu değerin de tanφ1 değeri 0,72 olursa, Cosφ2=0,95 olduğunda φ açı değeri 18 dereceye denk gelmektedir. Bu değerin de tanφ2 eşitliği 0,32'dir. Qc değeri de buna göre yukarıdaki formüle göre 32 kVAR olarak gerekli olduğu sonucuna ulaşılır. Örnek bir kondansatör grubu Görsel 3 üzerindeki gibidir.

Görsel 3. Kompanzasyon panosunda kullanılan kondansatör grubu [23]

İşletme örneğinde belirlenen bu değerlere göre kompanzasyon için işletmenin reaktif gücünü kontrolden geçirerek aktif gücün görünür güce bölümünün orantısı alınarak tanımlanan güç faktörü değerini önceden belirlenen güç katsayısı değerine göre ayarlamaya çalışan cihazlar

olan reaktif güç kontrol rölesi seçilebilir. Güç faktör kontrol cihazı, dengeli şebekelerde bir fazdan gelen akım bilgilerini ölçerek kompanzasyon yapar. Bu cihaz merkezi reaktif güç kompanzasyonu için güç faktörü kontrol ünitelerinin ölçümü ve kontrolü için kullanılır. Güç Faktörü set değeri ile karşılaştırılır ve gerekli kompanzasyonu sağlamak için güç faktörü kontrol cihazı kondansatör banklarını otomatik olarak açar ve kapatır, cosφ sistemlerini otomatik çalışma modunda görüntülemenin yanı sıra, ölçüm fazının Gerilim(V) ve Akım (I), Aktif Güç (W), Reaktif Güç (VAr) ve Görünen Güç (VA) RMS değerlerini görüntüler. Güç faktörü kontrol cihazı örneği Görsel 4'de gösterildiği gibidir.

Görsel 4. Reaktif güç kontrol rölesi

6. SONUÇ

Bu çalışmada bir işletmeye ait kompanzasyon panosunun ihtiyacı belirlenmiş ve günümüz işletmelerinde kullanılması gereken kondansatör grubu değerleri belirtilmiştir. Bu çalışmada, dağıtım şebekelerinde reaktif güç akışlarında yer alan farklı parametre ve değişkenlerin görülme sıklığı hakkında daha net bir bakış açısına sahip olmak için, enerji verimliliğini ve kalitesini artırmayı amaçlayan ayrıntılı bir teknoloji sunulmuştur. Reaktif güç kompanzasyonu her ne kadar ilk başta çok maliyetli gibi gözükse de günümüzde artan elektrik fiyatları ve reaktif güç ceza birim fiyatlarının artması kompanzasyonu zorunlu bir hale getirmiştir. Boşa harcanan güç, reaktif güçtür. Yüklerin çoğu doğası gereği endüktiftir, bu da güç faktörünün tipik olarak birden az olacağı anlamına gelir. Güç faktörü birlikten ne kadar uzaksa, çekilen görünür güç o kadar büyük olur ve bu nedenle sistem için çekilen akım da o kadar büyük olmaktadır. Ekipmana güç sağlaması durumunda kullanılamayacak reaktif güç için ödeme yapıldığı unutulmamalıdır. Güç faktörünü iyileştirmek daha az akım çekilmesiyle sonuçlanır, dolayısıyla daha az elektrik maliyeti, daha az ısı ve elektrik sisteminin daha uzun ömürlü olması sağlanır. Birçok güç tedarikçisi, temel yük (kW) ve maksimum talep tarifesi için ücret almaktadır. Bu maksimum talep tarifesi kVA cinsinden ölçülürse, güç faktörünün iyileştirilmesi tesisatın kVA değerini düşürecektir, böylece maksimum talep tarifesini düşürür ve böylece elektrik maliyetlerini düşürür. Kamu hizmeti şirketleri, müşteri güç faktörü belirlenen bir değerin altında olduğunda, tüketim ücretlerinin yanı sıra müşterilerden bir ceza talep edebilir. Artan akım, transformatörlerin boyutunda bir artış ve güç kablolarının kurulumunu gerektirebilir. Ayrıca, artan akım bir elektrik sisteminin ömrünü ve ömrünü etkileyen artan ısıya neden olur. Bu, kuruluma büyük bir maliyet ekleyebilir ve aynı zamanda

bir tesisin genişlemesini sınırlayabilir. Alçak gerilim elektrik şebekesinin ve elektrikli ekipmanın güç faktörünü iyileştirmek için reaktif güç kompanzasyon teknolojisinin benimsenmesi, güç tasarrufu için önemli bir önlemdir. Güç faktörünü iyileştirmek için kapasitörler kullanıldıktan sonra, toplam elektrik dalgası azaltılacak ve bu da besleme akımının ve güç terminalinin güç kaybını azaltabilecektir. Güç faktörü iyileştirildikten sonra hattın toplam akımı azaltılır, böylece trafo, şalter ve diğer makine ekipmanlarının kapasite yükü ile doyuma yakın olan hat azalır. Bu nedenle, sıcaklık artışı azaltılabilir ve hizmet ömrü artırılabilir. Daha az yatırım ve hızlı sonuç veren bir enerji tasarrufu önlemidir. Reaktif güç kompanzasyon teknolojisinin gerilim dağıtım şebekesi üzerindeki etkisi ve güç faktörünün iyileştirilmesinin getirdiği ekonomik ve sosyal faydalar, reaktif gücün kompanzasyon kapasitesini belirlemek, kompanzasyon teknolojisinin ekonomik, makul, güvenli ve güvenilir olmasını sağlamak ve elektrik enerjisinden tasarruf etme amacına ulaşır. Enerjiyi verimli kullanmak hem maliyet hem de kullanılan elektriksel ekipmanların sağlıklı çalışması için kompanzasyon oldukça önemlidir. Bu sebeple ülkemizde bu tür enerji tasarruf yolları hakkında gerekli eğitim verilmesi hususunda, kamu ve özel işletmelere ait teknik personellerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Güç kompanzasyonu kullanımı ile birlikte üretici yönünden;

- İletkenler daha az akım taşıyacağından ince kesitte seçilir.
- Isı kayıpları azalacaktır.
- Aynı iletim hattından daha fazla aktif enerji iletileceğinden üretim, iletim ve dağıtım tesislerinde kapasite-verim yükselecektir.
- Enerjinin üretim ve satış maliyeti azalmaktadır.
- Dağıtım hatlarında kayıplar ve gerilim düşümü azalmaktadır.
- Alternatör ve transformatörlerin gücü daha küçük tutulmaktadır.

Tüketici yönünden;

- Besleme transformatörü kontrol, kumanda, ve koruma elemanları daha küçük değerlere sahip olan çeşitlerden seçilmektedir.
- Kayıplar ve gerilim düşümü azalmaktadır.
- Harcanan enerji azalacağından enerji ücreti de azalmaktadır.
- Besleme transformatörünün ve tesisin kapasitesi ile verimi daha da yükselmektedir.
- Şebekeden daha az reaktif enerji çekilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Energy efficiency targets, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-targets_en, (Erişim Tarihi: 29.11.2022)

[2] "Elektrik," *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı*, 2022. https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik#:~:text=2021 yılında elektrik üretimimizin%2C 1,gücü 100.667 MW'a ulaşmıştır.

[3] Elektrik Projelerinin Hazırlanması ve Elektrik Tesislerinin Gerçekleştirilmesi Sürecinde Güç Faktörünün İyileştirilmesi ile İlgili Tebliğ, www.emo.org.tr, (Erişim Tarihi: 21.11.2022)

[4] Reactive Power Capability Compensation, https://www.federalregister.gov/documents/2021/11/30/2021-26032/reactive-power capability-compensation, (Erişim Tarihi: 14.11.2022)

[5] A. Samarreh, "Ürdün ulusal elektrik şebekesinin güç kalitesi açısından incelemesi," Yıldız Teknik Üniversitesi , Istanbul, 2012.

[6] F. R. Islam, A. Lallu, K. A. Mamun, K. Prakash, and N. K. Roy, "Power Quality Improvement of Distribution Network Using BESS and Capacitor Bank," *J. Mod. Power Syst. Clean Energy*, vol. 9, no. 3, pp. 625–632, 2021, doi: 10.35833/MPCE.2019.000304.

[7] S. Galvani, B. Mohammadi-Ivatloo, M. Nazari-Heris, and S. Rezaeian-Marjani, "Optimal allocation of static synchronous series compensator (SSSC) in wind-integrated power system considering predictability," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 191, p. 106871, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.epsr.2020.106871.

[8] R. Chowdhury, N. Fischer, D. Taylor, D. Caverly, and A. B. Dehkordi, "A Fresh Look at Practical Shunt Reactor Protection" Oct. 2022.

[9] A. Naderipour *et al.*, "Optimal designing of static var compensator to improve voltage profile of power system using fuzzy logic control," *Energy*, vol. 192, p. 116665, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.energy.2019.116665.

[10] E. Kabalci and O. Tasdemir, "Mikro Şebekelerde Güç Kalitesinin İyileştirilmesi için D-STATCOM Tasarımı ve Analizi," *J. Polytech.*, Apr. 2020, doi: 10.2339/politeknik.696779.

[11] V. Arayamparambil Vinaya Mohanan, I. M. Y. Mareels, R. J. Evans, and R. R. Kolluri, "Stabilising influence of a synchronous condenser in low inertia networks," *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 14, no. 17, pp. 3582–3593, Sep. 2020, doi: 10.1049/iet-gtd.2020.0178.

[12] R. S. Bachour and R. Nicoletti, "Natural Frequencies and Band Gaps of Periodically Corrugated Beams," *J. Vib. Acoust.*, vol. 143, no. 4, Aug. 2021, doi: 10.1115/1.4048889.

[13] J. Jaworski and G. Redlarski, "A compartment model of alveolar–capillary oxygen diffusion with ventilation–perfusion gradient and dynamics of air transport through the respiratory tract," *Comput. Biol. Med.*, vol. 51, pp. 159–170, Aug. 2014, doi: 10.1016/j.compbiomed.2014.05.001.

[14] S. Arof, N. H. N. Diyanah, P. Mawby, H. Arof, and N. Mohd Yaakop, "Low Harmonics Plug-in Home Charging Electric Vehicle Battery Charger Utilizing Multi-level Rectifier, Zero Crossing and Buck Chopper," 2019, pp. 103–118.

[15] J. C. Hernández, R. Langella, A. Cano, and A. Testa, "Unbalance characteristics of fundamental and harmonic currents of three-phase electric vehicle battery chargers," *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 14, no. 25, pp. 6220–6229, Dec. 2020, doi: 10.1049/iet-gtd.2020.1030.

[16] E. Králiková and O. Čičáková, “Distortion Power Measurements in Education,” 2013.

[17] H.C.Dinç, SVC Rölesi Tasarımı, https://www.hamitcandinc.com/svc-rolesi-tasarimi/, (Erişim Tarihi 26.11.2022)]

[18] Özgür Gencer, Semra Öztürk, and Tarık Erfidan, “Endüstriyel Bir Tesiste Dinamik Kompanzasyon Uygulaması” May 2009.

[19] A. Kakilli, K. Tuncalp, and M. Sucu, “Harmoniklerin Reaktif Guc Kompanzasyon Sistemine Etkilerinin Incelenmesi,” *Fırat Univ. J. Eng. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 109–115, 2008.

[20] IEEE Industry Applications Society. Static Power Converter Committee. and IEEE Power Engineering Society. Transmission and Distribution Committee., *IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electric power systems*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993.

[21] S. Adak, “Enerji Sistemlerinde Harmonik Distorsiyonunun Azaltılmasıl,” Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2003.

[22] C. Kocatepe, M. Uzunoğlu, R. Yumurtacı, A. Karakaş, and O. Arıkan, *Elektrik Tesislerinde Harmonikler*. Istanbul: Birsen Yayınevi, 2003.

[23] Coman, Ciprian & Florescu, Adriana & Oancea, Constantin. (2020). Improving the Efficiency and Sustainability of Power Systems Using Distributed Power Factor Correction Methods. Sustainability. 12. 3134. 10.3390/su12083134.

STRENX 960 ÇELİĞİNİN FARKLI FREZELEME KOŞULLARI ALTINDA YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK VE TAKIM AŞINMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Dr, Üsame Ali USCA [1]

[1] Bingöl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, 0000-0001-5160-5526

ÖZET

Esnemeye karşı dünyada en iyi mukavemet gücüne sahip olarak bilinen strenx çeliklerinin aynı zamanda mükemmel bir işlenebilirlik özelliklerine sahip oldukları bilinir. Ultra hafif çelik olarak da bilinen bu çelikler endüstride birçok alanda kullanılmaktadır. Talaşlı imalat yöntemleri ile endüstride birçok alanda hizmete sunulan bu çelikler için işlenebilirlik özellikleri oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Strenx 960 çeliğinin farklı işleme koşulları altında frezeleme yöntemi ile işlenebilirlik özellikleri araştırılmıştır. Frezeleme deneyleri modern 3 eksen CNC işleme merkezinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kuru ve minimum miktarda yağlama (MMY) koşulları altında gerçekleştirilmiştir. Frezeleme deneyleri, iki farklı kesme hızı (V_c= 60-120 m/dk) ve iki farklı ilerleme hızı (f_z=0.05-0.15 mm/dev) için gerçekleştirilmiştir. Malzemelerin frezelenmesi esnasında kesme derinliği sabit ve a_p=0.75 mm olarak belirlendi. Tek pasoda bitirilen deneyler sonrasında malzemelerin yüzey pürüzlülüğü ve kesici takımların yan yüzey aşınma miktarları ölçüldü. Gerçekleştirilen deneyler sonrasında en küçük yüzey pürüzlülüğü 0.466 µm değeri ile 60 m/dk kesme hızı ve 0.05 mm/dev ilerleme hızında MMY ortamı ile yapılan deneyler sonucunda tespit edilmiştir. En yüksek yüzey pürüzlülüğü ise 3.048 µm değeri ile 120 m/dk kesme hızı ve 0.15 mm/dev ilerleme hızında kuru ortamda yapılan deney sonucu tespit edilmiştir. Ayrıca en düşük kesici takım yan aşınma değeri 0.242 mm değeri ile 60 m/dk kesme hızı ve 0.15 mm/dev ilerleme hızında MMY ortamı ile yapılan deneyler sonucunda tespit edilmiştir. En yüksek yan yüzey aşınması 0.392 mm değeri ile 120 m/dk kesme hızı ve 0.05 mm/dev ilerleme hızında kuru ortamda yapılan deney sonucu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Strenx 960, Minimum miktarda yağlama, İşlenebilirlik, Yüzey pürüzlülüğü, Takım aşınması.

1. GİRİŞ

Geleneksel yapı çeliklerinin bazı dezavantajlarını gidermek için araştırmacılar, yeni yüksek mukavemetli yapı çeliklerini geliştirmişlerdir (Binali et al., 2021). Strenx çelikleri esnemeye karşı en iyi mukavemete sahip çelikler olarak bilinirler. Bu çelikler endüstride başta hidrolik, inşaat gibi alanlar olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle ağır vasıta, vinç, ekskavatörler, demir yolu, bina inşaatı, basınçlı kaplar, açık deniz araçları gibi birçok alanda tercih edilirler (Marichamy et al., 2021; Schneider et al., 2018). Talaşlı imalat yöntemleri ile endüstride birçok alanda hizmete sunulan bu çeliklerin işlenebilirlik özelliklerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Strenx çeliklerinin yüksek mukavemete sahip olmalarının yanında iyi bir işlenebilirlik kabiliyetine sahip oldukları da literatürde belirtilmiştir (Aslan et al., 2022).

Delme, taşlama, tornalama, frezeleme gibi işlemler talaşlı imalat yöntemlerindendir. Frezeleme, kesici takımın dönmesi ve ilerlemesiyle birlikte işlenen malzemeden talaş kaldırma işlemidir. Frezeme işlemlerinde işlenebilirlik özelliklerinin bilinmesi endüstride zaman ve maliyet açısından büyük önem arz eder. Frezeleme işlemlerinde işlenebilirlik özelliklerinin belirlenmesinde kesme parametrelerinin yanında soğutma/yağlama (S/Y) koşulları da önemli rol oynar. Endüstri kullanılan çok farklı S/Y yöntemleri vardır. Geleneksel olarak kuru kesme ve soğutma sıvı uygulaması sıklıkla görülür. Fakat yenilikçi yani geleneksel olmayan bazı yöntemler vardır ki günümüzde bu yöntemlerin tam olarak yaygınlaşması mümkün olmamıştır. Bu yöntemlerden birisi minimum miktarda yağlama yöntemidir.

Minimum miktarda yağlama sistemleri, soğutma sıvısı kullanımını en aza indirerek soğutma öncesi ve sonrası işlemeleri en aza indirmeyi amaçlar. Sistem, az miktarda yağlayıcının püskürtülmesi ile küçük damlacıklar halinde kesme bölgesine gönderilmesi üzerine kurulmuştur. Böylece takım ile malzeme arasında sürtünmenin azaltılması, kesme kuvvetlerinin ve kesme sıcaklıklarının azaltılmasını, yüzey kalitesinin arttırılmasını ve talaş kırılabilirliğinin kolaylaştırılmasını amaçlayarak işleme performansını arttırmaya çalışır (Gupta, Khan, et al., 2021; Sanchez et al., 2010). Bu yönüyle son yıllarda araştırmacıların dikkatini üzerine çekmiş durumdadır (Salur et al., 2021). Frezeleme (Tosun & Huseyinoglu, 2010), tornalama (Sampaio et al., 2018), delme (Tasdelen et al., 2008) ve taşlama (Tawakoli et al., 2011) gibi talaşlı imalat yöntemlerinde MMY yönteminin başarıyla uygulandığı bildirilmiştir.

Geleneksel S/Y yöntemlerine üstünlüğü kanıtlanmış MMY yöntemi, literatürde birçok çalışmaya konu olduğu görülmüştür. Bu yöntem yaklaşık 15 yıl önce çevre koruma politikaları, operatör sağlığı ve toplama işleme maliyetinin yaklaşık %7-17'sini karşılamak amacıyla önerilmiştir (Khan et al., 2019).

5140 çeliği (Usca, Uzun, et al., 2022), inconel 718 (Salur, 2022), inconel 800 (Gupta, Song, Liu, Sarikaya, Jamil, Mia, Singla, et al., 2021), inconel 625 (Yıldırım et al., 2019), X-750 nikel alaşımı (Şirin et al., 2021), 15-5-PH SS alaşımı (Khanna et al., 2020), 17-4 PH paslanmaz çeliği (Sivaiah & Chakradhar, 2018), Ti-6Al-4V alaşımı (Gupta, Song, Liu, Sarikaya, Jamil, Mia, Khanna, et al., 2021), Strenx 900-1100 çelileri (Binali et al., 2021; Kuntoğlu, 2021), Al ve Cu ana matrisli kompozit malzemeler (Değirmenci et al., 2023; E. Şap et al., 2022; S. Şap et al., 2022; Usca, Şap, et al., 2022) gibi malzemelerin işlenebilirliğinin geliştirilmesinde MMY yönteminin önemli bir rol oynadığı görülmüştür. MMY ortaya çıkmasıyla birlikte kuru ortam işleme ve taşmalı soğutma ortamına olan gereksinim giderek azalmıştır (Khan et al., 2018). Fakat literatürde çok fazla ilgi gören bu yöntem günümüzde endüstride kullanımı istenilen seviye olmadığı söylenebilir.

Bu çalışmanın amacı, endüstride talaşlı imalat yöntemlerinden biri olan freze yöntemi Strenx 960 çeliğinin farklı kesme parametreleri ve farklı işleme koşullarında işlenebilirlik özelliklerinin araştırılmasıdır. Yapılan literatür araştırması neticesinde bu malzemeler üzerinde MMY yöntemi uygulamasının sınırlı olduğu tespit edilmiştir. MMY yönteminin diğer malzemelerde olduğu gibi bu malzemeler üzerinde de işlenebilirlik özelliklerini iyileştirdiğini araştırmak ve sonuçların endüstriyel olarak kullanılmasının sağlanmak bu çalışmanın ana hedeflerinden olacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada ultra hafif çelik olarak da bilinen esnemeye karşı en iyi mukavemete sahip olan S960 (Strenx 960) çeliği kullanılmıştır. Bu özellikler beraberinde bu malzemeler için işlenebilirliği zor hale getirdiği bilinmektedir (Aslan et al., 2022). Ticari olarak temin edilen bu çelik için 50*50*15 mm boyutlarında 4 farklı numune temin edilmiştir. Deney için kullanılan çeliğe ait kimyasal bileşim çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Strenx Çeliğinin Kimyasal Bileşimi

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)	Cu (%)	Ni (%)	Mo (%)	B (%)
0.2	0.5	1.6	0.02	0.01	0.8	0.3	2	0.7	0.05

İşlenebilirlik deneyleri temin edilen numuneler için frezeleme yöntemi kullanılmıştır. 3 eksen CNC dik işleme merkezi (Dahlih MCV-860) kullanılarak gerçekleştirilen deneylerde soğutma/yağlama (S/Y) ortamı olarak kuru ortam ve minimum miktarda yağlama (MMY) seçilmiştir. MMY yöntemi için KY2000 sentetik kesme sıvısı tercih edilmiştir. 5 mm çapındaki nozula sahip olan MMY yağlama sistem hortumu numunelere 100 mm uzaklıkta sabitlendi. Deneyler esnasında ISCAR firmasından

temin edilen TiAlN kaplamalı HM90 APKT 1003 16 PDR kesici uç kullanılmıştır. Ayrıca her deney için yeni bir kesici takım kullanılmıştır. Kesici uçlar 12 mm çapa sahip tek ağızlı yüzey frezeleme takımına sabitlenmiştir. Takım ile tezgâh arasındaki bağlantı ise MAS 403 BT 40 ER32*70 takım tutucu ile sağlanmıştır. Deneye ait şema görsel 1'de verilmiştir.

Görsel 1. Deney Şeması

İşlenebilirlik deneylerinde kesme parametreleri olarak iki farklı kesme hızı (V_c= 60-120 m/dk) ve iki farklı ilerleme hızı (f_z=0.05-0.15 mm/dev) tercih edildi. Malzemelerin frezelenmesinde kesme derinliği sabit ve a_p=0.75 mm olarak belirlendi. Kesme parametrelerinin belirlenmesinde ön deney uygulama yöntemi kullanıldı. İşlenebilirlik deneyleri için NX 12 CAM programı ile "Zig" takım yolu çıkarılarak "g-code" lar çıkarılarak tezgâh işletim sistemine aktarıldı. İşlenebilirlik deneylerinde toplam 8 deneysel test gerçekleştirilmiştir (Görsel 2 - Çizelge 2).

Görsel 2. İşlenebilirlik Deneyine Tabi Tutulan Deney Numuneleri

Çizelge 2. Deney Tasarım Sistemi Ve Deney Parametreleri

Deney no.	Kesme hızı (m/dk)	İlerleme hızı (mm/dev)	S/Y koşulu
1	60	0,05	Kuru
2	60	0,15	Kuru
3	120	0,05	Kuru
4	120	0,15	Kuru
5	60	0,05	MMY
6	60	0,15	MMY
7	120	0,05	MMY
8	120	0,15	MMY

Deney sonrası numuneler için işlenebilirlik özelliklerinin değerlendirilebilmesi amacıyla numune yüzey pürüzlülükleri ve kesici takım yan yüzey aşınma değerleri dikkate alınmıştır. Yüzey pürüzlülük ölçümleri Insize ISR C100 yüzey pürüzlülük ölçme cihazında gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülük değerlendirmeleri için yaygın olarak kullanılan R_a aritmetik ortalama yöntemi tercih edilmiştir. Kesici takım yan yüzey aşınmalarının tespiti için optik mikroskop kullanılmıştır (Insize ISM-PM200SB).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. Yüzey Pürüzlülük

Görsel 3, işlenebilirlik deneyleri sonrasında elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerini göstermektedir. Endüstriyel olarak S960 malzemelerinin talaşlı imalat sonra yüzey pürüzlülük değerlerinin minimuma indirilmesi büyük önem taşır. Yüzey pürüzlülük değerlerinde kesme hızı, ilerleme hızı, kesici takım geometrisi gibi faktörlerin yanında S/Y koşulları da önemli rol oynar. Görsel 3'te verilen veriler değerlendirildiğinde ilerleme hızı ile birlikte kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerlerinin artışı dikkat çekmektedir. Yüksek kesme hızlarında düşük kesme hızlarına göre, kesici takımın daha çabuk bir şekilde aşınarak numunenin yüzey kalitesini kötüleştirdiği bu durumun bir kanıtı olabilir. Ayrıca MMY ortamında elde edilen sonuçlar kuru işleme koşullarına göre daha iyi olduğu söylenebilir. MMY koşullarında gerçekleştirilen deneylerde basınçlı bir şekilde püskürtülen sentetik kesme yağı, kesme bölgesine ve talaş akış bölgesini nüfuz ederek talaş akışını kolaylaştırır. Bu durum frezelenen numuneler için daha kaliteli bir yüzey elde edilmesini sağlar (Salur, 2022). Ayrıca MMY ortamı ile yapılan deneylerde püskürtülen yağ sayesinde numune ile kesici takım arasındaki sürtünme

azaldığı için daha rahat kesme koşulu sağlandığı söylenebilir (Aslan et al., 2022). MMY işleme koşulu ile kuru kesme koşulu arasındaki farkın yüksek kesme hızlarında gerçekleştirilen deneylerde daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. MMY ortamı ile yüzey pürüzlülük değerlerinde elde edilen iyileşme oranları 60-0.05, 60-0.15, 120-0.05, 120-0.15 (m/dk-mm/dev) kesme ve ilerleme hızları için sırasıyla %23, %3, %30 ve %24 olduğu görülmüştür.

Görsel 3. İşlenebilirlik Deneyleri Sonrasında Elde Edilen Yüzey Pürüzlülük Değer Grafiği

2.2. Takım Aşınması

Görsel 4, farklı kesme parametrelerinde ve farklı S/Y koşullarında gerçekleştirilen deneyler sonucunda kesici takımda meydana gelen maksimum yan aşınma miktarını temsil etmektedir. Yan aşınma miktarının, artan kesme hızı ile arttığı ve artan ilerleme hızı ile azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulguların literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Usca, Uzun, et al., 2022). Bu çalışmanın asıl amacı MMY işleme koşulunun S960 çeliği üzerinde işlenebilirlik özelliklerinin üstün yönlerinin vurgulanmasıdır. Elde edilen bulgulara göre S/Y koşullarının kesici takım yan aşınma değerine etkisi oldukça önemlidir. Yan aşınma değerler doğrudan kesici takım ömrü ile alakalıdır. Bu yüzden bu değerlerin tespit edilmesi ve bu değerlerin minimumda tutulması oldukça önemlidir. MMY ortamı ile yan aşınma değerlerinde elde edilen iyileşme oranları, 60-0.05, 60-0.15, 120-0.05, 120-0.15 (m/dk-mm/dev) kesme ve ilerleme hızları için sırasıyla %27, %25, %29 ve %34 olduğu tespit edilmiştir.

Görsel 4. İşlenebilirlik Deneyleri Sonrasında Elde Edilen Yan Aşınma Değer Grafiği

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada S960 çeliği için farklı kesme parametreleri ve farklı S/Y koşulları kullanılarak yapılan frezeleme işleminin sonuçları ele alınmıştır. Deneyler, endüstriyel CNC freze tezgahlarında gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen deneyler sonrasında numuneler için işlenebilirlik metriklerinin belirlenebilmesi amacıyla yüzey pürüzlülük değerleri ve kesici takım yan yüzey aşınması irdelenmiştir. Buna göre,

- S960 çeliği için en iyi yüzey kalitesi, 60 m/dk kesme hızı, 0.05 mm/dev ilerleme hızı ve MMY S/Y koşulu ile yapılan deney sonrası elde edilmiştir.
- S960 çeliği için optimum kesici takım yan yüzey aşınma değeri, 60 m/dk kesme hızı, 0.15 mm/dev ilerleme hızı ve MMY S/Y koşulu ile yapılan deney sonrası elde edilmiştir.
- Deney sonuçlarına göre, MMY S/Y koşulunun üstün özelliklerini ortaya çıkardığı görülmüştür.
- Sonuç olarak hem yüzey kalitesi hem de kesici takım yan aşınması değerleri dikkate alındığında optimum kesme parametrelerinin 60 m/dk kesme hızı, 0.05 mm/dev ilerleme hızı ve MMY S/Y koşulunun olduğuna karar verilmiştir.

Bu sonuçlarla birlikte kullanılan çelik için ileride, farklı işlenebilirlik parametrelerin de incelenmesi mümkün olabilir;

- İşlenebilirlik deneyleri esnasında harcanan enerji miktarı saptanıp enerji analizi yapılabilir.
- Deney maliyetleri tespit edilmesiyle birlikte maliyet analizi yapılabilir.

- Her bir deney için karbon emisyon miktarı tespit edilerek sürdürülebilir imalat analizi yapılabilir.

KAYNAKLAR

Aslan, A., Salur, E., & Kuntoğlu, M. (2022). Evaluation of the Role of Dry and MQL Regimes on Machining and Sustainability Index of Strenx 900 Steel. *Lubricants, 10*(11).

Binali, R., Yaldız, S., & Neşeli, S. (2021). An Investigation of Machinability of S960QL Structural Steel by Finite Element Method. *European Journal of Science and Technology, 31*, 85-91.

Değirmenci, Ü., Usca, Ü. A., & Şap, S. (2023, 2023/02/01/). Machining characterization and optimization under different cooling/lubrication conditions of Al-4Gr hybrid composites fabricated by vacuum sintering. *Vacuum, 208*, 111741. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2022.111741

Gupta, M. K., Khan, A. M., Song, Q., Liu, Z., Khalid, Q. S., Jamil, M., Kuntoğlu, M., Usca, Ü. A., Sarıkaya, M., & Pimenov, D. Y. (2021, 2021/11/01). A review on conventional and advanced minimum quantity lubrication approaches on performance measures of grinding process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 117*(3), 729-750. https://doi.org/10.1007/s00170-021-07785-x

Gupta, M. K., Song, Q., Liu, Z., Sarikaya, M., Jamil, M., Mia, M., Khanna, N., & Krolczyk, G. M. (2021, 2021/01/01/). Experimental characterisation of the performance of hybrid cryo-lubrication assisted turning of Ti–6Al–4V alloy. *Tribology International, 153*, 106582. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106582

Gupta, M. K., Song, Q., Liu, Z., Sarikaya, M., Jamil, M., Mia, M., Singla, A. K., Khan, A. M., Khanna, N., & Pimenov, D. Y. (2021, 2021/03/10/). Environment and economic burden of sustainable cooling/lubrication methods in machining of Inconel-800. *Journal of Cleaner Production, 287*, 125074. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125074

Khan, A. M., Jamil, M., Mia, M., Pimenov, D. Y., Gasiyarov, V. R., Gupta, M. K., & He, N. (2018). Multi-Objective Optimization for Grinding of AISI D2 Steel with Al2O3 Wheel under MQL. *Materials, 11*(11).

Khan, A. M., Jamil, M., Ul Haq, A., Hussain, S., Meng, L., & He, N. (2019). Sustainable machining. Modeling and optimization of temperature and surface roughness in the milling of AISI D2 steel. *Industrial Lubrication and Tribology, 71*(2), 267-277. https://doi.org/10.1108/ILT-11-2017-0322

Khanna, N., Shah, P., & Chetan. (2020, 2020/06/01/). Comparative analysis of dry, flood, MQL and cryogenic CO2 techniques during the machining of 15-5-PH SS alloy. *Tribology International, 146*, 106196. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106196

Kuntoğlu, M. (2021). Surface Roughness Evaluation in Milling of Strenx 1100 Steel under MQL Conditions. *European Journal of Science and Technology, 25*, 509-516.

Marichamy, S., Maniraj, S., Thanigaivelan, R., Kumaravel, S. T., Vinoth Babu, K., & Mallesham, P. (2021, 2021/01/01/). Enhancement of material removal rate in EDM process using silicon carbide based strenx 900 steel. *Materials Today: Proceedings, 45*, 780-782. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.806

Salur, E. (2022, 2022/10/01/). Understandings the tribological mechanism of Inconel 718 alloy machined under different cooling/lubrication conditions. *Tribology International, 174*, 107677. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.triboint.2022.107677

Salur, E., Kuntoğlu, M., Aslan, A., & Pimenov, D. Y. (2021). The Effects of MQL and Dry Environments on Tool Wear, Cutting Temperature, and Power Consumption during End Milling of AISI 1040 Steel. *Metals, 11*(11).

Sampaio, M. A., Machado, Á. R., Laurindo, C. A. H., Torres, R. D., & Amorim, F. L. (2018, 2018/09/01). Influence of minimum quantity of lubrication (MQL) when turning hardened SAE 1045 steel: a comparison with dry machining. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 98*(1), 959-968. https://doi.org/10.1007/s00170-018-2342-x

Sanchez, J. A., Pombo, I., Alberdi, R., Izquierdo, B., Ortega, N., Plaza, S., & Martinez-Toledano, J. (2010, 2010/12/01/). Machining evaluation of a hybrid MQL-CO2 grinding technology. *Journal of Cleaner Production, 18*(18), 1840-1849. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.07.002

Schneider, C., Ernst, W., Schnitzer, R., Staufer, H., Vallant, R., & Enzinger, N. (2018, 2018/06/01). Welding of S960MC with undermatching filler material. *Welding in the World, 62*(4), 801-809. https://doi.org/10.1007/s40194-018-0570-1

Sivaiah, P., & Chakradhar, D. (2018, 2018/05/01/). Effect of cryogenic coolant on turning performance characteristics during machining of 17-4 PH stainless steel: A comparison with MQL, wet, dry machining. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 21*, 86-96. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2018.02.004

Şap, E., Usca, Ü. A., & Uzun, M. (2022, 2022/08/12). Machining and optimization of reinforced copper composites using different cooling-lubrication conditions. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 44*(9), 399. https://doi.org/10.1007/s40430-022-03678-6

Şap, S., Usca, Ü. A., Uzun, M., Kuntoğlu, M., & Salur, E. (2022, 2022/09/01). Performance evaluation of AlTiN coated carbide tools during machining of ceramic reinforced Cu-based hybrid composites under cryogenic, pure-minimum quantity lubrication and dry regimes. *Journal of Composite Materials, 56*(22), 3401-3421. https://doi.org/10.1177/00219983221115846

Şirin, Ş., Sarıkaya, M., Yıldırım, Ç. V., & Kıvak, T. (2021, 2021/01/01/). Machinability performance of nickel alloy X-750 with SiAlON ceramic cutting tool under dry, MQL

and hBN mixed nanofluid-MQL. *Tribology International*, *153*, 106673. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.triboint.2020.106673

Tasdelen, B., Wikblom, T., & Ekered, S. (2008, 2008/05/08/). Studies on minimum quantity lubrication (MQL) and air cooling at drilling. *Journal of Materials Processing Technology*, *200*(1), 339-346. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2007.09.064

Tawakoli, T., Hadad, M., Sadeghi, M. H., Daneshi, A., & Sadeghi, B. (2011, 2011/11/01/). Minimum quantity lubrication in grinding: effects of abrasive and coolant–lubricant types. *Journal of Cleaner Production*, *19*(17), 2088-2099. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.06.020

Tosun, N., & Huseyinoglu, M. (2010, 2010/07/30). Effect of MQL on Surface Roughness in Milling of AA7075-T6. *Materials and Manufacturing Processes*, *25*(8), 793-798. https://doi.org/10.1080/10426910903496821

Usca, Ü. A., Şap, S., & Uzun, M. (2022, 2022/08/29). Evaluation of Machinability of Cu Matrix Composite Materials by Computer Numerical Control Milling under Cryogenic LN2 and Minimum Quantity Lubrication. *Journal of Materials Engineering and Performance*. https://doi.org/10.1007/s11665-022-07262-w

Usca, Ü. A., Uzun, M., Şap, S., Giasin, K., Pimenov, D. Y., & Prakash, C. (2022, 2022/11/01/). Determination of machinability metrics of AISI 5140 steel for gear manufacturing using different cooling/lubrication conditions. *Journal of Materials Research and Technology*, *21*, 893-904. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.09.067

Yıldırım, Ç. V., Sarıkaya, M., Kıvak, T., & Şirin, Ş. (2019, 2019/06/01/). The effect of addition of hBN nanoparticles to nanofluid-MQL on tool wear patterns, tool life, roughness and temperature in turning of Ni-based Inconel 625. *Tribology International*, *134*, 443-456. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.02.027

HURDA A356 ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ DÖKÜMÜNDE FARKLI SIVI METAL TEMİZLEME TEKNİKLERİNİN AKICILIĞA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Muhammet Emin KESKİN [1], Dr. Öğr. Üyesi Emin USLU [2], Doç. Dr. Murat ÇOLAK [3]

[1]Bayburt Üni., Lisansüstü Eğitim Enst., 0000-0003-4342-6303

[2]Bayburt Üni., Teknik Bilimler MYO, 0000-0003-3538-6022

[3]Bayburt Üni., Teknik Bilimler MYO, 0000-0002-8255-5987

ÖZET

Alüminyum alaşımları hurda ile geri dönüşüm yoluyla üretildiğinde enerji açısından oldukça avantajlı hale gelmektedir. Bu sebeple birçok firma üretim için piyasadan toplanan hurda alaşımları kullanmaktadır. Ancak hurda alaşım kullanımı, sıvı metal uygun bir şekilde temizlenmez ise tüm avantajını yitirmektedir. Sıvı metal temizliğine yönelik dökümhanelerde kullanılan alternatif yöntemler mevcuttur. Bu çalışmada hurda A356 alüminyum alaşımları, flaks ile temizleme, sabit grafit lans ile temizleme ve döner tip gaz giderme ile temizleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Referans döküm ve 3 farklı temizleme yöntemi ile temizlenmiş sıvı metal spiral akıcılık kalıplarına dökülmüştür. Sıvı metal temizliğinin kontrolü vakum altında katılaştırma (VAK/RPT) test tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Dökülen numunelerde sıvı metal ilerleme mesafeleri tespit edilmiştir. Çalışmada döküm, makro inceleme, Arşimet yoğunluk ölçümü, vakum altında katılaştırma test teknikleri kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde sıvı metal temizlemenin akıcılık üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: A356, akıcılık, RPT, sıvı metal temizleme.

1. GİRİŞ

Alüminyum alaşımları hafiflik, yüksek korozyon direnci, yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, yüksek dayanım ve sünek olması gibi özelliklerinden dolayı oldukça önemli bir mühendislik malzemesidir. Bu sebeple; otomotiv, havacılık, savunma, uzay endüstrisi, makine imalatı ve gıda endüstrisinde farklı uygulamalarda yaygınca kullanılmaktadır [1]. Ayrıca otomotiv sektöründe alüminyum alaşımlarına her geçen gün daha fazla oranda ihtiyaç duyulduğu da bilinmektedir [2]. Alüminyum alaşımlarına silisyum ilavesi ile akışkanlık, korozyon direnci, kaynak kabiliyeti artar ve sıcak çatlama eğilimi azalmaktadır. Al-Si alaşımları tüm alaşımlar içerisinde en çok akıcılığa sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı Al-Si alaşımları bütün alüminyum döküm alaşımlarının büyük bir kısmını oluştururlar [3-4].

Alüminyum üretimi için gerekli hammadde temelde iki farklı şekilde tedarik edilmektedir. Bunlardan ilki; cevherden üretiminde, boksit cevheri çıkarılıp Bayer Prosesi ile alümina elde edilmektedir. Bu işlemin ardından elektroliz işlemi uygulanarak saf alüminyum üretilmektedir [5]. Bu yöntemde yüksek enerji girdisi gerekmektedir. Hurdadan geri dönüşüm ile üretim esnasında ise gerekli enerji miktarı % 5 civarındadır [6]. Ancak geri dönüşüm yoluyla ikincil alüminyum kullanımında karşılaşılan en önemli problem sıvı metal kalitesinin optimizasyonu ve hurdanın dökümünde ilave işlemler gereksinimidir [7-9]. Sıvı metal kalitesinin uygun olmaması döküm parçaların hurdaya ayrılmasına sebep olabileceği gibi, ergiyiğin akışkanlığını yitirmesine, dökümde mikro gözeneklilik oluşumuna, çatlaklara,

işlenebilirliğe ve dökümün mekanik özelliklerine olumsuz yönde etki etmektedir [10-12]. Alüminyum döküm içerisinde önlenemeyen makro ya da mikro porozite hataları, üretilen üründe birçok olumsuz etkiye sebep olmaktadır. Bu hataların üretilen parçada düşük mukavemet, süneklik azalması, basınç altında sızdırmada ortaya çıkan problemlere sebep olabileceği, nihai kullanımında kısıtlamalara sebep olacağı bilinmektedir [10-14]. Geri dönüşüm yoluyla alüminyum üretiminde sıvı metal temizlenmesine yönelik araştırmalar devam etmekte ve inert gaz kullanımından, flaks kullanımına kadar birçok sıvı metal temizleme işlemleri uygulanmaktadır [7].

Sıvı metal temizliği alüminyum alaşımlarının dökümünde birçok özelliğe etki ettiği gibi akıcılık üzerinde de önemli derecede etkiye sahiptir. Metal ve alaşımların yolluk sisteminden geçerek, kalıbı eksiksiz ve zamanında doldurma özelliğine akıcılık denilmektedir. Akıcılık; viskozite ve yoğunluk gibi sıvının sadece kendisinin bir özelliği değil, döküm kalıbının içindeki belirli koşullardaki karmaşık davranışıdır. Belli bir katılaşma sıcaklık aralığına sahip alaşımların akıcılıkları sıvı ve katı fazların bir arada bulunmasından dolayı olumsuz yönde etkilenmektedir. Sıvı metalin akıcılığına alaşım özellikleri, kalıp özellikleri, döküm sıcaklığı ve döküm alaşımına katılan ilave alaşım elementleri gibi döküm uygulaması şartlarına göre birçok faktörden etkilenmektedir [15-17].

Metalin dökülebilirliği, ilerleyen katılaşma süreci ile akışın durmasından önce kum kalıbının kanalındaki metal akışı için mesafe olarak belirlenen bir parametredir [18]. Akışkanlık, ergimiş bir metalin çözülmeden önce ne kadar mesafeye akabileceğini belirtmek için kullanılmakta ve döküm için önemli bir özelliği ifade etmektedir [19]. Akışkanlık, genellikle milimetre cinsinden ölçülen bir uzunluktur. Pratik olarak yapılabilen akışkanlık deneyleri ile sıcaklık ve bileşime bağlı olarak döküm şartları belirlenebilmektedir. Bu deneylerde sıcak metal, kesiti küçük olan uzun bir kanal içine dökülür. Spiral kalıp veya vakum testi olarak bilinen mevcut akışkanlık testlerinde akışın; katılaşmanın durmasından önce sıvının kat ettiği mesafe akıcılığın ölçüsü olarak kabul edilir [38,39]. Spiral akıcılık testinde, metalin spiral şekilli bir kalıp içinde ilerlediği uzunluğu ölçülmektedir [20, 21].

Akıcılık üzerine literatürde faklı alaşım ve parametrelere bağlı çeşitli çalışmalar mevcuttur. Yüksek sıcaklıklar, tüm metallerin ve alaşımların akışkanlığını arttırırken, dökümdeki metalik olmayan yabancı maddeler akışkanlığı azaltır ve kalıp içindeki akışı engellemektedir [22]. Yang, Li, Du, Wang ve Tang yaptıkları çalışmayla, Ni ve Si içeriklerinin Al-Ni-Si alaşımlarının akışkanlığı üzerindeki etkisi spiral kokil bir kalıp ile incelenmişlerdir. Si içeriği ağırlıkça %3'ten az olduğunda ve Ni içeriği ağırlıkça %2 ila %6 arasında değiştiğinde, Al-Ni-Si alaşımlarının akışkanlığı Si ve Ni içeriği ile arttığını gözlemlemiştir [23]. Di Sabatino, parametrelerin mükemmel şekilde kontrol edildiği ve spiral test kalıpları ile tekrarlanabilir sonuçlar oluşturduğu standart bir test ekipmanı hazırlamıştır [24].

Bu çalışmada hurda A356 alüminyum alaşımının flaks ile temizleme, sabit grafit lans temizleme ve döner tip gaz giderme teknikleri ile temizleme işlemleri sonrası akıcılık özelliklerine etkileri spiral test metodu ile karşılaştırılmıştır. Dökülen numunelerde yapılacak sıvı metal ilerleme mesafeleri tespit edilerek sıvı metal temizliğinin akıcılık üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışma kapsamında hurda A356 alüminyum alaşımı kullanılmıştır. Bu alaşımın kimyasal bileşimi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan alaşımın kimyasal bileşimi (% Ağ.)

Alaşım	Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni	Ti	Al
Hurda A356	0,11	7,12	0,01	0,01	0,35	0,02	0,01	0,08	Kalan

Alüminyumun ergitme işlemi, 8 kg sıvı alüminyum kapasiteli, 10 kW güce sahip elektrik direnç ocağında ve SiC pota içerisinde gerçekleştirilmiştir. Döküm deneyleri Çizelge 2'de verilen sıraya ve işlem parametrelerine göre yapılmıştır. Ayrıca Görsel 1'de gerçekleştirilen döküm deneylerinin şematik görüntüleri verilmiştir. 1. işlemsiz döküm deneyinde, referans olması bakımından ergitilen alaşım, herhangi bir temizleme işlemine tabi tutulmamış ve ergitildiği gibi dökülmüştür (Görsel 1a). 2 nolu döküm deneyinde ergitilen alaşımın temizlenmesinde ağırlıkça %5 oranında flaks kullanılmıştır (Görsel 1b). Flaksın ağırlıkça bileşim yüzdesi Çizelge 2'de verilmiştir. 3. döküm deneyinde ergitilen alaşım, 5 lt/dak akış hızında azot gazı verilerek sabit lans ile temizleme işlemine tabi tutulmuştur (Görsel 1c). 4. döküm deneyinde ise alaşıma azot gazı döner çark ile uygulanarak sıvı metal temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir (Görsel 1d).

Çizelge 2. Döküm deney parametreleri

Döküm No/Adı	Temizleme		İşlem parametresi	Döküm sıcaklığı
	Ekipmanı	Materyali		
1. Referans/işlemsiz döküm	-	-	-	720°C
2. Flaks ile temizleme	-	Flaks	Flaks oranı: % 0.5 (Ağ.) Flaks bileşimi: % 45 $MgCl_2$+ % 45 KCl+ % 5 NaF+ % 5 KF	720°C
3. Sabit lans ile temizleme	Sabit lans	Azot gazı	Azot gazı akış hızı: 5 lt/dak	720°C
4. Döner tip gaz giderme ile temizleme	Döner çark	Azot gazı	Azot gazı akış hızı: 5 lt/dak Döner çark devri: 300 dev/dak	720°C

Görsel 1. Döküm deneylerinin şematik görüntüsü a) referans/işlemsiz döküm, b) flaks ile temizlemeli döküm, c) sabit lans ile temizlemeli döküm, d) döner tip gaz gidermeli döküm

Yapılan dört farklı döküm deneylerinde sıvı metalin uygunluğunun kontrolü için vakum altında katılaştırma testleri (VAK / RPT - Reduced Pressure Test) gerçekleştirilmiştir. Bu test ana prensip olarak, ergimiş alüminyumun vakum altında soğutulması sayesinde mevcut gaz gözeneklerinin belirgin bir şekilde oluşması esasına dayanmaktadır. VAK test cihazının görüntüsü Görsel 2' de verilmiştir. Bu test yönteminde yaklaşık 200 g sıvı metal kapasitesine

sahip çelik hazneye (kroze) numune dökülmekte ve katılaşana kadar beklenilmektedir. Elde edilen numunelerin yoğunluk ölçümü yapıldıktan sonra metalografik işlemlerden geçirilerek numune içerisindeki gözenekler incelenmektedir. Gözenek sayısının düşük olması daha temiz sıvı metal olduğu anlamına gelmektedir [25,26]. Bu sayede sıvı metal temizliğinin uygunluğu kontrol edilmektedir.

Görsel 2. Vakum altında test cihazı görüntüsü [27]

Ergitme işlemlerinden sonra yüzeyden sıyırma yöntemiyle sıvı metalin cüruf alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Döküme hazır olan sıvı metal, akıcılık özelliklerinin kontrol edilmesi için Görsel 3'te fotoğraf görüntüsü verilen spiral akıcılık kalıbına dökülmüştür. Bütün döküm deneylerinde sıvı metalin döküm sıcaklığı 720°C olacak şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca kalıplar, döküm öncesinde ısıtıcı tabla kullanılarak 200 °C sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. Spiral akıcılık kalıplarından döküm numuneler katılaşma sonrası çıkartılarak ilk olarak makro incelemeye tabi tutulmuştur. Sonrasında değişen döküm şartlarında akıcılığın tespit edilmesi adına sıvı metal ilerleme mesafesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Görsel 3. Spiral akıcılık kalıp görüntüsü

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sıvı metal temizliğinin kontrolü için alınan vakum altında katılaştırma deney numunelerine ait fotoğraf görüntüleri Görsel 4'te verilmiştir. Görsel 4'te verilen fotoğraf görüntüleri incelendiğinde temizleme işlemi uygulanmadan yapılan döküm numune yüzeyinde kabarma olduğu temizleme işlemi uygulanan diğer numunelerin yüzeyinde çöküntü olduğu gözlenmektedir. Bu durum sıvı metal temizliği hakkında fikir vermektedir. Temizlemeden yapılan dökümde mevcut gazların katılaşma ortamına bağlı olarak gözeneklerin şiştiği ve yüzey kısmının kabarık şekilde oluştuğu anlaşılmaktadır.

a) 1. Referans/işlemsiz döküm b) 2. Flaks ile temizleme c) 3. Sabit lans ile temizleme d) 4. Döner tip gaz giderme ile temizleme

Görsel 4. VAK numunelerin fotoğraf görüntüleri

İlgili numunelere içerisindeki gaz gözenek miktarının tespit edilmesi için Arşimet prensibine göre yoğunluk ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 3'te yapılan ölçüm sonuçları verilmiştir. Gözenek değerleri ilgili alaşıma ait standart yoğunluk değeri ile yapılan karşılaştırma sonucu tespit edilmiştir. Çizelge 3'te verilen sonuçlar incelendiğinde temizleme işleminin etkisinin yoğunluk ölçümleri ve gözeneklik üzerinde bariz bir şekilde görülmektedir. Temizlemeden yapılan döküm numunelerinde yoğunluk değeri 2.44 g/cm^3 iken flaks ile temizleme de 2.04 g/cm^3, lans ile temizlemede 2.66 g/cm^3, ve döner tip gaz gidermede 2.67 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Tüm temizleme yöntemlerinde yoğunluk değerlerinde temizlemeden yapılan döküme nazaran bariz bir yoğunluk ve buna bağlı gözenek tespit edilmiştir.

Çizelge 3. VAK numuneleri yoğunluk ölçüm sonuçları

Döküm No/Adı	Havadaki ağırlık (gr)	Sudaki ağırlık (gr)	Teorik yoğunluk (g/cm^3)	Deneysel yoğunluk (g/cm^3)	% Gözenek
1. Referans/işlemsiz döküm	118.46	70.07	2.68	2.44	8.82
2. Flaks ile temizleme	123.37	76.46	2.68	2.63	2.04
3. Sabit lans ile temizleme	123.78	77.29	2.68	2.66	0.83
4. Döner tip gaz giderme ile temizleme	129.39	81.04	2.68	2.67	0.32

Konu ile ilgili daha önceden yapılan çalışmalarda sıvı metal temizliğini döküm parça içerisinde mikro porozite riskini azalttığı ve buna bağlı olarak yüzeyde çöküntünün daha fazla olduğu bilinmektedir [28]. Temizleme yöntemlerinin karşılaştırılmasına bakılacak olursa en iyi sonuçların döner tip gaz giderme yöntemi ile ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. VAK numunelerin dikey olarak ortadan kesildikten sonra metalografik olarak hazırlanması sonucu kesit yüzey görüntüleri Görsel 5'te verilmiştir. Görsel 5'te verilen kesit yüzey görüntüleri yoğunluk ölçümlerini doğrular niteliktedir. Gözenek miktarına bağlı olarak kesitte ortaya çıkan gözenek miktarında farklılıklar tespit edilmiştir.

a) 1. Referans/işlemsiz döküm | b) 2. Flaks ile temizleme | c) 3. Sabit lans ile temizleme | d) 4. Döner tip gaz giderme ile temizleme

Görsel 5. VAK numuneler kesit yüzey görüntüleri

Görsel 6'da spiral akıcılık döküm numunelere ait fotoğraf görüntüsü verilmiştir. Görsel 6'da verilen görsellerde değişen döküm şartlarına bağlı olarak farklı sıvı metal ilerleme mesafeleri olduğu açıkça görülmektedir. Görsel 6a'da temizleme öncesi akıcılık miktarı diğer üç farklı yöntemde ortaya çıkan akıcılıktan bariz bir şekilde farklıdır.

a) 1. Referans/işlemsiz döküm | b) 2. Flaks ile temizleme

c) 3. Sabit lans ile temizleme | d) 4. Döner tip gaz giderme ile temizleme

Görsel 6. Spiral akıcılık deney numunelerin fotoğraf görüntüsü

Görsel 7'de verilen grafikte spiral akıcılık döküm numunelerden elde edilen ölçüm değerleri verilmiştir. Görsel 7'de verilen sonuçlar incelendiğinde temizleme öncesi sıvı metal ilerleme mesafesi 179 mm iken, flaksla temizleme sonrası 202 mm, sabit lans ile temizlemede 246 mm, döner tip gaz giderme tekniğinde 288 mm olarak tespit edilmiştir. En iyi akıcılık değerleri döner tip gaz giderme ile temizleme sonrası yapılan dökümde gerçekleştirilmiştir. VAK numunelerin yoğunluk ölçüm sonuçlarında da anlaşılacağı üzere sıvı metal temizliği en iyi olan döner tip gaz giderme yönteminde akıcılık da olumlu yönde değişim göstermiştir. Bu durum akıcılık

üzerine literatürde de yapılan birçok çalışma da olduğu gibi sıvı içerisinde bulunan inklüzyon, katı parçacık temizliğinin akıcılığa etkisini doğrulamaktadır. Sıvı metal temizleme tekniklerinin birbiri ile karşılaştırılması yapılacak olursa her yönteminde kabul edilebilir bir sıvı metal temizliğine sahip olduğu VAK numunelerine yapılan değerlendirmelerden anlaşılmıştır. En iyi sıvı metal kalitesinin döner tip gaz giderme yöntemi ile elde edildiği ve buna bağlı olarak alaşımda akıcılık özelliklerinin de ilgili deney numunesinde ortaya çıktığı görülmüştür. A356 alüminyum alaşımlarının dökümlerinde akıcılığı incelendiği bir çalışmada metalik olmayan yabancı intermetaliklerin akıcılığı azalttığı, oksit filmlerinin akıcılık üzerinde önemli etkileri olduğu vurgulanarak sıvı metal temizliğine işaret edilmiştir [25-27, 29].

Görsel 7. Spiral akıcılık döküm numunelerine ait sıvı metal ilerleme mesafeleri

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sıvı metal temizleme tekniklerinin karşılaştırılarak temizleme işleminin akıcılık üzerinde etkisinin incelendiği çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

- Hurda alaşımdan geri dönüşüm yolu ile A356 dökümünde temizleme işlemlerinin uygulanmasının gerekli olduğu ve çalışma kapsamında uygulanan tekniklerinin tümünde kabul edilebilir seviyelerde metal kalitesine ulaşıldığı anlaşılmıştır.
- Yoğunluk ölçümü testi değerlendirildiğinde referans döküme göre yoğunluk değerlerinin sırasıyla flaks ile temizlemede %7.43, lans ile temizlemede %8.76 ve döner tip gaz gidermede %9.92 arttığı tespit edilmiştir.
- Sıvı metal ilerleme değerleri referans döküme göre kıyaslandığında ise flaks ile temizlemede %13, lans ile temizlemede %37.5 ve döner tip gaz gidermede %61 arttığı tespit edilmiştir.
- Yapılan incelemelerde sıvı metal temizliğinin akıcılık üzerinde etkili olduğu, temizleme oranına ve yöntemine bağlı olarak değişen miktarlarda sıvı metal ilerleme mesafesi tespit edilmiştir.

- RPT ve spiral akıcılık sonuçlarına göre alaşıma uygulanan en etkili sıvı metal temizleme yönteminin döner tip gaz giderme tekniği olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Brooks, C.R., *Heat Treatment, Structure and Properties of Nonferrous Alloys*, ASM, Ohio, USA, 115 137, 1984.

[2] Chen, W.F., Lui, E.M., Handbook of structural engineering, CRC Press, ABD, 2005.

[3] Çolak, M., Kayikci, R., Dişpinar, D., Influence of different cross sections on fluidity characteristics of A356, Transactions of the Indian Institute of Metals, 68, 275-281, 2015.

[4] Lumley, R., *Fundamentals of Aluminium Metallurgy*, Woodhead Publishing, Cornwall, BK, 2011.

[5] Car, E., Birincil alüminyum üretimine genel bir bakış, Metalurji Dergisi, 156, 34-48, 2019.

[6] Öztürk, M., Kullanılmış alüminyum malzemelerinin geri kazanılması, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2005.

[7] Tokatlı, M., Saydam, F., Hal, M., Koşatepe, A., Çolak, M., Yüksel, Ç., Alüminyum alaşımlarının dökümünde yaygınca kullanılan sıvı metal temizleme yöntemlerinin incelenmesi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1), 423-434, 2022.

[8] Çolak, M, Kayikci, R, Dispinar, D., Melt cleanliness comparison of chlorine fluxing and Ar degassing of secondary Al-4Cu, Metallurgical And Materials Transactions B, 47, 2705-2709, 2016.

[9] Erzi, E., Gürsoy, Ö., Yüksel, Ç., Çolak, M., Dışpınar, D., Determination of Acceptable Quality Limit for Casting of A356 Aluminium Alloy: Supplier's Quality Index (SQI). Metals, 9(9), 957, 2019.

[10] Dispinar, D., Campbell, J., Porosity, hydrogen and bifilm content in Al alloy castings, Materials Science and Engineering A, 528, 3860–3865, 2011.

[11] Çolak, M., Modification of eutectic Al–Si alloys by Sr and CuSn5. Materials Research Express, 6(10), 10652, 2019.

[12] Çolak, M, Kayikci, R, Dispinar, D., Influence of different cross sections on fluidity characteristics of A356. Transactions of the Indian Institute of Metals, 68(2), 275-28, 2015.

[13] Kaufmann, J.G., Rooy, E.L., Aluminum Alloy Castings, Properties, Processes, and Applications, ASM International, American Foundry Society, USA, 2005.

[14] Dispinar, D., Campbell, J., *Alüminyum ve alaşımlarının döküm kalitesinin belirlenmesi*, Alüminyum sempozyumu, İstanbul, 394–404, 2009.

[15] Mollard, F., M. Flemings, E. Niyama, Aluminum Fluidity in Casting, JOM, 39(11), 34-34, 1987.

[16] Dahle, A. K., Tøndel, P. A., Paradies, C. J., & Arnberg, L., Effect of grain refinement on the fluidity of two commercial Al-Si foundry alloys, Metallurgical and Materials Transactions A, 27(8), 2305-2313, 1996.

[17] Di Sabatino, M., Arnberg, L., Effect of grain refinement and dissolved hydrogen on the fluidity of A356 alloy, International Journal of Cast Metals Research, 18(3),181-186, 2005.

[18] Borowiecki, B., Conventional flow curves of liquid cast iron put on spheroidization, Archives of Foundry Engineering, 8, 23-26, 2008.

[19] Vignesh, R, Gandhi, M.S., Vignesh, A., Rajarajan, P., Effect of Squeeze Cast Process Parameters on Fluidity of Aluminium LM6 Alloy, International Journal of Advancements in Technology, 7, 157, 2016.

[20] https://kitairu.net/minerals-and-metallurgy/metals-and-metal-products/metal-products/cast-and-forged/796727.html (Erişim tarihi: 10.12.2022)

[21] Sabatino, M. D., Arnberg, L., A Revıew on The Fluıdıty of Al Based Alloys. Metallurgical Science and Technology, 22(1), 2013.

[22] Aslandoğan, R., *Dökümde Akıcılık ve Akıcılığı Etkileyen Faktörlerin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.

[23] Yang, L., Li, W., Du, J., Wang, K., Tang, P., Effect of Si and Ni Contents on The Fluidity of Al-Ni-Si Alloys Evaluated By Using Thermal Analysis, Thermochimica Acta, 645(7), 7-15, 2016.

[24] Di Sabatino, M., Arnberg, L., Brusethaug, S., Apelian, D., International Journal of Cast Metals Research, 19, 94, 2006.

[25] Hudson, S.W., D., Apelian, ınclusion detection in molten aluminum: current art and new avenues for in situ analysis, International Journal of Metalcasting, 10(3), 289-305, 2016.

[26] Djurdjevic, M.B., Odanovj, Z.D., Pavlovj -Krsti, J., Linz, N., Melt quality control at aluminum casting plants, Metalurgija,16, 63-76, 2010.

[27] Tokatlı, M., *Sıvı metal kalitesinin K-mold tekniği ile tayini ve çekinti üzerine etkisi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2022

[28] Liu, L., Samuel, F.H., Effect of inclusions on the tensile properties of Al–7% Si–0.35% Mg (A356.2) aluminium casting alloy. Journal of Materials Science, 33(9), 2269-2281, 1998.

[29] Timelli, G., Caliari, D., *Effect of Superheat and Oxide Inclusions on the Fluidity of A356 Alloy*, In Materials Science Forum, 884, 71-80, Trans Tech Publications, 2017.

BİR ENDÜSTRİYEL TAV FIRININDA ATIK ISININ ENERJİ TASARRUFU ve VERİMLİLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Buğra Kağan SARPKAYA[1], Prof. Dr. Hüsamettin BULUT[2]

[1]Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, ORCID ID: 0000-0002-6327-2528.
[2]Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, ORCID ID:0000-0001-7123-1648.

ÖZET

Endüstriyel fırınlar, sanayi tesislerinde en çok enerji tüketen sistemlerdir. Çünkü enerji maliyeti, endüstriyel fırınların olduğu sistemlerde hammaddeden sonra en büyük girdidir. Endüstriyel işletmelerde, yüksek sıcaklıkta çalışan tavlama fırınları, yakıt tüketimi ve atık gazlarının çevreye yaptığı kirliliği azaltma açısından mümkün olduğunca verimli çalıştırılması gereken sistemlerdir. Enerji maliyetlerindeki artış, sanayi tesislerinde atık ısının enerji yönetiminde önemli bir konusu yapmıştır. Atık ısıdan ısı geri kazanımı ve önemli enerji tasarrufu elde etmek için ekonomizer, reküperatör ve Organik Rankine Çevrimi (ORC) gibi sistemler kullanılabilir. Sistemlerin doğru ve ekonomik çalışabilmesi için öncelikle atık ısının ve sistemlerin enerji ve ekonomik analizinin yapılması ve atık ısının değerlendirilebileceği yerlerin belirlenmesi ve uygulanacak sistemlerin ekonomik analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, bir yassı yapısal çelik üretim tesisinde bulunan endüstriyel tav fırınının atık gazından yararlanacak ısı geri kazanım sistemleri incelemiş ve reküperatörden elde edilen yakma havasının tav fırınında enerji tasarrufu ve verimliliği üzerine etkisini belirlemek için enerji ve ekonomik analizinin yapılması planlanmıştır. Tav fırının atık gazının reküperatörden kullanılarak yakma havasının 450 ℃'den 700 ℃'ye çıkarılması sonucunda verimde %8,44 artış sağladığı ve bunun yıllık doğalgaz tüketiminde parasal karşılığı yaklaşık 7 Milyon USD olduğu görülmüştür. Reküperatördeki yapılan iyileştirmenin geri ödeme süresinin bir yıldan daha az olduğu tespit edilmiştir. Doğalgaz kullanımındaki düşüş ile çevreye olan CO_2 salınım değerlerindeki azalma belirlenmiştir. Değişik çalışma şartları için reküperatörün etkinliği hesaplanmıştır. Tav fırını atık gaz çıkış sıcaklığı ve yakma havasındaki istenen sıcaklığın reküperatör etkinliğinde önemli bir parametre olduğu görülmüştür. Sonuç olarak reküperatörden elde edilen daha yüksek sıcaklıktaki yakma havasının doğalgaz tüketimini azalttığı ve tav fırınında önemli enerji tasarrufu sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tav Fırını, Enerji Verimliliği, Reküperatör.

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte insan hayatına kolaylık getirmiştir. Enerji insan hayatında var olan ve kullanımı her alana yayılan bir unsurdur. Her alanda kullandığımız ve zorunluluk haline gelen enerjiye olan ihtiyacımız, enerjiye bağımlı hale geldiğimizin işaretidir. Enerjinin yeteri kadar olmaması ve dünyada enerjiye olan ihtiyacının talebiyle birlikte, enerjinin verimli olarak harcanması konusunda yapılan bilimsel çalışmalarda artmaktadır. Bütün Devletler enerji tüketimini bilinçlendirmek için çalışmalarını arttırmışlardır. Bilim adamları enerjinin farklı yollarla üretimi konularını tekrar ele alarak ve az sayıda enerji kaynaklarının bulunmasından dolayı enerji verimliliği ve tasarrufu konusunda çalışmalarına önem vermişlerdir. [1].

Ülkelerin enerji üretimi, enerji ihtiyacı ve enerji verimliliği durumları gelişmişlik unsurlarından biridir. Gelişmiş ülkelerin enerji ihtiyaçlarında, demir-çelik endüstrisinin yüksek enerji tüketiminden dolayı önemi artmaktadır. Çelik, inşaat, enerji, taşımacılık ve yassı mamul sanayileri (otomotiv, beyaz eşya, boru vb.) birçok farklı alanlarda kullanılan ham maddelerdendir. Demir-Çelik endüstrisi de dünya genelinde enerji ihtiyacı en çok olan sektörlerin başında gelir [2].

Demir ve çelik endüstrisi yıl bazında yaklaşık olarak 24 EJ (24x1018 J) enerji kullanımıyla en çok enerji tüketen sektördür. Demir ve çelik sektöründe kullanılan enerji miktarı dünyadaki toplam enerji miktarının %5'idir. Bu sektörde üretim için harcanan paranın %27~33'lük kısmı enerji olarak görülmekte ve bu maliyetlerin azaltılması konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Endüstriyel fırınlar, yüksek sıcaklıklarda uygulanan ısıl işlem fırınları, endüstriyel sektörlerde yakıt tüketimi ve atmosfere gönderdiği emisyonlar bakımından mümkün olduğunca verimli çalıştırılması gerekli uygulamalardır [3].

Bu çalışmada yassı yapısal çelik üretim tesisinde bulunan endüstriyel bir tav fırınında enerji verimliliği ve tasarrufu yöntemleri açıklanmış ve atık gazından ısı geri kazanımı için kullanılan bir reküperatörün enerji ve ekonomik analizinin yapılması amaçlanmıştır.

2. ENDÜSTRİYEL TAV FIRINI

2.1. Tav Fırını Özellikleri

Demir Çelik haddehanesinde gerçekleştiren sıcak haddeleme prosesinde çelik kütük, slab ve blumla 1150 ile 1250 °C' ye kadar ısıtılarak tavlanmaktadır. Kütük, slab ve blumlar tav fırınında tavlanarak prosesin sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için plastik şekil verme sıcaklığına kadar çıkarılıp haddelenerek şekillendirilmektedir. Malzemede istenilen plastik şekil vermenin sağlanabilmesi için tav fırınında ürünlerin homojen tavlanması gerekmektedir. Malzemeye eşit ısıyı dağıtabilmek için tav fırınları Ön ısıtma bölgesi, ana ısıtma bölgesi (tav bölgesi), ve dinlendirme (cehennemlik) olmak üzere 3 ana bölümden oluşmaktadır. Tav fırını ana bölgelerindeki ihtiyaç duyulan ısıl enerji ihtiyacı brülörler sağlamaktadır. Brülörler petrol ürünlerinden (doğalgaz, fueloil vb.) yakıtlarla çalışıp tav fırınında istenilen ısıl enerjiyi sağlayıp yarı mamüllerin istenilen homojen tavlama sıcaklığına ulaşmasını sağlar. Tav fırını içerisindeki yarı mamül çelikler hareketli taban yardımıyla hareket etmektedir [4]. Görsel 2.1. yürüyen tabanlı tav fırınının iç yapısı ve Görsel 2.2 'de ise dıştan görünümü verilmiştir.

Görsel 2.1. Yürüyen Tabanlı Tav Fırını [5].

Görsel 2.2. Tav Fırını [6].

Tav fırının kapasitesi, 1 saatte tav fırınında tavlayabileceği çelik tonajına göre hesaplanır. Tav fırının kapasitesi 250 ton/saat olup boyu 43 metre genişliği 10 metredir. Fırında yakıt olarak kalori değeri 8300-8700 kcal/Nm^3 olan doğalgaz kullanılmaktadır.

2.2. Tav Fırınındaki Enerji Verimliliği ve Potansiyeli

Tav fırınlarında sıcak haddelemesi yapılmak üzere ısıtılan yarı mamulün enerji maliyetlerinde ilk sıralarda yer aldığı bilinmektedir. Bu sebepten dolayı fırınların enerji verimliliği, atık ısı kazanım sistemleri çalışmaları yapılmaktadır. Örnek olarak baca gazı ile atmosfere atılan egzoz gazlarının geri kazanımı için Organik Rankine Çevrimleri (ORC), yakıt hava sıcaklığının arttırılması için reküperatör vb. uygulamalar tav fırınlarına sıklıkla entegre edilmektedir. Bu yöntemlerin benzer sektörlere uygulanması ile Avrupa'da yaklaşık olarak yıllık 20.000 GWh'e kadar termal enerjinin geri kazanılabildiği hesaplanmıştır [7].
Tav fırınındaki yürüyen tabanın alt kısmındaki ısıdan enerji kazanımı ve çalışma prensibi görsel 2.3'te verilmiştir. Reküperatör kısmından yakıt besleme havasına ön ısıtma yapılmaktadır, soğutma suyu kısmı ise yürüyen tabanlı fırının içerisindeki sabit ızgaraların içine yerleştirilmiş borular aracılığıyla elde edilen buhar ORC ünitesine gönderilmektedir.

Görsel 2.3. Tav fırını çalışma prosesi [8].

Görsel 2.4'deki Sankey diyagramında Tav Fırındaki ısı kayıpları gösterilmiştir. Diyagramdan en yüksek enerji miktarının hammaddeye aktarıldığı (%30-%60) ve en yüksek ısı kaybının (%20-%50) ise bacadan çevreye atılan atık gazlardan olduğu görülmektedir. Atık gaz ısının reküperatörde ısı geri kazanımı yapılarak tav fırınının brülörlerine daha sıcak yakma havası ile %10- %30 arasıda ısı geri kazanımı alınmaktadır [9].

Görsel 2.4. Tav fırını ısı kayıplarının Sankey diyagramında gösterimi [9].

2.3. Tav Fırınlarında Enerji Verimliliği Etkileyen Faktörler

Yakıt sanayi tesislerinin üretim maliyetlerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır, elektrik ve yakıt maliyetleri sürekli artma eğilimindedir, bu sebepten dolayı enerji tasarrufu zorunluluk

haline gelmiştir. Sürekli fırınlar, yığın fırınların harcamış olduğu yakıt açısından daha verimlidirler. Bunun sebebi proses durmadığı için soğuma ve ısınma kayıpları yaşanmaz [10]. Yakıt çeşidi, hava-yakıt oranı, eksik yanma, baca atık gazı sıcaklığı, yakma havası, duvarlardaki kayıplar, tufal kayıpları, soğutma suyu kayıpları, açıklık kaybı ve kütük giriş sıcaklığı tav fırınlarındaki ısıl verimi etkileyen en temel parametrelerdir.

3.TAV FIRININDAKİ MEVCUT REKÜPERATÖR VERİMİNİN ARTTIRILMASININ ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

250 ton/h ısıtma kapasitesine sahip olan fırında yakıt olarak ısıl değeri 8300-8700 kcal/Nm^3 olan doğal gaz kullanılmaktadır. Yakma havası 4 adet 58902 m^3/h kapasiteli fandan temin edilmektedir. Yakma havası baca kanalındaki reküperatörlerde ısıtıldıktan sonra burnerlere (yakıcılara) gönderilir. Normal çalışma şartlarında 2 fan devrededir. Diğer iki fandan birisi yedek, 4 nolu fan ise acil durumda devreye alınmak üzere stop durumda bekletilir. Tav fırının akış diyagramı Görsel 3.1 ‘de gösterilmektedir.

Görsel 3.1 Tav fırını akış diyagramı [4].

Reküperatör, bacadan atılan egzoz gazındaki atık ısının yakma havasına aktarıldığı ısı değiştiricilerdir. Reküperatörde yakma havası boru demetleri içinden geçerken, baca gazı bu borular arasından aynı veya karşıt akışlı doğrultuda geçebilirler. Tav fırınının ısıl verimi, atmosfere atılan egzoz gazının ısıl enerjisinin yakma havasına transfer edilmesiyle arttırılır. Tav

fırınındaki yanma sıcaklıkları üretim prosesine ve kapasitesine bağlı olarak değişebilir. Yüksek sıcaklıkta çalışan fırınlarda yakma havasının sıcaklığı arttıkça yanma için tutuşma süresi azalması ile yakıt tüketimi de azalacaktır.
Çizelge 3.1'de atık gaz sıcaklığının artmasına bağlı olarak yakma havası sıcaklığının artmasıyla yakıt tasarrufundaki artış görülmektedir. Fakat bu sistemler için reküperatörün yüzey alanı artacağından yeterli alan olması gerekmektedir.

Çizelge 3.1. Atık gaz ve yakma havası sıcaklığının ısıl verime olan etkisi [11].

Atık Gaz Sıcaklığı(°C)	**Yakma Havası Sıcaklığı (°C)**				
	204	316	427	538	649
1427	%22	%30	%37	%43	%48
1316	%18	%26	%33	%38	%43
1204	%16	%23	%29	%34	%39
1093	%14	%20	%26	%31	%36
982	%13	%19	%24	%29	%33
871	%11	%17	%22	%26	%30
760	%10	%16	%20	%25	%28

Kanal tipi reküperatörlerde akışkanlar birbiriyle karışmaması için belirli aralıklarla tasarlanmış boru demetlerinden oluşmaktadır. Egzoz gazları boruların dış yüzeyinden geçerken temiz hava (yakma havası) boruların içinden geçmektedir. Yakma havası Görsel 3.2'de görüldüğü gibi fan yardımıyla yüksek basınçla reküperatöre gönderilir. Egzoz gazıda atmosfere gönderilmeden önce reküperatöre gönderilerek boruların dışından geçerek sahip olduğu ısıyı boruların içinden geçen yakıt havasına transfer eder. Isınan yakıt havası fırının girişinde bulunan yakıcılara gönderilir.

Görsel 3.2. Kanal tipi Reküperatör

Atık gaz ile ilgili olarak; toplam baca atık gazı, sistemde iki adet baca gazı çıkış kanalı, her kanalda iki adet reküperatör olmak üzere toplam 4 adet reküperatör bulunmaktadır.
Tav fırınının üretim kapasitesine bağlı olarak egzoz ve yakma havası gaz debisi, basınç düşüşleri, reküperatöre giren yakma havası ve egzoz gazının giriş-çıkış sıcaklık değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Reküperatör Giriş-Çıkış Verileri

Ölçüm Verileri	Normal	Maksimum	Birim
Egzoz gazı debisi	61096.2	65000	m^3/h
Egzoz gazı giriş sıcaklığı	650	800	℃
Egzoz gazı çıkış sıcaklığı	420	450	℃
Egzoz gazı basınç düşüşü	11	16	*mmSS*
Ön ısıtılacak yakma havası debisi	55542	58000	m^3/h
Yakma havası giriş sıcaklığı	20	35	℃
Yakma havası çıkış sıcaklığı	400	450	℃
Yakma havası basınç düşüşü	280	380	*mmSS*

Çizelge 3.2'den görüldüğü üzere yakma havası çıkış sıcaklığı 450 °C olabileceği ve daha yüksek sıcaklıklarında bir potansiyel oluşturacağı öngörülmüştür. Kayıplar ihmal edilerek mevcut sistem üzerinden iyileştirme potansiyelini belirlemek için yakma havası çıkış sıcaklığı 700 °C yapıldığında enerji verimliliği ve tasarrufu EES(Engineering Equation Solver) programıyla hesaplanmıştır. Çizelge 3.3'te ön görülen sistem için veriler verilmektedir.

Çizelge 3. 3 Reküperatör mevcut ve ön görülen değerler

Ölçüm Verileri	Birimler	Mevcut verimlilik	İyileştirme Önerisi sonrası
Tasarruf Oranı	%	21.52	30.19
Yakıt Alt ısıl değeri	$kcal/Nm^3$	8300	8300
Hava Yakıt Oranı	Nm^3/ Nm^3	9.874	9.874
Egzoz gazı çıkış sıcaklığı	℃	450	700
Havanın Özgül Isısı	$kcal/Nm^3K$	0.3204	0.3248
Yakıt Baca Gazı oranı	Nm^3/ Nm^3	10.893	10.893
Baca Gazı Giriş Sıcaklığı	℃	800	800
Baca Gazı Özgül Isısı	$kcal/Nm^3K$	0.3567	0.3567

Sistem kabulleri ve hesaplamaları görsel 3.3 'deki gibidir. EES çözümleri Görsel 3.4'de verilmiştir.

$HU = 8300$ [kcal/Nm^3] *Yakitin alt isil degeri*

$Hava_{yakit;orani} = 9{,}874$

$Cp_{Hava;1} = 0{,}3204$ [kcal/Nm3·K]

$Cp_{Hava;2} = 0{,}3248$ [kcal/Nm3·K]

$Cp_{Baca;1} = 0{,}3567$ [kcal/Nm3·K]

$Atikgaz_{Yakit;orani} = 10{,}893$

$T_{YHG} = 35$ [C] *Yakit hava gazinin reküperatöre giris sicakligi*

$T_{YHÇ;1} = 450$ [C] *Yakit hava gazinin reküperatörden cikis sicakligi*

$T_{YHÇ;2} = 700$ [C] *Yeni Reküperatör havanin ön görülen cikis sicakligi*

$T_{BGG} = 800$ [C] *Baca gazi reküperatöre giris sicakligi*

$T_{BGÇ} = 450$ [C] *Baca gazi reküperatöre cikis sicakligi*

mevcut ve ön görülen reküperatörün verimi

$$\eta_{reküp;1} = \left[\frac{Hava_{yakit;orani} \cdot Cp_{Hava;1} \cdot T_{YHÇ;1}}{HU + Hava_{yakit;orani} \cdot Cp_{Hava;1} \cdot T_{YHÇ;1} - Atikgaz_{Yakit;orani} \cdot T_{BGG} \cdot Cp_{Baca;1}}\right] \cdot 100$$

$$\eta_{reküp;2} = \left[\frac{Hava_{yakit;orani} \cdot Cp_{Hava;2} \cdot T_{YHÇ;2}}{HU + Hava_{yakit;orani} \cdot Cp_{Hava;2} \cdot T_{YHÇ;2} - Atikgaz_{Yakit;orani} \cdot T_{BGG} \cdot Cp_{Baca;1}}\right] \cdot 100$$

Tasarruf Tutari verileri

$harcanan_{gaz} = 9422$ [Nm3/saat] *firinin 12 aylik calisma süresince günlük 18 saat ve üzeri cal1smalarindaki ortalama saatlik tüketimi*

$calisma_{saati} = 20$ [saat/gün]

$calisma_{günü} = 300$ [gün/yil]

Tasarruf Tutari mevcüt

$$yillik_{gaz} = harcanan_{gaz} \cdot calisma_{saati} \cdot calisma_{günü} \cdot \left[\frac{\eta_{reküp;2} - \eta_{reküp;1}}{100}\right]$$

etkinlik hesaplanmasi

$$\varepsilon_{mevcüt} = \frac{T_{YHÇ;1} - T_{YHG}}{T_{BGG} - T_{YHG}}$$

$$\varepsilon_{öngörülen} = \frac{T_{YHÇ;2} - T_{YHG}}{T_{BGG} - T_{YHG}}$$

Görsel 3.3. EES (Engineer Equation Solver) denklemlerinin gösterimi.

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

$Atikgaz_{Yakit,orani}$ = 10,89
$calisma_{saati}$ = 20 [saat/gün]
$Cp_{Baca,1}$ = 0,3567 [kcal/Nm3·K]
$Cp_{Hava,2}$ = 0,3248 [kcal/Nm3·K]
$\varepsilon_{öngörülen}$ = 0,8693
$\eta_{reküp,2}$ = 30,19 [%]
$Hava_{yakit,orani}$ = 9,874
T_{BGG} = 800 [C]
T_{YHG} = 35 [C]
$T_{YHÇ,2}$ = 700 [C]
$yillik_{tasarruf}$ = 6834697,533 [$/YIL]

$calisma_{günü}$ = 300 [gün/yil]
$Co_{2,salinimi}$ = 13475 [ton]
$Cp_{Hava,1}$ = 0,3204 [kcal/Nm3·K]
$\varepsilon_{mevcüt}$ = 0,5425
$\eta_{reküp,1}$ = 21,52 [%]
$harcanan_{gaz}$ = 9422 [Nm3/saat]
HU = 8300 [kcal/Nm^3]
$T_{BGÇ}$ = 450 [C]
$T_{YHÇ,1}$ = 450 [C]
$yillik_{gaz}$ = 4899952,385 [Nm^3/yil]

Görsel 3.4. Çözümleme sonuçları

Görsel 3.4'ten görüldüğü üzere yakıt hava çıkış sıcaklığını 250 ℃ arttırmanın tav fırınındaki doğalgaz tüketimine yıllık yaklaşık olarak 7 Milyon $ olarak yansıdığı görülmektedir. Yakıt hava çıkış sıcaklığının reküperatör ısıl verimi ve yıllık tasarrufuna olan etkisinin grafiği Görsel 3.5'de görülmektedir. Grafikten de görüldüğü üzere yakıt hava çıkış sıcaklığının artması reküperatör ısıl verimini ve yıllık tasarruf miktarını arttırmıştır.

Görsel 3.5. Yakma havası sıcaklığının ısıl verime ve yıllık tasarrufa etkisi

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada incelenen yassı yapısal çelik üretimi yapan sanayi kuruluşuna ait 250 ton/saat kapasiteli haddehane tav fırınında enerji verimliliğinin incelenmesi ve mevcut sistemlerdeki önerilen değişikliklerle elde edilen tasarruf potansiyelleri özet halinde sunulmuştur.
Haddehane tav fırını verim kayıpları; hava-yakıt oranı, eksik yanma, baca atık gazı sıcaklığı, yakma havası, duvarlardaki kayıplar, tufal kayıpları, soğutma suyu kayıpları, açıklık kaybı ve kütük giriş sıcaklığı tav fırınlarındaki ısıl verimi etkileyen en temel parametrelerdir.
Mevcut sistemdeki yakma havası çıkış sıcaklığı 450 °C olarak görülmektedir. Mevcut sistem üzerinden iyileştirme potansiyelini oluşturulmaya çalışıldığında yakma havası çıkış sıcaklığını 700 °C'lik yeni reküperatör tasarımı sonrası ön görülen enerji verimliliği ve tasarrufu değişimi EES programı ile yapılmıştır. Bu kapsamda sistem ısıl verimde %8.44'lik bir artış olabileceği tespit edilmiştir. Bu ısıl verimdeki artışa karşılık gelen tasarruf miktarı yani yakıt hava çıkış sıcaklığını 250 ℃ arttırmanın tav fırınındaki doğalgaz tüketimindeki azaltmanın yıllık parasal değeri yaklaşık 7 Milyon $ olarak hesaplanmıştır. Yapılan bu enerji verimliliği çalışması sonucunda yılda 13475 ton CO_2 emisyon salınımının önleneceği belirlenerek çevre kirliliği azalmış olacaktır.
Tav fırınından atılan egzoz gazlarının atık ısının geri kazanılması için ekonomizerler, atık ısı kazanları, reküperatörler, rejeneratörler, hava ön ısıtıcıları, vb. sistemler ile termodinamik çevrimler kullanılarak güç üretimi elde edilerek enerji verimliliği sağlanabilir.
Yüksek enerjilerin tüketildiği demir-çelik sektöründeki tasarruf yöntemlerinin arttırılması ve atık ısı kaynaklarının geri kazanılması yalnızca sektördeki enerji tasarrufuna ve üretim maliyetlerine katkı sağlamayıp enerjide dışa bağımlı olan ülkemizin cari açığına olumlu etki sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Çengel, Boles, Termodinamik, Mühendislik Yaklaşımıyla, 5. Baskı, Çeviri Editörü: Pınarbaşı, A., Güven Bilimsel, İzmir, 753-757, 764, 2011.

[2] Si, M., Thompson, S., and Calder, K., Energy efficiency assessment by process heating assessment and survey tool (PHAST) and feasibility analysis of waste heat recovery in the reheat furnace at a steel company. Renewable and Sustainable Energy Reviews,15: 2904–2908, 2011.

[3] Xu, C. ve Cang, D., A Brief Overview of Low CO_2 Emission Technologies for Iron and Steel Making. Journal of Iran and Steel Research, International, 17: 1-7, 2010.

[4] Çelik, D., Endüstriyel Bir Tav Fırının Enerji, Ekserji ve Ekonomik Analizi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 20-21, 2019.

[5] AB, Demir Haddeleme Prosesinde Mevcut En İyi Teknikler Referans Dökümani Aralık 2001, Tercüme Demir Çelik Üreticileri Derneği Ankara – Mayis 2007, 2001.

[6] SMS group, ''https://www.sms-group.com/plants/all-plants/reheating-furnaces/'', Erişim tarihi: 08.09.2020.

[7] Yıldırım, A., Haddehane Tav Fırınında Isı Kayıpları ve Enerji Analizi. İskenderun Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun, 20-21s, 2018.

[8] Eyidoğan, M., Kaya, D., Dursun Ş. ve Taylan, O., Endüstriyel tav fırınlarında enerji tasarrufu ve emisyon azaltım fırsatları. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Dergisi, 29(4), 735-743, 2014.

[9] Kurbanoğlu, A., Demir Çelik Sektöründe Tav Fırını Atık Isısını Isı Kaynağı Olarak Kullanan Organik Rankine Çevriminin Termodinamik Analizi. İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 27-28s, 2017.

[10] Trinks, W., Mawhinney, M. H., Shannon, R. A., Reed, R. J. ve Garvey, J. R., "Industrial Furnaces, 6th Edition", John Wiley and Sons, USA, 1, 2004.

[11] Waste Heat Recovery Technology and Opportunities in U.S. Endüstri¬, https://www1.eere.energy.gov/manufacturing/intensiveprocesses/pdfs/waste_heat_recovery.pdf, Erişim Tarihi: 10.11.2021

[12] Örenay, S, Sanayi Fırınlarında Merkezi Reküperatör, Reküperatif ve Rejeneratif Yakıcılar. 3. Enerji Verimliliği Konferansı, 2011.

ENERJİ-MOMENTUM DAĞILIMLARININ BERTOTTİ-ROBİNSON EVRENİNDE ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Can AKTAŞ [1] , Doç. Dr. Sezgin AYGÜN [2]

[1] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, 0000-0002-0603-7862

[2] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, 0000-0002-2969-4195

ÖZET

Enerji momentum problemi olarak da anılan, enerji-momentum dağılımının yerelleştirilmesi problemi önemli konulardan olan ve çözümü için üzerinde sıklıkla çalışılan konulardan bir tanesidir. Einstein tarafından ilk olarak genel rölativite teorisinde tanımı yapılmış olup, ardından yine bu teori kapsamında farklı bilim insanları tarafından çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Böylece genel rölativite teorisinde farklı evren modelleri için farklı tanımlamalar kullanılarak çözümler aranmış fakat tam bir görüş birliğine varılamamıştır. Ardından enerji-momentum tanımlamalarının bazıları, Teleparallel kütleçekim teorisine taşınmış ve burada hem daha önce yapılmış çözümler kontrol edilmiş hem de yeni çözümler üzerinde durulmuştur. Fakat yine istenilen sonuçlar elde edilememiş olup, enerji momentum problemi başka teoriler de de denenmiş ve nihai sonuç elde edilmeye çalışılmıştır. Görünen o ki, bu ve benzeri çalışmalar farklı teorilerde tekrar denenecek ve enerji-momentum dağılımının yerelleştirilmesi problemi çözülmeye çalışılacaktır. Bu bağlamda bu çalışmada Bertotti-Robinson metriği baz alınmış olup, bu metrik için genel rölativite teorisinde Tolman enerji-momentum dağılımının sonuçları ayrıca teleparallel kütleçekim teorisinde ise Einstein, Bergmann-Thomson, Landau-Lifshtiz ve Møller enerji momentum dağılımları için sonuçlar araştırılmıştır. Daha önce Bertotti-Robinson uzay-zamanı için elde edilen sonuçlar ve yeni elde edilen çözümler detaylı olarak karşılaştırılmış ve farklı teorilerden elde edilen bulgular, enerji-momentum probleminin çözümü için yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Bertotti-Robinson uzayı, Enerji momentum Problemi, Tolman Enerji momentum dağılımı.

[1] ve [2] Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2022-3827 proje numarası ile desteklenmiştir.

1. GİRİŞ

Enerji-momentum yerelleştirilmesi problemi kozmolojide halen üzerinde çalışılan konulardan biridir. Başta Einstein'ın rölativite teorisi olmak üzere, farklı alternatif kütleçekim teorilerinde de ele alınmış ve birçok evren modeli için çözümler elde edilmeye çalışılmaktadır. Aktif olarak rölativite teorisinden sonra en çok Teleparallel Kütleçekim teorisinde çalışmalar yapılmıştır. Einstein [1] genel rölativite teorisinde Einstein enerji momentum dağılımını formülize ettikten sonra, yine aynı teoride aşağıdaki gibi tanımlamalar yapılmıştır: Bergmann-Thomson [2], Landau-Lifshitz [3], Papapetrou [4], Tolman [5], Weinberg [6] ve Møller [7] enerji momentum dağılımı. Bu ifadelerden Møller enerji momentum dağılımı hariç, diğerlerinin anlamlı sonuçlar verebilmesi için kartezyen koordinat sisteminde hesaplanması gerekir. Møller'in doğası gereği koordinat bağımsızdır. Yani her koordinat sisteminde hesaplama yapılabilir. Birçok bilim insanı bu ve benzeri yönlerden, bu enerji-momentum tanımının güçlü ve önemli bir tanımlama olduğunu savunmaktadır. Bu çalışmada Bertotti-Robinson metriği baz alınmış olup, bu metrik için genel rölativite teorisinde Tolman enerji-momentum dağılımının sonuçları ayrıca teleparallel kütleçekim teorisinde ise Einstein, Bergmann-Thomson, Landau-Lifshtiz ve Møller enerji momentum dağılımları için sonuçlar araştırılmıştır. Daha önce Bertotti-Robinson uzay-zamanı için elde edilen sonuçlar ve yeni elde edilen çözümler detaylı olarak karşılaştırılmış ve farklı teorilerden elde edilen bulgular, enerji-momentum probleminin çözümü için yorumlanmıştır

Kartezyen koordinat sisteminde Bertotti-Robinson metriği [8] aşağıdaki gibi verilir:

$$ds^2 = \frac{q^2}{r^2}\left(-dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2\right) \tag{1}$$

Burada q^2 bir sabit olmak üzere, $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$ 'dir. Bu çalışma özelinde $G = c = 1$ olup, indislerin hepsi 0'dan 3'e kadar değerler almaktadırlar.

2. GENEL RÖLATİVİTE VE TELEPARALLEL TEORİDE ENERJİ MOMENTUM İFADELERİ

Bu bölümde Bertotti-Robinson uzay zamanı genel rölativite teorisinde Tolman enerji momentum dağılımı için ve teleparallel kütleçekim teorisinde ise Einstein, Bergmann-Thomson, Landau-Lifshtiz ve Møller enerji momentum dağılımları için incelenecektir.

2.1. Genel Rölativite Teorisinde Tolman Enerji Momentum Hesabı

1934 yılında Tolman [9] tarafından tanımlanan enerji ve momentum dağılımı aşağıdaki gibidir:

$$\mathrm{T}_i^k = \frac{1}{8\pi}\Lambda_{i,l}^{kl} \tag{2}$$

Burada Λ_i^{kl} ifadesi Tolman enerji momentum dağılımının hesaplanması gereken Süper Potansiyeli olup, Christoffel sembolleri vasıtasıyla aşağıdaki gibi elde edilir,

$$\Lambda_i^{kl} = \sqrt{-g}(-g^{pk}O_{ip}^{l} + \frac{1}{2}g_i^k g^{pm}O_{pm}^{l}) \tag{3}$$

(3) numaralı denklemdeki Tolman süper potansiyelindeki ifadenin açık hali aşağıdaki gibidir,

$$O_{jk}^{i} = -\Gamma_{jk}^{i} + \frac{1}{2}g_j^i\Gamma_{mk}^{m} + \frac{1}{2}g_k^i\Gamma_{mj}^{m} \tag{4}$$

(2) denklemindeki, T_0^0 enerji yoğunluğunu, T_i^0 (i=1,2 ve 3) momentum yoğunluğunu ve T_0^k (k=1,2 ve 3) ise enerji akı yoğunluğunu göstermektedir. (1), (4) denklemleri ve Christoffel sembollerinin hesaplamasından aşağıdaki eşitlikler elde edilir:

$$\begin{aligned} O_{01}^{0} &= O_{10}^{0} = -\frac{x}{x^2+y^2+z^2} \\ O_{02}^{0} &= O_{20}^{0} = -\frac{y}{x^2+y^2+z^2} \\ O_{03}^{0} &= O_{30}^{0} = -\frac{z}{x^2+y^2+z^2} \end{aligned} \tag{5}$$

(5) denklemindeki sonuçları (3) denkleminde yerine yazarsak, Tolman enerji momentum dağılımının süper potansiyellerini aşağıdaki gibi elde ederiz:

$$\begin{aligned} \Lambda_1^{00} &= -\Lambda_0^{10} = -\frac{q^2x}{(x^2+y^2+z^2)^2} \\ \Lambda_2^{00} &= -\Lambda_0^{20} = -\frac{q^2y}{(x^2+y^2+z^2)^2} \\ \Lambda_3^{00} &= -\Lambda_0^{30} = -\frac{q^2z}{(x^2+y^2+z^2)^2} \\ \Lambda_0^{01} &= -\frac{2q^2x}{(x^2+y^2+z^2)^2} \\ \Lambda_0^{02} &= -\frac{2q^2y}{(x^2+y^2+z^2)^2} \\ \Lambda_0^{03} &= -\frac{2q^2z}{(x^2+y^2+z^2)^2} \end{aligned} \tag{6}$$

Olarak elde edilir. (6) denklemindeki sonuçları (2) denkleminde kullanırsak, Tolman enerji ve momentum dağılımının sonuçlarını elde ederiz;

$$T_0^0 = \frac{q^2}{4\pi(x^2+y^2+z^2)^2} = \frac{q^2}{4\pi r^4}$$

$$T_1^0 = 0$$

$$T_2^0 = 0 \tag{7}$$

$$T_3^0 = 0$$

2.2. Teleparallel Kütleçekim Teorisinde Einstein, Bergmann-Thomson ve Landau-Lifshitz Enerji Momentum Hesabı

Teleparallel teori yada diğer adıyla tetrad teoride Einstein, Bergmann-Thomson ve Landau-Lifshitz [10] tanımlamaları için enerji-momentum eşitlikleri aşağıdaki gibidir;

$$hE_\nu^\mu = \frac{1}{4\pi}\partial_\lambda(K_\nu^{\mu\lambda}) \tag{8}$$

$$hB^{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi}\partial_\lambda(g^{\mu\beta}K_\beta^{\nu\lambda}) \tag{9}$$

$$hL^{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi}\partial_\lambda(hg^{\mu\beta}K_\beta^{\nu\lambda}) \tag{10}$$

Burada $h = det(h_\mu^a)$ ve $K_\beta^{\nu\lambda}$ Freud süper-potansiyeli adını alır. Aşağıdaki gibi yazılır;

$$K_\beta^{\nu\lambda} = hS_\beta^{\nu\lambda} \tag{11}$$

$S^{\mu\nu\lambda}$, 3. ranktan bir tensör olup, eşiti aşağıda gösterilmiştir:

$$S^{\mu\nu\lambda} = k_1T^{\mu\nu\lambda} + \frac{k_2}{2}(T^{\nu\mu\lambda} - T^{\lambda\mu\nu}) + \frac{k_3}{2}(g^{\mu\lambda}T_\beta^{\beta\nu} - g^{\nu\mu}T_\beta^{\beta\lambda}) \tag{12}$$

$k_1 = \frac{1}{4}$, $k_2 = \frac{1}{2}$ ve $k_3 = -1$ olup, bu sabitler teleparallel kütleçekim teorisinin boyutsuz bağlantı sabitleridir ve genel göreliliğin paralel eşdeğeri için bu şekilde alınır [11]. Weitzenböck torsion bağıntıları aşağıdaki gibidir:

$$T_{\nu\lambda}^\mu = \Gamma_{\lambda\nu}^\mu - \Gamma_{\nu\lambda}^\mu \tag{13}$$

Weitzenböck bağlantı katsayıları ise şu şekilde hesaplanır:

$$\Gamma^{\alpha}_{\mu\nu} = h^{\alpha}_{a}\partial_{\nu}h^{a}_{\mu} \tag{14}$$

Bu hesaplamalar sonucunda, Einstein, Bergmann-Thomson ve Landau-Lifshitz enerji-momentum dağılımları şu şekilde yapılır:

$$P_{\mu}{}^{E} = \int hE^{0}_{\mu}dxdydz, \tag{15}$$

$$P_{\mu}{}^{B} = \int hB^{0}_{\mu}dxdydz, \tag{16}$$

$$P_{\mu}{}^{L} = \int hL^{0}_{\mu}dxdydz \tag{17}$$

$\mu = 1,2,3$ için momentum bileşenlerini $\mu = 0$ için ise enerji bileşenlerini elde ederiz [10]. Bertotti-Robinson metriği için tetrad bileşenler aşağıdaki gibidir

$$h^{0}_{0} = \frac{\mathrm{q}}{\sqrt{\mathrm{x}^2+y^2+z^2}}, \quad h^{1}_{1} = \frac{\mathrm{q}}{\sqrt{\mathrm{x}^2+y^2+z^2}}, \quad h^{2}_{2} = \frac{\mathrm{q}}{\sqrt{\mathrm{x}^2+y^2+z^2}}, \quad h^{3}_{3} = \frac{\mathrm{q}}{\sqrt{\mathrm{x}^2+y^2+z^2}} \tag{18}$$

(14) ve (18) denklemlerinden faydalanarak, sıfırdan farklı Weitzenböck bağlantı katsayıları aşağıdaki gibi elde edilir;

$$\Gamma^{0}_{01} = -\frac{\mathrm{x}}{x^2+y^2+z^2}$$
$$\Gamma^{0}_{02} = -\frac{\mathrm{y}}{x^2+y^2+z^2}$$
$$\Gamma^{0}_{03} = -\frac{z}{x^2+y^2+z^2} \tag{19}$$

(19) ve (13) denklemlerinden Weitzenböck torsion bağıntıları aşağıdaki gibi bulunur:

$$T^{0}_{01} = \frac{\mathrm{x}}{x^2+y^2+z^2}$$
$$T^{0}_{02} = \frac{y}{x^2+y^2+z^2} \tag{20}$$
$$T^{0}_{03} = \frac{\mathrm{z}}{x^2+y^2+z^2}$$

(12) ve (20) denklemlerinin birlikte kullanılmasıyla da aşağıdaki eşitlikler elde edilir:

$$S^{001} = -S^{010} = \frac{\mathrm{x}\,(x^2+y^2+z^2)}{q^4}$$

$$S^{002} = -S^{020} = \frac{y\,(x^2+y^2+z^2)}{q^4} \tag{21}$$

$$S^{003} = -S^{030} = \frac{z\,(x^2+y^2+z^2)}{q^4}$$

(11) ve (21) numaralı denklemlerin beraber kullanılmasıyla Einstein, Bergmann-Thomson ve Landau-Lifshitz enerji momentum tensörlerinin süper potansiyeli aşağıdaki gibi elde edilir:

$$K_0^{01} = -K_0^{10} = -\frac{q^2 x}{(x^2+y^2+z^2)^2}$$

$$K_0^{02} = -K_0^{20} = -\frac{q^2 y}{(x^2+y^2+z^2)^2} \tag{22}$$

$$K_0^{03} = -K_0^{30} = -\frac{q^2 z}{(x^2+y^2+z^2)^2}$$

(8) ve (22) numaralı denklemlerden, teleparallel kütleçekim teorisinde, Einstein enerji momentum dağılımını aşağıdaki gibi elde ederiz.

$$hE_0^0 = \frac{q^2}{4\pi(x^2+y^2+z^2)^2} = \frac{q^2}{4\pi r^4}$$

$$hE_1^0 = 0$$

$$hE_2^0 = 0 \tag{23}$$

$$hE_3^0 = 0$$

(9) ve (22) numaralı denklemlerden, teleparallel kütleçekim teorisinde, Bergmann-Thomson enerji ve momentum dağılımını aşağıdaki gibi elde ederiz.

$$hB_0^0 = -\frac{q^2}{4\pi(x^2+y^2+z^2)^2} = -\frac{q^2}{4\pi r^4}$$

$$hB_1^0 = 0$$

$$hB_2^0 = 0 \tag{24}$$

$$hE_3^0 = 0$$

(10) ve (22) numaralı denklemlerden, teleparallel kütleçekim teorisinde, Landau-Lifshitz enerji ve momentum dağılımını aşağıdaki gibi elde ederiz.

$$hL_0^0 = \frac{3q^6}{4\pi(x^2+y^2+z^2)^4} = \frac{3q^6}{4\pi r^8}$$

$$hL_1^0 = 0$$
$$hL_2^0 = 0 \qquad (25)$$
$$hL_3^0 = 0$$

2.3. Teleparallel Kütleçekim Teorisinde Møller Enerji Momentum Hesabı

Genel rölativite teorisinde Møller enerji ve momentum dağılımının ortaya atılmasından sonra, tetrad teoride karşılığı Mikhail ve arkadaşları tarafından aşağıdaki gibi yazılmıştır: [12]

$$\mathrm{F}_a^{bc} = \frac{(-g)^{1/2}}{2\kappa}\mathfrak{R}_{\chi\rho\sigma}^{\tau bc}[\Phi^\rho g^{\sigma\chi} g_{a\tau} - \zeta g_{\tau a}\xi^{\chi\rho\sigma} - (1-2\zeta) g_{\tau a}\xi^{\sigma\rho\chi}] \qquad (26)$$

Burada $\mathfrak{R}_{\chi\rho\sigma}^{\tau bc}$ ifadesi;

$$\mathfrak{R}_{\chi\rho\sigma}^{\tau bc} = \delta_\chi^\tau g_{\rho\sigma}^{bc} + \delta_\rho^\tau g_{\sigma\chi}^{bc} - \delta_\sigma^\tau g_{\chi\rho}^{bc} \qquad (27)$$

ile verilir ve $g_{\rho\sigma}^{bc}$ tensörü aşağıdaki gibi yazılır;

$$g_{\rho\sigma}^{bc} = \delta_\rho^b \delta_\sigma^c - \delta_\sigma^b \delta_\rho^c \qquad (28)$$

ξ_{abc} con-torsion tensörünün eşiti aşağıdaki gibidir:

$$\xi_{abc} = h_{ia} h_{b;c}^i \qquad (29)$$

Burada noktalı virgül, kovaryant türevi simgelemektedir. Ayrıca Φ_a basit alan vektörü olup değeri aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\Phi_a = \xi_{a\rho}^\rho \qquad (30)$$

κ Einstein sabitidir ve ζ tetrad teorideki boyutsuz bir sabitidir. Enerji yüzey integrali aşağıda verilmiştir;

$$E_{TG}^{Moller} = \lim_{r\to\infty} \int_{r=sabit} \mathrm{F}_0^{0f} n_f dS \qquad (31)$$

Burada, n_f ifadesi, dS yüzey elemanının üçlü vektörüdür [12]. (18) numaralı denklemden tetrad bileşenleri (29) denkleminde kullanırsak, aşağıdaki eşitlikleri elde ederiz

$$\xi_{010} = -\xi_{100} = -\frac{q^2 x}{(x^2+y^2+z^2)^2}$$

$$\xi_{020} = -\xi_{200} = -\frac{q^2 y}{(x^2+y^2+z^2)^2} \tag{32}$$

$$\xi_{030} = -\xi_{300} = -\frac{q^2 z}{(x^2+y^2+z^2)^2}$$

(30) ve (32) denklemlerinden temel vektörel alandaki sıfırdan farklı bileşenler aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi^1 = \frac{3x}{q^2}$$

$$\Phi^2 = \frac{3y}{q^2} \tag{33}$$

$$\Phi^3 = \frac{3z}{q^2}$$

Denklem (26), (32) ve (33) kullanılarak teleparallel kütleçekim teorisinde Møller süper potansiyeli aşağıdaki gibi bulunur:

$$F_0^{01} = -\frac{2q^2 x}{(x^2+y^2+z^2)^2\ \kappa}$$

$$F_0^{02} = -\frac{2q^2 y}{(x^2+y^2+z^2)^2\ \kappa}$$

$$F_0^{03} = -\frac{2q^2 z}{(x^2+y^2+z^2)^2\ \kappa} \tag{34}$$

$$F_0^{10} = \frac{q^2 x}{(x^2+y^2+z^2)^2\ \kappa}$$

$$F_0^{20} = \frac{q^2 y}{(x^2+y^2+z^2)^2\ \kappa}$$

$$F_0^{30} = \frac{q^2 z}{(x^2+y^2+z^2)^2\ \kappa}$$

(31) ve (34) eşitliklerinden, teleparallel kütleçekim teorisinde Møller enerji ve momentum bileşenleri aşağıdaki gibi bulunur:

$$M_0^0 = \frac{2q^2}{(x^2+y^2+z^2)^2\kappa}$$

$$M_1^0 = -\frac{q^2}{(x^2+y^2+z^2)^2\kappa}$$

$$M_2^0 = -\frac{q^2}{(x^2+y^2+z^2)^2\kappa} \qquad (35)$$

$$M_3^0 = -\frac{q^2}{(x^2+y^2+z^2)^2\kappa}$$

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Bertotti-Robinson uzay zamanı için genel rölativite teorisi kapsamında, Tolman enerji momentum dağılımı ve teleparallel kütleçekim teorisi kapsamında ise Einstein, Bergmann-Thomson, Landau-Lifshitz ve Møller enerji momentum ifadeleri kullanılarak çözümler elde edilmiştir. Aygün ve ark. [13], 2008 yılında Bertotti-Robinson metriğini genel rölativite teorisi için incelemişler ve Einstein, Bergmann-Thomson, Landau-Lifshitz, Papapetrou ve Møller enerji momentum dağılımlarının sonuçlarını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ise diğer enerji momentum dağılımları kullanılarak sonuçlar bulunmuş ve karşılaştırmalı yorumlanmıştır.

Çizelge 1. Enerji Momentum Tanımlamalarının Farklı Teorilerde Karşılaştırılması

Enerji-Momentum Tanımlamaları	Genel Rölativite Teorisi Sonuçları [13]	Teleparallel Kütleçekim Teorisi Sonuçları
Einstein	$E_0^0 = \frac{q^2}{4\pi r^4}$ $E_1^0 = 0$ $E_2^0 = 0$ $E_3^0 = 0$	$hE_0^0 = \frac{q^2}{4\pi r^4}$ $hE_1^0 = 0$ $hE_2^0 = 0$ $hE_3^0 = 0$
Bergmann-Thomson	$B_0^0 = -\frac{q^2}{4\pi r^4}$ $B_1^0 = 0$ $B_2^0 = 0$ $B_3^0 = 0$	$hB_0^0 = -\frac{q^2}{4\pi r^4}$ $hB_1^0 = 0$ $hB_2^0 = 0$ $hB_3^0 = 0$
Landau-Lifshitz	$L_0^0 = \frac{3q^6}{4\pi r^8}$ $L_1^0 = 0$ $L_2^0 = 0$ $L_3^0 = 0$	$hL_0^0 = \frac{3q^6}{4\pi r^8}$ $hL_1^0 = 0$ $hL_2^0 = 0$ $hL_3^0 = 0$

Møller	$M_0^0 = -\frac{q^2}{4\pi r^4}$ $M_1^0 = 0$ $M_2^0 = 0$ $M_3^0 = 0$	$M_0^0 = \frac{2q^2}{r^4\kappa}$ $M_1^0 = -\frac{q^2}{r^4\kappa}$ $M_2^0 = -\frac{q^2}{r^4\kappa}$ $M_3^0 = -\frac{q^2}{r^4\kappa}$
Papapetrou	$P_0^0 = \frac{q^4}{4\pi r^6}$ $P_1^0 = 0$ $P_2^0 = 0$ $P_3^0 = 0$	
Tolman	$T_0^0 = \frac{q^2}{4\pi r^4}$ $T_1^0 = 0$ $T_2^0 = 0$ $T_3^0 = 0$	

Çizelge.1'den açıkça görüleceği gibi, Einstein, Bergmann-Thomson ve Landau-Lifshitz enerji momentum dağılımları her iki teoride de birebir aynı sonucu vermektedir. Bununla beraber Møller enerji ve momentum bileşenleri her iki teoride birbirinden farklı sonuçlar vermektedir. Teleparallel kütleçekim teorisinde, Møller momentum bileşenleri hariç, diğer momentum bileşenlerinin hepsi sıfır değerine eşittir. Ayrıca genel rölativite teorisinde Einstein ve Tolman enerji-momentum bileşenleri birebir aynı sonuçları vermiştir. Ayrıca genel rölativite teorisinde Bergmann-Thomson ve Møller birbirinin aynı sonuçları vermiş olup, Einstein ve Tolman'dan eksi işaret farkıyla ayrılmaktadırlar. Bu sonuçlarda, teleparallel teori için genel rölativite teorisinin eşdeğeri diyebiliriz ayrıca enerji momentum problemini daha sağlam temeller üzerine oturtmak için daha fazla çalışmanın yapılması gerektiği de söylenebilir.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2022-3827 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Einstein, A., Preuss. Akad. Wiss. Berlin, 47, 778, 1915.

[2] Bergmann, P. G., Thomson, R., Spin and Angular Momentum in General Relativity. Phys. Rev., 89 (2), 400, 1953.

[3] Landau, L.D., Lifshitz, E.M., *The Classical Theory of Fields(4th ed).* Pergamon Press, Oxford., 1987.

[4] Papapetrou, A., Einstein's Theory of Gravitation and Flat Space. Proc. R. Ir. Acad. A.,52, 11 1948.

[5] Tolman, R.C., Relativity, Thermodynamics and Cosmology. Oxford University Press, London, UK. 1934.

[6] Weinberg, S., *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*. American Journal of Physics., 41, 1972.

[7] Møller, C., On the Localization of the Energy of a Physical System in the General Theory of Relativity. Ann. Phys., 4 (4), 347, 1958.

[8] Bertotti, B., Phys. Rev. 116, 1331, 1959; Robinson I., Bull. Acad. Polon. Sci. 7, 531, 1954.

[9] Tolman, R.C., *Relativity, Thermodynamics and Cosmology*. Oxford University Press, London, UK. 1934.

[10] Vargas, T., The Energy of the Universe in Teleparallel Gravity. Gen. Rel. Grav., 36 (6), 1255, 2004.

[11] Hayashi, K., Shirafuji, T., Gravity from Poincaré Gauge Theory of the Fundamental Particles. I –General Formulation--. Prog. Theor. Phys., 64 (3), 866, 1980.

[12] Mikhail, F.I., Wanas, M.I., Hindawi, A., Lashin, E.I., Energy-Momentum Complex in Møller's Tetrad Theory of Gravitation. Int. J. Theor. Phys., 32, 1627, 1993.

[13] Aygün, S., Aygün, M., Tarhan, İ., Baysal, H., XVI. Ulusal Öğrenci Kongresi ve V. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, Çanakkale, 1-6, 2008.

FARKLI TEORİLERDE BUCHDAHL MODELİ İÇİN ENERJİ MOMENTUM DAĞILIMININ ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Sezgin AYGÜN [1], Doç. Dr. Can AKTAŞ [2]

[1] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, 0000-0002-2969-4195

[2] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, 0000-0002-0603-7862

ÖZET

Evrenimiz çok büyük ve çok gizemli bir yapıya sahip olur içerisinde birçok bilinmeyeni taşımaktadır. Birçok bilim insanı gerek teorik gerek gözlemsel olarak evrenin varoluş süreci başta olmak üzere, evrenin evrimi ve işleyişini çözebilmek için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Halen üzerinde çalışılan ve merak edilen konulardan biri de enerji momentumun yerelleştirilmesi problemidir. Bu amaçla ilk olarak genel rölativite teorisinde Einstein, kendi adıyla anılan Einstein enerji-momentum tanımlamasını geliştirmiştir. Einstein'ın bu çalışmasından sonra Bergmann-Thomson, Landau-Lifshitz, Papapetrou, Tolman, Weinberg ve Møller enerji momentum tanımlamaları ortaya atılmıştır. Bu tanımlamalardan sadece Einstein, Bergmann-Thomson, Landau-Lifshitz ve Møller'in teleparallel kütleçekim teorisinde karşılıkları vardır. Diğerlerinin bu teoride henüz karşılığı yoktur. İlk olarak genel rölativite teorisinde çeşitli tanımlamalar kullanılarak farklı uzay-zaman metrikleri için enerji dağılımları araştırılmış fakat istenilen sonuçlara ulaşılamamıştır. Daha sonraları ise enerji momentum probleminin üstesinden gelebilmek için tetrad teori olarak da bilinen teleparallel kütleçekim teorisinde sonuçlar karşılaştırılıp bir yargıya varılmak istenmiştir. Çeşitli boyutlardaki farklı metrikler ile değişik teorilerde yapılan çalışmalardan da istenilen sonuçlar tam olarak elde edilememiştir. Bazen genel rölativite teorisinde bazı enerji-momentum tanımlamaları aynı sonucu verir iken bazen teleparallel kütleçekim teorisinde aynı sonuçlar elde edilmiş yada tamamen farklı sonuçlar bulunmuştur. Buda hangi teorilerde hangi enerji momentum tanımlamalarının doğru sonuçlar verdiği sorusunu akla getirmiş ve çözümü için yoğun çaba harcanmaya devam edilmektedir. Bu çalışmada ise hem Genel Rölativite (GR) teorisinde hem de Teleparallel Kütleçekim Teorisinde (TG) Buchdahl modeli için Møller enerji momentum tanımlamaları kullanılarak çözümler elde edilmeye çalışılmıştır. Møller enerji momentum tanımlamasının kullanmamızın sebebi koordinat bağımsız olması ve birçok bilim insanı tarafından güçlü bir tanımlama olduğunun kabul görmesidir. Elde edilen sonuçlardan her iki teoride de gerek enerji gerekse momentum tanımlamaları için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Buchdahl modeli için her iki teoride de uyumlu sonuçlar bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji-momentum Teoremi, Møller enerji momentum tanımlaması, Buchdahl modeli, Teleparallel kütleçekim teorisi.

[1 ve 2] Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2022-3827 proje numarası ile desteklenmiştir.

1. GİRİŞ

Son zamanlarda Süpernova Ia gözlemleri başta olmak üzere, yapılan gözlemlerden elde edilen en önemli sonuçlardan biri de içerisinde yaşadığımız evrenimizin ivmelenerek genişlemesinin gözlenmesidir. Bu gözlemsel sonuçlardan sonra, merak edilen konuların başında evrenin ivmelenerek genişlemesine sebep olan olay ya da olguların neler olduğu gelir. Karanlık enerji ve karanlık enerji adayları, bu genişlemenin sorumlusu olarak gösterilse de kesin kanıtlar henüz elimizde değildir. Einstein'ın ortaya attığı Rölativite Teorisi, günümüzde kabul gören en tutarlı teori olmasına karşın, evrenin ivmelenerek genişlemesini açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bu sebeplerden ötürü, Teleparallel kütleçekim teorisi de dahil olmak üzere, birçok alternatif kütleçekim teorileri ortaya atılmış ve evrenin ivmelenerek genişlemesi açıklanmaya çalışılmıştır. Yine teorik çalışmalara bakıldığında, enerji-momentum problemi sıkça üzerin de çalışılan bir konu olarak göze çarpmaktadır. Bu problem, ilk olarak genel rölativite teorisinde Einstein [1] tarafından ortaya atılmıştır. Einstein'ın bu çalışmasından sonra Bergmann-Thomson [2], Landau-Lifshitz [3], Papapetrou [4], Tolman [5], Weinberg [6] ve Møller [7] enerji momentum tanımlamaları ortaya atılmıştır. Bu tanımlamalardan sadece Einstein, Bergmann-Thomson, Landau-Lifshitz [8] ve Møller'in [9] teleparallel kütleçekim teorisinde karşılıkları vardır. Diğerlerinin bu teoride henüz karşılığı yoktur. Burada temel amaç, herkes tarafından kabul gören tutarlı bir enerji-momentum tanımlamasını oluşturabilmektir. Bu sebep ile çeşitli teorilerde ve çeşitli uzay zaman boyutlarında farklı enerji momentum tanımlamaları kullanılarak çözümler aranmış ve halen de aranmaktadır. Bu çalışmada ise iki farklı teoride Møller enerji-momentum dağılımı kullanılarak çözümler elde edilmiştir. Møller enerji momentum tanımlamasının kullanmamızın sebebi koordinat bağımsız olması ve birçok bilim insanı tarafından güçlü bir tanımlama olduğunun kabul görmesidir. Bunun için ilk olarak küresel simetrik metriği aşağıdaki gibi tanımlarız:

$$ds^2 = e^{\nu(r)}\, dt^2 - e^{\lambda(r)}\, dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \tag{1}$$

Burada $\nu(r)$ ve $\lambda(r)$, r koordinatına bağlı keyfi fonksiyonlardır. Bu çalışmada bir yıldız modelinin tüm fiziksel parametrelerini kolayca elde etmemizi sağlayan Buchdahl modelini kullanacağız. En geniş şekilde incelenen Buchdahl metriği şu şekilde verilir [10]:

$$e^{\lambda(r)} = \frac{K(1+Cr^2)}{K+Cr^2} \tag{2}$$

Buradaki K ve C verilen yıldızın geometrisine göre değişen sabit parametrelerdir. Bu çalışma özelinde $G = c = 1$ olarak alınmıştır ve indislerin hepsi 0'dan 3'e kadar gitmektedir.

2. GENEL RÖLATİVİTE VE TELEPARALLEL TEORİDE MØLLER ENERJİ MOMENTUM TANIMLAMALARI

Bu bölümde verilen uzay-zaman metriği için genel rölativite ve teleparallel kütleçekim teorilerinde Møller enerji momentum dağılımı incelenecek böylece her iki teoride de karşılaştırmalı olarak sonuçlar analiz edilebilecektir.

2.1. Genel Rölativite Teorisinde Møller Enerji Momentum Tanımlaması ve Çözümleri

Møller [9] tarafından ortaya atılan bu enerji momentum tanımlaması aşağıdaki gibidir:

$$M_a^b = \frac{1}{8\pi}\Xi_{a,c}^{bc} \tag{3}$$

Burada virgül adi türevi göstermekte olup, Møller süper potansiyeli aşağıdaki gibi tanımlanır

$$\Xi_a^{bc} = \sqrt{-g}[g_{a\beta,\gamma} - g_{a\gamma,\beta}]g^{b\gamma}g^{c\beta} \tag{4}$$

(4) numaralı denklemde, $\sqrt{-g}$ metriğimizin determinantını, $g^{c\beta}$ ifadeleri kontravaryant metrik tensörü, (3) numaralı denklemde M_0^0 enerji yoğunluğunu ve M_a^0 (a=1, 2 ve 3) ise momentum yoğunluğunu vermektedir. (1), (2) ve (4) denklemlerinin beraber kullanılması ile, genel rölativite teorisinde sıfırdan farklı Møller süper potansiyelleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Xi_0^{01} = -\Xi_0^{10} = \frac{r^2\,\dot{\nu}\,\sin(\theta)e^{\frac{\nu}{2}}\sqrt{r^2C+K}}{\sqrt{K}\,\sqrt{r^2C+1}} \tag{5}$$

(5) denkleminde nokta, r koordinatına göre türevi ifade eder. (5) denklemlerinin (3) numaralı denklemde yerine yazılması ile, Møller enerji ve momentum dağılımları aşağıdaki gibi elde edilir.

$$M_0^0 = e^{\frac{\nu}{2}}\mathrm{r}\sin(\theta)\left(\frac{r\sqrt{r^2C+K}\,\dot{\nu}}{8\pi\sqrt{r^2C+1}\sqrt{K}} + \frac{\dot{\nu}(r(r^2C+1)(r^2C+K)\dot{\nu}+4C^2r^4+2C(K+3)r^2+4K)}{16\pi(r^2C+1)^{\frac{3}{2}}\sqrt{K}\,\sqrt{r^2C+K}}\right)$$

$$M_1^0 = 0$$

$$M_2^0 = 0 \tag{6}$$

$$M_3^0 = 0$$

olarak elde edilir.

2.2. Teleparallel Kütleçekim Teorisinde Møller Enerji Momentum Tanımlaması ve Çözümleri

Tetradları kullanarak oluşturulmuş olan teleparallel teori yada diğer adı ile tetrad teoriyi ilk Einstein ortaya atmıştır. Møller enerji momentum teoreminin teleparallel kütleçekim teorisindeki karşılığını Mikhail ve ark. [11] geliştirmişlerdir. Tetrad teoride, Møller enerji ve momentum dağılımı aşağıdaki gibidir:

$$\mathrm{Z}_a^{bc} = \frac{(-g)^{1/2}}{2\kappa} \mathfrak{R}_{\chi\rho\sigma}^{\tau bc} [\Phi^\rho g^{\sigma\chi} g_{a\tau} - \zeta g_{\tau a} \xi^{\chi\rho\sigma} - (1-2\zeta) g_{\tau a} \xi^{\sigma\rho\chi}] \tag{7}$$

Burada $\mathfrak{R}_{\chi\rho\sigma}^{\tau bc}$ ifadesi;

$$\mathfrak{R}_{\chi\rho\sigma}^{\tau bc} = \delta_\chi^\tau g_{\rho\sigma}^{bc} + \delta_\rho^\tau g_{\sigma\chi}^{bc} - \delta_\sigma^\tau g_{\chi\rho}^{bc} \tag{8}$$

ile verilir ve $g_{\rho\sigma}^{bc}$ tensörü aşağıdaki gibi yazılır;

$$g_{\rho\sigma}^{bc} = \delta_\rho^b \delta_\sigma^c - \delta_\sigma^b \delta_\rho^c \tag{9}$$

ξ_{abc} con-torsion tensörünün eşiti (9) denklemindeki gibidir:

$$\xi_{abc} = h_{ia} h_{b;c}^i \tag{10}$$

(10) denklemindeki noktalı virgül, kovaryant türevi simgelemektedir. Ayrıca Φ_a basit alan vektörü olup değeri aşağıdaki gibidir:

$$\Phi_a = \xi_{a\rho}^\rho \tag{11}$$

(7) denklemindeki κ ise Einstein sabitidir ve ζ tetrad teorideki boyutsuz bir sabitidir. Enerji yüzey integrali aşağıda verilmiştir;

$$E_{TG}^{Moller} = \lim_{r\to\infty} \int_{r=sabit} \mathrm{Z}_0^{0f} n_f dS \tag{12}$$

Burada, n_f ifadesi, dS yüzey elemanının üçlü vektörüdür [11]. (1) ve (2) numaralı denklemlerden, metriğimiz aşağıdaki gibi elde edilir;

$$ds^2 = \frac{K(1+Cr^2)}{K+Cr^2}\, dt^2 - e^{\lambda(r)}\, dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \tag{13}$$

(13) numaralı Buchdahl modeli için öncelikle tetrad bileşenler aşağıdaki gibi elde edilir:

$$h_0^0 = \sqrt{\frac{K(1+Cr^2)}{K+Cr^2}}, \quad h_1^1 = \sqrt{e^{\lambda}}, \quad h_2^2 = r, \quad h_3^3 = \mathrm{r}\sin(\theta) \tag{14}$$

Yukarıdaki bileşenlerin tersleri ise aşağıdaki gibidir;

$$h_0{}^0 = \left(\frac{K(1+Cr^2)}{K+Cr^2}\right)^{-1/2}, \quad h_1{}^1 = e^{-\frac{\lambda}{2}}, \quad h_2^2 = \frac{1}{r}, \quad h_3^3 = \frac{1}{\mathrm{r}\sin(\theta)} \tag{15}$$

(14), (15) denklemlerini con-torsion tensöründe kullanırsak, aşağıdaki eşitlikleri elde ederiz:

$$\xi_{010} = -\frac{\dot{\nu}\, e^{\nu}}{2} \tag{16}$$

$$\xi_{100} = \frac{\nu e^{\nu}}{2}$$

$$\xi_{212} = -r$$

$$\xi_{313} = r\sin^2(\theta)$$

(10) -(16) denklemlerinin birlikte kullanılması ile temel vektörel alandaki sıfırdan farklı bileşenler bulunur;

$$\Phi^1 = -\frac{(\mathrm{Cr}^2 - \mathrm{K})(\frac{\dot{\nu}}{2} + \frac{2}{\mathrm{r}})}{\mathrm{K}(\mathrm{Cr}^2 + 1)}$$

$$\Phi^2 = \frac{\cos(\theta)}{r^2\sin(\theta)} \tag{17}$$

Denklem (12), (16) ve (17) kullanılarak teleparallel kütleçekim teorisinde Møller enerji ve momentum dağılımları aşağıdaki gibi bulunur:

$$M_0^{0TG} = -\frac{e^{\frac{\nu}{2}}\sin(\theta)\left((Cr^2+1)(Cr^2+K)\dot{\nu}r - C^2(K-2)r^4 - 2C(K-2)r^2 + K\right)}{\kappa\sqrt{K}\sqrt{Cr^2+K}(Cr^2+1)^{\frac{3}{2}}}$$

$$M_1^{0TG} = -\frac{e^{-\frac{\nu}{2}}\sin(\theta)\sqrt{K\left((Cr^2+1)(Cr^2+K)\dot{\nu}r + C^2(K-2)r^4 - 2CKr^2 - K\right)}}{2\kappa\sqrt{Cr^2+1}\,(Cr^2+K)^{\frac{3}{2}}}$$

$$M_2^{0TG} = -\frac{r^2e^{-\frac{\nu}{2}}\sin(\theta)\left((Cr^2+1)(Cr^2+K)\dot{\nu}r + C^2(K-6)r^4 - 2C(K+4)r^2 - 5K\right)}{2\kappa\sqrt{K}\sqrt{Cr^2+K}\,(Cr^2+1)^{\frac{3}{2}}}$$

$$M_3^{0TG} = \frac{r^2e^{-\frac{\nu}{2}}\sin(\theta)(\,r(\cos(\theta-1))(\cos(\theta+1))(Cr^2+1)(Cr^2+K)\dot{\nu}}{2\kappa\sqrt{K}\sqrt{Cr^2+K}\,(Cr^2+1)^{\frac{3}{2}}}$$
$$+(3C^2(K-2)r^4 + 2C(K-4)r^2 - 3K)\cos(\theta)^2 - C^2(K-6)r^4 + 2C(K+4)r^2 + 5K) \quad (18)$$

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Buchdahl modelini kullanarak hem genel rölativite teorisinde hem de teleparallel kütleçekim teorisinde Møller enerji momentum ifadeleri kullanılarak çözümler elde edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Öncelikle genel rölativite teorisindeki sonuçları incelersek, denklem (6)'dan da açıkça görüleceği gibi sadece Møller enerji dağılımı, bu evren modelinde sıfırdan farklı ve tanımlı iken, momentum bileşenlerinin hepsi sıfıra eşit çıkmıştır. Enerji dağılım ifadesinde görüldüğü gibi sonuçlar ν(r) metrik potansiyelinin birinci ve ikinci türevlerini içermektedir. (18) numaralı denklemden Møller enerji momentum dağılımının teleparallel kütleçekim teorisindeki sonuçlarına bakarsak hem enerji hem de momentum bileşenlerinin sıfırdan farklı ve tanımlı değerler aldığı görülmektedir. Her iki teoride de sonuçları genel olarak değerlendirirsek, farklı enerji ve momentum dağılımları elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlardan faydalanarak enerji-momentum probleminin üstesinden gelinebilmesi için farklı teorilerde farklı uzay zaman metrikleri ve tanımlamalar ile araştırmaların devam etmesi gerektiği söylenebilir.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2022-3827 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Einstein, A., Preuss. Akad. Wiss. Berlin, 47, 778, 1915.

[2] Bergmann, P. G., Thomson, R., Spin and Angular Momentum in General Relativity. Phys. Rev., 89 (2), 400, 1953.

[3] Landau, L.D., Lifshitz, E.M., *The Classical Theory of Fields(4th ed).* Pergamon Press, Oxford., 1987.

[4] Papapetrou, A., Einstein's Theory of Gravitation and Flat Space. Proc. R. Ir. Acad. A.,52, 11 1948.

[5] Tolman, R.C., Relativity, Thermodynamics and Cosmology. Oxford University Press, London, UK. 1934.

[6] Weinberg, S., *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*. American Journal of Physics., 41, 1972.

[7] Møller, C., On the Localization of the Energy of a Physical System in the General Theory of Relativity. Ann. Phys., 4 (4), 347, 1958.

[8] Vargas, T., The Energy of the Universe in Teleparallel Gravity. Gen. Rel. Grav., 36 (6), 1255, 2004.

[9] Møller C., On the Localization of the Energy of a Physical System in the General Theory of Relativity. Ann. Phys., 4 (4), 347, 1958.

[10] Buchdahl, H.A., Phys. Rev. D 116, 1027, 1959.

[11] Mikhail, F.I., Wanas, M.I., Hindawi, A., Lashin, E.I., Energy-Momentum Complex in Møller's Tetrad Theory of Gravitation. Int. J. Theor. Phys., 32, 1627, 1993.

SOLAR ENERGY POWERED ORC DESİGN and THERMODYNAMİC ANALYSİS FOR MARDİN PROVİNCE

Doç. Dr. FATİH ÜNAL[1], Doç. Dr. Merve Şentürk ACAR[2]
[1] Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0001-6660-9984
[2]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, merve.0000-0003-1442-4560

ABSTRACT

Nowadays, factors such as limited energy resources, environmental problems resulting from the unconscious use of these limited resources and foreign dependence on energy make it inevitable to use existing energy resources efficiently. In addition, the use of renewable energy resources is of great importance both in minimising environmental problems and in reducing foreign dependence on energy. In this context, the integration of energy systems with renewable energy technologies is important in terms of energy efficiency and sustainable energy. In this study, solar energy powered Organic Rankine Cycle was designed according to the Solar radiation values of Mardin Province. The system has been designed to provide energy to the Organic Rankine Cycle throughout the day through the thermal energy storage system, which is obtained from solar energy with Parabolic collectors. Therminol VP-1 was used as a working fluid in the thermal energy storage. R 1234zf, R1234ze, R134a and pentane/cyclohexane mixture were compared according to the energy analysis. Besides, the most effective turbine inlet pressure and condenser pressure values were determined. As a result of the study, it was determined that the use of the solar energy powered Organic Rankine Cycle is appropriate for Mardin Province.

Keywords: Organic Rankine Cycle, Energy, Solar Energy, Thermal Energy Storage

MARDİN İLİ İÇİN GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ ORC TASARIMI ve TERMODİNAMİK ANALİZİ

ÖZET

Günümüzde sınırlı enerji kaynakları, bu sınırlı kaynakların bilinçsiz kullanımı sonucu ortaya çıkan çevre sorunları ve enerjide dışa bağımlılık gibi faktörler mevcut enerji kaynaklarının verimli kullanılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gerek çevre sorunlarını en aza indirmede gerekse enerjide dışa bağımlılığı azaltmada büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda, enerji sistemlerinin yenilenebilir enerji teknolojileri ile entegresi enerji verimliliği ve sürdürülebilir enerji açısından önemlidir. Bu çalışmada, Mardin ili için belirlenen Güneş radyasyon değerlerine bağlı olarak güneş enerjisiyle çalışan Organik Rankine Çevrimi tasarlanmıştır. Sistem, parabolik kollektörler yardımıyla güneş enerjisinden elde edilen termal enerji depolama sistemi ile gün boyunca Organik Rankine Çevrimine enerji sağlamak üzere tasarlanmıştır. Termal enerji depolamada çalışma akışkanı olarak Therminol VP-1 kullanılmıştır. Enerji analizine göre R 1234zf, R1234ze, R134a ve pentan/sikloheksan karışımı karşılaştırılmıştır. Ayrıca en etkili türbin giriş basıncı ve kondenser basınç değerleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda güneş enerjisi ile çalışan Organik Rankine Çevrimi kullanımının Mardin ili için uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Organik Rankine Çevrimi, Enerji, Güneş Enerjisi, Termal Enerji Depolama

INTRODUCTION

Today, a large part of the energy used to meet the increasing living standards and the rapidly increasing population's energy needs consists of fossil fuels. Fossil fuels, the use of which is increasing in parallel with the ever-increasing energy demand, cause air pollution, global warming and acid rain. While the fossil fuel resources used today are getting depleted, it also causes an increase in energy costs. Therefore, fossil fuels used to meet the world's energy needs are replaced by renewable energy as an alternative. These renewable energy sources are cleaner, cheaper and harmless than fossil fuels. Turkey is a country that meets most of its energy needs from fossil fuels and is dependent on foreign sources for energy supply. For this reason, the country needs to reduce its dependence on fossil fuels by turning to renewable energy sources to protect its economic and strategic interests and meet its increasing energy needs. Turkey is in a geographically advantageous position to benefit from solar energy, which is renewable energy. Turkey's current potential position should be evaluated very well for renewable energy. In this context, the thermodynamic analysis of the cycle was carried out by designing the solar energy-assisted Organic Rankine Cycle according to the global radiation values of the province of Mardin, which is located in the Southeast Anatolian region and receives a high amount of solar radiation.

In the literature, solar energy, power cycles and also solar-powered power cycles were analysed according to thermodynamic and economic analysis[1-14]. Ramos et. al. [5] designed different thermodynamical models of collectors. They determined the most effective working fluids were R245fa and R1233zd for the southern European climate. Li et. al. [6] investigated the solar energy-powered cascade Organic Rankine Cycle with different working fluids according to the source temperature. They determined energy efficiency as 15.62 % for ORC fluid of cyclohexane and hot side temperature at 523 K. Bellos and Tzivanidis [7] designed a new hybrid solar and waste heat powered Organic Rankine Cycle. They found that the toluene was the most effective working fluid with an energy efficiency value of 19.7 % for the waste heat source temperature of 573.15 K. Senturk Acar and Arslan [9] were investigated the performance of the solar and geothermal energy-powered Organic Rankine Cycle. They used R-600a as a working fluid and 593.15 K as the resource temperature. They determined the maximum energy and exergy efficiencies of the hybrid system as 14.54% and 67.84%, respectively.

In this study, energy efficiencies and net power output of the solar energy-powered Organic Rankine Cycle (S-ORC) were examined through thermodynamic analysis. Also, this study focuses on the thermodynamic evaluation of R 365 mfc, R 1234ze (Z), pentane/cyclohexane and R 600a as working fluids for S-ORC. The S-ORC was designed according to the mean global radiation values of Mardin Province.

1. SOLAR ENERGY POWERED ORGANIC RANKINE CYCLE

A flow diagram of the S-ORC was given in Fig. 1. The thermal energy storage tank (TEST) was used for the solar energy integration into the ORC. It is aimed to provide energy to the

ORC all day by storing the solar energy obtained during the day in the TEST. Therminol was used as a working fluid in the parabolic collector. Also, salt was used as a working fluid in the parabolic collector. The heat of solar energy is transferred to the salt by terminol in the TEST. The salt enters the heat exchanger and transferred the heat to the working fluids. Then, the working fluid enters the turbine and expanded.

Figure 1. The flow diagram of the S-ORC.

The R 365 mfc, R 1234ze (Z), 40 % pentane/ 60 % cyclohexane and R 600 were used as a working fluid in the S-ORC. The thermodynamic properties of working fluids were determined by REFPROP [15]. Different turbine inlet pressures and temperatures are used in the designs depending on the thermodynamic properties of the working fluid. The system parameters were given in Table 1. In the system's design, the mean radiation value of Mardin province is taken into account [14]. It is assumed as 1.1933 kWh/m^2.

Table 1. System parameters.

T_{1a} (K)	478.15- 443.15
T_{1b} (K)	353.15
T_{2a} (K)	473.15-438.15
T_{2b} (K)	348.15
T_{3a} (K)	468.15-433.15
P_{3a} (kPa)	3200-3000-2800-2600-2400-2000-1800-1600-1400-1200
P_{3b} (K)	100-200-300-400-500-600-700-800
T_{3c} (kPa)	310.15
T_{3a} (K)	588.15
T_{3b} (K)	543.15
T_{3a} (K)	298.15
T_{3b} (K)	305.15

2. ENERGY ANALYSIS

The reference state is 25 ºC and 101.325 kPa in the thermodynamic analysis. Kinetic and potential energy effects are negligible. Efficiencies of the system units were given in Table 2.

Table 2. The system units' efficiencies [9, 16, 17, 18].

Heat transfer efficiency from collectors to the thermal energy storage unit ($\boldsymbol{\eta_{test}}$)	0.98
Isentropic efficiency of the turbine ($\boldsymbol{\eta_t}$)	0.85
The efficiency of electric generator ($\boldsymbol{\eta_g}$)	0.99
Isentropic efficiency of the pump ($\boldsymbol{\eta_p}$)	0.90
The efficiency of heat exchanger ($\boldsymbol{\eta_{he}}$)	0.98
Collector heat loss coefficient ($\boldsymbol{U_L}$)	3.82 W/m^2 °C
Thermal conductivity of receiver ($\boldsymbol{k}$)	16 W/m °C
Transmissivity of cover glazing ($\boldsymbol{\tau_c}$)	0.90
Effective transmissivity of Parabolic Collector ($\boldsymbol{\tau_{PC}}$)	0.94
Absorptivity of the receiver ($\boldsymbol{\alpha_{ar}}$)	0.87
Incidence angle modifier (**κ (θ)**)	0.89
Intercept factor (γ)	0.95

The governing energy equations of solar energy-powered ORC were obtained as follows. The rate of net solar energy gained for the parabolic collector can be calculated as follows [17].

$$\dot{Q}_c = N \cdot F_R \cdot \left[I \cdot A_a \cdot \eta_{pc} - A_r \cdot U_L \cdot (T_{1b} - T_0)\right] \tag{1}$$

here, N; the collector number, I; solar radiation, A_a; aperture area, T_{1b}; the receiver inlet temperature of the terminol, T_0; Ambient temperature. The parabolic collector efficiency;

$$\eta_{pc} = \alpha_r \cdot \tau_{PC} \cdot \kappa\,(\theta) \cdot \tau_{PC}$$

Here, η_{pc} is the efficiency of the parabolic collector. The heat transferred from the sun can be calculated as;

$$\dot{Q}_{sun} = I \cdot A_a \cdot N \tag{2}$$

The mass of the terminol can be calculated as;

$$\dot{m}_1 = \frac{\dot{Q}_{pc}}{(T_{1a} - T_{1b}) \cdot c_{terminol}} \tag{3}$$

The turbine power;

$$\dot{W}_t = \dot{m}_{wf} \cdot (h_{3a} - h_{3b}) \tag{4}$$

The electrical power output of the generator can be calculated as;

$$\dot{W}_g = \eta_g \cdot \dot{W}_t \tag{5}$$

The power consumption occurring in the pump;

$$\dot{W}_p = \dot{m}_3 \cdot (h_{3d} - h_{3c}) \tag{6}$$

The heat is transferred at the heat exchanger;

$$\dot{Q}_{he} = \dot{m}_2 \cdot (h_{3a} - h_{3b}) \cdot \eta_{he} \tag{8}$$

The net power output;

$$\dot{W}_{net} = \dot{W}_g - \dot{W}_p \tag{9}$$

The energy efficiency of the system;

$$\eta_{S-ORC} = \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_{sun}} \tag{10}$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

The mean global radiation value (I) [14] and thermodynamic properties of working fluids were taken into account in the design of the S-ORC. Taking the turbine inlet temperature and working fluid respectively as 468,15 kPa and R 365 mfc the change of the energy efficiency according to the different turbine inlet and outlet pressures were calculated as shown in Figure 2.

Figure 2. The variation of η_{S-ORC}versus P_{3a} and P_{3b} (R 365mfc- T_{3a} =468.15K).

Fig. 2 shows that the η_{S-ORC} values of the S-ORC increase with the increase of the P_{3a} and the decrease of the P_{3b}. The η_{S-ORC} of the proposed system ranges between 4.674 % and 15.633 %. The $\dot{W}_{net}$ of the proposed system ranges between 35.111 and 150.941 kW. Taking the turbine inlet temperature and working fluid respectively as 433.15 K and R 365mfc, the change of η_{S-ORC} with different P_{3a} and P_{3b} was obtained as shown in Fig. 3.

Figure 3. The variation of η_{S-ORC}versus P_{3a} and P_{3b} (R 365mfc- T_{3a} =433.15K).

Fig. 3 shows that the η_{S-ORC} values of the S-ORC increase with the increase of the P_{3a} and the decrease of the P_{3b}. The maximum η_{S-ORC} of the proposed system was determined as 14.523 %. The minimum η_{S-ORC} of the proposed system was determined as 1.927 %. The $\dot{W}_{net}$ of the proposed system ranges between 8.188 and 140.221 kW. Taking the turbine inlet temperature and working fluid respectively as 468.15 K and 40 % pentane/ 60 % cyclohexane, the change of η_{S-ORC} with different P_{3a} and P_{3b} was obtained as shown in Fig. 4.

Figure 4. The variation of η_{S-ORC}versus P_{3a} and P_{3b} (40 % pentane/ 60 % cyclohexane - T_{3a} =468.15K).

Fig. 4 shows that the η_{S-ORC} values of the S-ORC increase with the increase of the P_{3a} and the decrease of the P_{3b}. The η_{S-ORC} of the proposed system ranges between 1.783 % and

14.183 %. The $\dot{W}_{net}$ of the proposed system ranges between 17.216 and 136.945 kW. Taking the turbine inlet temperature and working fluid respectively as 433.15 K and R 1234ze (Z), the change of η_{S-ORC} with different P_{3a} and P_{3b} was obtained as shown in Fig. 5.

Figure 5. The variation of η_{S-ORC} versus P_{3a} and P_{3b} (R 1234ze (Z) - T_{3a} =433.15K).

Fig. 5 shows that the η_{S-ORC} values of the S-ORC increase with the increase of the P_{3a} and the decrease of the P_{3b}. The η_{S-ORC} of the proposed system ranges between 2.720 % and 13.984 %. The $\dot{W}_{net}$ of the proposed system ranges between 26.265 and 135.015 kW. Taking the turbine inlet temperature and working fluid respectively as 433.15 K and R 600a, the change of η_{S-ORC} with different P_{3a} and P_{3b} was obtained as shown in Fig. 6.

Figure 6. The variation of η_{S-ORC} versus P_{3a} and P_{3b} (R 600a - T_{3a} =433.15K).

Fig. 6 shows that the η_{S-ORC} values of the S-ORC increase with the increase of the P_{3a} and the decrease of the P_{3b}. The η_{S-ORC} of the proposed system ranges between 3.020 % and 12.552 %. The $\dot{W}_{net}$ of the proposed system ranges between 29.160 and 121.188 kW.

4. CONCLUSION

In this study, the solar energy-powered Organic Rankine cycle was investigated according to the thermodynamic analysis for different working fluids, parabolic collector exit temperature, condenser pressure, turbine inlet temperature and pressure values.

As a result, the most effective working fluid parabolic collector exit temperature, condenser pressure, turbine inlet pressure and temperature values were determined according to the thermodynamic analysis as R 365 mfc, 478.15 K, 100 kPa, 3200 kPa and 468.15 K. The energy efficiency and net power output values were calculated for the most effective system design as 15.633 % and 150.941, respectively.

It is clear that if the use of Renewable Energy Resources and the support of traditional technologies with renewable energies are expanded, it will be a good solution for both the efficient use of energy and the search for different alternatives in energy.

REFERENCES

[1] Gao, Y., Chen, B., Wu, D., Dai, Z., Wang, C., Zhang, X., Comparative study of various solar power generation systems integrated with Nano fluid-flat heat pipe, Applied Energy, 327, 1-15, https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120052, 2022.

[2] Al-Barqi, A.S., Bukharin, N., Zazoum, B., El Hassan, M., Design of a 100 MW concentrated solar power Linear Fresnel plant in Riyadh, Saudi Arabia: A comparison between molten salt and liquid sodium thermal energy storage, Energy Reports, 8, 697-704, 2022

[3] Hao, X., Shan, S., Gao, N., Chen, G., Wang, Q., Tangtang G., Performance analysis of a novel combined cooling, heating and power system with solar energy spectral beam splitting, Energy Conversion and Management, 276, https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116500, 2023.

[4] Al Kindi, A.A., Sapin, P., Pantaleo, A.M., Wang, K., Markides, C.N., Thermo-economic analysis of steam accumulation and solid thermal energy storage in direct steam generation concentrated solar power plants, Energy Conversion and Management, 274, https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116222, 2022.

[5] Ramos, A., Chatzopoulou, M.A., Freeman, J., Markides, C.N., Optimisation of a high-efficiency solar-driven organic Rankine cycle for applications in the built environment, Applied Energy, 228, 755-765, 2018.

[6] Li, J., Li, P., Pei, G., Alvi, J.Z., Ji, j., Analysis of a novel solar electricity generation system using cascade Rankine cycle and steam screw expander, Applied Energy, 165, 627-638, 2016.

[7] Bellos, E., Tzivanidis, C., Investigation of a hybrid ORC driven by waste heat and solar energy, Energy Conversion and Management, 156, 427-439, 2018.

[8] Senturk Acar, M. and Arslan, O., Performance Analysis of Solar and Geothermal Energy Powered Kalina Cycle, *5th International Anatolian Energy Symposium*, 24-26 March 2021, Karadeniz Technical University, Trabzon/Turkey.

[9] Senturk Acar, M. and Arslan, O., Energy and exergy analysis of solar energy-integrated, geothermal energy-powered Organic Rankine Cycle, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 137, 659–666, 2019.

[10] Unal, F., Temir, G. & Köten, H. Energy, exergy and exergoeconomic analysis of solar-assisted vertical ground source heat pump system for heating season. J Mech Sci Technol 32, 3929–3942 (2018). https://doi.org/10.1007/s12206-018-0744-1

[11] Unal, F., & Ozkan, D. B. (2018). Application of exergoeconomic analysis for power plants. Thermal Science, 22(6 Part A), 2653-2666.

[12] Beyazit, N. I., Unal, F., & Bulut, H. (2020). Modeling of the hourly horizontal solar diffuse radiation in Sanliurfa, Turkey. Thermal Science, 24(2 Part A), 939-950.

[13] Akan, A. E. ve Ünal, F.(2019). 4E Analysis of Thermal Power Plants, Theoretical Investigations and Applied Studies in Engineering, Chapter 17, 1st Edition, Ekin Publishing House, Turkey.

[14] Boz, İ., Ayanoglu, A., Ayas, G. and Unal, F. (2022). Investigation of Temperature Effect on Electrical Efficiency for a Photovoltaic - Thermal Hybrid System, International Journal of Science and Research (IJSR), 11(8), 1158-1163.

[15] Lemmon, E.W., Bell, I.H., Huber, M.L., McLinden, M.O., NIST Standard Reference Database 23: Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties-REFPROP. National Institute of Standards and Technology (NIST) 2018, Version 10.0.

[16] Arslan O., Ultimate evaluation of Simav-Eynal geothermal resources: design of integrated system and its energy-exergy analysis. Ph.D. thesis. Eskisehir: Eskisehir Osmangazi University. Institute of Applied Sciences; 2008 (in Turkish).

[17] Yuksel, Y.E., Thermodynamic assessment of modified Organic Rankine Cycle integrated with parabolic trough collector for hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy, 5832-5841, 2018.

[18] Aydin, D., Utlu, Z., Kincay, O., Thermal Performance Analysis of a Solar Energy Sourced Latent Heat Storage, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50, 1213–25, 2015.

EKLEM HASTALIKLARI TEDAVİSİNDE KILAVUZ MOLEKÜL SEMAFORİNLER

Doç. Dr. Fatih Kar [1]

[1] Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 0000-0001-8356-9806

ÖZET

Osteoartrit (OA), eklem kıkırdağının ilerleyici ve geri dönüşümsüz şekilde kaybının yol açtığı eklem ağrısı ve disfonksiyonu ile karakterize dejeneratif eklem hastalığıdır. OA en sık rastlanan eklem hastalığı olup her toplum ve etnik grubu etkiler. Çeşitli çalışmalardan elde edilen sonuçlar analiz edildiğinde engellilik nedenleri arasında kadınlarda 7'inci, erkeklerde 12'nci sırada ve yaşlı popülasyonda 5'inci sırada yer aldığı bulunmuştur. OA'nın erken teşhisi, OA tedavisi ve etkin terapiler geliştirmek için hala çalışmalar da bulunulmaktadır. OA'nın neden olduğu ağrıdan kurtulmak için bir 'altın standart' yöntem eksikliği bulunmaktadır. Gelecekte OA'nın önlenmesi ve/veya tersine çevrilmesi yoluyla daha uzun vadeli çözümler geliştirmek amacıyla ortak dejenerasyona ve ağrı belirtilerine yol açan patofizyolojik mekanizmaların anlaşılmasına odaklanan yeni araştırmalar gerekmektedir. Yirmiden fazla membrana bağlı proteinlerden oluşan semaforin ailesi, nöral aksonal fonksiyon, anjiyojenez ve kemik oluşumu gibi gelişme ve yara onarımında kritik bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar, bazı semaforin aile üyelerinin osteogenezi teşvik ederek kemik yapımında yer aldığını göstermektedir. Bununla birlikte, kemik gelişiminde ve rejenerasyonda semaforinin güçlü rolü ileri sürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Osteoartrit, Semaforinler, Biyobelirteçler

1. OSTEOARTRİT

Artrit, dünya çapında milyonlarca insanı etkileyen yaygın bir sağlık sorunudur. Artritten muzdarip hastalar şiddetli eklem ağrısı ile mücadele eder ve bu yetişkinlerin neredeyse yarısı hayatları boyunca kalıcı ağrı yaşarlar [1]. Günümüzde yetişkinlerde görülen en yaygın artrit tipi, dejeneratif eklem hastalığı olarak da bilinen osteoartrittir (OA). Dünya genelinde yaklaşık 250 milyon kişiyi etkileyen OA, yaşlı kadınlarda (hastaların yaklaşık %35'i 65 yaşından büyük kadınlardır) ve obezlerde daha sık görülür [2]. Osteoartrit (OA) "dejeneratif eklem hastalığı" olarak adlandırılmaktadır. Ancak OA, sadece bir "aşınma ve yıpranma" süreci değil, etkilenen eklem içindeki inflamatuar aracıların neden olduğu çok daha karmaşık bir hastalıktır [3, 4]. En sık etkilenen eklemler, kalça ve diz gibi yük taşıyan veya el eklemleri gibi aşırı kullanıma maruz kalmış olanlardır [5]. Altmış yaşın üzerindeki kadınların yaklaşık %13'ü, erkeklerin %10'u semptomatik diz OA'dan muzdariptir [6]. Gittikçe uzayan insan ömrü ve ülkelerin nüfuslarındaki artan obezite oranları, OA hastalarının özür oranlarını, bakım ihtiyaçlarını ve sağlık giderlerini arttırmaktadır [2]. Osteoartritin kesin bir tedavisi olmamakla birlikte yaşam boyu devam eden bir sürecin yönetimi söz konusudur. OARSI ve ACR gibi güncel kılavuzlarda

yer alan farmakolojik olmayan yöntemlerden hastanın bilinçlendirilmesi ve eğitimi, özellikle yer egzersizleri ve thai-chi ile yoga gibi beden-vücut temelli egzersiz türleri en kuvvetli şekilde önerilenler arasındadır [7, 8]. Farmakolojik tedavide ise sistemik kullanılabilen seçeneklerden en önemli ve etkilisi -gastrointestinal ve kardiyovasküler sistemlerde kullanıma engel durum olmaması koşuluyla- steroid olmayan anti-inflamatuar ilaçlardır (NSAID). Fakat söz konusu farmakolojik seçenekler sistemik olası yan etkileri barındırabildikleri için hastalar için kısıtlayıcı olabilmektedir. Kısıtlayıcı durumlar varlığında ya da oral olarak uygulanan ilaçların fayda göstermemesi durumunda ise eklem içi steroid enjeksiyonları diğer ajanlara nazaran öncelikli şekilde önerilmektedir. Lokal kullanılan pomad ya da krem özelliğindeki NSAID grubu da minimal sistemik yan etki avantajları sayesinde güncel kılavuzlarda kuvvetli şekilde önerilen tedaviler arasındadır [9]. Neticede kür tedavisi olmayan OA yönetiminde nihai amacın eklem yetmezliği komplikasyonlarını ve eklem değişimi (implant) ihtiyacını önlemek veya önemli ölçüde geciktirmek ve ayrıca artan fonksiyon kaybını ve kötüleşen ağrıyı azaltmak olduğu en güncel kılavuzlarda ve literatürde ana hedefler olarak belirtilmektedir [10, 11]. Bu noktada sistemik yan etki potansiyeli olmayan ya da en düşük olan fakat OA ‘nın yönetiminde etkili sonuçlar üretebilecek yöntemleri bulma arayışları hızla devam etmektedir.

2. OSTEOARTRİT PATOGENEZİNDE YARARLANILAN BİYOKİMYASAL BELİRTEÇLER

Normal koşullarda, laboratuar testleri OA tanısını koymak için yeterli değildir. Bauer ve ark. BIPED'i, hastalık yükü için B, araştırmacı için I, prognostik için P, müdahalenin etkinliği için E ve tanı için D kullanan, OA biyolojik belirteçleri için bir sınıflandırma şeması olarak önermektedir [12]. Ekim 2012'de toplanan ESCEO (European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis) çalıştayında, altmışaltı adet yayın derlendiğinde çok sayıda biyolojik belirteç adayı tespit edilmiştir [13]. Bazıları umut verici kabul edilmiş ancak en iyi adaylardan hiçbiri klinik kullanıma girememiştir [14]. Yararlı klinik belirteçler arasında, OA'daki ruhsatlı ilaçların başlıca endikasyonlarından biri olan ağrının varlığı, şiddeti ve fonksiyonel kısıtlığı en belirgin ve önemli faktörlerdir [15]. Toplam yirmi altı biyokimyasal belirteç belirlenmiştir, on beşi kollajen metabolizmasında yer alıp ; sekiz tanesi tip II kollajen degradasyonunda (CTX-II, HELIX-11, C2C, Coll2-1,Coll2-1 NO(2), TIINE) ve ikisi sentezinde (PIIANP, PIICP), beş tanesi tip I kolajen yıkımı (NTX-1, CTX-1, ICTP) ve yapımında (PICP, PINP), biri tip I ve II kolajen degradasyonunda (C1, 2C), sonuncusu da tip III kolajen sentezinde (PIIINP) bulunmaktadır. Kıkırdak, kemik ya da sinoviyal metabolizmanın şu anki biyokimyasal belirteçlerinden hiçbirinin, OA'lı bireysel hastalarda tanıya ve prognoza yardımcı olmadığı, klinik araştırmaların tasarlanmasını kolaylaştırmak ya da ek olarak kullanılan bir sonuç olarak hareket etmek için yeterince ayrımcı olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak değerlendirilen 12 biyokimyasal belirteç kıkırdağın parçalanması ile ilgilidir. İdrarda CTX-II, C1, 2C, C2C, Coll2-1NO2 , serumda COMP, C1, 2C, C2C, CPII, PIIANP, CS846, MMP-3, kemik rezorpsiyonu (serum ve idrarda NTX-I, CTX-I) ve sinovitiste (serum HA) olarak belirtilmiştir [13].

OA'nın etyolojisinde rol alan biyokimyasal faktörlerin araştırılmasında kaydedilen ilerlemeler, yeni tanısal ve terapötik hedefleri önermekte ve OA yönetimini arttırmak için değerli bilgiler sağlamaktadır.

OA patogenezinde en iyi çalışılan sitokinlerden biri olan IL-1'in, hem kıkırdak bozunmasında hem de yolakların uyarılmasında belirgin bir rol oynadığı gösterilmiştir. IL-1, Ekstrasellüler Matriks (ECM) sentezini inhibe etme ve yükseltme konusunda güçlü biyoaktiviteler göstermektedir [16]. TNF-α, OA patofizyolojisinde güçlü katabolik etkilerine ilaveten duyusal nöronları doğrudan TNFR1 ve TNFR2 reseptörler vasıtasıyla aktive eder ve IL-1, IL-6 ve IL-8 üretimiyle bir inflamasyon reaksiyonu basamağını başlatır [17].

3. SEMAFORİN PROTEİN AİLESİ

Yirmiden fazla membrana bağlı proteinlerden oluşan semaforin ailesi, nöral aksonal fonksiyon, anjiyojenez ve kemik oluşumu gibi gelişme ve yara onarımında kritik bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar, bazı semaforin aile üyelerinin osteogenezi teşvik ederek kemik yapımında yer aldığını göstermektedir. Bununla birlikte, kemik gelişiminde ve rejenerasyonda semaforinin güçlü rolü ileri sürülmüştür. Yakın zamanda yapılan çalışmalar Semaforin'lerin kemik homeostazı ve kemik hastalığına nasıl katıldığına dair ipuçları sağlamıştır.

Semaforin ailesi, başlangıçta sinir sistemi gelişiminin düzenleyicileri olarak tanımlanmış olan geniş bir protein grubudur. Semaforin ailesinin üyeleri sekiz kategoriye ayrılır: omurgasızlarda 1. ve 2. sınıflar, omurgalılarda 3-7. sınıflar bulunur ve 8. sınıf viral kodlanmış proteinlerdir [18]. Omurgalı semaforinler arasında 3. sınıf üyeler salgılanır ve 4-7. sınıflardakiler zara bağlıdır. Bununla birlikte, zara bağlı semaforinlerin bir kısmı parçalanabilir ve dolaşıma salınabilir. Tüm semaforların yapısal bir özelliği, yedi bıçaklı bir β-pervane katından oluşan N-terminal ~500 kalıntı uzunluğundaki SEMA adı verilen domain alanıdır. Semaforinler ayrıca PSI (pleksinler, semaforinler ve integrinler) resptörleri, immünoglobulin benzeri (Ig) ve temel C-terminal alanları ile tanımlanır [19, 20]. Semaforinler için ana reseptörler, omurgalılarda dört sınıf (PlexinA-D) ve dokuz üyeden oluşan bir aile olan pleksinlerdir. Sinyal ileten motifler olarak işlev gören PlexinA üyelerine (Plexin A1–A4) ek olarak, sınıf 3 semaforinler ayrıca ligand bağlama alt birimini oluşturan ko-reseptörler nöropilinlere (NRP-1 ve -2) ihtiyaç duyar. Ek olarak, bazı semaforinler, TIM-2 (Sema4A), CD72 (Sema4D), β1-integrin (Sema7A) ve MET (Sema4D ve Sema5C) gibi diğer reseptörlere bağlanabilir [19-22].

Çalışmalar, hücre göçünü ve aksonal büyüme konisi rehberliğini kontrol etmedeki rollerinin yanı sıra, semaforinlerin inflamasyon, anjiyogenez, apoptoz, fibroz, kemiğin yeniden şekillenmesi ve hücre istilası gibi diğer biyolojik ve patolojik süreçlerde rol oynadığını göstermiştir [23-26].

4. OSTEOARTRİT VE SEMAFORİNLER

Semaforinlerin OA'da yer alan patolojik süreçlerdeki belirgin rolleri olmasına rağmen, bu ailenin hastalıktaki potansiyel değişiklikleri ve işlevleri büyük ölçüde bilinmemektedir. Ancak özellikle sınıf 3 semaforinlerin kemik gelişimi üzerinde etkileri iyi bilindiğinden OA patolojisinde en çok çalışılan sınıf 3 semaforinler olmuştur.

Sınıf 3 semaforinler ve reseptörleri, kemik ve kıkırdak gelişimini ve yeniden yapılandırmayı etkiler. SEMA-3A eksikliği anormal kemik ve kıkırdak oluşumuna neden olur. SEMA-3A güçlü bir immünosupresif faktör olarak görev almaktadır. SEMA-3A, aktive edilmiş

T hücreleri tarafından eksprese edilir ve T hücresi çoğalması ve sitokin sekresyonunu inhibe eder [27]. SEMA-3A sinyalizasyon sistemi genellikle kondrositler, osteoblastlar ve osteoklastlarda ifade edilir [28]. Kemik iliğinden alınan osteoklastik benzeri çok çekirdekli hücrelerin, zaten SEMA-3A'nın ligandlarını ve reseptörlerini ifade ettiği gösterilmiştir [29]. Yapılan bir çalışmada, SEMA-3A knouck out farelerde osteoblastik kemik oluşumunda bir azalma ve osteoklastik kemik rezorpsiyonunda bir artışa neden olan SEMA-3A (-/-) şiddetli bir osteopenik fenotip gözlemlendi [30]. SEMA-3A (-/-) farelerde 3. , 6. ve 12. aylarda kemik rezorpsiyonunda belirgin bir değişim olmadan kemik oluşumunda bir azalmaya bağlı olarak kemik kütlesinde %25'lik bir azalma olduğu, ancak bir serum kemik rezerpsiyon belirtecin de ise anlamlı olmayan bir artış olduğu gözlenmiştir. SEMA-3A'nın intravenöz uygulanması, bir kortikal kemik defekti fare modelinde kemik rejenerasyonunu hızlandırmıştır. SEMA-3A ile tedavi edilen farelerde, daha yüksek rejenere kortikal kemik hacmi ve önemli ölçüde osteoblast yüzeyinde artma ve yaralı bölgenin çevresindeki osteoklast yüzeyinde azalma gösterilmiştir [31]. SEMA-3A'nın, osteoartrit kıkırdağında aşırı eksprese olduğu ve osteoartritik kıkırdakta hücre göçünün inhibisyonu yoluyla kondrosit klonlamasında rol oynayabileceği gösterilmiştir [32].

5. SONUÇ

Semaforinlerin OA'da yer alan patolojik süreçlerdeki önemli rollerine rağmen, bu ailenin hastalıktaki potansiyel değişiklikleri ve işlevleri büyük ölçüde bilinmemektedir. Bu sonuçlar, Sema3A inhibisyonunun OA tedavisi için ilginç bir terapötik hedef olabileceğini düşündürmektedir. Ancak Sema3A'nın hastalıkta koruyucu rolleri de olabilir. Bu nedenle, Sema3A'nın OA patogenezindeki rolünü aydınlatmak için daha fazla *in vitro* ve *in vivo* çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

[1] Lindler, B. N., Long, K. E., Taylor, N. A., & Lei, W. Use of herbal medications for treatment of osteoarthritis and rheumatoid arthritis. Medicines, 7(11), 67, 2020.

[2] Mora, J. C., Przkora, R., Cruz-Almeida, Y. Knee osteoarthritis: pathophysiology and current treatment modalities. Journal of pain research, 11, 2189, 2018.

[3] Berenbaum, F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). Osteoarthritis and cartilage, 21(1), 16-21, 2013.

[4] Kapoor, M., Martel-Pelletier, J., Lajeunesse, D., Pelletier, J. P., Fahmi, H. Role of proinflammatory cytokines in the pathophysiology of osteoarthritis. Nature Reviews Rheumatology, 7(1), 33-42, 2011.

[5] Spitaels, D., Mamouris, P., Vaes, B., Smeets, M., Luyten, F., Hermens, R., Vankrunkelsven, P. Epidemiology of knee osteoarthritis in general practice: a registry-based study. BMJ open, 10(1), e031734, 2020.

[6] Heidari, B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. Caspian journal of internal medicine, 2(2), 205, 2011.

[7] Bannuru, R. R., Osani, M. C., Vaysbrot, E. E., Arden, N. K., Bennell, K., Bierma-Zeinstra, S. M. A., McAlindon, T. E. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. Osteoarthritis and cartilage, 27(11), 1578-1589, 2019.

[8] Kolasinski, S. L., Neogi, T., Hochberg, M. C., Oatis, C., Guyatt, G., Block, J., Reston, J. 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee. Arthritis & Rheumatology, 72(2), 220-233, 2020.

[9] Szunerits, S., Boukherroub, R. Heat: A Highly Efficient Skin Enhancer for Transdermal Drug Delivery. Front Bioeng Biotechnol, 6, 15, 2018.

[10] King, L. K., Kendzerska, T., Waugh, E. J., Hawker, G. A. Impact of osteoarthritis on difficulty walking: a population-based study. Arthritis care & research, 70(1), 71-79, 2018.

[11] Clynes, M. A., Jameson, K. A., Edwards, M. H., Cooper, C., Dennison, E. M. Impact of osteoarthritis on activities of daily living: does joint site matter?. Aging clinical and experimental research, 31(8), 1049-1056, 2019.

[12] Bauer, D. C., Hunter, D. J., Abramson, S. B., Attur, M., Corr, M., Felson, D., Kraus, V. B. Classification of osteoarthritis biomarkers: a proposed approach. Osteoarthritis and Cartilage, 14(8), 723-727, 2006.

[13] Lotz, M., Martel-Pelletier, J., Christiansen, C., Brandi, M. L., Bruyère, O., Chapurlat, R., Reginster, J. Y. Republished: Value of biomarkers in osteoarthritis: current status and perspectives. Postgraduate medical journal, 90(1061), 171-178, 2014.

[14] Bruyere, O., Cooper, C., Arden, N., Branco, J., Brandi, M. L., Herrero-Beaumont, G., Reginster, J. Y. Can we identify patients with high risk of osteoarthritis progression who will respond to treatment? A focus on epidemiology and phenotype of osteoarthritis. Drugs & aging, 32(3), 179-187, 2015.

[15] Mazzuca, S.A., Brandt, K.D., Chakr, R., Lane, K.A. Varus malalignment negates the structure modifying benefits of doxycycline in obese women with knee osteoarthritis. Osteoarthr Cartil, 18(8), 100811, 2010.

[16] Benito, M.J., Veale, D.J., FitzGerald, O., van den Berg, W.B., Bresnihan, B. Synovial tissue inflammation in early and late osteoarthritis. Annals of the Rheumatic Diseases, Sep. vol. 64(no. 9), 1263–1267, 2005.

[17] Sommer, C. Recent findings on how proinflammatory cytokines cause pain: peripheral mechanisms in inflammatory and neuropathic hyperalgesia. Neuroscience letters, 2004.

[18] Garcia, S. Role of semaphorins in immunopathologies and rheumatic diseases. International Journal of Molecular Sciences, 20(2), 374, 2019.

[19] Takamatsu, H., Kumanogoh, A. Diverse roles for semaphorin S plexin signaling in the immune system. Trends Immunol, 33, 127–135, 2012.

[20] Kumanogoh, A., Kikutani, H. Immunological functions of the neuropilins and plexins as receptors for semaphorins. Nat. Rev. Immunol, 13, 802–814, 2013.

[21] Suzuki, K., Kumanogoh, A., Kikutani, H. Semaphorins and their receptors in immune cell interactions. Nat. Immunol, 9, 17–23, 2008.

[22] Sharma, A., Verhaagen, J., Harvey, A.R. Receptor complexes for each of the Class 3 Semaphorins. Front. Cell. Neurosci, 6, 28, 2012.

[23] Hu, S., Zhu, L. Semaphorins and their receptors: From axonal guidance to atherosclerosis. Front. Physiol, 9, 1236, 2018

[24] Tamagnone, L. Emerging Role of Semaphorins as Major Regulatory Signals and Potential Therapeutic Targets in Cancer. Cancer Cell, 22, 145–152, 2012.
[25] Neufeld, G., Kessler, O. The semaphorins: Versatile regulators of tumour progression and tumour angiogenesis. Nat. Rev. Cancer, 8, 632–645, 2008.
[26] Roth, L., Koncina, E., Satkauskas, S., Crémel, G., Aunis, D., Bagnard, D. The many faces of semaphorins: From development to pathology. Cell. Mol. Life Sci, 66, 649–666, 2009.
[27] Lepelletier, Y., Moura, I. C., Hadj-Slimane, R., Renand, A., Fiorentino, S., Baude, C., Hermine, O. Immunosuppressive role of semaphorin-3A on T cell proliferation is mediated by inhibition of actin cytoskeleton reorganization. European journal of immunology, 36(7), 1782-1793, 2006.
[28] Behar, O., Golden, J. A., Mashimo, H., Schoen, F. J., Fishman, M. C. Semaphorin III is needed for normal patterning and growth of nerves, bones and heart. Nature, 383(6600), 525-528, 1996.
[29] Togari, A., Mogi, M., Arai, M., Yamamoto, S., Koshihara, Y. Expression of mRNA for axon guidance molecules, such as semaphorin-III, netrins and neurotrophins, in human osteoblasts and osteoclasts. Brain research, 878(1-2), 204-209, 2000.
[30] Hayashi, M., Nakashima, T., Taniguchi, M., Kodama, T., Kumanogoh, A., & Takayanagi, H. Osteoprotection by semaphorin 3A. Nature, 485(7396), 69-74, 2012.
[31] Fukuda, T., Takeda, S., Xu, R., Ochi, H., Sunamura, S., Sato, T., Itoh, H. Sema3A regulates bone-mass accrual through sensory innervations. Nature, 497(7450), 490-493, 2013.
[32] Okubo, M., Kimura, T., Fujita, Y., Mochizuki, S., Niki, Y., Enomoto, H., Okada, Y. Semaphorin 3A is expressed in human osteoarthritic cartilage and antagonizes vascular endothelial growth factor 165–promoted chondrocyte migration: An implication for chondrocyte cloning. Arthritis & Rheumatism, 63(10), 3000-3009, 2011.

PROSTAT HİPERTROFİSİ TEDAVİSİNDE KULLANILAN BİTKİSEL İLAÇLAR

Öğr. Gör., ARSLAN SAY[1], Dr. Öğr. Üyesi DEMET ÇAKIR[2], Dr. Öğr. Üyesi HİLAL ÖZBEK[3]

[1]Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin SHMYO, ORCID ID 0000-0001-5454-3105

[2]3Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID ID 0000-0003-4794-516X

[3]Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID ID 0000-0001-6368-2633

ÖZET

Benign prostat hiperplazisi (BPH), özellikle 50 yaşından sonra erkeklerde görülen en yaygın üriner hastalıklardan biridir. Bu multifaktöriyel hastalığın prevalansı yaşla birlikte artış göstermektedir. Yaşlanmayla birlikte testosteronun plazma seviyesi ve testosteron/östrojen oranı düşer, bu da prostat hücrelerinin hiperplazisini kolaylaştırabilecek östrojen aktivitesinin artmasına neden olur. Başka bir teori, dihidrotestosteron (DHT) ve testosteronu DHT'ye dönüştüren 5α-redüktaz enziminin aktivitesine odaklanır. Yaşlı erkeklerde bu enzimin aktivitesi yükselerek testosteron/DHT oranının düşmesine neden olur. DHT, prostat hücresi büyümesini destekleyerek hiperplaziye neden olabilir. Bazı bitkiler ve bunların bileşikleri, bu enzimi modüle ederek etkiler ortaya koyarlar ve yukarıda gösterilen hedeflere sahiptirler. Bu derleme, kabak çekirdeği, söğüt otu, domates, deniz çamı kabuğu, Pygeum africanum kabuğu, çavdar poleni, testere palmetto meyvesi ve ısırgan kökü gibi BPH tedavisinde en yaygın kullanılan bitkisel ilaçlara odaklanarak en son klinik çalışmaları ve sonuçlarını vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Benign prostat hiperplazisi, Bitkisel ilaçlar. Tedavi

HERBAL MEDICINES USED TO TREATMENT OF PROSTATIC HYPERTROPHY

ABSTRACT

Benign prostatic hyperplasia (BPH) is one of the most common urinary disorders in men, especially after the age of 50. The prevalence of this multifactorial disease increases with age. With aging, the plasma level of testosterone and the testosterone/oestrogen ratio decrease, resulting in increased oestrogen activity that may facilitate hyperplasia of prostate cells. Another theory focuses on the activity of the enzyme 5α-reductase, which converts dihydrotestosterone (DHT) and testosterone to DHT. In older men, the activity of this enzyme increases, causing a decrease in the testosterone/DHT ratio. DHT can promote prostate cell growth, causing hyperplasia. Some plants and their compounds exert effects by modulating this enzyme and have the goals shown above. This review highlights the latest clinical studies and results, focusing on the most commonly used herbal remedies for the treatment of BPH, such as pumpkin seeds, willow grass, tomatoes, maritime pine bark, Pygeum africanum bark, rye pollen, saw palmetto fruit, and nettle root.

Keywords: Benign prostatic hyperplasia, Herbal medicines. Treatment

1. GİRİŞ

Benign prostat hiperplazisi (BPH) alt üriner sistem semptomlarına yol açabilen en sık görülen üriner sistem hastalıklarından birisidir. Hastalığın ortaya çıkmasındaki en önemli faktör yaştır ve yaygınlığı toplumda yaşla birlikte artış gösterir. Diğer önemli risk faktörleri prostat hacmi, alt üriner sistem semptomları, prostat spesifik antijen (PSA) miktarındaki artış olarak belirtilmiştir. Yapılan araştırmalarda 65 yaş üstü erkeklerin %65 inin alt üriner sistem semptomları olarak adlandırılan depolama, boşaltma, işeme sonrası problemlerin ortaya çıktığı semptomlardan etkilendiği görülmektedir [1]. Mesanenin dolum fazında ortaya çıkan gündüz ve gece idrara çıkma sıklığı bunu takiben sıkışma tipi idrar kaçırma semptomlarını takiben, boşatma fazında bekleyerek işeme, akışta azalma, ıkınarak işeme, damla damla işeme ve işeme sonunda damlama semptomları görülebilir. İşeme sonrası ise işemeden hemen sonra mesanenin tam boşalmadığı hissi görülmektedir [2]. En prediktif sendrom nokturi ve idrar akışı değişikliği şeklinde görülmektedir. Ortaya çıkan semptomlar obstrüktif semptomlar ilerleyen dönemlerde iritan semptomlara dönüşerek hastalarda inkontinans, nokturi veya hematüri gibi sonuçlar ortaya çıkartarak hastaların yaşam kalitesini büyük ölçüde bozabilmektedir.

BPH'sinin nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte bu konu ile ilgili üç teori öne sürülmektedir. Bunların ilkinde prostat hücreleri testosteronun yaklaşık %90'ını 5α-redüktaz ile dihidrotestosterona (DHT) dönüştürerek DHT'nin androjen reseptörlerine daha yüksek bir afinite duymasına ve protein sentezinin farklılaşmasına sonuncunda prostat hücrelerinin büyümesine neden olabilmektedir [3]. İkinci teoride, androjenden bağımsız olan veya androjen eksikliği olan hastalarda kendini yenileyebilen prostat hücrelerin büyümesi olarak açıklanmaya çalışılmıştır [4]. Üçüncüsünde ise, stroma ve epitel arasındaki etkileşime dayandırılmıştır [5].

BPH'sinin seyrine ve yaşa göre değişik tedavi metotları uygulanabilmektedir. Bu tedaviler ilaç tedavisine ek olarak cerrahi metotları da içerebilmektedir. Bununla birlikte hafif vakalarda bitkisel ilaçlarda tedavide kullanılabilir. Hafi vakaların endikasyonlarını ortadan kaldırabilecek ucuz ve kolay temin edilebilecek bitkisel ilaçlar bulunmaktadır. Bu bitkisel ilaçlar en genel olarak fitosteroller, β-sitosterol, lektinler gibi aktif bileşenler içeren bitkilerden oluşmaktadır [6].

2. BPH'SİNDE MEDİKAL TEDAVİ METOTLARI VE İLAÇLARI

Uluslararası Prostat Semptomu skalasının (International Prostate Symptom Score, IPSS) tedavide kullanılmaya başlanması ile uzmanlık gerektiren BPH teşhis ve tedavisi bir standart kazanmıştır. Bu skorlamaya göre hafif (IPSS: 0–7), orta (IPSS: 8–19) ve şiddetli (IPSS: 20–35) kategorileri tanımlanmış, kategoriye göre tedavi ve hastaların yaşam kalitelerinin bozulmaması adına tedavi metotları ve tavsiyeler geliştirilmiştir. Hastalara sıvı alımını azaltmaya odaklanmaları (özellikle gece boyunca ve seyahat ederken) ve idrar söktürücü ve tahriş edici maddelerden (örn. kafein, alkol) kaçınmaları önerilmekte [7], rahatlama için farklı işeme teknikleri önerilmektedir (örneğin, çift işeme, perineal basınç, üretral sağım teknikleri, nefes egzersizleri, zihinsel hileler vb.) [8]. Özellikle hafif şiddetli vakalarda uzmanlar hastalarına fitoterapi önerebilmektedirler. Orta ve şiddetli vakalarda ise çoğunlukla ilaç tedavisi ve cerrahi çözümler önerilmektedir. Farmasötik yapılarına göre BPH'sinde kullanılan aktif bileşenler α1-adrenoseptör antagonistleri, 5α-redüktaz inhibitörleri, muskarinik reseptör

antagonistleri, fosfodiesteraz tip 5 inhibitörleri ve vazopressin analogları şeklinde sınıflandırılmıştır [9].

2.1. α1-Adrenoseptör Antagonistleri ve 5α-Redüktaz İnhibitörleri

Bu ilaçlar prostat büyümesini azaltma etkileri göstermemelerine rağmen klinik semptomları azaltmak ve prostat kasını gevşetmek anlamında oldukça etkilidirler. Bu anlamda günümüzde BPH'sinin cerrahi tedavi uygulamalarının azalmasına yardımcı olmuşlardır. Noradrenalinin a1-adrenerjik reseptörlere bağlanmasını inhibe ederek etkilerini gösteren bu kategoride alfuzosin, doksazosin, silodosin, tamsulosin ve terazosin benzer klinik etkinliğe sahip ilaçlar olarak önümüze çıkmaktadır [7]. Asteni, baş dönmesi, ortostatik tansiyon gibi yan etkiler göstermektedirler.

5α-redüktaz enzim inhibitörleri ile tedavi ise DHT üretiminin inhibisyonu yoluyla androjen sinyalini bloke ederek elde edilmektedir. Bu ilaçlar finasteride ve dutasteride dir. Bu ilaçların etkileri yavaş başladığı için uzun tedavilerde tercih edilmekte tedavinin başladığı birkaç ay sonrasında ise prostat besi boyutunu azaltabilme özelliğini de taşımaktadırlar. Bu ilaçlar prostat kanseri ile ilişkileri henüz belirsizliğini koruduğu için tedavi boyunca PSA seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmelidir [7].

2.2. Cerrahi Tedavi Metotları

Semptomların medikal tedaviye dirençli olduğu ve hastalığın ileri derecede olduğu durumlarda cerrahi tedaviler çözüm olabilmektedir. Üretra yolu ile prostat dokusunun bir kısmının çıkartıldığı cerrahi işlemlerden önce hastanın tedavinin başarısızlığı, yan etkileri ve olası yeniden tedavi seçenekleri ile ilgili bilgilendirilmeleri, uygulanacak cerrahi metodun kar-zarar oranı, hastanın tıbbi geçmişi ve prostat bezinin boyutu ve şekline göre hekim/hasta iş birliği ile ameliyata karar verilmelidir. Günümüzde BPH için, prostatın transüretral rezeksiyonu modifiye edilmiş bir versiyonu (transurethral resection of the prostate, TURP) ile birlikte geleneksel teknikler de dahil olmak üzere çeşitli cerrahi tedavi biçimleri mevcuttur. Bu tekniklere ilave olarak minimal invaziv seçenekler içerisinde üretral mikrodalga tedavisi (urethral microwave therapy, TUMT), lazer, elektrot, transüretral termal ablasyon destekli teknikler uygulanacak hastalar ve semptomların derecesine göre komplikasyonları azalttığı gözlemlenmiştir. Cerrahi sonrası en çok görülen komplikasyonlar irritatif semptomlar ve üriner kateterizasyon şeklinde tanımlanmıştır [10-11].

3. BPH TEDAVİSİNDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN TIBBİ BİTKİLER

3.1. *Cucurbita pepo*

Kabak (*Cucurbita pepo L.*), anavatanı güney-orta Amerika'ya olan ama dünyanın heryerinde yetişen çeşitleri bulunan Cucurbitaceae familyasına ait bir bitkidir. Sürünen ve tırmanan bir yıllık bir bitki olan kabak, yağlı tohumları oval/ eliptik ve basık, koyu kahverengiden kramsi beyaz renge kadar bulunan çeşitlilik gösterir. Kabak çekirdeği ve yağı 19. Yüzyıldan bu yana idrar yolu problemleri için tedavide kullanılmıştır. Kabak para-aminobenzoik asit,

karotenoidler ve γ-aminobütirik asit, steroller, proteinler, peptidler ve polisakkaritler gibi çeşitli biyolojik aktif bileşenler içerir [12]. Ayrıca bir grup esansiyel yağ asidi (linoleik asit, palmitik asit, stearik asit, oleik asit) ve esansiyel olmayan amino asitler, cucurbitin, phytosteroler, sitosterol ve stigmasterol içerir. Bunlara ilave olarak Na, K, Cr, tokoferol (E vitamini), pigmentler, pirazin, triterpenoidler (örn. saponinler), kumarinler ve flavonoidler gibi fenolik bileşikler de içermektedir [13].
Kabak çekirdeği ekstresi hakkında antitümör, hepatoprotektif, yaraiyileştirici, antiromatizmal, saç büyümesini uyarıcı, antihelmintik, antioksidan, prostat bozuklukları ile ilgili semptomlar, mesane komplikasyonları ve alt üriner sistem hastalıkları ile ilgili çalışmalar yapılmış ve etkili olduğu bildirilmiştir [14]. 10 gr/gün kabak çekirdeği ekstresinin testosteronun indüklediği prostat hipertrofisini inhibe ettiği, mesane ve üretra üzerinde tonik etki gösterdiği açıklanmıştır Kabak çekirdeği yağının etki mekanizmasının 5α-redüktaz inhibisyonu olduğu gösterilmiştir [15].

3.2. *Epilobium parviflorum and E. Angustifolium*

Yaygın olarak söğüt otu veya ateş otu olarak bilinen epilobium türleri, çok yıllık otsu, akşam çuha çiçeği ailesinin (Ona graceae) üyeleridir. Bitkinin toprak üstü kısımları bitki çayı olarak idrara çıkma zorluğu veya sık idrara çıkma ihtiyacı gibi BPH'nin tüm semptomları için kullanılmaktadır [16].
Avrupa ve Kuzey Amerika geleneksel kullanımları arasında BPH, prostatit, mesane ve böbrek hastalıkları çeşitli deri ve mukoza hastalıkları, bedensel yaralanmalar ve ağrı ve diğer idrar yolu ile ilgili problemlerin yanı sıra ishal, gastrointestinal hastalıklar, öksürük içinde kullanılmaktadır. Epilobium cinsine ait bitkiler materyalleri özellikle polifenoller açısından zengindir. İçeriklerine baktığımızda flavonoidler (kaempferol, kuersetin ve mirisetin türevleri), fenolik asitler (ellagic, klorojenik, gallik asit) ve tanenler (E. parviflorum'daki ellagitanninler ve gallotanninler), bazı steroidler, triterpenoidler ve yağ asitleri de taşımaktadır. Epilobium, BPH semptomlarına karşı kullanılan tıbbi bitkilerden biridir, ancak etki mekanizması tam olarak aydınlatılamamıştır. Bununla birlikte, preklinik çalışmalar, anti-enflamatuar, antioksidan, anti-proliferatif, antimikrobiyal, analjezik ve
ekstraktın antiandrojenik, sitotoksik, immünomodülatör, fotokoruyucu, anti-ülser özelliklerinin aktiviteleri yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Epilobium türlerinin bu etkilerinin genel olarak, polifenollerden kaynaklı olduğu özellikle Ellagitanninler, Oenothein B ve ellagitannin olduğu gösterilmiştir [17].

3.3. *Hypoxis hemerocallidea*

Bu bitki Hypoxis cinsi (Hypoxidaceae familyası), “The Plant” listesinde kayıtlı 103 türü kapsar. Dünyanın en sıcak ılıman ve tropikal bölgelerinde bulunabilirler. En bilinen (ve üzerinde çalışılan) tür, Hypoxis hemerocallidea'dır. Yayımlanan çalışmalarda yerel ad olarak “Afrikalı” tanımlaması yapılış ve bu isimle pazarlanmaktadır. Bitkinin soğansı yumru olarak tanımlanabilecek kökleri koyu kahverengi kıllı tüylerle kaplıdır ve tazeyken parlak sarıdır. Hoş olmayan acı bir tada sahiptir. Hypoxis soğanı geleneksel olarak çok çeşitli hastalıkları (prostat hipertrofisi, yanıklar, kanser, kalp hastalıkları, baş dönmesi, baş ağrısı, iktidarsızlık, bağırsak parazitleri ve bağışıklık sistemini güçlendirmek) tedavi etmek için kullanılır. İçerik olarak

aglikon rooperol, β-sitosterol, stigmasterol, stigmastanol ve ayrıca yeni tanımlanan hipokshemerolositler A–F, curcapicycloside, obtusid A, interjectin, crassifoside F, akuminosid, geraniol glikozit, vanillik asit, β-arbutin, orsinol glikozitleri içerir [18]. Tedavi edici etkenin insan prostatının stromal hücrelerinde TGF β1 ekspresyonunda ve protein kinaz Ca aktivitesinde β-sitosterol ile ilişkili artış sonucu elde edildiği açıklanmıştır [19].

3.4. *Solanum lycopersicu*

Solanum lycopersicum L. Solanaceae ailesine ait Güney Amerika'nın And Dağları'na özgü fakat buradan tüm ılıman ve tropikal bölgelere yayılmış; bugün dünyanın en önemli sebzelerinden biri olarak kabul edilir. Boyu 2 m'ye kadar uzayabilen tek yıllık bir bitkidir. Bugün esas olarak yenilebilir meyveleri için yetiştirilmektedir. *S. lycopersicum* meyveleri tipik olarak %94,5 su, %3,89 karbonhidrattan oluşur. Ayrıca fitokimyasallar ile mineraller, (237 mg potasyum, 24 mg fosfor, 11 mg magnezyum, 10 mg kalsiyum), vitaminler (13,7 mg C vitamini, 0,12 mg γ-tokoferol, 0,6 mg niasin) ve tetraterpenler (449 µg β-karoten, 101 µg α-karoten, ve topluca karotenoidler olarak bilinen 2570 µg likopen) içerir. BPH ve prostat dahil olmak üzere prostat disfonksiyonları ile ilgili olarak geniş çapta çalışılmıştır. Likopen, antioksidan aktiviteye sahip, provitamin A olmayan bir karotenoiddir.

3.5. *Pinus pinaster*

Fransız deniz çamı kabuğu özü olarak ta bilinen *Pinus pinaster*, antioksidan ve anti inflamatuar etkilerin yanı sıra astım, dikkat eksikliği gibi çeşitli klinik durumlarda, hiperaktivite bozukluğu (ADHD), kronik venöz yetmezlik, kardiyovasküler hastalık, diyabet ve erektil disfonksiyon üzerine etkileri olduğu gösterilmiştir. Kabukları toz haline getirildikten sonra Pycnogenol® patenti altında üretilerek tedavide kullanılır. Amerika Birleşik Devletleri Farmakopesi ile uyumlu prosiyanidinler, kateşin ve epikateşin alt birimlerinin biyopolimerleri, gibi farmakolojik özelliklere sahip bileşenler içermektedir [20]. En önemli bileşenler arasında taksifolin, sinamik, ferulik, kafeik ve benzoik asit gösterilmiştir [21,22].

3.6. *Roystonea regia*

Roystonea ailesinin en ünlüsü türü olan *Roystonea regia* on tür içeren Arecaceae familyasının bir cinsidir. Cook, Küba Kraliyet Palmiyesi olarak da bilinir. Güney Florida'dan Orta Amerika'ya ve bazı Karayip adalarından güneye doğru büyür. Bu görkemli bitki, 15 ila 21 m boyunda büyür ve 7,5 m çapında bir gölgelik yayılımına sahiptir. Koyu mor veya siyah meyveler pürüzsüz, oval ve 13 mm ölçülerindedir. Meyvesi zengin bir yağ kaynağıdır. Roystonea meyvesi Ekstraktında Oleik, laurik, palmitik ve miristik asitler içerir. Bu ekstarktın üzerinde yapılan preklinik çalışmalarda prostat dokusunda prostatik 5α-redüktazı ve sempatik kaynaklı antioksidan etkiler ortaya çıkarttığı, testosteronun neden olduğu BPH'nin önlenmesi ve iyileştirilmesi üzerine etkileri olduğu randomize çalışmalar ile gösterilmiştir [23].

3.7. *Prunus africana*

Afrika kirazı veya Afrika eriği veya Afrika erik ağacı olarakta bilinen bitki Rosaceae familyasına aittir. Güney ve Orta Afrika'da deniz seviyesinden 1500 m'nin üzerindeki dağlık

bölgelerde, Grande Comore, Bioko ve São-Tomé adalarında ve Madagaskar'da, Komor Adaları ve Gine Körfezinde yaygın olarak bulunmaktadır. 30–40 m yükseklikliğe kadar büyüyebilen yaprak dökmeyen bir ağaçtır. Toz haline getirilmiş kabukları, yerli halk tarafından idrar yolu bozuklukları ve Afrika'nın tropikal ve subtropikal bölgelerinde afrodizyak bir ilaç olarak için kullanılmıştır. Kabuk geleneksel olarak Kenya'da öksürük ve soğuk algınlığı tedavisinde uygulanmaktadır, ayrıca Kenya'da astım, sıtma ve prostat kanseri; Etiyopya'da BPH için, Mozambik ve Uganda'da antikanser ilaç olarak, Güney Afrika'da tüberküloz, HIV ve mide sorunları için kullanılmakla birlikte sadece soyulmuş kabukları BPH tedavisindeki etkinliği tespit edilmiştir [24]. 1970 li yıllarda bitki Fransızlar tarafından ithal edilerek batı tıbbında popüler ve etkili bir ilaç haline geldi, ardından daha da fazlası için aşırı kullanımına neden olan yoğun ve uygun olmayan hasat yöntemleri uygulandı. Bugün türü kurtarmak ve tedarik etmek için çok sayıda uluslararası program başlatılmıştır [25].

3.8. *Secale cereale*

Yaygın olarak çavdar olarak bilinen *Secale graine L.*, Türkiye orijinli bir çimdir (Poaceae familyası). Tipik bir başak salkımına sahip, 1,5 m yüksekliğe kadar büyür. Bu kapsamlı bitki bugün dünyanın her yerinde özellikle ılıman iklime sahip bölgelerde yiyecek mahsulü olarak yetiştirilmektedir. BPH tedavisi açısından bitkinin tıbbi kısmı polendir. *S. graine* poleninin ayrıntılı bir kimyasal profili, bildiğimiz kadarıyla, bilimsel literatürde mevcuttur. Polen tipik olarak karbonhidratlardan, amino asitlerden, proteinler, fenolik bileşikler, steroller, trigliseritler, karotenoidler gibi bitki pigmentleri ve flavonoidler, mineraller ve sporopollenin oluşmaktadır. Cernilton®, olarak cernitin içeren polen ekstraktından hazırlanmış bir tablet formülasyonu patentlenmiştir ve BPH için tedavide kullanılmaktadır [26].

3.9. *Serenoa repens*

ABD'nin güney kıyı bölgelerinde, Orta tropikal bölgelerde ve Güney Amerika da yetişir. Bitki, 1 m genişliğinde küçük (2 m'ye kadar) 15 ila 30 keskin uçlu bölüme sahip yapraklara sahip çok yıllık bir çalıdır. Meyvesi oval veya küre altı, koyu renklidir. Kahverengi veya siyahımsı sert çekirdekli meyve, tek tohumlu, 2,5 cm uzunluğa ve 1,5 cm çapa kadar olabilmektedir. Büyük miktarda doğrulanmış bilimsel verilere dayanarak, ilaç Sabalis serrulatae fructus köklü kategorisinde bitkisel ilaçlar için bir başlangıç materyali olarak BPH'nin semptomatik tedavisi için kullanın sınıflandırılmıştır (ATC kodu: G04CX0). Bitki BPH'ye bağlı AÜSS'nin giderilmesi için tıbbi ürün olarak kullanılmaktadır [27].

3.10. *Urtica dioica*

Urtica dioica L. (Urticaceae familyası), yaygın olarak dünyada ısırgan otu olarak bilinir. Avrasya'ya özgü çok nemli topraklarda, çayırlarda ve benekli gölgeli noktalarda terk edilmiş tarlalarda yetişen çok yıllık otsu bir bitkidir. Bitkinin kök ekstresi, semptomatik BPH'nin tedavisi için geleneksel olarak kullanılmıştır [28]. Ayrıca ilave olarak bitkinin taze ve kuru çiçek parçaları geleneksel olarak eklem ağrıları ve idrar yolu enfeksiyonlarında, haricen saç dökülmesine, seboreye karşı, ishal, akne ve diyabet tedavisinde da kullanılır. Yaprakların en önemli aktif bileşikleri steroller (β-sitosterol, hidroksi sitosterol) ve flavonoidlerdir (rutin, kaempferol, quercetin). Ayrıca yaprakların içerdiği mineraller (kalsiyum, potasyum), tanenler, asitler (salisilik, malik asitler, kafeik asit) ve aminler (histamin) dir. Isırgan otu kökleri suda

çözünen lektinler (%0,2 ila %0,6 izolektin karışımı), fenolikler (p-hidroksi) dahil olmak üzere bileşikler benzaldehit, lignanlar), büyük miktarlarda polisakkaritler (glukanlar, gluko galakturonanlar, arabinogalaktan asit), 6-metoksi-7-hidroksikumarin ve steroller içerir [29].

3. SONUÇ

BPH tedavisi, çok faktörlü kökenleri nedeniyle karmaşık bir tedavi sürecini içermektedir. Bu hastalığın klasik medikal tedavisinde, yaşam tarzı ve davranış değişiklikleri ve fitoterapi gibi protokollerin bulunması gereklidir. Ayrıca, BPH araştırması ile ilgili olarak, araştırmacılar yeni cerrahi tedavi yöntemlerine alternatifler (örn. su buharı termal tedavisi), kombine tedaviler (örn. PDE5 inhibitörlerinin 5α-redüktaz inhibitörleri ile kombinasyonu, α1-adrenoseptör antagonistleri ile β-3 adrenerjik agonist) ve bitkisel takviyeler önermektedirler. Hafif veya orta dereceli vakalarda, çoğu hastalar reçetesiz fitoterapötikler hakkında bir sağlık uzmanından tavsiye almakta veya kendi kendilerine bir ürün seçmektedir. Cerrahi yöntemlerin yaşam kalitesi üzerine getirdiği riskler kadar hastaların kendi başlarına BPH için ilaç seçmeleri de büyük riskler taşımaktadır. Bu yüzden hastaların özellikle internet satıcıları ile baş başa kalmamaları için sağlık çalışanlarına büyük rol düşmektedir. Tavsiye alınmadan kullanılacak ilaçlar hastalığın seyrinde negatif sonuçlar ortaya çıkartabilmektedir. Unutulmamalı ki bitkisel ilaçlar diyet takviyeleri değildir. Mutlaka ciddi yan etkiler ve riskler taşımaktadır. Bu yüzden hekimler tarafından reçete edilerek eczanelerden temin edilmesi bu riskleri ortadan kaldıracaktır.

KAYNAKÇA

[1] Madersbachera, S.; Alivizatosb, G.; Nordling, J.; Nordling, J.; Sanz, C.R.; Emberton, M.; Rosette, J. EAU 2004 Guidelines on Assessment, Therapy and Follow-Up of Men with Lower Urinary Tract Symptoms Suggestive of Benign Prostatic Obstruction (BPH Guidelines). Eur. Urol. 2004, 46, 547–554.

[2] Abrams P, Cardozo L, Fall M, Griffiths D, Rosier P, Ulmsten U, et al. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: report from the Standardisation Sub-committee of the International Continence Society. Am J Obstet Gynecol 2002; 187: 116-26.

[3] Anderson, J.B.; Roehrborn, C.G.; Schalken, J.A.; Emberton, M. The progression of benign prostatic hyperplasia: Examining the evidence and determining the risk. Eur. Urol. 2001, 39, 390–399

[4] Jonler, M.; Riehmann, M.; Brinkmann, R.; Bruskewitz, R.C. Benign prostatic hyperplasia. Endocrinol. Metab. Clin. N. Am. 1994, 4, 795–807.

[5] Grant, E.S.; Brown, T.; Roach, A.; Williams, B.C.; Habib, F.K. In vitro expression of endothelin-1 (ET-1) and the ETA and ETB ET receptors by the prostatic epithelium and stroma. J. Clin. Endocrinol. Metab. 1997, 82, 508–513.

[6] Fagelman, E.; Lowe, F.C. Herbal medications in the treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH). Urol. Clin. N. Am. 2002, 29, 23–29.

[7] Oelke, M.; Bachmann, A.; Descazeaud, A.; Emberton, M.; Gravas, S.; Michel, M.C.; N'Dow, J.; Nordling, J.; de la Rosette, J.J. Europe protocol: Guidelines EAU Guidelines on the Treatment and Follow-up of-neurogenic Male Lower Urinary Tract Symptoms Including Benign Prostatic Obstruction. Eur. Urol. 2013, 64, 118–140.

[8] https://www.uptodate.com/contents/surgical-treatment-of-benign-prostatic-hyperplasia-bph/print?sea9rch=BPH%20dietary&topicRef=6891&source=see_link (Erişim Tarihi: 5.12.2022)

[9] https://www.uptodate.com/contents/medical-treatment-of-benign-prostatic-hyperplasia?search=BPH&source=search_result&selectedTitle=1~%7B%7D150&usage_type=default&display_rank=1 (Erişim Tarihi: 5.12.2022)

[10] Jung, J.H.; Reddy, B.; McCutcheon, K.A.; Borofsky, M.; Narayan, V.; Kim, M.H.; Dahm, P. Prostatic urethral lift for the treatment of lower urinary tract symptoms in men with benign prostatic hyperplasia (Review). Cochrane Database Syst. Rev. 2019, 5, 128–132.

[11] Kang, T.W.; Jung, J.H.; Hwang, E.C.; Borofsky, M.; Kim, M.H.; Dahm, P. Convective radiofrequency water vapour thermal therapy for lower urinary tract symptoms in men with benign prostatic hyperplasia (Review). Cochrane Database Syst. Rev. 2020, 3, 132–151.

[12] Yadav, M.; Jain, S.; Tomar, R.; Prasad, G.B.K.; Yadav, H. Medicinal and biological potential of pumpkin: An updated review. Nutr. Res. Rev. 2010, 23, 184–190.

[13] Naziri, E.; Mitic, M.N.; Tsimidou, M.Z. Contribution of tocopherols and squalene to the oxidative stability of cold-pressed pumkin seed oil (Cucurbita pepo L.). Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2016, 118, 898–905.

[14] Alhakamy, N.A.; Fahmy, U.A.; Ahmed, O.A.A. Attenuation of benign prostatic hyperplasia by optimized tadalafil loaded pumpkin seed oil-based self nanoemulsion: In vitro and in vivo evaluation. Pharmaceutics 2019, 12, 640.

[15] Tsai, Y.S.; Tong, Y.C.; Cheng, J.T.; Lee, C.H.; Yang, F.S.; Lee, H.Y. Pumpkin seed oil and phytosterol-F can block testosterone/prazosin-induced prostate growth in rats. Urol. Int. 2006, 77, 269–274.

[16] https://www.ema.europa.eu/en/medicines/herbal/epilobii-herba (Erişim Tarihi: 5.12.2022)

[17] Dreger, M.; Adamczak, A.; Seidler-Łozykowska, K.; Wielgus, K. Pharmacological properties of fireweed (˙ Epilobium angustifolium L.) and bioavailability of ellagitannins. A review. Herba Polonica 2020, 66, 52–64.

[18] Zulfiqar, F.; Khan, S.I.; Ali, Z.; Wang, Y.-H.; Ross, S.A.; Viljoen, A.M.; Khan, I.A. Norlignan glucosides from Hypoxis hemerocallidea and their potential in vitro anti-inflammatory activity via inhibition of iNOS and NF-κB. Phytochemistry 2020, 172, 112273

[19] Havenga, K.; Abay, E.; Wiesner, L.; Viljoen, A.; Steyn, D.; Hamman, J. The In vitro and In Vivo Effects of Hypoxis hemerocallidea on Indinavir Pharmacokinetics: Modulation of Efflux. Planta Med. 2018, 84, 895–901.

[20] Rohdewald, P. A review of the French maritime pine bark extract (Pycnogenol), a herbal medi-cation with a diverse clinical pharmacology. Int. J. Clin. Pharmacol. Ther. 2002, 40, 158–168.

[21] Robertson, N.U.; Brand, A.; Visser, J. Pine bark (Pinus spp.) extract for treating chronic disorders. Cochrane Datab System Rev. 2020, 9, 82–94.

[22] Oliff, B.H.S.; Blumenthal, M. Scientific and Clinical Monograph for PYCNOGENOL®; American Botanical Council: Austin, TX, USA, 2019.

[23] Arruzazabala, M.L.; Más, R.; Yohani Pérez, Y.; Ravelo, Y.; Molina, V.; Carbajal, D. Effect of D-004, a lipid extract from royal palm (Roystonea regia) fruits, on phenylephrine-induced contractions of isolated rat prostate. Rev. Cuba. Farm. 2009, 43, 1–9.

[24] Komakech, R.; Kang, Y.; Lee, J.-H.; Omujal, F. A Review of the Potential of Phytochemicals from Prunus africana (Hook F.) Kalkman Stem Bark for Chemoprevention and Chemotherapy of Prostate Cancer. Evid.-Based Compl. Alt. 2017, 2017, 3014019.

[24] Szendrei, K.; Csupor, D. (Eds.) Gyógynövénytár; Medicina Könyvkiadó Zrt.: Budapest, Hungary, 2009.

[25] El-Khatib, F.M.; Yafi, N.R.; Yafi, F.A. Over-the-counter supplements and men's health. In Effects of Lifestyle on Men's Health; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 281–300. ISBN 9780128166659.

[26] Gravas, S.; Samarinas, M.; Zacharouli, K.; Karatzas, A.; Tzortzis, V.; Koukoulis, G.; Melekos, M. The effect of hexanic extract of Serenoa repens on prostatic inflammation: Results from a randomized biopsy study. World J. Urol. 2019, 37, 539–544.

[27] MacDonald, R.; Ishani, A.; Rutks, I.; Wilt, T.J. A systematic review of Cernilton for the treatment of benign prostatic hyperplasia. BJU Int. 2000, 85, 836–841.

[28] Dvorkin, L.; Song, K.Y. Herbs for benign prostatic hyperplasia. Ann. Farmacother. 2002, 36, 1443–1452.

[29] Grauso, L.; de Falco, B.; Lanzotti, V.; Motti, R. Stinging nettle, Urtica dioica L.: Botanical, phytochemical and pharmacological overview. Phytochem. Rev. 2020, 19, 1341–1377.

DİYABET TEDAVİSİNDE KULLANILAN BİTKİSEL İLAÇLAR

Öğr. Gör., ARSLAN SAY[1], Dr. Öğr. Üyesi DEMET ÇAKIR[2], Dr. Öğr. Üyesi HİLAL ÖZBEK[3]

[1]Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin SHMYO, ORCID ID 0000-0001-5454-3105

[2]3Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID ID 0000-0003-4794-516X

[3]Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID ID 0000-0001-6368-2633

ÖZET

Diabetes mellitus, insanlık tarihi boyunca dünya üzerinde karşılaşılan ve insan sağlığı üzerinde ciddi bir tehdit olarak gösterilen bir hastalıktır. Bu durumun dünya üzerinde diyabetle ilişkili morbidite ve mortalitenin sağlık harcamalarının önemli bir bölümünü oluşturması beklenmektedir. Diabetes mellitus (DM), hatalı insülin sekresyonu, insülin etkisine direnç veya her ikisinin bir kombinasyonunun neden olduğu hiperglisemi ile karakterize kronik bir metabolik hastalıktır. Diyabetli hastalar için tedavi hedefleri, son 80 yılda, yakın ölümleri önlemekten semptomları hafifletmeye, diyabetik komplikasyonları önleme niyetiyle glikoz seviyelerini normalleştirme veya neredeyse normalleştirme hedefine kadar önemli ölçüde değişti. Bu nedenle Diabetes mellitus tedavisinde günümüzde, sentetik ilaçlara alternatif olarak birçok bitkisel ilaç hiperglisemi tedavisinde tercih edilmekte ve ilaç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Şifalı bitkiler, dünya çapında çeşitli hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu derlemede anti-diyabetik aktiviteye sahip olan bu bitkisel ilaçların en çok tercih edilenlerin etkileri/yan etkileri incelenmiş, özetlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diabetes mellitus, Bitkisel ilaç, Tedavi

HERBAL DRUGS USED IN DIABETES TREATMENT

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a disease encountered in the world throughout human history and shown as a serious threat to human health. It is expected that diabetes-related morbidity and mortality will constitute an important part of health expenditures in the world. Diabetes mellitus (DM) is a chronic metabolic disease characterized by hyperglycaemia caused by defective insulin secretion, resistance to insulin action, or a combination of both. Treatment goals for patients with diabetes

have changed significantly over the past 80 years, from preventing imminent death to relieving symptoms to the goal of normalizing or nearly normalizing glucose levels with the intent of preventing diabetic complications. Therefore, in the treatment of Diabetes mellitus today, many herbal medicines are preferred in the treatment of hyperglycaemia as an alternative to synthetic drugs and are used as a source of medicine. Medicinal plants have played an important role in the treatment and prevention of various diseases around the world. In this review, the effects/side effects of the most preferred herbal medicines with anti-diabetic activity were examined and tried to be summarized.

Keywords: Diabetes mellitus, Herbal medicine, Treatment.

1. GİRİŞ

Diabetes mellitus, hiperglisemi ile karakterize sistemik bir metabolik hastalıktır, hiperlipedemi, hiperaminoasidemi ve hipoinsülinemi ile birlikte hem insülin etkisi hem de insülin sekresyonunda azalmaya yol açar. Hastaların uzun süre hiperglisemi yaşamaları nefropati, nöropati, kardiyovasküler ve serebravasküler hastalıklarla ilişkilendirilir, bu hastalıkların getirdiği mortalite ve morbidite için artan risk faktörleri hastaların, yaşam kalitesinin düşmesi ile ilişkilidir. Dünya çapında yaygınlığı tüm yaş grupları için %2.8 olduğu tahmin edilmektedir. Bu oranın 2025 yılında %5.4 olacağı tahmin edilmektedir. Günümüzde diyabet tedavisinde insülinin yanı sıra sülfonilüreler, biguanidler, α-glukosidaz inhibitörleri ve glinidler kullanılmaktadır. Bu ilaçlar özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler için yüksek maliyetler ortaya çıkartmaktadır. Bu durum günümüzde özellikle hafif ve orta şiddetteki vakalar için bitkisel ürünlere olan ilgi giderek artış göstermektedir. Hiperglisemi için kullanılan sentetik ilaçların yan etkilerinin fazla olması bu tercihin de oluşmasında etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna karşılık günümüzde 1000'e yakın bitki diyabet tedavisinde kullanılmaktadır. Bu bitkilerin yeterli klinik araştırılmalarının yapılmamasına rağmen kullanım oranı gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu bitkiler içerisinde özellikle fenolik bileşikler, favonoidler, terpenoidler, kumarinler ve diğer bileşenler açısından zengin olanlar kan şekeri seviyelerinde azalma ortaya koydukları gösterilmiştir. Biz bu araştırmada klinik çalışmaları tamamlanmış güvenli olarak hiperglisemi tedavisinde kullanılan bitkilerden önemli olanları literatür taraması sonucu belirleyerek diyabet tedavisinde rast gele bitkisel ürünlerin hastalar tarafından tercih edilmesinin önlenmesini amaçlıyoruz [1,2].

Bitkisel antidiyabetik ajanlar içerisinde en çok terapötik etkinlikleri hayvanlar üzerinde deney yöntemi ile incelenmiş ve bitkinin ektraktının dünya üzerinde en fazla kabul gören bitkilerden *Bauhinia forficata, Combretum micranthum, Elephantopus scaber, Gymnema sylvestre, Liriope spicata, Parinari excelsa, Ricinus communis, Sarcopoterium spinosum, Smallanthus sonchifolius, Swertia punicea, Vernonia anthelmintica* bu makalede tüm yönleri ile incelenecektir. Bazı önemli anti-diyabetik potansiyel taşıyan şifalı bitkiler kaynağı ve aktif bileşenleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Anti-diyabetik potansiyeli olan şifalı bitkiler, kullanılan bölümleri ve aktif bileşenleri [3]

Bitkinin Adı	Familya	Kullanılan Bölümü	Ana Aktif Bileşenleri
Allium sativum	Alliaceae.	Soğanları	Allyl propyl disulphide, Allicin
Annona squamosa	Annonaceae	Meyveleri	Liriodenine, Moupinamide
Areca catechu	Arecaceae	Tohum	Arecaine ve Arecoline
Artemisia pallens	Asteraceae	Yaprak ve çiçekleri	Germacranolide
Azadirachta indica	Meliaceae	Yaprak, çiçek ve tohumları	Azadirachtin ve Nimbin
Bauhinia forficata	Leguminosae	Yaprak	Astragalin, Kaempferitrin
Beta vulgaris	Amaranthaceae	Kök	Phenolics, Betacyanins
Boerhavia diffusa	Nyctaginaceae	Bütün bitki	Punarnavine ve Ursolic acid
Camellia sinensis	Theaceae	Yapraklar	Caffeine ve Catechins
Capparis decidua	Capparidaceae	Meyve	Spermidine Isocodonocarpine
Cinnamomum zeylanicum	Lauraceae	Kabuk	Cinnamaldehyde, Eugenol
Combretum micranthum	Combretaceae	Yapraklar	Polyphenols
Elephantopus scaber	Asteraceae	Bütün bitki	Terpenoid and 2,6,23 - trienolide
Ficus bengalensis Linn	Moraceae	Kabuk	Leucodelphinidin ve Leucopelargonin
Gymnema sylvestre	Asclepiadaceae	Yaprak	Dihydroxy Gymnemic Triacetate
Gynandropsis gynandra	Capparidaceae	Kök	*N*,*N*-diethyltoluamide
Lantana camara	Verbenaceae	Yaprakları	Lantanoside, Lantanone
Liriope spicata	Liliaceae	Kök	Beta-sitosterol, Stigmasterol
Momordica charantia	Cucurbitaceae	Yapraklar	Charantin, Sterol
Ocimum sanctum	Labiatae	Bütün bitki	Eugenol
Panax quinquefolius	Araliaceae	Kök	Ginsenosides, Protopanaxadiol
Parinari excelsa	Chrysobalanaceae	Kabuk	Myricetin, quercertin
Phyllanthus amarus	Phyllanthaceae	Bütün bitki	Phyllanthin
Prunus amygdalus	Rosaceae	Tohumlar	Amygdalin
Pterocarpus marsupium	Leguminosae	Bütün bitki	Kenotannic acid, Pyrocatechin
Punica granatum	Lythraceae	Meyve	Punicalagin, Punicalin
Ricinus communis	Euphorbiaceae	Kök	Ricinolic acid
Salacia oblonga wall	Celastraceae	Kök kabuğu	Salacinol
Sarcopoterium spinosum	Rosaceae	Kök	Catechin ve Epicatechin
Smallanthus sonchifolius	Asteraceae	Yapraklar	Sonchifolin, Uvedalin, Enhydrin, Uctuanin
Swertia punicea	Gentianaceae	Bütün bitki	Methyl swertianin ve Bellidifolin
Tinospora cordifolia	Menispermaceae	Kök	Tinosporone, Tinosporic Acid

2. ANTİ-DİYABETİK POTANSİYELİ OLAN BAZI BİTKİSEL PREPARATLAR

2.1. *Bauhinia forficata*

İnek toynağı olarak da bilinen bitkinin taze yaprakları özellikle Brezilya'da antidiyabetik olarak yaygın kullanılan bir bitkisel ilaçtır. Bitki ile ilgili ilk çalışmalar 1931 ve 1941 yıllarında Juliani tarafından yapılmış, bitkinin yaprağının diyabet tedavisinde kullanılabileceği gösterilmiştir. Fakat bitki için hala günümüzde yeterli çalışma yoktur, daha ayrıntılı farmakolojik, biyokimyasal, histolojik ve kimyasal çalışmalara ihtiyaç vardır [4].

2.2. *Gymnema sylvestre*

Gymnema sylvestre (Asclepiadaceae) bitkisinin yapraklarından elde edilen ekstre diyabet tedavisinde kullanılmaktadır. Yaprakların antidiyabetik özelliği 1020'li yıllarda gösterilmiş [5], Bu hipoglisemik etkinin, bitkide bulunan gymnemik asitlerden kaynaklandığı bulunmuş, *Gymnema sylvestre* yapraklarından ve izole edilen dihidroksi gymnemik triasetat hipoglisemik etkinin ana kaynağıdır [6]. Bu glisemik etkinin mekanizması olarak dihidroksi gymnemik triasetat'ın kandaki glikozun emiliminin geciktirmesi ile ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bitkinin glikoz seviyeleri ve ilişkili biyokimyasal parametreler üzerinde yararlı etkiler gösterdikleri için Diabetes mellitus için potansiyel biri ilaç olabileceği düşünülmektedir [7].

2.3. *Ricinus communis*

Ricinus communis geleneksel tıpta MÖ 6. yüzyıl dan beri taşıdığı tohumunun yağı olan hint yağı tedavide enfeksiyonlar ve karaciğer bozuklukları için kullanılmıştır [8]. *Ricinus communis* Euphorbiaceae familyasına aittir ve kök, gövde ve yapraklarının etanolik ekstraktları hipoglisemik aktivite göstermektedir [9].

2.4. *Swertia punicea*

Swertia türleri diyabet tedavisinde yaygın olarak kullanılan bitkilerden birisidir. Etanol ile hazırlanan ekstreleri ksantonoidler (Methylswertianin ve Bellidifolin) içerir, sadece antidiyabetik değil aynı zamanda diyabetin oluşturduğu oksidatif haşarıda azalttığı gösterilmiştir [10,11].

2.5. *Combretum micranthum*

Combretum Micranthum Combretaceae familyasından özellikle kuzeybatı Nijerya'da geleneksel olarak diyabet tedavisinde uzun yıllar kullanılan bir bitkidir. Nijerya'da yaygın olarak 'geza' ismi ile bilinir. Nijerya'da hastaların %80'inden fazlası tedavi için bitkisel ilaçlar kullanmaktadır [12,13]. Bitkinin sulu ekstraktı aynı zamanda antioksidan, antimikrobiyal ve antienflamatuvar etkiler göstermektedir. *Combretum Micranthum* hem tip 1 hem de tip 2 Diabetes mellitus için potansiyel antidiyabetik özellikler göstermektedir [14].

2.6. *Sarcopoterium spinosum*

Sarcopoterium spinosum türleri Akdeniz bölgesinde, özellikle güney Akdeniz'de yaygın olarak diyabet tedavisinde yanı sıra sindirim problemleri ve ağrı kesici kullanılmaktadır. Kök ekstrelerinin hipoglisemik etkileri 1980 yılından beri incelenmekte ve bilinmektedir [15]. Sarcopoterium spinosum özü, hedef dokularda insülin benzeri bir etki gösterir, insülini artırır ayrıca ayrıca miyotüplerdeki GSK3 Fosforilasyonunu artırır. Ekstraktının içeriğindeki maddeler henüz açıklanmadığı için araştırılması gereken bir potansiyel ilaç olarak durmaktadır [16].

2.7. *Parinari excelsa*

Özellikle Senegal de kullanımı yaygın olan, 25 m'ye yüksekliğe kadar boylanabilen büyük bir ağaçtır. Afrika'da, Gine'de, Kongo'da yaygın olarak bulunur. Kabuğu öğütülerek ektraktı hazırlanır ve diyabet tedavisinde kullanılır. *Parinari excelsa*'nın hipoglisemik etkisi ve insülini indükleme yeteneği içerdiği flavonoidlerden kaynaklandığı gösterilmiştir. Biyokimyasal, toksikolojik ve farmakolojik özelliklerini daha iyi karakterize etmek için bitki üzerinde araştırmalar devam etmektedir [17].

2.8. *Vernonia anthelmintica*

Asteraceae familyasına ait olan bitki özellikle Hindistan'da bulunan çok yıllık otsu bir bitkidir. Bitkinin tohumlarından elde edilen etanollü ekstraktı önemli hipoglisemik etkiye sahiptir [18]. Bu cinsin diğer türleri *Vernonia amygdalina* [19] ve *Vernonia colorata* [20], antidiyabetik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir.

2.9. *Elephantopus scaber*

Elephantopus scaber Halk arasında fil ayağı olarak bilinir ve Asteraceae familyasındandır. Bitkinin kökleri ateş düşürücü, kardiyotonik ve idrar söktürücü olarak, kök ve yaprakların kaynatılması sonucu elde edilen ekstraktı dizüri, ishal, dizanteri ve mide ağrısında, yaprakların sulu özü egzama ve ülserleri tedavi etmek için haricen uygulanır. Bitkilerin antidiyabetik özelliği mekanizmalarını gösterir. Bitkinin antidiyabetik etkileri insülin duyarlılığını iyileştirerek, glikoza bağımlı insülin sekresyonunu artırarak ve pankreasta langerhans adacıklarının rejenerasyonu şeklinde gösterdiği açıklanmıştır [21]. *Elephantopus scaber*'den izole edilen terpenoid, Diabetes mellitus tedavisinde faydalıdır [22].

3. SONUÇLAR

Diyabetes mellitus dünya üzerinde 500 milyondan fazla insanı etkileyen en yaygın endokrin hastalıklardan birisidir. Batı tıbbına bu konu hakkında geliştirilen tedaviler yan etkilerinin fazla olması ve etkinliğinin sınırlı olması nedeni ile diyabet hastalarında yaşam kalitesini düşürücü etkiler ortaya çıkartmaktadır. Bu nedenle Diyabetes mellitus'u daha erişilebilir ama henüz yeterince araştırılmamış bitkisel preparatlar ile tedavi edilebileceği fikri göz ardı edilmemelidir. Bu yeni ilaçların araştırılması zahmetli farmasötik analizleri içerse de ciddi bir hastalığın tedavisinde yeni ufuklar açabileceği için önemlidir.

Unutulmamalıdır ki insanlar kendi bildikleri ve kulaktan dolma bilgiler ile öğrendikleri her tür bitkiyi tedavide özellikle diyabette kullanabilmektedirler. Bu bitkilerin gözardı edilemeyecek yan etkilerine açık bir hasta grubunu ortaya çıkartabilmektedir. Bunun önlenmesi için sağlık profesyonellerinin bu potansiyel antidiyabetik etki gösteren bitkiler üzerinde kanıta dayalı çalışmalar yapmalı, aktif bileşenlerin tanımlanması, standartlaştırılmış doz ve dozaj rejiminin hazırlanması ve yan etkilerinin belirlenmesi için araştırmalar yapmaları gerekmektedir.

KAYNAKÇA

[1] M. Jung, M. Park, H-Ch. Lee, Y. Kang, E.S. Kang, S.K. Kim, Antidiabetic agents from medicinal plants, Curr. Med. Chem. 13, (2006) 1203–1218.

[2] C.N. He, C.L. Wang, S.X. Guo, Study on chemical constituents in herbs of Anoectochilus roxburghii II, Chin. J. Chin. Materia. Medica 30, (2005) 761–776.

[3] Rao, M. U., Sreenivasulu, M., Chengaiah, B., Reddy, K. J., & Chetty, C. M. (2010). Herbal medicines for diabetes mellitus: a review. Int J PharmTech Res, 2(3), 1883-1892.

[4] M.T. Pepato, E.H. Keller, A.M. Baviera, I.C. Kettelhut, R.C. Vendramin, I.L. Brunetti, Anti-diabetic activity of Bauhinia forficata decoction in streptozotocin-diabetic rats, Journal of Ethnopharmacology 81, (2002) 191-/197.

[5] Mhasker, K.S., Caius, J.F., A study of Indian medicinal plants. II. Gymnema sylvestre R.Br. Indian Journal of Medical Research 16, (1930) 2–75.

[6] Pitchai Daisy., James Eliza., Khanzan Abdul Majeed Mohamed Farook., A novel dihydroxy gymnemic triacetate isolated from Gymnema sylvestre possessing normoglycemic and hypolipidemic activity on STZ-induced diabetic rats. journal of Ethnopharmacology126, (2009) 339–344.

[7] Liu, B., Asare-Anane, H., Al-Romaiyan, A., Huang, G., Amiel, S.A., Jones, P.M., Persaud, S.J. Characterisation of the insulinotropic activity of an aqueous extract of Gymnema Sylvestre in mouse cells and human islets of langerhans. Cellular Physiology and Biochemistry 23, (2009)125–132.

[8] Kirtikar, K.R., Basu, B.A. Indian Med. Plants 3, (1991) 2274–2277.

[9] Poonam Shokeen., Prachi Anand., Y. Krishna Murali., Vibha Tandon. Antidiabetic activity of 50% ethanolic extracts of Ricinus communisand its purified fractions. Food and Chemical Toxicology 46, (2008) 3458–3466.

[10] Pen, F., Fang, C.S., Effect of Swertia punicea Hemsl. on protection of experimental diabetic mice. Chin. J. Tradit. Med. Sci. Technol. 10, (2003) 96–97

[11] Liu, X.B., Guo, M.X., Gong, W.J., et al. The infuence of Swertia punica on antioxygenic property of alloxan-induced diabetic mice. Mod. Med. Health 24, (2008) 2381–2382.

[12] Muhammad, S., Amusa, N.A. The important food crops and medicinal plants of nort-western Nigeria. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 1, (2005) 254–260.

[13] Inngjerdingen, K., Nergård, C.S., Diallo, D., Mounkoro, P.P., Paulsen, B.S. An ethnopharmacological survey of plants used for wound healing in Dogonland, Mali, West Africa. Journal of Ethnopharmacology 92, (2004) 233–244.

[14] Aminu Chika.,Shaibu Oricha Bello. Antihyperglycaemic activity of aqueous leaf extract of Combretum micranthum (Combretaceae) in normal and alloxan-induced diabetic rats. journal of Ethnopharmacology 129, (2010) 34–37

[15] Shani, J., Joseph, B., Sulman, F.G. Fluctuations in the hypoglycaemic effect of Poterium spinosum L. (Rosaceae). Archives Internationales de Pharmacody- namie et de Therapie 185, (1970) 344–349.

[16] Polina Smirin., Dvir Taler., Guila Abitbol., Tamar Brutman-Barazani., Zohar Kerem., Sanford R. Sampson.,Tovit Rosenzweig. Sarcopoterium spinosum extract as an antidiabetic agent: In vitro and in vivo study. Journal of Ethnopharmacology 129, (2010) 10–17.

[17] M. Ndiaye., W. Diatta., A.N. Sy., A.M. Dièye., B . Faye., E . Bassène. Antidiabetic properties of aqueous barks extract of Parinari excels in alloxan-induced diabetic rats. Fitoterapia79, (2008) 267-270

[18] Shaik Sameena Fatima., Maddirala Dilip Rajasekhar., Kondeti Vinay Kumar., Mekala Thur Sampath Kumar., Kasetti Ramesh Babu., Chippada Appa Rao. Antidiabetic and antihyperlipidemic activity of ethyl acetate:Isopropanol (1:1) fraction of Vernonia anthelmintica seeds in Streptozotocin induced diabetic rats. Food and chemical toxicology 48, (2010) 495-501.

[19] Akah, P., Okafor, C. Blood sugar lowering effect of Vernonia amygdalina in an experimental rabbit model. Phytother. Res. 6, (1992) 171–173.

[20] Sy, G.Y., Ciss, A., Nongonierma, R.B., Sarr, M., Mbodj, N.A., Faye, B. Hypoglycaemic and antidiabetic activity of the acetonic extract of Vernonia colorata leaves in normoglycaemic and alloxan induced diabetic rats. J. Ethnopharmacol 98, (2005) 171–175.

[21] P. Daisy., R. Jasmine., S. Ignacimuthu., E. Murugan. A novel Steroid from Elephantopus scaber L. an Ethnomedicinal plant with antidiabetic activity. Phytomedicine 16, (2009) 252-257.

[22] Sezik, E., Aslan, M., Yesilada, E., Ito, S. Hypoglycemic activity of Gentiana olivieri and isolation of the active constituent through bioassay-directed fractionation techniques. Life Sci. 76, (2005) 1223–1238.

VAZGEÇİLMEZ ANNE SÜTÜNÜN ZORUNLU ALTERNATİFLERİ

Dr. Öğr. Üyesi HİLAL ÖZBEK[1], Dr. Öğr. Üyesi DEMET ÇAKIR[2], Öğr. Gör. ARSLAN SAY[3]

[1]Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID ID 0000-0001-6368-2633
[2]Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID ID 0000-0003-4794-516X
[3] Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin SHMYO, ORCID ID 0000-0001-5454-3105

ÖZET

Tüm tarih boyunca ve günümüzde yenidoğanlar için en iyi besin kaynağı olarak bilinen anne sütü kritik pencere olarak sayılan ilk iki yıllık dönemde çok önemlidir. İlk 6 ay bebeğin ihtiyacı olan besinlerin tamamını karşılayan anne sütü, 6-12 ayda %50'sini ve 1 yaştan itibaren de %30'unu karşılamaktadır. Anne sütünün yetersizliğinde veya verilmemesi gereken durumlarda birçok bebek ve küçük çocuğa anne sütüyle eş değer olmasa da benzer besin değerini karşılayabilecek lezzetli hipoallerjenik alternatif besin verilmesi önemlidir. Bu nedenle anne sütü dışındaki alternatif olarak kullanılabilecek sütlerde önemli olmaktadır. Anne sütünün yerine geçmese de alternatif olarak anne sütü alamayan bebeklerde inek sütü, keçi sütü, eşek sütü ve formül mamalar da tercih edilebilir. Ancak inek sütünün altıncı aydan önce sindirim sisteminde mikro düzeyde kanamalara yol açması, düşük demir, yüksek protein ve sodyum içeriğine sahip olması (anne sütüne göre 2-3 kat daha fazla) gibi özellikleri nedeniyle bazı ülkelerde dokuzuncu aydan önce önerilmemektedir. Keçi sütü proteininin alerjenitesi hakkında yeterli veri bulunmamaktadır. Eşek sütünün verimi diğer memelilere kıyasla oldukça düşük olması nedeniyle ekonomik değildir. Formül mamalar ise; anne sütünün bebekler için vazgeçilmezliği tartışılmaz bir gerçek olmasıyla birlikte emzirmenin mümkün olmadığı durumlarda veya bebekler için yetersiz olduğu durumlarda zorunlu bir alternatif haline gelmiştir. İçeriklerine bakıldığında eşek sütü içeriğinde inek sütünden daha düşük oranda yağ, protein ve inorganik tuz bulunurken laktoz oranının daha yüksek oranda olması sebebiyle anne sütüne yakın bir içeriği bulunmaktadır. Eşek sütünün anne sütüyle karşılaştırıldığında laktoz miktarı, içerdiği proteinlerin çeşitliliği gibi yönlerden anne sütüne benzemektedir. Keçi sütü ile inek sütü karşılaştırıldığında da içerik yönüyle yağ, protein, laktoz ve kül oranlarının benzerlikleri dikkati çekmektedir. Bu içerik benzerliklerine rağmen keçi sütünün sindirimi ve emilimi daha kolay ve hızlıdır. Her ne kadar içerikleri anne sütüne yakın olsa da anne sütü yenidoğanlar için vazgeçilmez bir besin olmaya devam etmektedir. Bu derlemenin amacı anne sütü kullanılamadığı durumlarda alternatif olarak kullanılabilecek ürünlere dikkat çekmektir.

Anahtar Kelimeler: Anne Sütü, inek sütü, eşek sütü, keçi sütü, formül mama.

Mandatory Alternatives to İndispensable Breast Milk

ABSTRACT

Breast milk, known throughout history and today as the best source of nutrition for newborns, is very important in the first two years, which is considered the critical window. Breast milk, which provides all the nutrients needed by the baby in the first 6 months, meets 50% in 6-12 months and 30% from the age of 1 year. In cases where breast milk is insufficient or should not be given, it is important to give many babies and young children a delicious hypoallergenic alternative food that can meet similar nutritional value, although not equivalent to breast milk. Therefore, it is important in milk that can be used as an alternative other than

breast milk. Although it does not replace breast milk, cow's milk, goat's milk, donkey's milk, and formula can be preferred as an alternative for babies who cannot take breast milk. However, in some countries, cow's milk is not recommended before the ninth month due to its features such as causing micro-bleeding in the digestive system before the sixth month, low iron, high protein, and sodium content (2-3 times more than breast milk). There are insufficient data on the allergenicity of goat milk protein. Donkey milk is not economical because its yield is quite low compared to other mammals. Formulas, on the other hand, have become an alternative in cases where breastfeeding is not possible or insufficient for infants, with the indisputable fact that breast milk is indispensable for babies. When we look at the content of donkey milk, has a lower percentage of fat, protein, and inorganic salt than cow's milk, while it has a content close to breast milk due to its higher lactose ratio. When the composition of donkey milk is compared with breast milk; It is similar to human milk in terms of lactose, protein diversity, and ash content. When the composition of goat's milk is compared to cow's milk, although the total solute load, fat, protein, lactose, and ash contents are similar, it is easier and faster to digest and absorb. Although its contents are close to breast milk, breast milk continues to be an indispensable nutrient for newborns. The purpose of this review is to draw attention to products that can be used as an alternative in cases where breast milk cannot be used.
Keywords: Breast milk, cow's milk, donkey milk, goat's milk, formula.

GİRİŞ

WHO verilerine göre dünyada, altı aylıktan küçük bebeklerin sadece %44'ü anne sütü ile beslenmektedir [1]. TÜİK 2018 verilerine göre 0-6 aylık emzirme oranları %40,7 iken bu oran 6-8 aylık bebeklerde %14,6, 20-23 aylık bebeklerde %33,5 olarak belirtilmiştir. Ayrıca yenidoğanların doğumdan sonraki ilk bir saatte emzirilme oranı %71,3 gibi yüksek oranlardayken ilk üç günde %41,7'sine anne sütüne takviye ek gıdalar verilmektedir. Sonuç olarak yenidoğanın anne sütü alımı etkilemektedir [2]. Lansinoh 2017 araştırma verilerinde ise 2015 yılında Türkiye'de 4-6 ay bebeğini emzirmeyi hedefleyen annelerin oranı %34 iken TUİK verilerine göre bu oranın %40,7'ye çıktığı ve 6-8 aylık dönemde ise %14,6 olduğu belirtmişlerdir [2,3]. Bu oranlar Anne sütünün faydasıyla kıyaslandığında çok düşük kalmaktadır.

Yenidoğan döneminde anne sütünün sayısız faydaları olduğu bir gerçektir. Bu faydalar arasında yalnızca anne sütüyle beslenen bebeklerde yaşamın ilk altı ayında daha düşük ölüm oranları ve yaşamın ilk aylarında en sık görülen orta kulak iltihabı, astım gibi rahatsızlıklarının hızlı tedavisi sayılabilir [4]. Ayrıca yenidoğan için anne sütü kısa ve uzun vadede tıbbi ve nörogelişimsel avantajları nedeniyle vazgeçilmez bir standarttır [5]. Amerikan Pediatri Akademisi yenidoğanın doğumdan sonra altı ay boyunca sadece anne sütü ile beslenmesini önermektedir. Bununla birlikte bebeklerde yaklaşık 6. aydan itibaren anne sütü ile birlikte tamamlayıcı besinler başlanmasını, sürekli emzirmenin desteklenmesini, anne sütü verilmeye 2 yıl devam edilmesi gerektiğini ve istenirse bu sürenin uzatılabileceğini de bildirmektedir [5–7]. Yenidoğanlar için vazgeçilmez besin kaynağı anne sütü olmasına rağmen anne sütünün yetersiz kaldığı durumlarda, anne sütü ile beslenemeyen veya sağlık durumları nedeniyle annelerinden süt almayan bebeklere anne sütüne alternatifler besinler aranır [7]. Ancak yenidoğanın besleneceği bu alternatif besinlerin içeriği ve özelliği anne sütüne eşdeğer veya yakın olmalıdır. Çünkü yenidoğanlardaki bağırsak mikrobiyom bileşimi doğum haftası, doğum şekli gibi birçok nedenle ilişkili iken hangi besinlerle beslendiği (insan veya formül süt) ile de yakından bağlantılıdır[7]. Literatürde yapılan çalışmalar hiçbir besinin anne sütü içeriği ile aynı

özelliği göstermediğini belirtmiştir [8–11]. Anne sütüne yakın besinleri belirledikten sonra bunlarla ilgili risklerinde incelenmesi önemli olmaktadır. İnek sütünün sindirim sisteminde mikro düzeyde kanamalara yol açması, inek sütünün ve keçi sütü proteininin alerjenitesi, eşek sütünün ekonomik olmaması gibi nedenlerle zorunlu olmadıkça anne sütü dışında başka besin tercih edilmemelidir [12,13]. Bu derleme anne sütü kullanılamadığı durumlarda alternatif olarak kullanılabilecek ürünlere dikkat çekmek amacıyla ele alınmıştır.

Anne Sütü

Doğumdan sonraki ilk iki yıl çocuklarda "kritik pencere" olarak kabul edilen gelişimsel büyüme ve gelişmenin olduğu önemli bir dönemdir. Bununla birlikte davranışsal olarak da hayata sağlıklı başlama açısından önemlidir [14]. Bu dönemde yenidoğanlar için vazgeçilmez olan anne sütü tüm tarih boyunca en iyi bilinen besin olmakla beraber günümüzde de bebeklerin hayatta kalmasını sağlamak için en önemli besin kaynağı olmaya devam etmektedir [15–17]. İlk 6 ay bebeğin ihtiyacı olan besinlerin tamamını karşılayan anne sütü, 6-12 ayda %50'sini ve 1 yaştan itibarende %30'unu karşılamaktadır [17]. Anne sütü yenidoğanın büyüme ve gelişmesini sağlamak için gerekli olan su dahil tüm sıvıları, besin ve enerji ögelerini içerir. Ayrıca anne sütünün biyoyararlılığı oldukça yüksektir ve yenidoğanın birçok hastalığa karşı ilk aşılanmasıdır. Anne sütü yenidoğanın fiziksel, bilişsel ve sosyal yeteneklerinin artırılmasını destekleyen ve yenidoğana yapılan en güçlü yatırımdır [4,18,19]. Anne sütünün içinde HAMLET adı verilen bebeği kanserden koruyan maddeler ve kök hücreler bulunmaktadır. Ek olarak gündüz salgılanan sütte bulunan aktiviteyi artıran ve gece salgılanan sütte ise uyku düzenini sağlayan nükleotidler farklı miktarlarda bulunmaktadır. İlk altı ayda emzirmenin analjezik etkisinin olduğu da saptanmıştır [17,20]. Literatürde; anne sütünün enfeksiyonları engellediği, obezite, diyabet, ishal, allerji ve astım gibi hastalıkları azalttığı belirtilmektedir [17,21–23]. Ancak ilk altı 6 ay emzirmenin faydalarını kanıtlayan çalışmalar olmasına rağmen anneler çeşitli nedenlerle bebeklerini emzirmemekte ve emzirmeyi destekleyen bazı uygulamalar yetersiz kalmaktadır [15,24]. Bu yetersiz uygulamalar sonucunda emzirmenin erken kesilmesi ile birlikte anne sütü yerine ticari formül mamalar kullanılmaktadır. Ayrıca anne sütünün içerisine su ve meyve suları gibi sıvıların eklenmesi ile anne sütünün içeriği gereksiz olarak değiştirilmektedir. Bununla birlikte anne sütünün yerine kullanılamayacak düzeyde düşük kaliteye sahip katı, yarı katı, yumuşak yiyeceklerin ve gereksiz takviyelerin anne sütünün yerine geçebilecek faydalı besinler olduğuna yönelik tanıtımlar da çok yaygındır. Bu tanıtımlar aileleri anne sütüyle birlikte ek takviye besinlere yönlendirmektedir. Yapılan takviyeler ile birlikte anne sütü ve emzirme süreleri etkilenmektedir [25].

Anne sütünün verilemediği özel durumlarda ortaya çıkabilmektedir. Bu durumlara galaktozemia, aktif tedavi edilmemiş tüberküloz, herpes simpleks virüs enfeksiyonu olan anne (lezyon memede değilse emzirebilir, fakat anne sık sık ve doğru teknikle el yıkamalıdır), tanı/tedavi amaçlı radyoaktif izotop alımı, antimetabolit / kemoterapötik alımı, Annenin madde bağımlısı olması, aktif sitomegalovirüs enfeksiyonu (prematüre bebekler için), bebekte fenilketonüri, HIV (+) anne, Hepatit B taşıyıcı annelerin bebekleri sayılabilir [26]. Yenidoğanın beslenemediği bu durumlarda da yapay beslenmeye ihtiyaç duyulmaktadır [27]. Keçi sütü, İnek sütü ya da formül sütler gibi alternatif besin öğeleri de bu süreçte anne sütüne eş değer olmasada benzer olduğu için kullanılabilmektedir [9,27].

İnek Sütü, Keçi Sütü, Eşek Sütü ve Formül Mamalar:

İnek Sütü

Anne sütünün yetersizliğinde veya verilmemesi gereken durumlarda birçok bebek ve küçük çocuğa anne sütü yerine geçebilecek, benzer besin içeriğini sağlayabilecek, hipoalerjik ve lezzetli bir alternatif bulunması önemlidir [28,29]. Dünya genelinde insanların beslenmelerinde bulunan ve yaygın olarak tüketilen inek sütü yenidoğan ve çocukluk döneminde de kullanılabilmektedir. Ancak kullanılması uygun görülse bile sık görülen yenidoğan rahatsızlıkları ve hatta ileri yaşlarda da insan sağlığını etkileyebilecek yan etkileri ile karşılaşılmaktadır [30,31]. İnek sütünün ilk sıralarda yer aldığı besin allerjisinin erken çocukluk döneminde insidansı yaklaşık %3 düzeyindedir [31,32]. Ayrıca 0-2 yaş grubunda İnek sütü alerjisi %70,6 oranında görünmektedir [33] Altıncı aydan önce sindirim sisteminde mikro düzeyde kanamalara yol açması, düşük demir içeriğine, yüksek protein ve sodyum içeriğine sahip olması (anne sütüne göre 2-3 kat daha fazla), anne sütünün yerini alamaması gibi özellikleri nedeniyle inek sütü bazı ülkelerde dokuzuncu aydan önce önerilmemektedir [34]. Bu nedenler ile yenidoğana verilecek inek sütü dikkatli verilmeli ve takip edilmelidir.

Keçi Sütü:

İnek sütünde olduğu gibi keçi sütü proteinine karşı da alerjik reaksiyon riski yüksektir. Ancak literatürde keçi sütü alerjisi inek sütü alerjisinden daha az görüldüğü rapor edilmiştir [12,13]. Her ne kadar alerjik etkilerini tahmin etmek mümkün olmasa da keçi sütünün yüksek besin değeri, yüksek biyolojik değeri, proteinden zengin, kısa ve orta zincirli yağ asitlerini içeren iyi bir mineral ve vitamin kaynağı olması nedeniyle inek sütü yerine tercih edilebilir [35]. Keçi sütünün, inek sütüne göre daha az alerjen olması nedeniyle inek sütü alerjisi olan çocuklar için de uygun bir besin kaynağı olduğu ileri sürülmektedir [36]. İnek sütüne göre daha az alerjen olması ve nispi antimikrobiyal, immünmodülatör özellikleriyle anne sütüne inek sütünden daha fazla benzerlik göstermesi sebebiyle anne sütüne alternatif olabilir [9].

Eşek Sütü

Keçi sütüne benzer olarak eşek sütünün hipoalerjenik yapısı ve anne sütüne yakın değerler içermesi, keçi sütü ile birlikte eşek sütünü de çekici kılmıştır [8,10]. Eşek sütlerinin bileşimi, ineğin sütünden daha çok anne sütüne benzerdir. Bu nedenle temel besin öğeleri açısından zengin olması, yüksek düzeyde sindirilebilir, içilebilir nitelikte olması ve özellikle çocuklarda Ig-E'nin neden olduğu inek sütü alerjisi durumlarında tercih edilebilir [8,37]. Bununla birlikte, bu tür sütler bebeklere uygulanmadan önce uygun beslenmeye yönelik düzenleme yapılması gerekir ve güvenli olabilecek şekilde verilmesi için dikkatle değerlendirilmelidir [38]. Eşek sütünün verimi diğer memelilere kıyasla oldukça düşük olması ekonomik olmasını da engellemektedir. Bu nedenle tercih olarak keçi sütünden sonra gelmektedir[10].

Formül Mama

Anne sütü bebekler için vazgeçilmezliği tartışılmaz bir gerçek olmakla beraber formül mamalar emzirme mümkün olmadığında veya bebekler için yetersiz olduğunda bir alternatif haline gelmiştir [39]. Ancak Promosyon ve pazarlama, anne sütüyle beslenemeyen bebekler için hayati önem taşıyan özel bir gıda olarak görülmesi gereken bebek formülü mamalarını, herhangi bir bebek için normal bir gıdaya dönüştürmüştür [40]. Formül mama ile beslenen bebekler daha hızlı kilo alırlar ve 3 aylıkta daha fazla vücut yağına sahiptirler. Bebeklerde farklı bağırsak mikrobiyotası olması nedeniyle formül mama ile beslenen bebekler, anne sütü ile beslenen bebeklerden daha yüksek serum amino asiti, insülin, kan üre nitrojen

konsantrasyonuna sahiptir [39]. Ayrıca mama ile beslenen bebekler anne sütü ile beslenen bebeklere oranla obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalık riski ile karşı karşıyadır [39,41]. Bu durumlar düşünüldüğünde formül mamalar ilk tercih olmamalıdır.

İçeriklerin Karşılaştırılması

Eşek sütü içeriğinde inek sütünden daha düşük oranda yağ, protein ve inorganik tuz bulunurken laktoz oranı daha yüksek oranda olması sebebiyle anne sütüne yakın bir içeriği bulunmaktadır [8]. Eşek sütünün anne sütüyle karşılaştırıldığında laktoz miktarı, içerdiği proteinlerin çeşitliliği ve kül miktarı gibi yönlerden anne sütüne benzemektedir. Keçi sütü ile inek sütü karşılaştırıldığında da içerik yönüyle toplam solüt yükü, yağ, protein, laktoz ve kül oranlarının benzerlikleri dikkati çekmektedir. Bu içerik benzerliklerine rağmen keçi sütünün sindirimi ve emilimi daha kolay ve hızlıdır [10].Her ne kadar içerikleri anne sütüne yakın olsada anne sütü yenidoğanlar için vazgeçilmez bir besin olmaya devam etmektedir. Literatürde bulunan anne sütü, inek sütü, keçi sütü ve eşek sütünün içeriğindeki maddelerin karşılaştırmaları Tablo 1'de verilmiştir [8–11]. Bebek mamalarındaki makro besin ögesi olarak bulunan sütlerin ana kaynakları da Tablo 2'de verilmiştir[42].

Tablo 1: Sütlerin içeriklerinin karşılaştırılması [8–11]

Besin Değeri	Anne Sütü	İnek Sütü	Keçi Sütü	Eşek Sütü
CHO (laktoz)(g)	6.5	4.8	4.5	4.5 6.6
Yağ (g)	3.5	3.2 (19)	4.6(19)	0.3(19)
n:6/n:3 oranı	7.08	9.5 (19)	3.2(19)	1.8 (19)
Protein(g)	0.94	3.4	3.5	1.6
Kazein/whey oranı	75/97	407/99(13)	3.48/0.535	120/107
Total solud yük (mg)	12.5	13.0	12.9	9.5
Kül (g)	0.2	0.7(13)	0.8	0.4
Enerji (kkal)	62	57	69	42
Laktoz	6.9	4.7	4.1	5.8-7.4

Tablo 2: Bebek mamalarında makro besin ögelerinin ana kaynakları [42].

Mama	Protein	Karbonhidrat	Yağ
İnek sütü	Kazein	Laktoz	Ayçiçeği Yağı

	Whey		
Laktozsuz inek sütü	Kazein Whey	Mısır şurubu (glukoz)	Palmiye Soya Hindistan Cevizi
Soya	Soya	Mısır şurubu (glukoz) Sükroz	Palmiye Soya Hindistan Cevizi
Hidrolizat	Peptidler Amino asitler	Mısır şurubu (glukoz) Modifiye Mısır Nişastası Sükroz	Palmiye Soya Hindistan Cevizi Ayçiçeği yağı Orta Zincirli Trigliseritler (MCT)
Elemental	Amino asitler	Mısır şurubu (glukoz)	Soya Hindistan Cevizi Ayçiçeği yağı MCT*

Literatür Çalışmaları

Anne sütüne alternatif olarak kullanılabilecek süt ve formül mamalar ile ilgili yapılan bazı çalışma örnekleri Tablo 3'de verilerek açıklanmıştır.

Tablo 3: Literatürde yapılan çalışma örnekleri

Xu ve ark (2015)[35]'nı yaptığı "Keçi sütü içeren ve inek sütü içeren bebek mamalarla beslenen bebeklerde büyüme ve beslenme durumunun karşılaştırılması: randomize, kontrollü çalışma.	
	İçeriğinde keçi sütü ve inek sütü bulunan formül mamalar ile beslenen bebeklerin büyüme ve beslenme durumlarını karşılaştırmak.
Yöntem ve Örneklem	Randomize kontrollü çalışmadır. Yapılan araştırmaya 0-3 aylık olan toplam 79 bebek randomizasyon ile seçilmiştir. Bebekler 6 ay süre ile içeriğinde keçi sütü bulunan ve inek sütü bulunan formül mamalar ile beslenmiştir. 3. ve 6. ayda ağırlık, uzunluk ve baş çevresi ölçülerek kaydedilmiştir. Ayrıca bu süreçte başlanan katı gıda türleri ve başlama zamanları kaydedilmiştir. Yapılan testlerle ilgili kan sonuçları, pisuar ve fekal parametrelerde kayıt altına alınmıştır.
Bulgular	Keçi sütü içeren formül mama grubundaki bebeklerin ortalama ağırlığı (ortalama ± SD) 4,67 ± 0,99 kg, inek sütü içeren formül mama grubundaki bebeklerin ise ortalama ağırlığı 4,73 ± 1,10 kg olarak tartılmıştır. Yine keçi sütü içeren formül mama grubundaki bebeklerin 6. ayda 8,75 ± 0,98 kg ve inek sütü içeren formül mama grubundaki bebeklerin 6. ayda 8,92 ± 0,88 kg olarak belirlenmiştir. 6 aylık çalışmada, formülle beslenen iki grup arasında, kilo, boy, baş çevresi ve BMI z-skorlarının düzeltilmiş tedaviye yönelik analizlerinde hiçbir farklılık bulunmamıştır. Benzer şekilde, Keçi sütü içeren

	formül mama grubundaki bebekler ile inek sütü içeren formül mama grubundaki bebekler arasında katı gıda, kan elementleri, pisuar ve dışkı parametrelerinin zamanlamasında ve tiplerinde dikkate değer farklılıklar bulunmamıştır. Bağırsak hareketleri, ağlama süresi, oturma kolaylığı veya yan etki sıklığına bakıldığında da gruplar arası farkları gösterilmemiştir.
Sonuç	Araştırma keçi sütü içeren formül mama grubundaki bebeklerin ve inek sütü içeren formül mama grubundaki bebeklerin yeterli büyümenin ve beslenme durumunun sürdürüldüğünü göstermektedir. Her iki grup arasında fark bulunmamıştır.
Kanıt Düzeyi.	1. Düzey
Özdemir ve ark.'nın (2015)[10] yaptığı "Bileşimi ve sağlık üzerine etkileri açısından; eşek ve keçi sütü" derleme çalışması	
Amaç	Bileşimi ve sağlık üzerine etkileri açısından; eşek ve keçi sütünün önemine dikkat çekmek.
Yöntem	Derleme
Sonuç	Keçi sütünün protein içeriğinin ve miktarının inek sütünden farklı olmaması alerjenite potansiyelini arttırmaktadır. Eşek sütünün anne sütüne bu kadar yakın olması anne sütü alamayan bebekler için bir alternatif olabileceğini göstermektedir.
Kanıt Düzeyi	4
Maathais ve ark.'nın (2017) [28] yaptığı "Simüle bebeğin keçi sütü içeren formül mamaların, inek sütü formül içeren mamaların ve anne sütünün protein sindirimi ve kalitesi" çalışması	
Amaç	Keçi sütü içeren formül mama, inek sütü içeren formül mama ve anne sütünün gerçek ideal protein sindirimi ve sindirilebilir vazgeçilmez amino asit skorunun kalitesinin belirlenmesidir.
Yöntem ve Örneklem	Deneysel Çalışma Ausnutria Hyproca (Zwolle, Netherlands) tarafından benzer şekilde üretilen inek sütü, keçi sütü ve 6 gönüllüden doğumdan 3 ila 5 ay sonra anne sütü toplanmıştır. Ürünlere yapılan analizler karşılaştırılmıştır.
Bulgular	Keçi sütünden elde edilen biyoerişilebilirlik, anne sütüne benzer içerik göstermiştir. İnek Sütü, Keçi Sütü ve anne sütü karşılaştırmalarında sindirimden sonraki 1. saatte nitrojen biyoerişebilirliği, Keçi Sütü için % 19.9 ±% 3.5, anne sütü için % 23.3 ±% 1.3, İnek sütü için % 11.2 ±% 0.6 olarak belirlenmiştir. Sindirimden sonraki 3. saatte, nitrojen biyolojik aktivitesi, İnek sütünde (% 28.9 ±% 1.2), keçi sütü (% 22.5 ±% 1.6) ve anne sütünden (% 20.6 ±% 1.0) daha yüksektir (P <0.05). 4 saat sonra Keçi sütü, inek sütü ve anne sütünün ideal protein sindirilebilirliği sırasıyla %78.3 ±% 3.7, % 73.4 ±% 2.7 ve % 77.9 ± 4.1'dir. 0-6 aylık bebekler için keçi sütü, inek sütü ve anne sütü amino asit skoru, aromatik amino asit için % 83,% 75 ve % 77 olarak belirlenmiştir.
Sonuç	Protein kalitesi keçi sütü, inek sütü ve anne sütü arasında farklı değildir. Ancak keçi sütünün proteini anne sütü ve inek sütüyle karşılaştırıldığında sindirimi daha fazladır.

Kanıt Düzeyi.	2. Düzey
Hodgkinson ve ark.'ın (2018) [29] yaptığı "İnek ve keçi sütünün mide sindirimi: bebek ve genç çocuğun in vitro sindirim koşullarında etkisi" çalışması	
Amaç	İnek ve keçi sütü proteinlerinin mide sindirim özelliklerinin invitro olarak karşılaştırmaktır.
Yöntem ve Örneklem	Hodgkinson ve ark. (2018) yaptıkları araştırmayı invitro yapılmıştır. Çiftlikten taze, havuzlanmış, pastörize edilmemiş keçi ve inek sütü örnekleri alınmıştır.
Bulgular	Daha büyük moleküler ağırlıklı proteinlerin sindirimi, bebeklerde küçük çocuklara göre mide sindirim koşullarında düşük pH ve daha yüksek enzim konsantrasyonları ile artmıştır. β-laktoglobulin, tüm gastrik sindirim koşullarında zayıf bir şekilde sindirilmiştir.
Sonuç	Bu çalışma, daha düşük proteaz konsantrasyonlarının ve bebek midesinin daha yüksek pH'ının, inek ya da keçi sütünün proteinlerinin daha az bozulmasına neden olduğu iddiasını doğrudan desteklemektedir. Keçi ve inek sütü içindeki kazein proteinlerinin davranışları çok farklıdır. Bu alandaki ileri çalışmaların, bu farklılıkların iki sütteki kazeinin fizikokimyasal yapılarına bağlı olup olmadığını ortaya çıkarmak için gereklidir.
Kanıt Düzeyi.	2. Düzey

SONUÇ

Bu derleme anne sütü kullanılamadığı durumlarda alternatif olarak kullanılabilecek ürünlere dikkat çekmek amacıyla ele alınmıştır. Anne sütü yenidoğanlar için vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. Alternatifleri mevcut olmasına rağmen hiçbirinin besin içeriği anne sütüne eş değer değildir. Zorunlu durumlar dışında yenidoğanlar için vazgeçilmez besin kaynağı anne sütü olarak kalmaya devam etmelidir. Yenidoğanlara ilk altı ay süreyle yanlızca anne sütü verilmelidir. Anne sütünün içeriği formül mamalar veya diğer sütlerle değiştirilmemelidir. Ancak anne sütünün yenidoğana verilmemesi gereken hastalık durumularında besinin genel uygunluğu değerlendirilerek verilebilir. Kısıtlı sürelerde anne sütü verilmesinin kesilmesi durumunda da anne sütü sağılarak muhafaza edilmeli ve daha sonraki süreçte verilmeye devam edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. WHO. (2021). *Infant and young child feeding*. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding
2. TÜİK. (2018). *2018 Türkiye Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü*. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. www.hips.hacettepe.edu.tr
3. Lansinoh. (2017). *Lansinoh 2017 Uluslararası Emzirme Araştırması*. Lansinoh. http://www.lansinoh.com.tr/onerilerimiz/lansinoh-2017-uluslararasi-emzirme-arastirmasi
4. Sánchez, C., Franco, L., Regal, P., Lamas, A., Cepeda, A., & Fente, C. (2021). Breast Milk: A Source of Functional Compounds with Potential Application in Nutrition and Therapy. *Nutrients*, *13*(3), 1026–1058. https://doi.org/10.3390/nu13031026
5. Meek, J. Y., & Noble, L. (2022). Policy Statement: Breastfeeding and the Use of Human Milk. *Pediatrics*, *150*(1). https://doi.org/10.1542/PEDS.2022-057988/188347

6. Nagel, E. M., Howland, M. A., Pando, C., Stang, J., Mason, S. M., Fields, D. A., & Demerath, E. W. (2022). Maternal Psychological Distress and Lactation and Breastfeeding Outcomes: a Narrative Review. *Clinical Therapeutics*, *44*(2), 215–227. https://doi.org/10.1016/J.CLINTHERA.2021.11.007
7. Chong, H. Y., Tan, L. T. H., Law, J. W. F., Hong, K. W., Ratnasingam, V., Ab Mutalib, N. S., Lee, L. H., & Letchumanan, V. (2022). Exploring the Potential of Human Milk and Formula Milk on Infants' Gut and Health. *Nutrients 2022, Vol. 14, Page 3554*, *14*(17), 3554. https://doi.org/10.3390/NU14173554
8. Öztürkoğlu Budak, Ş., & Gürsel, A. (2012). Alternatif Bir Süt: Eşek Sütü. *GIDA* , *37*(4), 243–250.
9. Altun, D., & Sarıcı, S. Ü. (2017). Keçi sütü: Bebek beslenmesinde ilk tercih mi olmalı? *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, *60*, 22–33.
10. Özdemir, M. B., & Acar Tek, N. (2015). Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkileri Açısından; Eşek ve Keçi Sütü. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *6*(4), 189–193. http://openaccess.acibadem.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11443/448/Derleme - 2.pdf?sequence=1&isAllowed=y
11. Madhusudan, N. C., Ramachandra, C. T., Udaykumar, N., Sharnagouda, H., Nagraj, N., & Jagjivan, R. (2017). Composition, Characteristics, Nutritional value and Health Benefits of Donkey Milk-A Review. *Dairy Science & Technology*.
12. Prosser, C. G. (2021). Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. *Journal of Food Science*, *86*(2), 257–265. https://doi.org/10.1111/1750-3841.15574
13. dos Santos, W. M., Guimarães Gomes, A. C., de Caldas Nobre, M. S., de Souza Pereira, Á. M., dos Santos Pereira, E. V., dos Santos, K. M. O., Florentino, E. R., & Alonso Buriti, F. C. (2023). Goat milk as a natural source of bioactive compounds and strategies to enhance the amount of these beneficial components. *International Dairy Journal*, *137*, 105515. https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2022.105515
14. Özkul Sağlam, N., Bülbül, L., Yaroğlu Kazancı, S., & Hatipoğlu, S. S. (2018). 24-48 Ay Arası Çocukların Anne Sütü Alımı ve Tamamlayıcı Beslenme Tercihlerine Etki Eden Faktörler. *The Medical Bulletin of Şişli Etfal Hospital*, *19*. https://doi.org/10.14744/SEMB.2018.91328
15. Elmas, S., & Aluş Tokat, M. (2016). Yenidoğanın Beslenme Şeklinin Anne Uyku ve Yorgunluğuna Etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, *9*(2), 45–51.
16. Tanrıverdi, S., Köroğlu, Ö. A., Kültürsay, N., & Egemen, A. (2014). Annelerin Anne Sütünü Arttıran Faktörlere İlişkin Görüş ve Yaklaşımları. *The Journal of Pediatric Research*, *1*(2), 84–90. https://doi.org/10.4274/jpr.87597
17. Yurtsal, Z. B., Kaya, N., Ağapınar Şahin, S., & Eroğlu, V. (2018). *Anne Sütü ve Emzirmede Kanıt Temelli Uygulamalar* (Z. B. Yurtsal, Ed.). Anadolu Nobel Tıp Kitapevleri.
18. Yıldırım, M., Şahin, K., Elevli, M., Duru, H. N. S., & Çivilibal, M. (2015). Bebeklerde beslenme şeklinin büyüme üzerine etkileri. *Haseki Tip Bulteni*, *53*(3), 199–203. https://doi.org/10.4274/haseki.2132
19. Özkara, H., Fidancı, B. E., Yıldız, D., & Kaymakamgil, Ç. (2016). Emzirme danışmanlığı. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, *15*(6), 551–555. https://doi.org/10.5455/pmb.1-1436701913

20. Witkowska-Zimny, M., & Kaminska-El-Hassan, E. (2017). Cells of human breast milk. *Cellular & Molecular Biology Letters*, *22*(1), 11. https://doi.org/10.1186/s11658-017-0042-4
21. Gomez-Gallego, C., Garcia-Mantrana, I., Salminen, S., & Collado, M. C. (2016). The human milk microbiome and factors influencing its composition and activity. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, *21*(6), 400–405. https://doi.org/10.1016/j.siny.2016.05.003
22. Victora, C. G., Bahl, R., Barros, A. J. D., França, G. V. A., Horton, S., Krasevec, J., Murch, S., Sankar, M. J., Walker, N., & Rollins, N. C. (2016). Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *The Lancet*, *387*(10017), 475–490. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01024-7
23. Bider-Canfield, Z., Martinez, M. P., Wang, X., Yu, W., Bautista, M. P., Brookey, J., Page, K. A., Buchanan, T. A., & Xiang, A. H. (2017). Maternal obesity, gestational diabetes, breastfeeding and childhood overweight at age 2 years. *Pediatric Obesity*, *12*(2), 171–178. https://doi.org/10.1111/ijpo.12125
24. Ijumba, P., Doherty, T., Jackson, D., Tomlinson, M., Sanders, D., Swanevelder, S., & Persson, L.-Å. (2015). Effect of an integrated community-based package for maternal and newborn care on feeding patterns during the first 12 weeks of life: a cluster-randomized trial in a South African township. *Public Health Nutrition*, *18*(14), 2660–2668. https://doi.org/10.1017/S1368980015000099
25. Cai, X., Wardlaw, T., & Brown, D. W. (2012). Global trends in exclusive breastfeeding. *International Breastfeeding Journal*, *7*(1), 12. https://doi.org/10.1186/1746-4358-7-12
26. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu. (2017). *Temel Yenidoğan Bakımı*. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu TEMEL YENİDOĞAN BAKIMI Çocuk ve Ergen Sağlığı Daire Başkanlığı.
27. Topal, S., Çınar, N., & Altınkaynak, S. (2016). Süt Çocukluğu Döneminde Beslenme. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *6*(1), 63–70.
28. Maathuis, A., Havenaar, R., He, T., & Bellmann, S. (2017). Protein Digestion and Quality of Goat and Cow Milk Infant Formula and Human Milk Under Simulated Infant Conditions. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition*, *65*(6), 661–666. https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001740
29. Hodgkinson, A. J., Wallace, O. A. M., Boggs, I., Broadhurst, M., & Prosser, C. G. (2018). Gastric digestion of cow and goat milk: Impact of infant and young child in vitro digestion conditions. *Food Chemistry*, *245*, 275–281. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.028
30. Akın, C. (2014). *İnsan ve Keçi Kolostrum Whey Fraksiyonu Ortak Proteinlerinin Maldı-Tof/Tof Yöntemi İle Belirlenmesi*. Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
31. Uysal, P., Alan, Ş., Demir, F., Erge, D., & Yenigün, A. (2018). İnek Sütü Allerjisi Olan Süt çocuğunda Kızamık Aşısı ile Gelişen Anafilaksi. *Asthma Allergy Immunology*, *16*(3), 171–174.
32. EFSA. (2012). Scientific Opinion on the suitability of goat milk protein as a source of protein in infant formulae and in follow-on formulae. *European Food Safety Authority Journal*, *10*(3), 2603. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2603
33. Saygi, B. (2022). Çocuklarda Gıda Allerjileri. *Beykoz Akademi Dergisi*, *2*(1), 151–166. https://doi.org/10.14514/BYK.m.26515393.2022.sp/151-166
34. Köksal, G., & Gökmen Özel, H. (2012). *Bebek Beslenmesi* (2. Basım). Reklam Kurdu Ajansı Org. Tan. Tas. Rek. San. Tic. Ltd. Şti.
35. Xu, M., Wang, Y., Dai, Z., Zhang, Y., Li, Y., & Wang, J. (2015). Comparison of growth and nutritional status in infants receiving goat milk-based formula and cow milk-based formula: a

randomized, double-blind study. *Food & Nutrition Research*, *59*, 28613. https://doi.org/10.3402/fnr.v59.28613

36. Asresie, A., & Adugna, M. (2014). Bioactive Properties of Goat Milk: It's Hypoallergenic, Nutritional and Therapeutic Significance: A Review. *Global Journal of Animal Scientific Research*, *2*(4), 315–320.
37. Bidasolo, I. B., Ramos, M., & Gomez-Ruiz, J. A. (2012). In vitro simulated gastrointestinal digestion of donkeys' milk. Peptide characterization by high performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *International Dairy Journal*, *24*(2), 146–152. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.04.014
38. Salimei, E. (2011). Animals that Produce Dairy Foods | Donkey. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 365–373. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00041-8
39. Nguyen, T. T. P., Bhandari, B., Cichero, J., & Prakash, S. (2015). A comprehensive review on in vitro digestion of infant formula. *Food Research International*, *76*, 373–386. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.016
40. McFadden, A., Mason, F., Baker, J., Begin, F., Dykes, F., Grummer-Strawn, L., Kenney-Muir, N., Whitford, H., Zehner, E., & Renfrew, M. J. (2016). Spotlight on infant formula: coordinated global action needed. *The Lancet*, *387*(10017), 413–415. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00103-3
41. Fondaco, D., AlHasawi, F., Lan, Y., Ben-Elazar, S., Connolly, K., & Rogers, M. A. (2015). Biophysical Aspects of Lipid Digestion in Human Breast Milk and Similac™ Infant Formulas. *Food Biophysics*, *10*(3), 282–291. https://doi.org/10.1007/s11483-014-9388-6
42. Bülbül, S. F. (2017). Bebek Beslenmesinde Kullanılan Mamalar. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi* , *11*(3), 215–220. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/683216

YENİDOĞAN SAĞLIĞINI KORUYUCU BAKIMLAR: GÖZ BAKIMI, AĞIZ BAKIMI VE GÖBEK BAKIMI

Dr. Öğr. Üyesi HİLAL ÖZBEK[1], Öğr. Gör. ARSLAN SAY[2], Dr. Öğretim Üyesi DEMET ÇAKIR[3]

[1]Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, h.ozzbek@gmail.com
ORCID ID 0000-0001-6368-2633

[2]Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin SHMYO, arslan.say@amasya.edu.tr
ORCID ID 0000-0001-5454-3105

[3]Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, demet.cakir19@gmail.com
ORCID ID 0000-0003-4794-516X

ÖZET

Dünya Sağlık Örgütü 2017 verilerine göre her yıl 5,3 milyon bebek ya ölü doğmaktadır veya doğduktan sonra ilk ayda hayatını kaybetmektedir. Yenidoğanların ölüm nedenleri arasında ilk üç sırada prematüre, intrapartum ile ilişkili komplikasyonlar ve sepsis bulunmaktadır. Bu nedenler arasında sepsis gibi ciddi enfeksiyonların olması yenidoğan enfeksiyonlarını ciddi halk sağlığı sorunları arasına almaktadır. Yenidoğan bakımlarının temelini yenidoğanı koruyucu bakımlar oluşturmaktadır. Bu koruyucu bakımlar vücut ısısının korunması, göz ve göbek bakımı, bağışıklama, problemlerin veya tehlike işaretlerinin erken tespiti gibi maliyeti düşük bakımları içermektedir. Yenidoğana doğumunu takiben doğumdan sonra 1 saat içerisinde göz bakımı uygulanır. Göz bakımında steril distile su veya serum fizyolojikle ıslatılmış pamuk ile göz çevresi ve göz kapakları içten dışa doğru silinir. Silme işlemi sonrasında göz kapakları hafifçe açılır ve konjonktivaya koruyucu amaçlı göz damlası uygulanır. Ağız bakımı gereken bebeklerde de bakım sırasında steril serum fizyolojik veya kaynatılıp ılıtılmış su ile ıslatılan gazlı bez ya da ağız bakımı için geliştirilmiş özel setler kullanılabilir. Sağlıklı bebeklerde göbek düşene kadar kuru tutulması önerilse de yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde yatan bebeklerde günde bir ya da iki kez antimikrobiyal madde veya steril su ile temizleme önerilmektedir. Yenidoğan mortalite ve morbiditesini azaltmaya yönelik yapılan bu bakımlar yenidoğan sağlığına yönelik gerekli müdahalelerin gecikmeden yapılmasını sağlarken hem izlem hem de bakım niteliğindedir. Bu makale yenidoğan sağlığının korunması ve geliştirilmesi için önemli olan göz bakımı, ağız bakımı ve göbek bakımına dikkat çekmeyi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenidoğan, Bakım, Ağız Bakımı, Göz Bakımı, Göbek Bakımı.

ABSTRACT

World Health Organization according to the 2017 data, 5.3 million babies are either stillborn or die in the first month after birth each year. Premature, intrapartum-related complications and sepsis are the first three causes of death in newborns. Among these reasons, serious infections such as sepsis include neonatal infections among serious public health problems. Neonatal preventive care is the basis of newborn care. These preventive treatments include low-cost maintenance such as maintaining body temperature, eye and cord care, immunization, early detection of problems or signs of danger. Following the birth of the newborn, eye care is applied within 1 hour after birth. In eye care, the eye area and eyelids are wiped from the inside out with sterile distilled water or a cotton ball moistened with saline.

After wiping, the eyelids are slightly opened and protective eye drops are applied to the conjunctiva. In babies who need oral care, sterile saline or gauze moistened with boiled and warm water or special sets developed for oral care can be used during care. While it is recommended to keep the umbilical cord dry without wiping it with anything until the umbilical cord falls off in healthy babies, it is recommended to clean with antimicrobial agents or sterile water once or twice a day in infants hospitalized in the neonatal intensive care unit. While it is recommended to keep the umbilical cord dry until the umbilical cord falls off in healthy babies, it is recommended to clean with antimicrobial agents or sterile water once or twice a day in infants hospitalized in the neonatal intensive care unit. Thanks to these cares aimed at reducing neonatal mortality and morbidity, the necessary interventions for newborn health will continue to be made without delay. These cares, aimed at reducing neonatal mortality and morbidity, ensure that the necessary interventions for neonatal health are carried out without delay, while gaining the quality of both follow-up and care. This article aims to draw attention to eye care, oral care and umbilical care, which are important for the protection and development of newborn health.

Keywords: Newborn, care, oral care, eye care, umblical cord care.

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü 2017 verilerine göre her yıl 5,3 milyon bebek ya ölü doğmaktadır veya doğduktan sonra ilk ayda hayatını kaybetmektedir [1]. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2019 yılı verilerine göre ise ülkemizde bebek ölüm sayısı yılda 10 bin 770'tir [2]. Yenidoğanların ilk üç sıradaki ölüm nedenleri arasında da prematüre, intrapartum ile ilişkili komplikasyonlar ve sepsis bulunmaktadır [3]. Bu nedenler arasında sepsisinde dahil olduğu ciddi enfeksiyonların olması yenidoğan enfeksiyonlarını ciddi halk sağlığı sorunları arasına almaktadır. Özellikle yarıdan fazlası doğumdan sonra ilk 24 saat içinde ortaya çıkmaktadır [4]. Bu nedenle yenidoğan sağlığını geliştirmek için yapılacak temel yenidoğan bakımı müdahalelerinin prekonsepsiyonel dönemden başlayarak, gebelik sırasında, doğumda, doğumdan hemen sonra ve doğum sonrası dönemde kapsamlı olarak planlanması gereklidir [5]. Bu planlama ile yenidoğan mortalite ve morbiditesini azaltma da olumlu etkiye sahip en uygun maliyetli müdahaleler yapılması sağlanacaktır [6].

Yenidoğan bakımlarının temelinde yeni doğanı koruyucu bakımlar yer almaktadır. Bu bakımlar vücut ısısının korunması, göz ve göbek bakımı, bağışıklama, problemlerin veya tehlike işaretlerinin erken tespiti gibi maliyeti düşük bakımları içermektedir [5]. Yenidoğan mortalite ve morbiditesini azaltmaya yönelik yapılan bu bakımlar sayesinde hem ülke ekonomisi erken müdahale ile çok fazla etkilenmeyecek hem de yenidoğan sağlığı için gerekli müdahalelerde yapılmaya devam edecektir. Bu makale yenidoğan sağlığının korunması ve geliştirilmesi için önemli olan göz bakımı, ağız bakımı ve göbek bakımına dikkat çekmeyi amaçlanmıştır.

Yenidoğanın Göz Bakımı

Yenidoğanlarda ilk 4 haftalık süreçte neonatal konjonktivit olarak adlandırılan yenidoğanın gözlerinde oluşan enfeksiyon riski yüksektir. Belirtileri arasında gözde kızarıklık, mükopürülan akıntı, göz kapağında ve gözde şişlik mevcuttur [7–9]. Yenidoğanların %12'sinde görülmekte olan neonatal konjonktivit viral, bakteriyel ya da kimyasal kaynaklı olabilir [10,11]. Özellikle gonoreal veya klamidyal enfeksiyonu olan anneden doğan bebeklerin %30-50'sinde gelişebilir ve anneden bebeğe bulaş doğum sırasında olmaktadır [10,11]. Bazı konjonktivitlerde

korneada ülserasyon, perforasyon, endoftalmi (göz içi enfeksiyonu) ve körlük gibi çok ciddi komplikasyonlar görülebilir. Bu enfeksiyonların nadiren de olsa ölümle sonuçlandığı bildirilmiştir [12,13]. Vajinal doğum yapan enfekte annelerin yenidoğanları için %30-42'sinde profilaktik ajan bulunmayan gonokok konjunktiviti görülmektedir [14]. Bu nedenle doğumdan hemen sonra tüm yenidoğan bebeklere göz bakımı yapılmalı ve proflaksi uygulanmalıdır[5].

Yenidoğanda göz profilaksisi, oftalmik neonatorum (neonatal konjunktivit) riskini azaltmak için profilaktik bir ajan olarak göze uygulanan antibiyotik uygulaması anlamına gelmektedir[15]. 1800'lü yıllarda yapılan neonatal göz proflaksisi nedeniyle gonokokal enfeksiyonlar ve bu enfeksiyonlara bağlı körlük azaltılmıştır [12,16]. Zorunlu neonatal göz profilaksisi kısa bir süre sonra Kuzey Amerika'nın çoğunda yasalaşmıştır [12]. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'nın çoğu bölgesinde uygulanan rutin yenidoğan bakımı enfeksiyonun azalmasını sağlamıştır[17]. Moore ve MacDonald (2015) gonokok konjunktivitinin nadir görüldüğünü savunarak profilaksinin klamidyal konjunktivite karşı etkili olmadığını, irritasyona neden olabileceğini ve anne-bebek bağını olumsuz etkileyebileceğini belirtmiştir [10].

Göz bakımı; yenidoğanın doğumunu takiben, steril distile su veya serum fizyolojik ile ıslatılmış pamuk veya steril gazlı bezle göz çevresi ve göz kapakları içten dışa doğru silinir [18,19]. Silme işlemi sonrasında göz kapakları hafifçe açılır ve konjonktivaya koruyucu amaçlı göz damlası uygulanır. Konjonktivaya damlatılan damla sonrasında konjonktiva serbest bırakılarak ilacın yayılması sağlanır. Göz damlası olarak %0,5 eritromisin ve %1 tetrasiklin içeren damlalar bulunmayan ülkelerde, %0,3 gentamisin ya da %0,3 tobramisin topikal yan etkileri olmasına rağmen kullanılması önerilmektedir[13]. Yapılan bu işlemler doğumdan sonra 1 saat içerisinde yapılmalıdır [13,18]. Doğumdan sonra yenidoğan izlemlerinde gözlerde çapaklanma gibi enfeksiyon belirtileri görülmezse özel bakım uygulanmaz. Literatürde neonatal göz proflaksisinde önerilen ajanlar: gümüş nitrat %1, tetrasiklin %1, eritromisin %0,5, povidon-iyodin %2,5 ve fusidik asittir (Tablo 1) [12,20].

Tablo 1: Göz bakımı ile ilgili literatürdeki bazı örnek çalışmalar

Kaštelan ve ark. (2018) [20] Hırvatistan'da oftalmia neonatorum için güncel profilaktik tedavi anketi ve uluslararası önleyici uygulamaların incelenmesi	
Amaç	Hırvatistan'daki doğumevlerinde yenidoğan yaşamının ilk 28 gününde akut gelişen enfeksiyonlardan oftalmik neonatorum veya neonatal konjonktivit için mevcut koruyucu tedavi yöntemlerini değerlendirmektir.
Yöntem ve Örneklem	Hırvatistan'daki hastanenin doğum oranı yıllık olarak yaklaşık 40.000'dir. 32 doğumevi hastanesine gönderilen anketler kullanılarak toplanan verilerle bir klinik araştırma yapılmıştır. Anketlere %100 cevap oranı vardır.
Bulgular	Hırvatistan'daki çalışmaya dahil edilen doğumevi hastanelerinin %75'inde tüm yenidoğanlara oftalmik neonatorum için koruyucu tedavi uygulanmıştır. Doğumevi hastanelerinin %45,8'inde bu işlemler doğumdan sonraki ilk saat içinde gerçekleştirilmiştir ve %54,2'sinde, tüm yenidoğanlara doğumdan bir ila üç saat sonra oftalmiya neonatorum önleyici tedavi uygulanmıştır. Ana tedavi maddesi tobramisindir. Diğer topikal profilaktik tedaviler arasında povidon-iyod, eritromisin ve gümüş nitrat bulunmaktadır. Obstetrik birimlerin %25'inde oftalmiya neonatorum profilaksisi rutin olarak

	kullanılmıştır ancak yenidoğan konjunktiviti tanısı konulduğunda tobramisin ile antibiyotik tedavisi uygulanmıştır.
Sonuç	Oftalmik neonatorumun önlenmesinde mevcut tercih edilen topikal povidon-iyodun standart önleyici tedbirlerle birlikte uygulanması önerilmektedir.
Kanıt Düzeyi	3
Darling ve McDonals (2010)[12] Bir meta analiz: gonokokal ve klamidyal oftalmik neonatorumun önlenmesinde kullanılan profilaktik ajanların etkinliği	
Amaç	Gonokal oftalmik neonatorumu ve klamidiyal oftalmik neonatorumu önlemek için kullanılan profilaktik ajanların etkinliğini belirlemek ve bu enfeksiyonların önlenmesinde farklı ajanların etkinliğini karşılaştırmaktır.
Yöntem ve Örneklem	Bu çalışmada sekiz çalışmanın meta analizleri yapılmıştır. MEDLINE (1966-2008), EMBASE (1980-2008), CINAHL (1982-2008) ve ilgili klinik deneyler için Cochrane kitaplığı (2008'in ilk çeyreği) taranmış ve elde edilen referans listeleri ele alınmıştır. Çalışmanın nitelik ve niceliği bağımsız olarak değerlendirilmiştir.
Bulgular	Klamidiyal oftalmik neonatorumda gümüş nitrat, eritromisin ve tekrasiklin içeren üç ajanın profilaksisinde fark bulunmamıştır. Gonokal oftalmik neonatorumun önlenmesinde ajanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Eritromisin ve povidon-iyot gümüş nitrat ile karşılaştırıldığında klamidiyal oftalmik neonatorum riskini azalttığı bulunmuştur.
Sonuç	Çalışmada gonokokal oftalmik neonatorumun önlenmesinde profilaksinin etkinliğini tahmin eden verilerin mevcut olmadığı bildirilmiştir.
Kanıt Düzeyi	1
Eser ve Ark. (2009) [21]: Türkiye genelinde neonatal konjonktivit proflaksisi hakkında anket	
Amaç	Türkiye'deki neonatal konjonktivit proflaksisinin mevcut durumu analizini yapmaktır.
Yöntem ve Örneklem	24 üniversite ve 24 devlet hastanesinde kadın doğum ve pediatri kliniğinde neonatal konjonktivit proflaksisinin uygulandığı klinik, uygulanan ilaç (eğer varsa dozu) ve uygulayan sağlık çalışanın (kadın hastalıkları ve doğum hekimi, çocuk hastalıkları hekimi veya ebe) yaptığı uygulamaya yönelik bir anket hazırlanmıştır.
Bulgular	Neonatal konjonktivit proflaksisi uygulayan üniversite hastaneleri (%66,7) devlet hastanelerinin (%50) uygulanmıştır. Bu hastanelerde en sık kullanılan iki ilaç gentamisin ve tobramisindir. Diğer kullanılan ilaçlar ise tetrasiklin, gümüş nitrat, povidon-iyot, basitrasin + neomisin ve penisilin G'dir.
Sonuç	Ülke genelinde oftalmia neonatarum proflaksisinde hangi klinik departmanın, hangi sağlık çalışanının (kadın hastalıkları ve doğum hekimi, çocuk hastalıkları hekimi veya ebe) ve hangi ilacın kullanılacağı konusunda bir fikir birliği olması gereklidir. Diğer ülkelerde de mevcut durumu belirleyerek uygun antibiyotiklerin kullanımı ile neonatal konjonktivit ve neonatal körlük sıklığını azaltılabileceği bildirilmiştir.

Kanıt Düzeyi	4

Yenidoğan Ağız Bakımı

Anne sütüyle beslenen bebekler için özellikli bir ağız bakımına gerek yoktur [22–24]. Annenin günlük duş alarak göğüs bakımını sağlaması ya da duş alması mümkün değilse kaynamış soğutulmuş ılık su ile göğüslerini her emzirme öncesinde silmesi yeterlidir [24]. Ancak anne sütüyle beslenen bebeklerde ağzında süt artığı kalması sonucu mantar plakları oluşabilmektedir. Ayrıca oral beslenemeyen bebeklerde de ağız içi mukozasında oluşan kuruluk nedeniyle ağız içine bakteri ve mantarlar yerleşebilmektedir[22]. Bunun sonucunda yenidoğanın dil ve yanak mukozasında, farenks bölgesinde moniliazis (pamukçuk) gelişebilir. Bu durum bebeklerin beslenmesini etkileyen iyi bir bakımla önlenmesi mümkün olan bir sorundur [24]. Rutin ağız bakımı, hiçbir müdahale edilmemesine karşın orofarinks kolonizasyonunu azaltmaktadır [25].

Ağız bakımı için, ağız bakımı gereken bebeklere steril serum fizyolojik veya kaynatılıp ılıtılmış su ile ıslatılan gazlı bez ya da ağız bakımı için geliştirilmiş özel setler kullanılabilir [22,23]. Pamukçuk tedavisinde antifungal ilaçlar kullanılabilir. Evde hazırlanan sodyum bikarbonat ile de hem bebeğin ağzı hem annenin göğüsleri silinerek kolaylıkla tedavi ve bakım sağlanır [24]. Ağız bakımı yaparken işlem öncesinde ve sonrasında eller su ve sabunla iyice yıkanır [22,23]. Kaynatılıp ılıtılmış bir çay bardağı suya bir çay kaşığı sofra karbonatı konularak solüsyon hazırlanır[22,24]. İşaret parmağına veya abeslanga sarılmış gazlı bez karbonatlı solüsyona batırıldıktan sonra tüm ağzı içi yumuşak hareketlerle silinerek ağız bakımı yapılır[22,23]. Her işlemde farklı gazlı bez kullanılmalıdır. Bakım sonrası mukozada herhangi bir hasar olup olmadığı kontrol edilmeli, gerekirse uygun topikal tedavi uygulanmalıdır. Ağız temizliği sonrasında mukozanın kurumasını önlemek için nemlendirici jeller kullanılabilir [22]. Ağız bakımı ile ilgili literatürdeki bazı örnek çalışmalar Tablo 2'de verilmiştir [26].

Tablo 2: Ağız bakımı ile ilgili literatürdeki bazı örnek çalışmalar

Sachdeva ve ark (2016)[26] Bir bebekte oral pamukçuk: tedavi yöntemlerine sahip bir olgu sunumu	
Amaç	Tedaviye iyi yanıt veren bir bebekte bir oral kandidoz vakasıdır.
Yöntem ve Örneklem	Vaka sunumu
Bulgular	Doğumdan itibaren tüm ağız içi beyaz plaklarla kaplı olan, muayenesinde sağ ve sol bukkal mukoza, damak ve dilde yaygın, beyaz lor benzeri plaklar bulunan yenidoğana psödomembranöz kandidiyazis tanısı konmuştur. Tedavisinde iyi bir ağız hijyeni sağlayarak günde 3-4 kez topikal klotrimazol (%1) uygulaması önerilmiştir. Tedaviden sonraki 3 gün içinde bebek tedaviye iyi yanıt vermiştir ve ağız boşluğu beyaz plaklardan tamamen temizlenmiştir.
Dır.Sonuç	Oral pamukçuğun başarılı yönetimi, annenin göğsünde bulunan enfeksiyonların tedavisi ve antifungal ajanların uygun kullanımıyla birlikte meme ucu hijyeninin sağlanmasını içermektedir.
Kanıt düzeyi	4

Marzban ve ark. (2022)[27] Çok düşük doğum ağırlıklı preterm yenidoğanlarda candida kolonizasyonunu önlemede oral nistatin profilaksisinin etkinliği; randomize kontrollü çalışma	
Amaç	Yenidoğan yoğun bakım ünitelerine (YYBÜ) kabul edilen prematüre yenidoğanlarda mantar kolonizasyonunun önlenmesinde antifungal profilaksi olarak oral nistatinin etkinliğini değerlendirmektir.
Yöntem ve Örneklem	Bu randomize kontrollü çalışmanın yaşamlarının ilk 72 saatinde YYBÜ'lerine kabul edilen gebelik yaşı 32 haftadan küçük ve doğum ağırlığı 1500 g'ın altında olan 106 yenidoğan üzerinde yapılmıştır. Yenidoğanlar rastgele iki gruba ayrılmıştır: vaka grubu (nistatin alan, n=53) ve kontrol grubu (nistatin almayan, n=53). Bir hafta sonra deneklerin ağız ve rektal mukozalarından smear ve mantar kültürü için süruntüleri alınmıştır.
Bulgular	Prematüre yenidoğanların kültür sonuçlarına göre kandida kolonizasyonunu nistatin profilaksisi önemli ölçüde azaltmıştır. Ayrıca nistatin profilaksisi gebelik yaşı 28-32 hafta olan erken doğmuş, çok düşük doğum ağırlıklı, normal vajinal doğumla (NVD) doğan, erken membran rüptürü (PROM) sonrası ve geniş spektrumlu antibiyotik alan yenidoğanlarda candida kolonizasyonunda anlamlı şekilde ilişkili bulunmuştur.
Sonuç	Çalışma sonuçlarına göre nistatin profilaksisinin candida kolonizasyonunun önlenmesinde etkili bir ilaç olarak kabul edilebilir. Sistemik fungal enfeksiyon riskinin azalabileceğini göstermiştir. Nistatin güvenli, iyi tolere edilebilir, uygun fiyatlı ve etkili olduğundan, candida enfeksiyonlu aşırı düşük doğum ağırlıklı yenidoğanlarda terapötik bir seçenek olduğunu doğrulamak için daha ileri çalışmaların gereklidir.
Kanıt düzeyi	2
Al-Matary ve ark. (2022)[28]Çok düşük doğum ağırlıklı bebeklerde candida kolonizasyonunun önlenmesine yönelik oral nistatin profilaksisi: randomize kontrollü çalışmaların sistematik bir incelemesi ve meta-analizi	
Amaç	Çok düşük doğum ağırlıklı bebeklerde mantar kolonizasyonunun önlenmesinde oral nistatinin profilaktik rolünün plasebo veya tedavi müdahalesi yapılmadan karşılaştırılmasına yönelik sistematik inceleme ve randomize kontrollü çalışmaların (RKÇ'ler) meta-analizidir.
Yöntem ve Örneklem	Haziran 2022'ye kadar, ilgili RKÇ'lara Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Scopus, Web of Science ve PubMed olmak üzere dört ana veri tabanının taranmasıyla ulaşılmıştır.
Sonuç	Çok düşük doğum ağırlıklı bebekler arasında profilaktik nistatin kullanımı, kontrol (plasebo veya tedavi görmeme) grubuyla karşılaştırıldığında candida kolonizasyonun ve invaziv candida enfeksiyonunun oranında, ortalama antibiyotik uygulama süresinde azalma ile anlamlı şekilde ilişkilidir. Ancak her iki grup arasında yenidoğan yoğun bakım ünitesinde ortalama kalış süresi ve mortalite oranı açısından fark bulunmamıştır. Çok düşük doğum ağırlıklı bebeklerde profilaktik olarak nistatin kullanılması önerilmektedir. Bu

	sonuçların doğruluğunu kanıtlamak için yüksek kaliteli RKÇ'lere ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.
Kanıt düzeyi	1

Göbek Bakımı

Umblikal kord fetüs ve plasenta arasında kan akımını sağlayan damarları içeren ve çevresindeki wharton jeli ile desteklenen bir yapıdır. Term bir yenidoğanda Umblikal kordun ortalama çapı 1,5 cm, ortalama çevre uzunluğu 3,6 cm'dir [22]. Genellikle umblikal kord doğumdan sonra 5 ile 15 gün arasında kuruyarak bebeğin göbeğinden ayrılır [29].

Umblikal kord enfeksiyondan çabuk etkilenir [24]. Bu enfeksiyonların başlıca nedeni, enfeksiyona karşı direncin çok düşük olduğu yenidoğan döneminde göbek kordonunun deride açık bir enfeksiyon kaynağına giriş oluşturmasıdır [30]. Bu nedenle doğumdan sonraki ilk saatlerde özellikle kanama yönünden takibi yapılmalıdır [24]. Enfeksiyonlar dünya çapında neonatal mortalitelerin en önemli nedenidir ve tüm neonatal mortalitelerin neredeyse üçte birinden sorumludur [31,32]. Doğumda ve yaşamın ilk haftasında, özellikle de kötü hijyeni olan ortamlarda optimal kord bakımının sağlanması, hayatı tehdit eden sepsis ve kord enfeksiyonlarını önlemektedir. Ayrıca önlenebilir neonatal ölümleri azaltmak için çok önemli bir stratejidir [32,33]. Umblikal kord enfeksiyonları hızla sistemik sepsise ilerleyebileceğinden, optimal kordon bakımı özellikle neonatal sepsisin önlenmesinde önemlidir [32].

Neonatal omfalit gelişimi için ortak risk faktörleri arasında plansız ev doğumu veya septik doğum, düşük doğum ağırlığı, uzamış membran rüptürü, umblikal kateterizasyon ve koryoamniyonit sayılabilir [34]. Doğumda ve ilk bir hafta içerisinde yenidoğanın ölümüyle sonuçlanan enfeksiyonlara neden olan kötü hijyen önlenebilir enfeksiyon riskini arttırmaktadır [35]. Doğumdan sonraki ilk hafta içinde pürülan akıntı, kızarıklık, ödem gibi bulgular göbek kordonunda gelişen bir enfeksiyon olduğunun habercisidir [24]. Omfalit çoğunlukla göbeğin ve umblikal kordun idrar ve gaita ile kontamine edilmesi, göbeğin kuru tutulmamasından kaynaklandığı için idrar ve dışkı ile bulaşını önlemek amacıyla bebek bezinin dışında tutulmalı, üzeri kapatılmamalıdır [23]. Sağlıklı bebeklerde göbek düşene kadar herhangi bir şeyle silinmeden kuru tutulması önerilse de yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde yatan bebeklerde günde bir ya da iki kez antimikrobial madde veya steril su ile temizleme önerilmektedir [22]. Bebek, göbek kordonu düşene kadar silme banyosu yapılarak göbek ıslatılmadan temizlenmelidir. Silme banyosu için kaynatılmış ılıtılmış su kullanılmalıdır [23].

Dünya Sağlık Örgütü yüksek neonatal mortalite (1000 canlı doğumda 30 veya daha fazla yenidoğan ölümü) nedeniyle evde doğan yenidoğanların yaşamının ilk haftasında göbek bakımını günlük klorheksidin (%4 klorheksidin diglukonat sulu solüsyon veya jel, %4 klorheksidin vererek) solüsyonu ile yapılmasını önermektedir. Sağlık tesislerinde doğan yenidoğanlarda ve evde enfeksiyon riski düşük ortamlarda doğmuş yenidoğanlarda göbek bakımı olarak göbeğin temiz ve kuru tutulmasını önermektedir [36]. Doğal kurutma olarak adlandırılan bu bakım kord bölgesini rutin topikal ajanları kullanmadan, temiz ve kuru tutmayı içerir. Ancak kordu doğal kurutmaya bırakmak için aşağıdaki kurallara uyulması zorunludur[24]:

- ✓ Göbek kord bölgesi temiz ve kuru tutulmalıdır,
- ✓ Patojen kontaminasyonunu önlemek için aseptik tekniğe uyulmalıdır,
- ✓ Göbek kordonuna dokunmadan önce eller yıkanmalıdır,

- ✓ Göbek kordonunun havayla teması sağlanmalı ve sadece temiz kıyafetlerle kapatılmalıdır,
- ✓ Göbek kordonunun idrar ya da gaita ile kontamine olmasını önlemek için alt bezini göbek kordonu dışarıda kalacak şekilde göbeğin altından bağlanmalı ve göbek kordonuyla temas etmeyecek şekilde katlamalıdır,
- ✓ Eğer göbek kordonu kontamine olursa steril su ile bölge temizlenmelidir,
- ✓ Steril suyla temizledikten sonra temiz ve kuru gazlı bezle kurulanmalıdır.

Literatürde kuru göbek kord bakımı önerilse de antiseptik kord (klorheksidin vb) bakımının hem omfalit hem de neonatal mortaliteyi azaltmak açısından gelişmekte olan ülkelerde kullanılması konusunda bilgiler mevcuttur. Göbek bakımı ile ilgili literatürdeki bazı örnek çalışmalar Tablo 3'te verilmiştir [37,38].

Tablo 3: Göbek bakımı ile ilgili literatürdeki bazı örnek çalışmalar

Lyngdoh ve ark. (2018) [39]; Preterm yenidoğanlarda göbek kordonunun bakteriyel kolonizasyonu ve klinik sonuçları üzerine %4 klorheksidin ve kuru kord bakımına karşı anne sütünün topikal uygulamasının etkisi	
Amaç	Preterm yenidoğanlarda anne sütü, %4 klorheksidine ve kuru bakım uygulamasının topikal etkilerinin bakteriyel kolonizasyonun klinik sonuçlarına etkisinin karşılaştırılmasıdır.
Yöntem ve Örneklem	Randomize kontrollü çalışmada toplam 105 yenidoğan randomize üç gruba ayrılarak kaydedilmiştir (her grupta 35 katılımcı): anne sütü, % 4 klorheksidin ve kuru kord bakımı grubudur (kontrol grubu).
Bulgular	Başlangıçta kord kolonizasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Anne sütü, klorheksidin ve kuru kord bakımında 72 ± 12 saatte sıra ile %34.3, %5.7 ve %51.4 oranında kolonizasyon olduğu bulunmuştur.120 ± 12 saatte, anne sütü grubunda % 22.9'unda, kuru kord bakımı grubunda% 71.4, klorheksidin grubunda ise sadece % 2.9'unda bakteri kolonizasyonu bulunmuştur. Kordon ayrılma zamanlaması, anne sütü, klorheksidin ve kuru kord bakımında sırasıyla 9.09 ± 2.4 gün, 12.65 ± 2.9 gün ve 10.54 ± 3.1 gün olup, klorheksidin uygulamasıyla maksimum ayırılma süresi ve anne sütü uygulamasında ise en az zamanda olmuştur. Tespit edilen ana mikroorganizmalar Klebsiella pneumoniae, Escherichia coli, Enterococcus faecalis, Acinetobacter baumannii, Enterococcus faecium, Staphylococcus haemolyticus ve Streptococcus'dur.
Sonuç	Kordun patojenik bakteri kolonizasyonunu azaltmada %4 klorheksidinin çok etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, anne sütü bir dereceye kadar, enfeksiyon riskinin düşük olduğu ortamlarında bakteri kolonizasyonunu azaltabileceği ve kuru kord bakımına daha iyi bir alternatif olabileceği bildirilmiştir.
Kanıt düzeyi	1

Gras-Le ve ark. (2017) [37]: Göbek bakımı için antiseptiklere karşı kuru bakım: küme randomize çalışma	
Amaç	Göbek bakımında antiseptik kullanımının yaygın olduğu Fransa'da antiseptiklerle kuru göbek bakımı karşılaştırıldığında hangisinin etkili olduğunu değerlendirmektir.
Yöntem ve Örneklem	6 Fransız üniversitesi doğum hastanesinde 36 haftalık ve üzerinde doğan tüm bebekler küme randomizasyon ile rastgele seçilen 4 aylık bir süre boyunca antiseptik göbek bakımını veya kuru göbek bakımı uygulaması yapılacak şekilde seçilmiştir.
Bulgular	8698 katılımcı arasında, kuru bakım grubundaki 4293 yenidoğanın 3'ünde (%0,07) ve antiseptik bakım grubundaki 4404 yenidoğanın hiçbirinde omfalit gelişmediği bildirilmiştir. 2 grup arasında kordonun ayrılma zamanının anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
Sonuç	Kuru kord bakımı gelişmiş ülkelerde zamanında doğmuş yenidoğanlarda omfalitin önlenmesinde antiseptik kullanımına eşdeğer bulunmuştur. Göbek kordonu bakımında antiseptik kullanımı bu nedenle gereksiz, kısıtlayıcı ve yüksek gelirli ülkelerde pahalıdır ve kuru bakım ile değiştirilebileceği önerilmiştir.
Kanıt düzeyi	3
Coffey ve ark. (2017) [33]; Düşük ve orta gelirli ülkelerde umbilikal kord bakımı uygulamaları: sistematik derleme	
Amaç	Göbek bakımı için özellikle %7.1 klorheksidin diglukonat olmak üzere yeni göbek bakımı uygulamalarını desteklemek için davranış değiştirme stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktır.
Yöntem ve Örneklem	1 Ocak 2000 ve 24 Ağustos 2016 tarihleri arasında yurtiçi ve yurtdışı veri tabanlarından taranan ve standart dahil etme kriterlerine uyan 321 İngilizce makaleden 65 tam metin makalenin incelemesi yapılmıştır. Dahil edilen makaleler için birincil kriter doğumdan sonraki günlerde göbek bakımı uygulanan maddelerin tanımlamasıdır. Göbek bakım uygulamalarıyla ilgili 46 makale almıştır.
Sonuç	Göbek bakımı uygulamalarıyla ilgili düşük ve orta gelirli ülkelerde kayıtların tutarlı olmadığı, ancak literatürde her kültürde göbek bakımı geleneğinin var olduğu belirtilmiştir. Göbek bakımının uygulamaları ülkelere, bölgelere veya kültürel gruplara göre değişmiştir. Ayrıca kullanılan maddeler çok çeşitlidir. Bu maddeler iyileşmeyi teşvik etme ve göbek kordonunun ayrılmasını hızlandırma gibi maddelerin göbek kordonuna yaptığı etkiye yönelik oluşturulan temel inançlara göre seçilmiştir. Maddenin uygulanma sıklığı (maddenin uygulandığı gün sayısı veya günde kaç kez uygulandığı), kullanılan ürünlerin kaynağı ve maliyetine yönelik bilgilerin net değildir. Bununla birlikte, bu incelemede belirtilen göbek bakımı uygulamaları ve inançlarındaki çeşitlilik, yerel kültürle uyum sağlamak için herhangi bir davranış değişikliği yaklaşımının oluşturulması gerektiğine işaret etmektedir.

Kanıt düzeyi	4
Quattrin ve ark. (2016) [29] Göbek Bakımı Kordon Bakımında %70 Alkol ve Kuru Kord Bakımının Karşılaştırılması	
Amaç	İtalyan Akademi Hastanesi'nde, kuru kord bakımı ile %70 alkol solüsyonu kullanılan yenidoğanların göbek kordonunun ayrılma sürelerini ve tüm advers olayların sürelerini karşılaştırılararak klinisyenlere geçerli bir öneri sunmaktır.
Yöntem ve Örneklem	İtalyan Akademi Hastanesi'nde doğan 239 bebekten dahil edilme kriterlerine uygun 200 bebek dahil edilmiştir. Vaka grubu (kuru kordon bakımı) ve kontrol grubu (%70 alkol, standart prosedür) olarak iki eşit gruba ayrılmıştır. Doğumdan sonra %70 alkol uygulamasıyla yapılan standart göbek bakımı uygulanmış ve ardından günde 2 kez uygulama yapılmıştır. Deneysel kuru kord bakımı prosedüründe kord bebek bezinin dışında havaya maruz bırakılmıştır. Göbeğin ayrılma süresi, lokal ve sistemik enfeksiyonlar, kanama ve granülom oluşumu gibi advers etkiler anneler tarafından bildirilmiştir.
Bulgular	İki grup arasında kordun ayırılma süresinde anlamlı bir fark bulunurken, önemli bir advers olayla anlamlı sonuçlanmamıştır. Uygulanan göbek bakımlarında advers etki (lokal enfeksiyon, sistemik hastalık, granülom, kanama vb.) oluşumu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış, ayrılma süresi kuru kord bakım grubunda anlamlı derecede daha kısadır.
Sonuç	Kuru kord bakımı, yüksek gelirli bir hastane ortamında doğan sağlıklı yenidoğan bebeklerde kolay, doğrudan ve güvenli bir yöntem olarak belirlenmiştir.
Kanıt düzeyi	2

Sonuç

Yenidoğanlarda doğum sonrası erken dönemde gelişen enfeksiyonlar yenidoğan mortalitesini artırmaktadır. Yenidoğan mortalite ve morbiditesini azaltmak amacıyla doğum sonrası yenidoğanın dikkatli değerlendirmesi ve yenidoğan bakımlarının uygulanması gerekmektedir. Bu basit uygulamalarla göz, ağız ve göbek enfeksiyonları önlenebilmektedir. Enfeksiyonların önlenmesinde etkili bakımlar hem kolay uygulanmakta hem de hızlı iyileşme sağlayacaktır. Ayrıca maliyeti düşük uygulamalar olması nedeniyle de ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Doğum sonrasında yapılacak olan uygulamalarla enfeksiyonu önlemek için vazgeçilmez olan meslekler arasında ebeler bulunmaktadır. Ebeler yenidoğanla ilk karşılaşan ve yenidoğanın ilk bakımında yapacakları uygulamalarla enfeksiyonların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle güncel yenidoğan bakımları konusunda bilgilenmeleri önemlidir. Yapılacak bu uygulamaların araştırmalarla desteklenmiş ve etkinliğinin belirlenmiş olması önemlidir. Bu nedenle literatürde bu bakımların etkinliğini destekleyecek ve kanıtlayacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. WHO. (2017). *Maternal and newborn data*. Maternal, Newborn, Chıld and Adolescent Health and Ageıng Data Portal. https://platform.who.int/data/maternal-newborn-child-adolescent-ageing/maternal-and-newborn-data

2. TÜİK. (2020). Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2019. *TÜİK Haber Bülteni*, *33710*. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2019-33710

3. WHO. (2017). *Maternal and newborn - Mortality/causes of death*. Maternal, Newborn, Chıld and Adolescent Health and Ageıng Data Portal. https://platform.who.int/data/maternal-newborn-child-adolescent-ageing/maternal-and-newborn-data/maternal-and-newborn---mortality-causes-of-death

4. Chichiabellu, T. Y., Mekonnen, B., Astawesegn, F. H., Demissie, B. W., & Anjulo, A. A. (2018). Essential newborn care practices and associated factors among home delivered mothers in Damot pulasa Woreda, southern Ethiopia 11 Medical and Health Sciences 1117 Public Health and Health Services. *Reproductive Health*, *15*(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/S12978-018-0609-1/TABLES/6

5. Berhan, D., & Gulema, H. (2018). Level of Knowledge and Associated Factors of Postnatal Mothers' towards Essential Newborn Care Practices at Governmental Health Centers in Addis Ababa, Ethiopia. *Advances in Public Health*, *2018*, 1–10. https://doi.org/10.1155/2018/8921818

6. Ayele, A. D., Tenaw, L. A., Kassa, B. G., Mihretie, G. N., Belay, H. G., Teffera, A. G., Aychew, E. W., Yehuala, E. D., & Yimer, T. S. (2022). Knowledge and practice of essential newborn care and associated factors among women in Ethiopia: systematic review and meta-analysis. *Reproductive Health*, *19*(1), 1–19. https://doi.org/10.1186/S12978-022-01480-0/FIGURES/13

7. Çelik, E., Bursalı, Ö., & Alagöz, G. (2018). Yenidoğan Konjonktivitleri. *Sakarya Medical Journal*, *8*(2), 176–181. https://doi.org/10.31832/smj.409533

8. Zloto, O., Gharaibeh, A., Mezer, E., Stankovic, B., Isenberg, S., & Wygnanski-Jaffe, T. (2016). Ophthalmia neonatorum treatment and prophylaxis: IPOSC global study. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, *254*(3), 577–582. https://doi.org/10.1007/s00417-016-3274-5

9. Oygür, N., Önal, E. E., & Zenciroğlu, A. (2018). Türk Neonatoloji Derneği ulusal doğum salonu yönetimi rehberi . *Türk Pediatri Arşivi*, *53*(Suppl 1), S3–S17. https://doi.org/10.5152/TurkPediatriArs.2018.01803

10. Moore, D. L., & MacDonald, N. E. (2015). Preventing Ophthalmia Neonatorum. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, *26*(3), 122–125. https://doi.org/10.1155/2015/720726

11. CADTH Rapid Response Service. (2016). Newborn Eye Prophylaxis: A Review of Clinical Effectiveness and Guidelines. In *Rapıd response report: Summary with critical appraisal* (Issue May).

12. Darling, E. K., & McDonald, H. (2010). A Meta-analysis of the Efficacy of Ocular Prophylactic Agents Used for the Prevention of Gonococcal and Chlamydial Ophthalmia Neonatorum. *Journal of Midwifery & Women's Health*, *55*(4), 319–327. https://doi.org/10.1016/j.jmwh.2009.09.003

13. Oygür, N., Önal, E., & Zenciroğlu, A. (2021). *Türk Neonatoloji Derneği Doğum Salonu Yönetimi Rehberi 2021 Güncellemesi* (E. Koç, M. Vural, N. Duman, Ö. Erdeve, A. Y. Baş, & N. Narlı, Eds.).

14. Zuppa, A. A., D'Andrea, V., Catenazzi, P., Scorrano, A., & Romagnoli, C. (2011). Ophthalmia neonatorum: what kind of prophylaxis? *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, *24*(6), 769–773. https://doi.org/10.3109/14767058.2010.531326

15. College of midwives of ontario. (2014). *Newborn Eye Prophylaxis*.

16. Kapoor, V. S., Whyte, R., & Vedula, S. S. (2016). Interventions for preventing ophthalmia neonatorum. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. https://doi.org/10.1002/14651858.CD001862.pub3

17. Zikic, A., Schünemann, H., Wi, T., Lincetto, O., Broutet, N., & Santesso, N. (2018). Treatment of Neonatal Chlamydial Conjunctivitis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, *7*(3), e107–e115. https://doi.org/10.1093/JPIDS/PIY060

18. Royal Children's Hospital. (2021). *Cleaning baby eyes, baby ears & baby noses | Raising Children Network*. Royal Children's Hospital. https://raisingchildren.net.au/babies/health-daily-care/hygiene-keeping-clean/cleaning-eyes-nose-ears

19. Faris Washeel, O., Bachi, D. M., Talib Kadhim, S., & Hassan Salal, M. (2021). Essential Newborns Nursing Care at Maternity and Pediatric Hospitals. *4996 Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, *15*(3), 4996–5002. https://www.researchgate.net/publication/352384522

20. Kaštelan, S., Anić Jurica, S., Orešković, S., Župić, T., Herman, M., Gverović Antunica, A., Marković, I., & Bakija, I. (2018). A Survey of Current Prophylactic Treatment for Ophthalmia Neonatorum in Croatia and a Review of International Preventive Practices. *Med Sci Monit*, *24*, 8042–8047. https://doi.org/10.12659/MSM.910705

21. Eser, İ., & Bozacı, M. (2009). A nationwide survey of prophylaxis against ophthalmia neonatorum in Turkey. *Turk J Med Sci*, *39*(5), 771–774. https://doi.org/10.3906/sag-0808-23

22. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu. (2017). *Temel Yenidoğan Bakımı*. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu TEMEL YENİDOĞAN BAKIMI Çocuk ve Ergen Sağlığı Daire Başkanlığı.

23. Çetin Kaşıkcıoğlu, F., Efe, E., Öncel, S., Kırca, N., Taşkıran, B., Gönen, M., Bozyurt, F., Koçak, H., Erdoğan, E., Akman, D., & Baştürk, A. (2014). *" Riskli Bebeklerde Hemşirelik Bakımı ve Güvenli Taburculuk " Projesi*. Atalla Matbaacılık San. Ltd. Şti.

24. Conk, Z., Başbakkal, Z., Yılmaz, H. B., & Bolışık, B. (2013). *Pediatri hemşireliği*. Akademisyen Tıp Kitapevleri.

25. Fernandez Rodriguez, B., Peña Gonzalez, L., Calvo, M. C., Chaves Sanchez, F., Pallas Alonso, C. R., & de Alba Romero, C. (2017). Oral care in a neonatal intensive care unit. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, *30*(8), 953–957. https://doi.org/10.1080/14767058.2016.1192599

26. Sachdeva, S., Dutta, S., Sabir, H., & Sachdeva, A. (2016). Oral Thrush in an Infant: A Case Report with Treatment Modalities. *Pediatric Dental Care*, *1*(2), 107–108. https://doi.org/10.4172/pdc.1000107

27. Marzban, A., Kamali Aghdam, M., & Ahadi, S. (2022). Effectiveness of Oral Nystatin Prophylaxis in the Prevention of Candida Colonization in Very Low Birth Weight Preterm Neonates; a Randomized Controlled Trial. *Iranian Journal of Neonatology IJN*, *13*(2), 91–97. https://doi.org/10.22038/IJN.2022.57803.2084

28. Al-Matary, A., Almahmoud, L., Masmoum, R., Alenezi, S., Aldhafiri, S., Almutairi, A., Alatram, H., Alenzi, A., Alajm, M., Alajmi, A. A., Alkahmous, H., Alangari, F. A., AlAnzi, A., Ghazwani, S., & Abu-Zaid, A. (2022). Oral Nystatin Prophylaxis for the Prevention of Fungal Colonization in Very Low Birth Weight Infants: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Cureus*, *14*(8). https://doi.org/10.7759/CUREUS.28345

29. Quattrin, R., Iacobucci, K., De Tina, A. L., Gallina, L., Pittini, C., & Brusaferro, S. (2016). 70% Alcohol Versus Dry Cord Care in the Umbilical Cord Care. *Medicine*, *95*(14), e3207. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003207

30. Şener Taplak, A., & Bayat, M. (2016). Yenidoğanlarda Göbek Bakımında Kanıta Dayalı Uygulamalar. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, *23*(3), 252. https://doi.org/10.17672/fnhd.64484

31. Sinha, A., Sazawal, S., Pradhan, A., Ramji, S., & Opiyo, N. (2015). Chlorhexidine skin or cord care for prevention of mortality and infections in neonates. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *3*, 1–56. https://doi.org/10.1002/14651858.CD007835.pub2

32. Sharma, D., & Gathwala, G. (2014). Impact of chlorhexidine cleansing of the umbilical cord on cord separation time and neonatal mortality in comparison to dry cord care – a nursery-based randomized controlled trial. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, *27*(12), 1262–1265. https://doi.org/10.3109/14767058.2013.854325

33. Coffey, P. S., & Brown, S. C. (2017). Umbilical cord-care practices in low- and middle-income countries: a systematic review. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *17*(1), 68. https://doi.org/10.1186/s12884-017-1250-7

34. Stewart, D., & Benitz, W. (2016). Umbilical Cord Care in the Newborn Infant. *From the American Academy of Pediatrics*, *138*(3), e1–e5. https://doi.org/10.1542/peds.2016-2149

35. Genç Koyucu, R., Tosun, Y., & Çınar, F. (2017). Yenidoğan göbek bakımında klorheksidin, iyot ve alkolün karşılaştırılması. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *20*(1), 8–16. https://doi.org/10.02.2016

36. WHO. (2013). *Postnatal care of the mother and newborn 2013*. World Health Organization.

37. Gras-Le Guen, C., Caille, A., Launay, E., Boscher, C., Godon, N., Savagner, C., Descombes, E., Gremmo-Feger, G., Pladys, P., Saillant, D., Legrand, A., Caillon, J., Barbarot, S., Christophe Roze, J., & Giraudeau, B. (2017). Dry Care Versus Antiseptics for Umbilical Cord Care: A Cluster Randomized Trial. *Pediatrics*, *139*(1), 1–8.

38. Lyngdoh, D., Kaur, S., Kumar, P., Gautam, V., & Ghai, S. (2018). Effect of topical application of human breast milk versus 4% chlorhexidine versus dry cord care on bacterial colonization and clinical outcomes of umbilical cord in preterm newborns. *Journal of Clinical Neonatology*, *7*(1), 25. https://doi.org/10.4103/jcn.JCN_91_17

39. Lyngdoh, D., Kaur, S., Kumar, P., Gautam, V., & Ghai, S. (2018). Effect of topical application of human breast milk versus 4% chlorhexidine versus dry cord care on bacterial colonization and clinical outcomes of umbilical cord in preterm newborns. *Journal of Clinical Neonatology*, *7*(1), 25. https://doi.org/10.4103/JCN.JCN_91_17

KAN VE KAN ÜRÜNLERİ TRANSFÜZYON TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA AĞRI

Doç. Dr., ÜMMÜHAN AKTÜRK[1], Arş. Gör. Dr., EBRU GÜL[2]

[1]İnönü Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, https://orcid.org/0000-0003-2203-5223

[2]İnönü Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, https://orcid.org/0000-0002-2218-6913

ÖZET

Giriş ve Amaç: Dünya genelinde kan ve kan ürünleri transfüzyonu tedavisi alan hastalar bulunmaktadır. Bu hastalar hem günlük yaşamlarında hem de tedavi esnasında ağrı yaşayabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, kan ve kan ürünleri tedavisi alan hastaların ağrı düzeylerinin belirlenmesi ve etkilerinin değerlendirilmesidir. **Yöntem:** Tanımlayıcı olarak yapılan bu araştırma Türkiye'nin doğusunda bulunan bir hastanede, kan ve kan ürünleri transfüzyonu uygulanan 220 hasta ile gerçekleşmiştir. Örneklem grubu evrenden olasılıksız gelişigüzel örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Araştırmanın verilerini toplamak için "Tanıtıcı Özellikler Formu" ve "VAS Ağrı Skalası (Visual Analogue Scale=Görsel Analog Skala)" kullanılmıştır. Veriler yüz yüze görüşme tekniği ile elde edilmiştir. Her bir görüşme yaklaşık 15-20 dakika sürmüştür. Araştırmanın verileri bilgisayar ortamında kodlanmış ve değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde yüzdelik, standart sapma, ortalama, t testi, Kruskal Wallis, One-Way Anova ve korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmede anlamlılık düzeyi $p<0.05$ kabul edilmiştir. **Bulgular:** Araştırmada hastaların yaş ortalamasının 40.26±11.65 olduğu, büyük çoğunluğunun kadın olduğu, %81.4'ünün evli olduğu, %37.7'sinin ilköğretim mezunu olduğu, %72.3'ünün gelir durumunu orta düzey olarak algıladığı, %85.9'unun anemi tanısı aldığı belirlenmiştir. Katılımcıların VAS Ağrı Ölçek puan ortalaması 5.80±2.75 olarak saptanmıştır. Buna göre bireylerin kan ve kan ürünleri transfüzyonu sırasında hissettikleri ağrının orta şiddette olduğu belirlenmiştir. Bireylerin demografik özellikleri ile VAS Ağrı Ölçek kıyaslamasında, ağrı ile cinsiyet ve algılanan gelir düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p<0.005$). **Sonuç ve Öneriler:** Bu sonuçlar doğrultusunda; özellikle transfüzyon esnasında yaşanan ağrının azaltılmasında hemşirelerin non-farmakolojik yöntemlere yönelik hastalara önerilerde bulunması ve bilgilendirme yapması, ayrıca ağrı ile başa çıkma yöntemlerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Daha geniş örneklem grupları ile farklı çalışmaların yapılması da önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: ağrı, hemşirelik**,** kan ve kan ürünleri, transfüzyon

1. GİRİŞ

Tüm dünyada milyonlarca hastanın kan ve kan ürünleri transfüzyonuna ihtiyacı olmaktadır (Vaghar, 2018; Hijji et al.,2013). Kan transfüzyonu, kan ya da kan ürünlerinden birinin dolaşım sistemine verilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Küçük, 2019). Anemi, hamilelik ve doğum

sırasındaki komplikasyonlar, kazalara bağlı ağır travmalar ve cerrahi işlemler dahil olmak üzere çok çeşitli sağlık sorunları için gerekli olabilmektedir (WHO).
Bütün transfüzyonların %20'si kadarında çeşitli yan etkiler oluşabilmektedir. Bu tepkilerin çoğunluğu hafif olup hastada uzun zamanlı etkiler oluşturmamaktadır (Güler ve Armağan, 2003). Kan transfüzyonu bir yandan hayat kurtarırken, dikkat ve kontrol edilmeden uygulandığında kişinin yaşamını tehdit edebilecek sonuçlar doğurabilecek önemli bir sağlık uygulaması olarak ifade edilmektedir. Transfüzyon işlemi esnasında hastalarda titreme, ateş, ürtiker, taşikardi, dispne, hipotansiyon, göğüs ağrısı, sırt ağrısı, bel ağrısı, baş ağrısı, baş dönmesi ve bulantı- kusma gibi semptomlar görülebilmektedir (Öğce, 2008). Bu şikayetlerin ortaya çıktığı durumlarda gerekirse işlemin sonlandırılması gerekebilmektedir.
Bu açıdan, kan transfüzyonu işlemini uygulayan ve takip edenler hemşireler olduğu için, kan transfüzyonu ve gelişebilecek komplikasyonlar hakkında hemşirelerin bilgi seviyelerinin yeterli olması gerekmektedir (Topal ve ark., 2019). Sonuç olarak kan ve kan ürünleri transfüzyon tedavisi alan hastalarda hem günlük yaşamlarında hem de tedavi esnasında ağrı yaşanabilir. Ağrı, bireylerin yaşam kalitelerinde azalmalara sebep olabilir.
Başlıca araştırma sorusu aşağıdaki gibidir:

- Kan ve kan ürünleri transfüzyonu yapılan hastaların ağrı düzeyleri nedir?

Amaç

Bu çalışmanın amacı, kan ve kan ürünleri tedavisi alan hastaların ağrı düzeylerinin belirlenmesi ve etkilerinin değerlendirilmesidir.

2. YÖNTEM

Bu araştırma tanımlayıcı tipte gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini, Türkiye'nin doğusunda bulunan bir hastanede, kan ve kan ürünleri transfüzyonu tedavisi alan hastalar oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemini, güç analizi ile %95 güven aralığında, 0.05 yanılgı düzeyinde, 0.25 etki büyüklüğünde, 0.95 evreni temsil gücüyle belirlenen 220 hasta oluşturmuştur. Katılımcılar örneklem grubuna araştırmaya katılmaya gönüllü olması ve çalışmaya alınma kriterlerine uygun olması dikkate alınarak dahil edilmiştir. Örneklem grubu evrenden olasılıksız gelişigüzel örnekleme yöntemi ile seçilmiştir.

Araştırmanın verilerini toplamak için "Tanıtıcı Özellikler Formu" ve "VAS Ağrı Skalası" kullanılmıştır. Araştırmanın verileri bilgisayar ortamında kodlanmış ve değerlendirilmiştir.

2.1. Veri Toplama Araçları

Tanıtıcı Özellikler Formu

Araştırma grubunun niteliklerini, sosyo-demografik özelliklerini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur. Bu form; yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim düzeyi, algılanan gelir düzeyi, Hemoglobin değeri ve hastalık tanısına yönelik veri toplamayı amaçlamaktadır.

VAS Ağrı Skalası

Ağrı şiddetini belirlemek amacıyla hastalardan, 0 ila 10 arasında rakamsal ifadelerden oluşan 0'ın karşılığında ağrı olmadığı, 10'un karşılığının ise şiddetli ağrıyı ifade ettiği ölçüm aracında

kendi ağrı düzeylerine en uygun rakamsal ifadeyi işaretlemeleri veya sesli ifade etmeleri istendi (Yılmaz ve ark., 2015).

2.2. Verilerin Toplanması

Araştırma verileri; Ağustos-Kasım 2022 tarihleri arasında, hafta içi günleri çalışma saatlerinde toplanmıştır. Veriler yüz yüze görüşme tekniği ile elde edilmiştir. Her bir görüşme yaklaşık 15-20 dakika sürmüştür.

2.3. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın Bağımsız Değişkenleri
- Hastaların sosyodemografik özellikleri (yaş, medeni durum, eğitim düzeyi vs.)

Araştırmanın Bağımlı Değişkenleri
- Ağrı düzeyi

2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Araştırmanın verileri bilgisayar ortamında kodlanmış ve değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde yüzdelik, standart sapma, ortalama, t testi, Kruskal Wallis, One-Way Anova ve korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmede anlamlılık düzeyi $p<0.05$ kabul edilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde araştırma sonucu ulaşılan sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 1. Hastaların Tanıcı Özellikleri

Tanıtıcı Özellikler	Sayı	%
Cinsiyet		
Kadın	196	89.1
Erkek	24	10.9
Medeni durum		
Evli	179	81.4
Bekar/ boşanmış	41	18.6
Eğitim düzeyi		
Okur-yazar değil	6	2.7
Okur-yazar	19	8.6
İlkokul	83	37.7
Lise	47	21.4
Üniversite	65	29.5
Algılanan gelir düzeyi		
İyi	55	25.0
Orta	130	72.3
Kötü	36	2.7
Hastalık tanısı		
Anemi	189	85.9
Demir eksikliği anemisi	16	7.3
İmmün yetmezlik	15	6.8

	Ort±SS	
Yaş ortalaması	40.26±11.65	
Hemoglobin değeri	8.77±1.92	
Ağrı ortalaması	5.80±2.75	

Araştırmaya dahil edilen hastaların yaş ortalaması 40.26±11.65 ve hemoglobin değeri 8.77±1.92 olarak bulunmuştur. Ayrıca hastaların %89.1'inin kadın, %81.4'ünün evli, %37.7'sinin ilkokul mezunu olduğu, %72.3'ünün gelir durumunu orta düzey olarak algıladıkları ve %85.9'unun anemi tanısı aldığını ifade ettikleri belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 2. Hastaların Tanıcı Özellikleri ve Ağrı Skorlarıyla Kıyaslanması

Tanıtıcı Özellikler	**Sayı**	**%**	**Ağrı**	**p**
Cinsiyet				
Kadın	196	89.1	6.20±2.83	t=2.263
Erkek	24	10.9	3.50±3.5	**p=0.025**
Medeni durum				
Evli	179	81.4	6.18±2.95	t=.880
Bekar/ boşanmış	41	18.6	5.59±2.68	p=0.380
Eğitim düzeyi				
Okur-yazar değil	6	2.7	6.83±2.13	
Okur-yazar	19	8.6	6.66±3.37	KW=3.657
İlkokul	83	37.7	6.35±2.66	p=0.454
Lise	47	21.4	5.51±3.22	
Üniversite	65	29.5	5.82±2.94	
Algılanan gelir düzeyi				
İyi	55	25.0	5.19±2.94	F=6.107
Orta	130	72.3	6.11±2.84	**p=0.003**
Kötü	36	2.7	8.28±2.09	
Hastalık tanısı				
Anemi	189	85.9	6.20±2.78	KW=.494
Demir eksikliği anemisi	16	7.3	5.13±3.81	p=.482
İmmün yetmezlik	15	6.8	6.09±2.91	
	Ort±SS			
Yaş ortalaması	40.26±11.65	r=.096 p=.257		
Hemoglobin değeri	8.77±1.92	r=.077 p=.367		
Ağrı ortalaması	5.80±2.75			

KW: Kruskal-Wallis Testi, F: Oneway Anova

Hastaların VAS ağrı ölçek skalası puan ortalaması 5.80±2.75 olarak saptanmıştır. Hastaların tanıtıcı özellikleri ile Ağrı ölçeğinin kıyaslanmasında; ağrı ile cinsiyet ve algılanan gelir düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p<0.005$).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu araştırmadan elde edilen veriler sonucunda, hastaların Ağrı ölçek puan ortalaması 5.80±2.75'dir. Buna göre hastaların kan ve kan ürünleri transfüzyonu sırasında hissettikleri ağrı orta şiddette ağrıya sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, Araştırmada Ağrı ölçeği ile cinsiyet ve algılanan gelir düzeyi değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($p<0.005$). Kan ve kan ürünleri transfüzyonu uygulamasında görev ve rol alan hemşireler olduklarından ağrıya yönelik dikkat etmeleri gereken noktalar bulunmaktadır. Bu doğrultuda; hastaların yaşadıkları ağrıyı rahatlıkla ifade edebilmelerini desteklemeleri, ağrı hakkında ayrıntılı bilgi edinmeleri, ağrıda artma veya azalma yaşanan durumları öğrenmeleri ağrı süreci ile ilgili bilgi edinmek için önemli olabilir. Sonuç olarak hemşirelerin, hastaların yaşadıkları ağrının azaltılmasında non-farmakolojik yöntemler hakkında bilgi vermesi ve öneride bulunması, ayrıca ağrı ile başa çıkma yöntemlerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Daha geniş örneklem grupları ile farklı çalışmaların yapılması da önerilebilir.

KAYNAKÇA

Güler, V., Armağan, E. (2003). Kan transfüzyonu komplikasyonları. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 12*(11), 421-423.

Hijji, B., Parahoo, K., Hussein, M. M., & Barr, O. (2013). Knowledge of blood transfusion among nurses. Journal of clinical nursing, 22(17-18), 2536-2550.

Küçük, Ö. *Kan ve kan ürünü transfüzyonu yapılan hastaların özellikleri ve maliyetlerini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi,* Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2019.

Öğce, F. (2008). Kan transfüzyonunda hemşirenin dikkat etmesi gereken noktalar. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, *24*(1), 101-112.

Topal, G., Şahin, İ., Çalışkan, E., & Kılınçel, Ö. (2019). Kan transfüzyonu ve reaksiyonları ile ilgili sağlık çalışanlarının bilgi düzeylerinin araştırılması. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 1-5.

Vaghar, M. I. (2018). The impact of an educational program on blood and blood products transfusion on nurses' level of knowledge and performance. Journal of medicine and life, 11(3), 238.

World Health Organization (WHO). https://www.who.int/health-topics/blood-transfusion-safety#tab=tab_1 Erişim Tarihi: 14.08.2022

Yılmaz, Ö., Eroğlu, P. K., Yurdakul, F. G., Çimen, Y. G., Eser, F., Alhan, A., & Bodur, H. (2015). Kronik mekanik bel ağrısı olan hastalarda egzersizle beraber fizik tedavi uygulamalarının sadece egzersiz tedavisi ile karşılaştırılması. *Türk Osteoporoz Dergisi*, *21*(2), 73-78.

TEKRARLAYAN GEBELİK KAYBI VE PSİKOLOJİSİ

Dr. Öğr.Üyesi Demet ÇAKIR [1], Dr. Öğr.Üyesi Hilal ÖZBEK [2], Öğr.Gör. Arslan SAY[3]
[1] Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
ORCID 0000-0003-4794-516X
[2] Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
ORCID 0000-0001-6368-2633
[3] Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin SHMYO,
ORCID ID 0000-0001-5454-3105

ÖZET

Tekrarlayan gebelik kaybı, gebe kalmaya çalışan kadınların yaklaşık %1-3'ünün yaşadığı sıkıntılı bir gebelik sorunudur. Tekrarlayan gebelik kaybı, 20-24. gebelik haftasından önce klinik olarak tanınan iki veya daha fazla gebeliğin başarısızlığı olarak tanımlanmaktadır. Embriyonik ve fetal kayıpları içermektedir. Erken gebelik kaybının teşhisi diğer gebelik kayıplarına göre daha kolaydır. Ancak tekrarlayan gebelik kayıplarını tahmin etme ve önlemedeki ilerleme, standart tanılamadaki eksiklikler, patogenezi çevreleyen belirsizlikler ve oldukça değişken klinik süreç nedeniyle zor olmaktadır. Başarılı bir gebelik süreci anne yaşı ve önceki kayıpların sayısına bağlı olsa da tekrarlayan gebelik kaybı olan çiftlerin prognozu genellikle iyidir. Tekrarlayan gebelik kayıplarına kromozomal sorunlar, anatomik uterin defektler, otoimmün bozukluklar ve endometrial disfonksiyon neden olmaktadır. Birçok tıbbi müdahalenin etkinliği tartışmalı olsa da mevcut tedaviler gebelik kaybının varsayılan risk faktörlerini düzeltme hedefindedir. Altta yatan etiyoloji ne olursa olsun, çiftler bebek sahibi olma şansları hakkında doğru bilgiye ihtiyaç duymakta ve tekrarlayan abortuslar nedeniyle meydana gelen psikolojik yükü azaltmak için uygun desteğe ihtiyaç duymaktadır. Kadınların üzerindeki psikolojik ve fiziksel yük çoğu zaman kabul edilemez düzeydedir. Kadınların yaşadıkları bu yükün her kayıpla arttığı söylenebilir. Çiftler için psikososyal destek, erken gebelik kaybının yönetiminde merkezi bir öneme sahiptir. Psikososyal destek hasta merkezli olmalıdır. Psikososyal destek gebelik kayıplarında meydana gelen psikolojinin çiftler üzerinde oluşturmuş olduğu etkiyi değerlendirebilecek profesyonel kişiler tarafından sağlanmalıdır. Çiftler yaşanılan bu olayın çok önemli bir yaşam olayı olduğunu kabul etmelidir.

Anahtar Kelimeler: Tekrarlayan gebelik kaybı, psikoloji, danışmanlık

REPEAT PREGNANCY LOSS AND PSYCHOLOGY

ABSTRACT

Recurrent pregnancy loss is a distressing pregnancy problem experienced by approximately 1-3% of women trying to conceive. Recurrent pregnancy loss, 20-24. It is defined as the failure of two or more clinically recognized pregnancies before the gestational week. Includes embryonic and fetal losses. Early pregnancy loss is easier to diagnose than other pregnancy losses. However, progress in predicting and preventing recurrent pregnancy loss has been difficult due to the lack of standard diagnosis, uncertainties surrounding pathogenesis, and highly variable clinical course. Although a successful pregnancy depends on maternal age and

the number of previous losses, the prognosis for couples with recurrent pregnancy loss is generally good. Recurrent pregnancy losses are caused by chromosomal problems, anatomical uterine defects, autoimmune disorders and endometrial dysfunction. Although the efficacy of many medical interventions is controversial, current treatments aim to correct the putative risk factors for pregnancy loss. Whatever the underlying etiology, couples need accurate information about their chances of conceiving and need appropriate support to reduce the psychological burden caused by recurrent abortions. The psychological and physical burden on women is often unacceptable. It can be said that this burden experienced by women increases with each loss. Psychosocial support for couples is central to the management of early pregnancy loss. Psychosocial support should be patient-centered. Psychosocial support should be provided by professionals who can evaluate the effect of psychology on couples in pregnancy loss. Couples should accept that this event is a very important life event.

Keywords: Recurrent pregnancy loss, psychology, counseling

1. GİRİŞ

20. gebelik haftasından önce en az iki gebelik kaybı olarak tanımlanan tekrarlayan gebelik kaybı, gebe kalmaya çalışan tüm çiftlerin %1-3'ünde görülmektedir (ESHRE, 2017). Mevcut verilere dayanarak, kadınlarda birinci trimesterde veya ikinci trimesterin erken dönemlerinde tek gebelik kaybı oluşmuşsa kapsamlı bir değerlendirmeye tabi tutulmaması gerektiği konusunda fikir birliği mevcuttur. Çünkü bunların nispeten yaygın ve sporadik olaylar olduğu ve nüks riskinin yalnızca orta düzeyde arttığı göz önünde bulundurulmalıdır (Cohain ve ark., 2017). Prospektif çalışmalarda, gebelik kaybı riski her kayıpla birlikte nulligravidalarda yaklaşık %11'den üç veya daha fazla kayıptan sonra yaklaşık %40'a çıktığı belirlenmiştir (Magnus ve ark., 2019).

Tekrarlayan gebelik kayıpları için bilinen risk faktörleri arasında kadının yaşı, önceden gebelik kaybı öyküsü, ebeveynlerin yapısal kromozomal anormallikleri, uterin anomaliler, endokrin bozukluklar, antifosfolipid sendromu ve kalıtsal trombofili gösterilmektedir (Jauniaux ve ark., 2006). Vakaların çoğunluğunda başlangıçta tespit edilen risk faktörünün sabit kaldığı belirlenmiştir (Jaslow ve ark., 2010). Hastaların çoğu için yalnızca kadın yaşı ve önceki gebelik kayıplarının sayısı tutarlı bir şekilde prognostik faktörler olarak bulunmuştur (ESHRE, 2017). Halihazırda uygulanan testler genellikle pahalı, zaman alıcı ve prognostik değeri belirsizdir (Christiansen ve ark., 2005).

2. Tekrarlayan Gebelik Kaybına Neden Olan Faktörler

RCOG (Royal College of Obstetricians and Gynecologists) tarafından, tekrarlayan gebelik kaybı üç veya daha fazla ardışık gebelik kaybı olarak tanımlanmaktadır (RCOG, 2011). Amerikan Üreme Tıbbı Uygulama Komitesi tekrarlayan gebelik kaybını ultrasonografi veya histolojik olarak tesbit edilen ve mutlaka ardışık olması gerekmeyen iki veya daha fazla gebelik kaybı olarak tanımlanmaktadır (ASRM Uygulama Komitesi, 2012). ESHRE'nin tekrarlayan gebelik kaybının tanımını kılavuzda şu şekilde açıklamıştır. Tekrarlayan gebelik kaybı iki veya daha fazla gebelik kaybından sonra düşünülebileceğini belirtmekte ve çeşitli tekrarlayan gebelik kaybı tanımlarının tanı, prognoz ve tedavi üzerindeki etkisine ilişkin epidemiyolojik

çalışmalar da dahil olmak üzere daha fazla bilimsel araştırma ihtiyacının önemini vurgulamaktadır (ESHRE, 2017).

Tekrarlayan gebelik kaybı için kanıta dayalı bir tedavi olmamasına rağmen, çiftler bir sonraki gebelik için bir plan doğrultusunda değerlendirilmelidir (Musters ve ark., 2013). Çiftler ve klinisyenler, gebe kalınmadan önce, özellikle tiroid bozuklukları ve antifosfolipid sendromu gibi tedavi edilebilir risk faktörlerine sahip vakalarda, gebelik kayıplarının nedeni ve tekrarını önleyecek bir tedavi bulmaya çalışmalıdır. Bu nedenle yayınlanan kılavuzlarda, tekrarlayan gebelik kayıplarında araştırma yapılmasını tavsiye etmektedir. Ancak, tekrarlayan gebelik kayıplarında çiftlerde risk faktörleri için ne zaman araştırma yapılacağı konusunda fikir birliği yoktur.

Kadınların ilk canlı doğum yaşı Avrupa popülasyonlarında ortalama 30'dur. Kadının yaşının artmasıyla birlikte embriyonik anöploidi riski de artmaktadır. Bu nedenle, embriyonik anöploidi, özellikle 36 yaşından büyük kadınlarda sıklıkla tekrarlayan gebelik kaybı etiyolojisi olarak görülmektedir (Marquard ve ark., 2010). Tetkiklerin ne zaman başlatılacağına ilişkin karar, kadının yaşı ve önceki gebelik kayıplarının yanı sıra, belirgin otoimmün veya pıhtılaşma hastalığı, aile öyküsü ve eğer yapıldıysa, doku karyotiplemesi sonuçları gibi diğer anne koşullarına bağlı olmaktadır (Bernardi ve ark., 2012). Ayrıca, mevcut kaynakların yanı sıra doktor ve çift tarafından da ortak bir karar verilerek süreç değerlendirilmelidir (ESHRE, 2017). Hangi testlerin yapılabileceği ve diğerlerinin yapılmayabileceği özelleştirilmiş teşhis testleri düşünülmelidir.

2.1.Tekrarlayan Gebelik Kayıplarında Endometriyal Bağışıklık Disfonksiyonu

Tekrarlayan gebelik kaybı, çağdaş jinekoloji ve obstetride çözülmemiş bir sorunu temsil etmektedir. Bu durum sadece gebelikle ilgili bir komplikasyon olmayıp aynı zamanda çocuk isteyen çiftlerin yaklaşık %5'ini etkileyen önemli bir üreme bozukluğudur. Tekrarlayan gebelik kaybı vakalarının yaklaşık %50'si hala açıklanamayan olarak sınıflandırıldığından, tekrarlayan gebelik kaybı hakkındaki mevcut bilgilerde eksiklikler bulunmaktadır. Ortaya çıkan kanıtlar, endometriyumun, başarılı bir gebeliğin düzgün bir şekilde kurulması ve sürdürülmesi için gerekli bir koşul olan anne ile embriyo arasındaki doğru immünolojik diyalogda yer alan anahtar bir doku olduğunu göstermektedir. Erken gebelikte endometrium içindeki maternal-fetal arayüzde meydana gelen immünolojik olaylar son derece karmaşıktır. Bağışıklık sistemini düzenleyici özelliklere sahip geniş bir immün hücre ve molekül dizisini içermektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda, endometriyal immün yetmezliğin, kaynağı bilinmeyen birçok tekrarlayan gebelik kaybı vakasından sorumlu olabileceğini düşünülmektedir (Ticconi ve ark., 2019).

Tekrarlayan gebelik kaybı, klinik ve bilimsel topluluk için bir meydan okumadır. Aslında, tekrarlayan gebelik kaybı vakalarının sadece yaklaşık %50'sinde ileri anne yaşı, genetik anormallikler, seçilmiş anne otoantikorları, endokrin işlev bozuklukları ve uterus anormallikleri dahil olmak üzere tanımlanmış nedenler/risk faktörleri olarak görülmekte iken diğer vakaların nedeni tam olarak belirlenememiştir (Hachem ve ark., 2017).

Tam olarak belirlenmemiş olsa da tekrarlayan gebelik kayıplarının önemli bir oranının immün etiyolojilerle ilişkili olduğuna inanılmaktadır (Jeve ve Davies, 2014). Bu durumda gebelik kayıplarının çeşitli immün mekanizmadaki kalıcı bozukluklar yoluyla meydana

gelebileceği düşünülmektedir (Wang ve ark., 2016). Bu bağlamda endometrium önemli bir rol oynamaktadır.

Endometriyumun üremede çok önemli bir rolü vardır. Embriyo ile doğrudan temasa geçen ve embriyonun uygun implantasyonuna, hayatta kalmasına ve gelişmesine, aktif olarak katıldığı süreçlere izin veren anne dokusudur. Endometriyumu embriyoya karşı duyarlı hale getiren biyomoleküler mekanizmaların yanı sıra endometriyal alıcılığa dahil olan spesifik hücre tipleri ve hücresel yolları netleştirmek için kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır. Bununla birlikte, bu mekanizmalar hakkındaki bilgilerimiz hala büyük ölçüde eksiktir. Mevcut olan bilgilere göre, endometriyumun, gelişmekte olan embriyo için doğru ortamı sağlamada bir dizi olayın meydana geldiği benzersiz bir doku olduğunu göstermektedir. Ortaya çıkan kanıtlar, endometriyal dokunun yeniden şekillenmede ve embriyoya karşı maternal toleransta çok önemli bir rolü olduğunu ortaya koymuştur. Embiryo endometriyum içindeyken veya endometriyuma ulaştığında belirli özelliklere sahip olan veya sonradan edinilen doğal ve adaptif bir bağışıklık sistemine sahiptir (Ticconi ve ark., 2019).

Deneysel ve klinik kanıtlar, endometriyal bağışıklık ortamında meydana gelen düzensizliklerin, tekrarlayan implantasyon başarısızlığı ve açıklanamayan etiyolojiye sahip tekrarlayan gebelik kayıplarında önemli bir etken olabileceğini düşündürmektedir. Son yıllarda genetik ve immünolojik olarak farklı embriyonun anne tarafından kabul edilmesinin altında yatan mekanizmaların anlaşılmasında büyük ilerleme kaydedilmiştir. Ortaya çıkan durum şu şekilde açıklanmaktadır (Hachem ve ark., 2017; Ticconi ve ark., 2019);

- Annenin bağışıklık sisteminin normal gebeliğin kurulması, sürdürülmesi, geliştirilmesi ve sonlandırılması ile yakından ilgili olduğu açık hale gelmiştir. Bu bağlamda, bağışıklık sisteminin, evrimleşmiş hayvanlarda gebeliğin ve muhtemelen üremenin tüm aşamalarını düzenlemek için kullanılmış olması mantıklı ve oldukça makuldür.
- Gebelik kaybına yol açan maternal bağışıklık, işlev bozukluğunu önlemek için çok sayıda mekanizma geliştirmiştir. Bu mekanizmalar, diğer tüm yabancı antijenlere karşı tam immünolojik reaktiviteyi korurken, annenin fetüse karşı genel bir immünolojik toleransını indüklemeyi amaçlamaktadır. Bu amaca ulaşmak için, annenin bağışıklık sisteminin, adaptif ve doğuştan gelen bağışıklık sistemlerinin tümünü olmasa da birçoğunu içeren, her birine bazen gereksiz olsa da spesifik görevler atayan bir modülasyona ihtiyaç bulunmaktadır.
- Maternal bağışıklık sisteminin katılımı, maternal-fetal arayüzde doğru bir immünolojik diyalog ile sınırlı değildir, ancak endometriyal doku yıkımı, vasküler yeniden şekillenme ve plasentanın gelişimine kadar devam etmektedir.
- Trofoblast, kendi hayatta kalmasına ve varlığına karşı annenin bağışıklık tepkisinin modülasyonuna aktif olarak katılır, bu bakımdan trofoblast hücrelerin tümör dokusuna benzer özellik gösterdiği bilinmektedir.
- Embiryoya karşı maternal immün yanıt, gebelik yaşına göre farklılık göstermektedir. Son kanıtlar, embriyonun implantasyonunda başlangıçta, erken bir inflamatuar reaksiyona neden olduğu kavramını desteklemektedir. Bunun hemen ardından, embiryonun hayatta kalmasına ve gebeliğin ilerlemesine izin veren bir anti-inflamatuar desidual ortamın kurulması gereklidir. Son, hatta daha güçlü bir inflamatuar reaksiyon, geç gebelikte meydana gelir ve doğum eylemi ve fetüsün doğumuyla sonuçlanır. Tüm bu olaylar tamamen annenin bağışıklık sistemini ilgilendirmektedir.

2.2.Genetik faktörler

Tekrarlayan gebelik kayıplarının yaklaşık %2-4'ünde, en yaygın olarak dengeli resiprokal veya Robertson translokasyonlarına bağlı genetik problemlere rastlanılmaktadır. Tekrarlayan gebelik kayıpları ile ilişkili ek yapısal anormallikler arasında kromozomal inversiyonlar, insersiyonlar ve mozaisizm bulunmaktadır. Kistik fibroz veya orak hücreli anemi ile ilişkili olanlar gibi tek gen kusurları nadiren tekrarlayan gebelik kayıpları ile ilişkilendirilmektedir. Tekrarlayan gebelik kayıplarının uygun değerlendirmesi ebeveyn karyotiplemesini içermelidir. Ebeveyn kromozomal anormallikleri ile ilişkili tüm tekrarlayan gebelik kaybı vakalarında genetik danışmanlık endikedir. Spesifik tanıya bağlı olarak, yönlendirilmiş tedavi, preimplantasyon genetik tanı ile in vitro fertilizasyonu içermelidir. Her zaman embriyonik anöploidi ile sonuçlanan genetik anormallikleri içeren durumlarda (yani, homolog kromozomları içeren Robertson translokasyonları) donör gametlerin kullanımı önerilebilir (Ford ve Schust, 2009).

2.3.Anatomik Defektler

Tekrarlayan gebelik kaybı yaşayan kadınların yaklaşık %19'unda uterus anomalilerinin bulunduğu ve edinilmiş/konjenital olarak sınıflandırılabileceği bildirilmektedir. Edinilmiş anormallikler arasında intrauterin adezyonlar, miyomlar ve endometriyal polipler bulunmaktadır. Uterus içinde meydana gelen adezyonların Asherman sendromu, endometrial bazal tabakanın harap olması (çoğunlukla küretaj), uterus ameliyatı, uterusta meydana gelen enfeksiyonlar veya komplike bir doğum sonrasında meydana gelmektedir. Adezyonların sıklığı ve şiddeti küretaj sayısıyla birlikte artmaktadır (Deans ve Abbott, 2010). Çalışmalar adezyolizis uygulanmasının düşük oranlarda yapılmasının dahi önemli ölçüde tekrarlayan gebelik kayıplarını azalttığı, bu yüzden tekrarlayan gebelik kayıplarında tercih edilen tedavi olduğu belirlenmiştir (Jaslow ve ark., 2010). Miyomlar uterustaki konumlarına göre sınıflandırılmakta olup (submukozal, intramural veya subserozal) (Munro ve ark., 2011) mekanik ve moleküler mekanizmalar yoluyla tekrarlayan gebelik kayıplarına neden olmaktadır. Submukozal miyomların tekrarlayan gebelik kaybı olan kadınların %4,5'inde bulunduğu ve her seferinde cerrahi olarak çıkarılması gerektiği bildirilmektedir (Jaslow, 2014). Tekrarlayan gebelik kaybı olan kadınların %2-3'ünde polip bulunmakta ve histeroskopik olarak çıkarılması önerilmektedir (Salim ve ark., 2013). Servikal yetersizlik genellikle ikinci trimester kayıplarına neden olmakta ve cerrahi travmayı takiben kazanılabilir veya konjenital uterin anormalliklerle ilişkilendirilmektedir (Jaslow, 2014).

2.4.Çevresel ve Psikolojik Faktörler

Günümüzde abortus riskindeki artış çeşitli çevresel faktörler ile ilişkilendirilmektedir. Vücut kitle indeksinin 30 kg/m^2 ve üzerinde olma, sigara içme, aşırı kafein tüketimi (300 mg/gün veya iki fincan eşdeğeri), aşırı alkol alımı ve kokain kullanımı çevresel faktörler olarak gösterilmektedir. Hafif-orta derecede alkol alımının tekrarlayan gebelik kaybı riskini artırmadığı belirlenmiştir (Gaskin ve ark., 2016). Bu nedenle, tekrarlayan gebelik kaybı yaşayan kadınlarda bu faktörlere minimum düzeyde maruz kalınması durumunda sağlıklı bir yaşam tarzı teşvik edilerek bu risk faktörlerine bağlı düşükler önlenebilmektedir (RCOG, 2011). Tekrarlayan gebelik kaybı yaşayan çiftlerde kişisel ve profesyonel yaşamı etkileyec düzeyde, keder, depresyon, umutsuzluk, suçluluk, endişe ve partnere, arkadaşlara veya tedavi eden

doktora karşı öfke gibi çeşitli duygular bildirilmiştir (Kolte ve ark., 2015). Çalışmalarda depresyonun erken düşük yapma riskini artırdığı ancak bu durumunun genellenemeyeceği bildirilmiştir (RCOG, 2011). Bununla birlikte bazı araştırmalar, tekrarlayan gebelik kaybı olan çiftlerde psikolojik desteğin önemli olduğunu göstermiştir (Hachem ve ark., 2017). Şefkatli sevgi dolu bakım kavramı, haftalık tıbbi ve ultrasonografi muayeneler ile psikolojik destek ve ağır iş, seyahat ve cinsel aktiviteden kaçınma tekrarlayan gebelik kayıplarında önerilen yöntemler arasındadır. Tekrarlayan gebelik kaybı yaşayan çiftler için özel kliniklerde destekleyici bakım önerilmektedir (RCOG, 2011).

2.5.Antifosfolipid Sendromu

Antifosfolipid sendromu, antifosfolipid antikorlarının (aPL) varlığı ile karakterize edilmekte olup uzun süredir tekrarlayan gebelik kaybı ile ilişkilidir. Gerçekten de gebelik morbiditesi, antifosfolipid tanısını doğrulamak için gereken iki klinik kriterden biridir, diğeri ise vasküler trombozdur (Miyakis ve ark., 2006). Tekrarlayan gebelik kaybı yaşayan kadınlarda antifosfolipid sendromu prevalansı, çalışmalara göre %6'dan ile %42'ye kadar çıksa da genel olarak %5–20 olarak kabul edilmektedir (Andreoli ve ark., 2013). Bu durum muhtemelen standardize edilmemiş laboratuvara özgü testlerin kullanılması ve yıllar içinde test edilen farklı antikor türleri ile açıklanmaktadır. Bununla birlikte, şu anda antifosfolipid sendromu tanısında sadece lupus antikoagülanı, antikardiolipin antikoru ve anti-β2 glikoprotein I kullanılmaktadır (Opartrny ve ark., 2006). Antifosfolipid sendromu altta yatan bir hastalığı olmayan hastalarda birincil, diğer durumlarla ilişkili olduğunda ikincil olarak adlandırılır (Miyakis ve ark., 2006). aPL ayrıca preeklampsi, intrauterin büyüme geriliği ve prematürite gibi diğer obstetrik komplikasyonlarla da ilişkilidir (Di Simone ve ark., 2000). aPL trofoblastı hedefleyerek bozulmuş trofoblastik invazyona ve insan koryonik gonadotropin ve büyüme faktörünün uygunsuz salgılanmasına neden olmaktadır. Ayrıca sinsityotrofoblast apoptozu ve maternal-fetal arayüzde kompleman aktivasyonu yoluyla bir inflamatuar yanıtı indükler. Ayrıca vasküler endoteli ve spiral arterlerin anormal oluşumuna neden olmaktadır. Üç tip antikor tekrarlayan gebelik kaybı ve obstetrik komplikasyonlarla ilişkili olsa da bazı çalışmalara göre antikorların farklı tiplerine ve ilişkilerine göre risk ve ciddiyet değişmektedir. aPL taraması, tekrarlayan gebelik kaybı yaşayan hastalarda ilk tetkik olarak kullanılması önerilmektedir (El Hachem ve ark., 2017).

3. Tekrarlayan Gebelik Kayıplarında Kadının Psikolojisi

İstenen bir gebeliğin kaybı, perinatal veya neonatal ölümden sonra yaşanan yas ile kıyaslanmakta yasla ilişkili önemli bir olumsuz yaşam olayı olarak görülmektedir. Depresyon, dünya çapında engelliliğin önde gelen nedenidir ve önemli kişisel ve sosyo-ekonomik yük ile ilişkilidir. 1205 katılımcıyla yapılan Danimarka da toplum tabanlı bir çalışmada, Mental Bozuklukların Teşhis ve İstatistik El Kitabı, 4. baskı tarafından tanımlandığı gibi, %3,3'lük bir majör depresyon prevalansı tespit edilmiştir (DSM-IV). 20-49 yaş arası kadınlarda majör depresyon prevalansı %3,8 olarak belirlenmiş olup Cohen Algılanan stres ölçeği puanına göre kişisel olarak bildirilen stres düzeyleri ile Majör Depresyon Envanterinde puanına göre depresyon arasında anlamlı bir ilişki tanımlamıştır (Olsen ve ark., 2004).

Gebeliği anında etkileyen veya gebelik kaybına yol açan etkilere aracılık eden psikolojik faktörlerin ve sosyoekonomik durumun önemi değerlendirilmelidir. Klinik zeminde, özellikle

tekrarlayan düşüklerin psikolojik sonuçları hafife alınmaya devam etmektedir. Buna paralel olarak, tekrarlayan düşük öyküsü olan kadınların sağlık davranışları büyük önem taşımaktadır. Kadınların düşüklerden sonraki sağlık davranışlarının anlaşılması, tekrarlayan düşük öyküsü olan kadınlar için optimal sağlığın teşvik edilmesi için çok önemlidir (Tavoli ve ark., 2018).

4. Sonuç

Tekrarlayan gebelik kaybı önemli bir üreme sağlığı sorunudur. Yıllar boyunca çeşitli etiyolojiler tanımlanmış ve başarılı tedavi stratejileri uygulanmıştır. Uterus anormallikleri, antifosfolipid sendromu, endokrin hastalıklar ve dengelenmiş translokasyonları içeren tedavi edilebilir nedenleri belirlemek için iki ardışık kaybın ardından tam bir çalışma başlatılabilir. Üreme prognozunu iyileştirmek için yaşam tarzı değişiklikleri de uygulanmalıdır. Bununla birlikte, vakaların neredeyse yarısının açıklanamayan nedenlerden gerçekleştiği ve sürekli olarak çeşitli tedaviler geliştirilmektedir. Sebep ne olursa olsun, önemli bir psikolojik destek ile kapsamlı bir takip, çoğu çiftin başarılı bir canlı doğum gerçekleştirmesine yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

Andreoli, L., Chighizola, C.B., Banzato, A., Pons-Estel, G.J., Ramire de Jesus, G., Erkan, D. The Estimated Frequency of Antiphospholipid Antibodies in Patients With Pregnancy Morbidity, Stroke, Myocardial Infarction, and Deep Vein Thrombosis. Arthritis Care Res (Hoboken), 65, 11, 1869–1873, 2013.

Bernardi, L.A., Plunkett, B.A., Stephenson, M.D. Is Chromosome Testing of The Second Miscarriage Cost Saving? A Decision Analysis of Selective Versus Universal Recurrent Pregnancy Loss Evaluation. Is Chromosome Testing of The Second Miscarriage Cost Saving? A Decision Analysis of Selective Versus Universal Recurrent Pregnancy Loss Evaluation, 98, 156–61, 2012.

Cohain, J.S., Buxbaum, R.E., Mankuta, D. Spontaneous First Trimester Miscarriage Rates Per Woman Among Parous Women With 1 or More Pregnancies of 24 Weeks or More. BMC Pregnancy Childbirth, 17, 437, 2017.

Deans, R., Abbott, J. Review of Intrauterine Adhesions, J Minim Invasive Gynecol, 17, 5, 555–569, 2010.

Di Simone, N., Meroni, P.L., de Papa, N., et al. Antiphospholipid Antibodies Affect Trophoblast Gonadotropin Secretion and Invasiveness By Binding Directly and Through Adhered Beta2-Glycoprotein I. Arthritis Rheum, 43, 1, 140–150, 2000.

ESHRE guideline 'Recurrent Pregnancy Loss'. ESHRE Early Pregnancy Guideline Development GroupVersion 2.0. November, 2017.

El Hachem, H., Crepaux, V., May-Panloup, P., Descamps, P., Legendre, G., Bouet, P.E. Recurrent Pregnancy Loss: Current Perspectives. Int. J. Womens Health, 9, 331–345, 2017.

Ford, H. B., Schust, D. J. Recurrent Pregnancy Loss: Etiology, Diagnosis, and Therapy. Reviews in Obstetrics and Gynecology, 2, 2, 76, 2009.

Gaskins, A.J., Rich-Edwards, J.W., Williams, P.L., Toth, T.L., Missmer, S.A., Chavarro, J.E. Prepregnancy Low to Moderate Alcohol İntake is Not Associated With Risk of Spontaneous Abortion or Stillbirth. J Nutr, Epub, Mar 9, 2016.

Jaslow, C.R., Carney, J.L., Kutteh, W.H. Diagnostic Factors Identified in 1020 Women With Two Versus Three or More Recurrent Pregnancy Losses. Fertil Steril. 93, 4, 1234–1243, 2010.

Jaslow, C. Uterine Factors. Obstet Gynecol Clin North Am. 41, 1, 57–86, 2014.

Jauniaux, E., Farquharson, R.G., Christiansen, O.B., Exalto, N. Evidencebased Guidelines For The Investigation and Medical Treatment of Recurrent Miscarriage. Hum Reprod; 21, 2216–2222, 2006.

Jeve, Y.B., Davies, W. Evidence-Based Management of Recurrent Miscarriages. J. Hum. Reprod. Sci., 7, 159–169, 2014.

Kolte, A.M., Olsen, L.R., Mikkelsen, E.M., Christiansen, O.B., Nielsen, H.S. Depression and Emotional Stress is Highly Prevalent Among Women With Recurrent Pregnancy Loss. Hum Reprod, 30, 4, 777–782, 2015.

Magnus, M.C., Wilcox, A.J., Morken, N., Clarice, R., Weinberg, C.R., Håberg, S.E. Role of Maternal Age And Pregnancy History in Risk Of Miscarriage: Prospective Register Based Study, BMJ, 364, l869–l1876, 2019.

Marquard, K., Westphal, L.M., Milki, A.A., Lathi, R.B. Etiology of Recurrent Pregnancy Loss in Women Over The Age of 35 Years. Fertil Steril, 94, 1473–1477, 2010.

Miyakis, S., Lockshin, M.D., Atsumi, T., et al. International Consensus Statement On An Update of the Classification Criteria for Definite Antiphospholipid Syndrome (APS). J Thromb Haemost, 4, 2, 295–306, 2006.

Munro, M.G., Critchley, H.O., Broder, M.S., Fraser, I.S. FIGO Working Group on Menstrual Disorders. FIGO Classification System (PALMCOEIN) For Causes of Abnormal Uterine Bleeding in Nongravid Women of Reproductive Age. Int J Gynaecol Obstet. 113, 1, 3–13, 2011.

Musters, A.M., Koot, Y.E., van den Boogaard, N.M., Kaaijk, E., Macklon, N.S., van der Veen, F., Nieuwkerk, P.T., Goddijn, M. Supportive Care for Women With Recurrent Miscarriage: A Survey to Quantify Women's Preferences. Hum Reprod, 28, 398–405, 2013.

Olsen, L.R., Mortensen, E.L., Bech, P. Prevalence of Major Depression and Stress Indicators in The Danish General Population. Acta Psychiatr Scand, 109, 96– 103, 2004.

Opartrny, L., David, M., Kahn, S.R., Shrier, I., Rey, E. Association Between Antiphospholipid Antibodies and Recurrent Fetal Loss in Women Without Autoimmune Disease: A Metaanalysis. J Rheumatol, 33, 11, 2214–2221, 2006.

Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG). Scientific Advisory Committee, Guideline No. 17. The Investigation and treatment of couples with recurrent miscarriage, 2011. Available from: http:// www.rcog.org.uk/womens-health/clinical-guidance/investigationand-treatmentcouples-recurrent-miscarriage-green-top-.

Salim, S., Won, H., Nesbitt-Hawes, E., Campbell, N., Abbott, J. Diagnosis and Management of Endometrial Polyps: A Critical Review of The Literature. J Minim Invasive Gynecol. 18, 5, 569–581, 2011.

Tavoli, Z., Mohammadi, M., Tavoli, A., Moini, A., Effatpanah, M., Khedmat, L., Montazeri, A. Quality Of Life And Psychological Distress in Women With Recurrent Miscarriage: A Comparative Study. Health And Quality of Life Outcomes, 16, 1, 1-5, 2018.

The Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine (ASRM). Evaluation and Treatment of Recurrent Pregnancy Loss: A Committee Opinion. Fertil Steril, 98:1103–1111, 2012.

Ticconi, C., Pietropolli, A., Di Simone, N., Piccione, E., Fazleabas, A. Endometrial immune dysfunction in recurrent pregnancy loss. International Journal Of Molecular Sciences, 20, 21, 5332, 2019.

Wang, N.F., Kolte, A.M., Larsen, E.C., Nielsen, H.S., Christiansen, O.B. Immunologic Abnormalities, Treatments, and Recurrent Pregnancy Loss: What Is Real and What Is Not? Clin. Obstet Gynecol. *59*, 509–523, 2016.

FETAL HAREKET SAYIMI VE BAĞLANMA

Demet ÇAKIR[1], Arslan SAY[2], Hilal ÖZBEK[3]
[1] Dr.Öğr.Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
ORCID ID 0000-0003-4794-516X
[2] Öğr.Gör. Amasya Üniversitesi, Sabuncuoğlu Şerefeddin SHMYO,
ORCID ID 0000-0001-5454-3105
[3] Dr.Öğr.Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
ORCID ID 0000-0001-6368-2633

ÖZET
Fetal hareketlerin anne tarafından algılanması, fetal iyilik halinin değerlendirilmesinde en eski ve en sık kullanılan yöntemdir. Neredeyse tüm gebeler buna bağlı kalsa da fetal hareketlere göre fetüsün iyilik halini belirlemek sağlık uzmanları arasında değişken popülerlik göstermektedir. Gebelikte fetal hareketleri hissetmek, annenin doğmamış bebeğiyle güçlü bir bağ kurmasına yardımcı olmaktadır. Sağlıklı bir fetüsün 2 saatte en az 10 kez hareket etmesi normal olarak değerlendirilmektedir. Anneler, fetüsün hareketlerini sayarken doğmamış bebekleriyle bebeğiyle iletişim kurmaktadır. Doğmamış bebeğiyle konuşur, karnını okşar, bebeği hayal eder ve fetüsün annenin varlığını hissedip hissetmediğini merak etmektedir. Anneler günün belirli saatlerinde bebeklerinin hareketlerini sayarken, annelerin odak noktası da bebekleri olmaktadır. Bu nedenle annelerin fetüsün hareketlerini değerlendirmesi anne-fetüs bağlanmayı da olumlu yönde etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda, fetal hareketleri saymanın anne-bebek bağını güçlendirdiğini, Leopold manevralarını kullanarak karın palpasyonunun anne-fetal bağlanmayı geliştirdiğini belirlenmiştir. Annenin gebelikte fetüse bağlanması, gebenin annelik kimliği geliştirerek, fetüsle etkileşimini ve duygularını geliştirerek kendilerini anne olarak görmesine yardımcı olmaktadır. Doğum öncesi bakımda fetal aktivite hakkında, özellikle de fetal hareket sayımı hakkında daha fazla bilgiye sahip olmak, gebenin fetüsle daha güçlü bir duygusal bağ kurmasına yardımcı olacaktır. Bağlanmayı geliştirmek için gebelerin yapılandırılmış doğum öncesi bakım hizmetlerine erişiminin sağlanması önemlidir.
Anahtar Kelimeler: Fetal hareket sayımı, Bağlanma, Gebelik

FETAL MOVEMENT COUNTING AND ATTACHMENT

ABSTRACT
The perception of fetal movements by the mother is the oldest and most frequently used method for the evaluation of fetal well-being. Although nearly all pregnant women adhere to it, determining fetal well-being based on fetal movements has shown varying popularity among healthcare professionals. Feeling fetal movements during pregnancy helps the mother form a strong bond with her unborn baby. It is considered normal for a healthy fetus to move at least 10 times in 2 hours. Mothers communicate with their unborn babies while counting the movements of the fetus. She talks to her unborn baby, caresses her stomach, imagines the baby and wonders if the fetus can sense the mother's presence. While mothers count the movements of their babies at certain times of the day, the focus of mothers is their babies. Therefore, mothers' evaluation of fetal movements also positively affects mother-fetus attachment. In the studies, it was determined that counting fetal movements strengthens the mother-infant bond,

and abdominal palpation using Leopold maneuvers improves mother-fetal attachment. The mother's attachment to the fetus during pregnancy helps the pregnant woman to see herself as a mother by developing a motherhood identity, developing her interaction with the fetus and developing her feelings. Knowing more about fetal activity, especially fetal movement count, in antenatal care will help the pregnant woman form a stronger emotional bond with the fetus. It is important to ensure that pregnant women have access to structured antenatal care services to improve attachment.
Keywords: Fetal movement count, Attachment, Pregnancy

1. GİRİŞ

Bir annenin doğmamış çocuğuyla ilişkisinin hem olağanüstü hem de inanılmaz derecede güçlü olduğu fark edilmiştir. Anne ve fetüs arasındaki bu ilişki, sağlık profesyonelleri tarafından maternal-fetal bağlanma veya prenatal bağlanma olarak adlandırılmaktadır. Araştırmacılar, maternal fetal bağlanma veya prenatal bağlanma sürecinin gebeliğin onuncu haftasında başladığını ve gebeliğin 16. haftasında daha da arttığını ve 32-36. gebelik haftalarında yoğunlaştığını göstermiştir (Rincy ve Nalini, 2014). Doğum öncesi bağlanma "kadınların doğmamış çocuklarıyla bağlılık ve etkileşimi temsil eden davranışlarda bulunma derecesi" olarak tanımlanmıştır. Riskli gebeliği olmayan kadınlarla yapılan çok sayıda çalışmada, anne-fetüs bağlanmasının yaş, etnik köken, doğum sayısı, anksiyete, depresyon ve partnerle ilişki, sosyal destek, gebeliğin kabulü gibi diğer faktörlerle nasıl ilişkili olduğunu da incelemiştir (Cannella, 2005).

Mangesi ve Hofmyer (2007) tarafından yapılan çalışmada rutin, seçici ve fetal olmayan hareket sayımı ile gebelik sonucunun değerlendirilmesi üzerine 71.370 kadını içeren dört çalışmanın bir meta analizini gerçekleştirmiştir. Fetal hareket sayımı uygulayan kadınların antenatal hastane ziyaretlerinin daha az olduğu bulunmuştur.

Her gebe, çeşitli fiziksel, duygusal ve hormonal değişikliklere bağlı olarak kendisini bunalmış, stresli ve kaygılı hissedebilir. Artan kaygı, anne-bebek etkileşimini etkilediğinden dolayı anne ve fetüs sağılığı için olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Gebelik ve endişeler el ele gider. Bazı kadınlar gebe olduklarını öğrenir öğrenmez endişelenmeye başlarlar. Bu tür endişeler ilk kez gebe kalan kadınlarda daha sık görülmektedir. Gebelik sırasında en yaygın endişelerden biri de düşük yapma korkusudur. Gebete sabah bulantıları, yorgunluk ve duygudurum dalgalanmaları sık görülür ve ayrıca tedavi, diyet, egzersiz, seyahat, doğum ve doğum süreci vb. ile ilgili endişeler ortaya çıkmaktadır. Gebelik endişeleriyle mücadele etmenin en iyi yolu, gebelik hakkında tam olarak bilgi sahibi olmaktır. Doğru bilgilerin sağlanması gereksiz endişeleri ortadan kaldırabilir (Rincy ve Nalini, 2014).

Maternal fetal bağı güçlendirmeye ve maternal endişeleri azaltmaya odaklanan belirli müdahaleler bulunmaktadır. Fetüs ile etkileşim, göbeğine masaj yapma, bebeğin hareketlerine dikkat etme ve fetüsün gelişimini takip etme gibi bu etkileşimlerin anne fetüs arasındaki bağı geliştirmede ve annenin endişe ve kaygılarını azaltmada etkili olduğuna inanılmaktadır (Thomas ve ark., 2018).

2. Fetal Sağlığın Değerlendirilmesi İçin Fetal Hareket Sayımı

Fetüsün anne karnındaki hareketlerini sayarak iyilik durumunu kontrol etmek için yeterli kanıt yoktur. Anneler genellikle bebeklerinin 16-20. haftalar arasında hareket ettiğini

hissedebilirler. Bebeklerin anne karnındaki faaliyetleri önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Bazıları çok aktif, bazıları ise çok aktif değildir. Bebeğin normal hareket örüntüsündeki azalma, bebeğin herhangi bir nedenle mücadele ettiğinin bir işareti olabilir ve bebeğin erken doğum tehdidi altında olduğunu gösterir bir belirti olabilir. Bu nedenle, eğer anne bebeğinin her gün hareketlerini sayarsa sorunları erken dönemde tespit edebilir. Ayrıca annenin bu durumu ebe/hekime bildirmesi durumunda ek testler yapılabileceği ve bazı bebeklerin doğumdan önce ölmesinin engellenebileceği ileri sürülmektedir. Bununla birlikte, bazen fetal hareket sayma testleri kadınlar için önemli ölçüde kaygıya neden olabilir ve özellikle bir anne işle meşgulken veya diğer küçük çocuklara bakarken bazı kadınlar için kolay olmayabilir, bu nedenle bu testlerin bebekleri belirlemede yardımcı olup olmadığını değerlendirmek önemlidir (Magnesi ve ark., 2015).

20. gebelik haftasında çoğu kadın bebeğinin hareketlerini hissedebilir. Hareketlerin gücü ve ne sıklıkla meydana geldikleri değişkenlik göstermektedir. Farklı hareketler fetüsün haftasına göre değişkenlik göstermektedir. Bebeklerin çoğu akşam saatlerinde daha aktif olma eğilimindedir. Bu, ikinci trimester kadar saatlerde başlayabilir. Anne yemek yedikten yaklaşık bir saat sonra bebek daha aktif hareketler yapma eğilimindedir. Bunun nedeni annenin kanındaki glukoz seviyesinin artmasıdır. Fetal hareket normalde gün içinde artar ve gece geç saatlerde en yüksek aktiviteye ulaşmaktadır (Rochester Medical Center, 2022).

Mevcut antenatal bakımda, fetal hareketlerin izlenmesi büyük ölçüde, sağlık uzmanlarının rehberliğinde veya gebe tarafından bireysel olarak uygulanan ve yorumlanan, yapılandırılmamış kendi kendini tarama prosedürüdür (Saastad ve ark., 2008). Fetal hareket sayımı, annelerin bebeklerinin hareketlerini ölçmek için bir yöntem olarak geliştirilmiş olup anneler için fetal hareketlerin sistematik olarak izlenmesini sağlamak için ucuz, kolay ve erişilebilir bir yöntemdir. Fetal hareket sayımının önerilmesinin mantığı, azalmış fetal aktivitenin erken bir aşamada tespit edilebilmesi ve böylece erken müdahale stratejileri ile olumsuz gebelik sonuçlarının önlenebilmesidir (O'Sullivan ve ark., 2009).

Bununla birlikte, fetal hareket sayımının duyarlılığı ve özgüllüğü ile perinatal morbidite ve mortaliteyi azaltmadaki etkinliğine ilişkin kanıtlar yetersizdir (Magnesi ve ark., 2011). Fetal hareket sayımı lehine somut kanıtların olmaması, olası olumsuz etkileri hakkında endişeleri artırmıştır. Anne adayları için bu savunmasız dönemde gereksiz bir psikolojik sıkıntı ve artan çevre baskısı kaynak olarak gösterilebilir (Heazel ve ark., 2008). Eleştirmenler, çoğu gebe kadın için fetal aktivite hakkında genel bilgi vermenin yeterli olduğunu savunmaktadır. Bu itirazların etkisi, evrensel bir tarama aracı olarak fetal hareket sayımı yapılmasını engelleyen Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri ve Norveç'in ulusal kılavuzlarında görülmektedir. Bununla birlikte, Kanada'daki ulusal yönergelerin bunu antenatal fetal değerlendirme için bir araya getirdiği göz önüne alındığında, fetal hareket sayımının faydası ve kullanımı hakkındaki tartışma kesin değildir (Liston ve ark., 2007).

Anne-fetal bağlanma, gebelik deneyiminde anahtar bir unsurdur. Anne duyguları ve doğmamış çocuğa karşı duyarlılık, dinamik psikolojik ve fizyolojik olayların sonucu olarak gebelik boyunca sürekli olarak gelişir. Üçüncü trimesterde anne-fetüs bağlanması, gebe kadının kendi sağlığını, fetüsün sağlığını ve/veya gebelik sonucunu etkileyebilecek olumlu doğum öncesi sağlık uygulamaları ile ilişkilidir. Doğmamış bebeğin sağlığına yönelik anne farkındalığı, anne-bebek ilişkisini olumlu yönde etkiler. Anne-fetal bağlanma, anne duyarlılığı, doğum sonrası anne katılımı ve doğumdan sonraki ilk yıl boyunca anne-bebek bağlanması ile

ilişkilidir. Kadınların yaklaşık yüzde 8 ile 15'inin çocuklarına minimum bağlanma geliştirdiği tahmin edilmektedir. Anne-fetal bağlanmanın öngörücülerine ilişkin bir meta-analitik çalışma, gebelik yaşının en güçlü olduğunu göstermiştir. Anne-fetal bağlanma gebelikte başlar ve özellikle hızlandıktan sonra zamanla artar. Gebeliğin erken döneminde fetal aktiviteyi hisseden kadınların fetüse olumlu bir şekilde bağlandığı görülmüştür. Mikhail ve ark., tarafından yapılan randomize bir çalışma, fetal hareket sayımının anne-fetal bağlanma sürecini geliştirebilir (Saastad ve ark., 2011).

3. Fetal Hareket Sayımı ile Ölü Doğumları Önleme

Tüm gebelikler yalnızca iki çalışma ve karma düşük riskli ve yüksek riskli popülasyonlarda, fetal hareket sayımının herkes için fetal hareket sayımına karşı etkisini değerlendiren iki çalışma vardır. Toplam popülasyon çalışmalarında, her ikisi de bir kontrol periyodu ve ardından bir müdahale periyodu ile prospektif kohortlar olarak yürütülmüştür. 1986'da Yeni Zelanda'da Westgate ve Jamieson, ölü doğum riskinin 0,76 (0,55-1,04) ve önlenebilir olarak algılanan ölü doğumlar için 0,56 (0,35-0,90) olduğunu bildirdi (Westgate ve Jamieson, 1986). 1989'da, ABD'de Moore ve Piacquadio ilk bölümü bildirdi. 1990'da 0.42 (0.23-0.76) ve 0.25 (0.07-0.88) olarak eşdeğer risklerle nihai sonuçlar. 1983'te Danimarka'da Neldam, 1986'daki doktora tezinin bir parçası olarak randomize kontrollü çalışmasının nihai sonuçlarını yayınladı (Neldam, 1980). Ölü doğum ve önlenebilir ölü doğum riskinin 0,25 (0,07-0,88) ve 0,27 (0,08- 0.93), sırasıyla. Aslında bu, herhangi bir tür antepartum testin yapıldığı ve hiçbir testin yapılmadığı ve mortalitenin azaldığını bildiren bugüne kadarki tek randomize kontrollü çalışmadır. Bununla birlikte, randomizasyon prosedürü annenin ilk rezervasyon numarasına (çift veya tek sayılar) dayandığından, bazı araştırmacılar çalışmayı metodolojik olarak kusurlu bulmaktadır (Magnesi ve ark., 2007). Gebe kadınların doğum öncesi için sevk edildiği ve rezerve edildiği sıranın manipülasyon olasılığının olduğunu varsayıyoruz. Kopenhag Ulusal Hastanesi'ndeki bakım son derece küçük. 1985'te Birleşik Krallık'taki Lobb ve arkadaşları, Liverpool Doğum Hastanesi'ndeki iki ünitenin, protokolde önceden var olan bir farka dayanan "rakip" protokollerle karşılaştırıldığını bildirdiler ve FMC'yi savunan ünitenin 0,92 (0,6-1,35) ve 0,86 (0,49-1,52) (Lobb ve ark., 1985).

4. Fetal Hareket Sayımı ve Fetal Mortalite

Çoğu durumda, fetal hareketler annelerin algısıyla tahmin edilir ve birçok fiziksel ve sosyal faktör, fetal hareketlerin anne tarafından algılanmasını etkileyebilir. Birçok çalışma, anne adına fetal hareketlerin hissedilmesinin azalmasının, artmış maternal VKİ, anterior plasenta yerleşimi, annenin hareketliliği, annenin egzersiz paterni, fetal anterior pozisyon ve daha yüksek doğum ağırlıklı bebek ile ilişkili olduğunu ileri sürmektedir. Ayrıca düşük serotonin ve yüksek katekolamin düzeyleri nedeniyle ileri yaş anneler ve günde 8 saatten fazla çalışan annelerin azalmış fetal hareketler algısını etkileyen faktörlerdir. Annenin fetal hareket algısını etkileyen bir diğer faktör ise egzersiz paternlerinin süresi, düzenliliği ve keskinliği olup, hafif ve orta dereceli egzersizler annenin algısını artırmaktadır. Anne egzersizi, artan fetal hareketlerle ilişkili olan kortizol düzeylerini artırır. Sırtüstü pozisyon da fetal hareket hissini azaltır (Bekiogu ve Gourounti, 2020).

Azalan fetal hareketler, düşük amniyotik sıvı hacmi, sigara, alkol, ilaç tüketimi (benzodiazepinler, opiodlar, bethadon), sedatifler, kortikosteroidler, fetal uyku döngüleri, fetal

uzlaşma, fetal büyüme geriliği ve plasental anormallikler. Ek olarak, 19-23. gebelik haftalarındaki uterus arter Nabız İndeksi, fetal hareketlerde azalması durumunda ve ardından ölü doğum ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. Aksine, 21 kadın üzerinde yapılan bir çalışmada fetal hareketi 30 dakikanın altında ultrason gözetimi ile kaydeden bir çalışmada, fetal hareket algısı ile plasenta bölgesi, amniyotik sıvı indeksi, beden kitle indeksi veya parite arasında anlamlı bir ilişki olmadığı gösterilmiştir. Ayrıca, Bradford ve ark., tarafından yakın zamanda yapılan bir araştırmaya göre. fetal hareketler ile günün saati arasında açık ve anlamlı bir ilişki olduğunu gösteren veriler vardır. Bu veriler, gün ilerledikçe güçlü fetal hareket olasılığının artması ve gece boyunca sessiz hareket olasılığında buna karşılık gelen bir azalma ile karakterize edilen net bir günlük modeli göstermektedir (Bradford ve ark., 2019).

Fetal hareketler çoğunlukla gebe tarafından ilk olarak gebeliğin 20. haftasında algılanmaktadır. Annenin fetal hareket algısı genellikle fetüsün iyi oluşunu değerlendirmek için kullanılmaktadır. Fetal hareketlerde önemli bir azalma potansiyel olarak çok önemli bir fetal belirtiye işaret edebilmektedir. Azalmış fetal hareketler, ölü doğumlar da dahil olmak üzere olumsuz perinatal sonuçlarla ilişkilidir. Ölü doğum yapan gebelerin çoğu, fetal harketlerde azalmayı intrauterin fetal ölüm tanısından önce algıladıkları belirlenmiştir. Ölü doğumlarla ilgili yapılan çalışmalarda, intrauterin fetal ölümlerin %36'sında gebe tarafından fetal hareketlerde azalma algılanması nedeniyle gebenin polikliniklere başvurduğu ve bunun sonucunda teşhis konulduğu belirlenmiştir (Koshida ve ark., 2019).

5. Sonuç

Fetal hareket sayımı, ölü doğum, doğum eyleminin başlatılması, sezaryen riskinin belirlenmesi, bağlanma gibi farklı durumlarla ilişkili antenatal dönemde sıklıkla uygulanan kolay bir yöntemdir. Sağlık profesyonelleri, gebeleri, bebeğin normal fetal hareket sayısı ve yoğunluğunun anne tarafından tanınmasının önemi konusunda bilgilendirmeli ve herhangi bir değişiklik olduğunda gebenin sağlık kuruluşuna başvurması konusunda eğitim verilmelidir. Sağlık profesyonelleri, gebeleri, fetal hareketlerin sıklığının sayılmasının, fetal sağlığın değerlendirilmesinin sadece bir parçası olduğu konusunda bilgilendirmelidir.

KAYNAKÇA

Bekiou, A., Gourounti, K. Reduced Fetal Movements And Perinatal Mortality. Materia Socio-medica, 32, 3, 227, 2020.

Bradford, B.F., Cronin, R.S., McKinlay, C.J.D., Thompson, J.M.D., Mitchell, E.A., Stone, P.R., et al. A Diurnal Fetal Movement Pattern: Findings From A Cross-Sectional Study Of Maternally Perceived Fetal Movements İn The Third Trimester Of Pregnancy. PLoS One, 14, 6, e0217583, 2019.

Cannella, B. L. Maternal-Fetal Attachment: An Integrative Review. Journal of Advanced Nursing, 50, 1, 60-68, 2005.

Heazell, A.E., Green, M., Wright, C., et al. Midwives' And Obstetri-Cians' Knowledge And Management Of Women Presenting With Decreased Fetal Movements. Acta Obstet Gynecol Scand, 87, 3, 331–339, 2008.

Koshida, S., Ono, T., Tsuji, S., Murakami, T., Arima, H., Takahashi, K. Fetal Movement Frequency And The Effect Of Associated Perinatal Factors: Multicenter Study. Women and Birth, 32, 2, 127-130, 2019.

Liston, R., Sawchuck, D., Young, D. Fetal Health Surveillance: Ante-partum and Intrapartum Consensus Guideline, J Obstet Gynaecol Can, 29, 9 Suppl, 3–56, 2007.

Lobb, M. O., Beazley, J. M., Haddad, N. G. A Controlled Study Of Daily Fetal Movement Counts in The Prevention Of Stillbirths. Journal of Obstetrics and Gynaecology, 6, 2, 87-91, 1985.

Mangesi, L., Hofmeyr, G.J. Fetal Movement Counting For Assessment of Fetal Wellbeing. Cochrane Database Syst Rev, 2007, 1. Available at: http://onlinelibrary.wiley.com/o/cochrane/clsysrev/articles/CD004909/frame.htm

Mangesi, L., Hofmeyr, G.J., Smith, V., Smyth, R.M.D. Fetal Movement Counting For Assessment Of Fetal Wellbeing. Cochrane Database of Systematic Reviews 2015, Issue 10. Art. No.: CD004909. DOI: 10.1002/14651858.CD004909.pub3.

Neldam, S. Fetal Movements As An Indicator Of Fetal Wellbeing. The Lancet, 315, 8180, 1222-1224, 1980.

O'Sullivan, O., Stephen, G., Martindale, E., et al. Predicting Poorperinatal Outcome İn Women Who Present With Decreased Fetal Movement, J Obstet Gynecol, 29, 8, 705–710, 2009.

Rincy, K., Nalini, S. J. Effect Of Fetal Movement Counting On Prenatal Attachment And Maternal Worries Among Primigravidae. Asian Journal of Nursing Education and Research, 4, 2, 224-227, 2014.

Rochester Medical Center, Fetal Movement Counting, https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?contenttypeid=90&contentid=P02449, Accepted date:19.12.2022

Saastad, E., Ahlborg, T., Frøen, J.F. Low Maternal Awareness Of Fetalmovement is Associated With Small For Gestational Age Infants. J Midwifery Womens Health, 53, 4, 345–352, 2008.

Thomas, N., Bhavya, S. V., Williams, S. Effect Of Fetal Movement Counting On Prenatal Attachment And Maternal Worries Among Primigravida Mothers in Selected Hospital, Mysuru. International Journal of Nursing Education and Research, 6, 2, 200-204, 2018.

Westgate, J., Jamieson, M. Stillbirths and Fetal Movements. The New Zealand Medical Journal, 99, 796, 114-116, 1986.

OVEREKTOMİNİN STRİATUM DOKUSUNDAKİ OKSİDAN-ANTİOKSİDAN STATÜYE ETKİSİ

Doç. Dr. Mustafa MAKAV[1], Doç. Dr. Mushap KURU[2], Doç. Dr. Hüseyin Avni EROĞLU[3]

[1] Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, e-mail:
ORCID: 0000-0003-1879-8180
[2] Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekolojisi Anabilim Dalı, e-mail:
ORCID: 0000-0003-4409-251X
[3] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, e-mail: ,
ORCID: 0000-0002-1040-3255

ÖZET

Bu çalışmada amaç, overektominin ratlardaki striatum dokusundaki oksidan-antioksidan statü üzerine etkisinin değerlendirilmesidir. Kontrol (K): Ratlara hiçbir uygulama yapılmadı. Overektomi (OV): Ratlara overektomi yapılmıştır. Tüm ratlar üç ay boyunca ad-libium olarak beslenmiştir. Daha sonra anestezi altında (ketamin hidroklorit (75 mg/kg) ve ksilazin (15 mg/kg) intramuskuler) ötanazi yapılarak ratların striatum dokusu çıkarılmış. Doku homejenizasyonu yapıldıktan sonra supernatantlar ayrılmıştır. Bu supernatantlardan malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) ölçümü yapılmıştır. MDA, OV grubunda K grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmıştır ($p<0.001$). GSH ise OV grubunda K grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma belirlenmiştir ($p<0.001$). Sonuç olarak, overektomi sonucunda organizmada azalan östrojen, olumsuz bir şekilde oksidan durumu arttırırken antioksidan statüyü düşürmüş olabilir.

Anahtar kelimeler: Glutatyon, Malondialdehit, Overektomi, Rat

EFFECT OF OVERECTOMY ON OXIDANT-ANTIOXIDANT STATUS IN STRATIATUM TISSUE

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the effect of ovariectomy on oxidant-antioxidant status in striatum tissue of rats. Control (K): No application was made to the rats. Ovariectomy (OV): Ovariectomy was performed on rats. All rats were fed ad-libium for three months. Then, striatum tissue of the rats was removed by euthanasia under anesthesia (ketamine hydrochloride (75 mg/kg) and xylazine (15 mg/kg) intramuscularly). After tissue homogenization, supernatants were separated. Malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) measurements were made from these supernatants. MDA was statistically significantly increased in the OV group compared to the C group ($p<0.001$). On the other hand, a statistically significant decrease was determined in the OV group compared to the C group ($p<0.001$). As a result, the decreased

estrogen in the organism as a result of ovariectomy may have decreased the antioxidant status while increasing the oxidant status in a negative way.

Keywords: Glutathione, Malondialdehyde, Ovariectomy, Rat

1. GİRİŞ

Oksidatif stres, çeşitli insan nörodejeneratif bozukluklarında sinir hücresi ölümünün gelişmesinde ve şiddetlenmesinde önemli bir rol oynar. Buna ek olarak, son zamanlarda gösterildiği gibi, belirli koşullar altında E vitamini ve C vitamini gibi antioksidanların güçlü önleyici faaliyetler geliştirebildikleri iyi bilinmektedir (Zandi vd., 2004). βEstradiol, bazı klonal ve primer sinir hücresi kültürlerinde potansiyel bir antioksidan olarak hareket ettiği öne sürülen E vitaminine benzer bir antioksidandır (Behl vd., 1997). Lipit peroksidasyonundaki azalma ve hücre zarı stabilizasyonundaki iyileşme aracılığıyla aracılık edilen progestinler için önerilen bir rol antioksidandır (Kuebler vd., 2003; Shahrokhi vd., 2012; VanLandingham vd., 2006).

Östrojen, 18 karbonlu bir steroid sınıfıdır. İnsanlarda toplam 9 estrojen vardır ve bunların üçü 17β-Estradiol (E2), Estron (E1), Estriol (E3)'dür. Bu östrojenler öncelikle menopoz öncesi kadınların yumurtalıklarında sentezlenir (Simpson, 2003). Beyin ve yağ dokuları gibi diğer organlar da testosteronun aromatizasyonu yoluyla östrojen sentezler. Östrojenler ayrıca erkek türlerinde de sentezlenir. Kemirgenlerin rete testis sıvısında ve testis damarında ve lenflerinde nispeten yüksek bir östrojen konsantrasyonu bulunur (Boukari vd., 2007; Hess vd., 2001).

Östrojenin nöroprotektif etkisi birkaç mekanizmada şekillenir. Bunlar genomik östrojen reseptörü aracılı yol, protein kinaz ve/veya fosfatidilinositol-3-kinaz/protein gibi sinyal moleküllerinin aktivasyonu ile ilişkili genomik olmayan sinyal yolu ve bir antioksidan serbest radikal süpürme yolu olarak sıralanabilir (Garcia-Segura vd., 2001).

Reaktif oksijen türleri (ROS) fizyolojik olarak organizmadaki birçok sistemde yer alır. Vücuttaki herhangi bir patolojik oluşumda önemli rol oynayarak disfonksiyona neden olurlar. ROS'un kan damarlarındaki vasküler işlevi, ya oksidatif hasara neden olarak ya da anormal kasılma, iltihaplanma veya proliferasyon şeklinde etki eder (Dolanbay vd., 2021).

Reaktif oksijen türleri (ROS) fizyolojik olarak organizmadaki birçok sistemde yer alır. ROS'un kan damarlarındaki vasküler işlevi ya oksidatif hasara neden olarak ya da anormal kasılma, iltihaplanma veya proliferasyon şeklinde etki eder. Bu serbest radikaller, hücre zarlarının fosfolipitlerini lipid peroksidasyon süreci yoluyla parçalar (Dolanbay vd., 2021). Malondialdehit (MDA), hücrelerde çoklu doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonunun son ürünlerinden biridir. Serbest radikallerdeki artış, MDA'nın aşırı üretimine neden olur. Malondialdehit seviyesi, kanserli hastalarda oksidatif stres ve antioksidan durumunun bir belirteci olarak bilinir (Gaweł vd., 2004). Glutatyon , hücreleri oksidan hasarına karşı koruyan fonksiyonel proteinlerin ve enzimlerin inaktivasyonunu engelleyen hücredeki en önemli antioksidan bileşiktir (Dolanbay vd., 2021).

Çalışmamızda overektomi sonrasında sirkülasyonda azalan östrojenin Striatum dokusundaki oksidan ve antioksidan statü üzerine etkisinin belirlemesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada toplam 14 adet olmak üzere 4-6 aylık, ortalama 190-250 gr ağırlığında, dişi Wistar Albino rat kullanılmıştır. Hayvanlar, çalışma zamanına kadar yaklaşık olarak 25°C'lik oda sıcaklığında, 12 saat aydınlık-karanlık döngüsü ayarlanabilen ve havalandırması mevcut bir ortamda muhafaza edilip ağırlıklarına göre her bir grupta 7 rat olmak üzere toplam 2 gruba ayrılmıştır. Tüm gruplar *ad-libitum* olarak beslendi.

Kontrol (K) Grubu: Herhangi bir uygulama yapılmadı, rutin bakım ve besleme koşullarında yetiştirilmeye devam edildi.

Overektomi (OV) Grubu: Sadece overektomi yapıldı ve rutin bakım-besleme koşullarında yetiştirilmeye devam edildi.

Operasyon uygulanacak gruplardaki ratlar operasyondan önce 6 saat süreyle aç ve susuz bırakıldı. Genel aneztezi için 85 mg/mL ketamin HCl ve 15 mg/mL Ksilazin karışımından 0.5 mL/kg dozunda kas içi uygulandı. Operasyon bölgesi (abdominal bölge) tıraş edilerek polvinilpirolidon ile dezenfekte edildi. Overektomi işlemi için linea alba üzerinde 2 cm'lik suprapubik enzisyon hattından karın boşluğuna girilerek, her iki ovaryumun mezovaryum bölgesinden ve kornu uteriye bağlandığı bölgelerden ligatüre edilerek her iki ovaryum kesilerek dışarı alındı. Peritoneal açıklık 3-0 emilebilir dikiş materyali kullanılarak, deri ensizyonu ise 2-0 dikiş materyali ile basit ayrı dikişler kullanılarak kapatıldı. Postoperatif 3 gün boyunca 10 mg/kg dozunda enrofloksasin kas içi olarak uygulandı (Makav & Eroğlu, 2021, Virginia ve Richardson 2003). Operasyonları takiben klinik olarak iyileşmeler takip edildi. Operasyondan 90 gün sonra da ötenazi işlemi yapıldı.

Çalışma sonunda hayvanlar anestezi altında [(Ketalar: 75mg/kg) ve xylazine (Rompun: 15 mg/kg) i.m.] etik kuralara uygun bir şekilde yaşamlarına son verilmiştir. Daha sonra biyokimyasal incelemeler için beyin dokusundan Striatum doku izolasyonu için kafatası üzerindeki bregma noktası belirlenerek beyin dokusunda işaretleme yapıldı. Daha sonra çıkarılan beyin dokusu işaretlenen bregma noktasından anterior -3.01 ile 3.24 arası striatum olarak belirlenerek izolasyonu yapıldı. Alınan Striatum dokusu ise biyokimyasal analiz için fosfat tampon çözeltisi (PBS) ile homojenat hazırlandı. GSH analizi Beutler ve ark. (Beutler vd., 1963) metoduna göre ve MDA analizi ise Yoshioka ve ark. (Yoshioka vd., 1979) metoduna göre yapılmıştır.

3. BULGULAR

Yapılan analize göre oksidan bir markır olan MDA, OV grubunda K grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmıştır ($p<0.001$). Antioksidan bir markır olan GSH ise OV grubunda K grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma belirlenmiştir ($p<0.001$).

Şekil 1: Striatum dokusunda MDA ve GSH parametreleri ortalama ve Std. Verileri. K: Kontrol grubu, OV: Overektomi grubu. *p<0.001

4. SONUÇ

Sonuç olarak, overektomi sonrası sirkülasyonda azalan östrojenin bir yansıması olarak Striatum dokusunda GSH düzeyinde anlamlı bir azalma, MDA düzeyinde de anlamlı bir artış meydana gelmiştir. Bu da östrojenin sinir sisteminden antioksidant etkili bir hormon olduğunu desteklemektedir.

KAYNAKÇA

Behl, C., Skutella, T., Lezoualc'h, F., Post, A., Widmann, M., Newton, C. J., & Holsboer, F. (1997). Neuroprotection against oxidative stress by estrogens: Structure- activity relationship. *Molecular Pharmacology*, *51*(4), 535–541. https://doi.org/10.1124/mol.51.4.535

Beutler, E., Duron, O., & Kelly, B. M. (1963). Improved method for the determination of blood glutathione. *The Journal of laboratory and clinical medicine*, *61*, 882–888. https://ci.nii.ac.jp/naid/10005420816/

Boukari, K., Ciampi, M. L., Guiochon-Mantel, A., Young, J., Lombès, M., & Meduri, G. (2007). Human fetal testis: Source of estrogen and target of estrogen action. *Human Reproduction*, *22*(7), 1885–1892. https://doi.org/10.1093/humrep/dem091

Dolanbay, T., Makav, M., Gul, H. F., & Karakurt, E. (2021). The effect of diclofenac sodium intoxication on the cardiovascular system in rats. *American Journal of Emergency Medicine*, *46*, 560–566. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.11.022

Garcia-Segura, L. M., Azcoitia, I., & DonCarlos, L. L. (2001). Neuroprotection by estradiol. Içinde *Progress in Neurobiology* (C. 63, Sayı 1, ss. 29–60). https://doi.org/10.1016/S0301-0082(00)00025-3

Gaweł, S., Wardas, M., Niedworok, E., & Wardas, P. (2004). Malondialdehyde (MDA) as a lipid peroxidation marker. Içinde *Wiadomości lekarskie (Warsaw, Poland : 1960)* (C. 57, Sayılar 9–10, ss. 453–455). https://europepmc.org/article/med/15765761

Hess, R. A., Bunick, D., & Bahr, J. (2001). Oestrogen, its receptors and function in the male reproductive tract - A review. *Molecular and Cellular Endocrinology*, *178*(1–2), 29–38. https://doi.org/10.1016/S0303-7207(01)00412-9

Kuebler, J. F., Jarrar, D., Bland, K. I., Rue, L., Wang, P., & Chaudry, I. H. (2003). Progesterone administration after trauma and hemorrhagic shock improves cardiovascular responses. *Critical Care Medicine*, *31*(6), 1786–1793. https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000063441.41446.23

Makav, M., & Eroğlu, H. A. (2021). Recuperative effect of estrogen on rotenone-induced experimental model of Parkinson's disease in rats. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(17), 21266–21275. https://doi.org/10.1007/S11356-020-11985-5/FIGURES/4

Shahrokhi, N., Haddad, M. K., Joukar, S., Shabani, M., Keshavarzi, Z., & Shahozehi, B. (2012). Neuroprotective antioxidant effect of sex steroid hormones in traumatic brain injury. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, *25*(1), 219–225.

Simpson, E. R. (2003). Sources of estrogen and their importance. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, *86*(3–5), 225–230. https://doi.org/10.1016/S0960-0760(03)00360-1

VanLandingham, J. W., Cutler, S. M., Virmani, S., Hoffman, S. W., Covey, D. F., Krishnan, K., Hammes, S. R., Jamnongjit, M., & Stein, D. G. (2006). The enantiomer of progesterone acts as a molecular neuroprotectant after traumatic brain injury. *Neuropharmacology*, *51*(6), 1078–1085. https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2006.07.015

Virginia CG, Richardson, MA: Diseases of Small Domestic Rodents. ISBN: 978-1-4051-0921-5, 2003.

Yoshioka, T., Kawada, K., Shimada, T., & Mori, M. (1979). Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated-oxygen toxicity in the blood. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, *135*(3), 372–376. https://doi.org/10.1016/0002-9378(79)90708-7

Zandi, P. P., Anthony, J. C., Khachaturian, A. S., Stone, S. V., Gustafson, D., Tschanz, J. A. T., Norton, M. C., Welsh-Bohmer, K. A., & Breitner, J. C. S. (2004). Reduced Risk of Alzheimer Disease in Users of Antioxidant Vitamin Supplements: The Cache County Study. *Archives of Neurology*, *61*(1), 82–88. https://doi.org/10.1001/archneur.61.1.82

HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN DELİCİ KESİCİ ALETLERLE YARALANMA DURUMLARI

CASE OF INJURY OF NURSING STUDENTS BY NEEDLESTICK AND SHARP INSTRUMENT INJURIES

Dr.Öğr. Üyesi NİLAY ÇAKICI [1]

[1] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Semra ve Vefa Küçük Sağlık Bilimleri Fakültesi, nilay@nevsehir.edu.tr , 0000-0003-4169-6609

ÖZET

Amaç: Bu çalışma hemşirelik öğrencilerinin hastane ortamında uygulama sürecinde karşılaştıkları delici kesici alet yaralanması yaşama durumları ve nedenlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu araştırma kesitsel ve tanımlayıcı tiptedir. Araştırmanın evrenini bir devlet üniversitesi hemşirelik bölümünde okuyan ve devlet hastanesinde uygulama yapan 360 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmaya katılmayı kabul eden ve veri toplama formlarını eksiksiz dolduran 210 öğrenci araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırmada verilerin toplanması amacıyla " Tanımlayıcı Özellikler Formu" ve araştırmacı tarafından literatür taranarak hazırlanan Delici kesici aletlerle yaralanma ile ilgili soru formu kullanılmıştır. Toplanan veriler bilgisayar ortamında girildikten sonra SPPS paket programı ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde yüzdelik, ortalama, standart sapma ve ki-kare testleri kullanılmıştır.

Bulgular: Araştırmaya dahil edilen öğrencilerin %37'si hastane ortamında delici kesici aletler ile en az bir defa yaralandığını belirtmiştir. Yaralanma olaylarının çoğu cerrahi servislerde gerçekleşmiştir. Yaralanma nedeni olarak genellikle servisin yoğunluğu, hemşirelik esasları dersinin uygulama kısmının pandemi nedeniyle uzaktan eğitimle tamamlanması, iğne atık kutularının yetersiz olması gibi durumlar ifade edilmiştir. Öğrencilerin %74'ü yaralanma durumunu rapor etmeyi tercih ettiğini ancak %82'si ise rapor edilmesi halinde hiçbir uygulama, önlem ve müdahale yapılmayacağına inandığını ifade etmiştir.

Sonuç: Hemşirelik gibi iş güvenliği alanında riskli olan meslek gruplarında öğrencilerin klinik uygulamalara çıkmadan önce mutlaka iş güvenliği hakkında eğitim almaları önerilmektedir. Öğrencilerin yaralanma risklerinin belli aralıklarla değerlendirilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin delici kesici aletle yaralanma durumlarının nedenleri incelendiğinde öncelikle uygulama eğitimlerinin yüz-yüze uygulama şeklinde tamamlanması önerilmektedir. Bu tür yaralanmalar sonrasında neler yapılması gerektiği hakkında hastane iş güvenliği uzmanları ile birlikte eğitim planlanması önerilebilir.

Keywords: Sharp injury, Nursing student, Occupational safety

ABSTRACT

Purpose: This study was conducted to determine the conditions and causes of stab wounds that nursing students encountered during the practice process in the hospital environment.

Materials and Methods: This study is cross-sectional and descriptive. The universe of the research consists of 360 students studying in a state university nursing department and practicing in a state hospital. 210 students who accepted to participate in the study and filled out the data collection forms completely were included in the study. In order to collect data in the research, "Descriptive Characteristics Form" and a questionnaire prepared by the researcher

by scanning the literature were used. After the collected data were entered in the computer environment, they were analyzed with the SPPS package program. Percentage, mean, standard deviation and chi-square tests were used in the analysis of the data.

Results: 37% of the students included in the study stated that they were injured at least once by sharp objects in the hospital environment. Most injuries occurred in surgical wards. The reasons for injury were generally stated as the intensity of the service, the completion of the practice part of the nursing basics course with distance education due to the pandemic, and the insufficient needle waste boxes. 74% of the students stated that they preferred to report the injury situation, but 82% believed that if it was reported, no application, precaution or intervention would be made.

Conclusion: It is recommended that students in occupational groups such as nursing that are risky in the field of occupational safety should receive training on occupational safety before going to clinical practice. The risk of injury to students should be evaluated at regular intervals. When the reasons for the injuries of the students with a sharp object are examined, it is recommended that the practical training be completed in the form of face-to-face application first. It may be recommended to plan training with hospital occupational safety experts about what to do after such injuries.

1. GİRİŞ

İş hayatında çalışanların sağlığının korunması, geliştirilmesi, çalışanlara uygun iş sağlanması iş sağlığı ve güvenliği alanının temel konusudur. Bu anlamda özellikle sağlık hizmetlerinin verilmesinde görevlilerin bulundukları ortamın tehlikeli ortam olmasından dolayı sağlık hizmetlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin dikkatle üzerinde durulması gerekmektedir (ILO 2021, Kesgin ve Bay 2019). Çalışanların çalışma ortamlarının güvenliğinin sağlanması, gerektiğinde sağlık hizmeti alabilmesi ve sağlıklı bir ortamda çalışabilmesi temel insan haklarındandır. Dolayısıyla güvensiz çalışma ortamlarında insan hakları ihmal edilmektedir. Sağlık hizmeti veren kişilerin bu hizmeti güvenli bir şekilde verebilmeleri için önce kendilerinin sağlıklı olması gerekmektedir (Keskin ve Bay 2019; İnci ve ark. 2016). Sağlık hizmeti veren sağlık çalışanları arasında hemşireler özellikle çalışma koşullarının ağır olması, ilaç uygulama durumlarında kazaların oluşabilmesi, hasta ve hasta yakınları ile yüz yüze görüşme fırsatlarının daha fazla olması gibi nedenlerle iş güveliği açısından daha riskli kabul edilmektedir (İnci, Bilişli, Hizay 2016; Yazar ve ark. 2016;Yöndem ve Çakmak, 2022). Sağlık çalışanlarının karşılaştığı iş kazalarının çoğunlukla delici kesici aletle yaralanma olduğu ve bu kazaların ise neredeyse yarısının rapor edilmediği bildirilmektedir (CDC 2022). Özellikle hemşirelik eğitimi alan öğrencilerin klinik uygulama sırasında öğretim elemanları tarafından değerlendirilme yapılması kazaların rapor edilme durumlarını olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Yapılan birçok çalışmada da hemşirelik öğrencilerinin delici kesici aletlerle yaralanmalara maruz kaldıkları vurgulanmıştır (Xu ve ark,2022; Smith and Leggat 2005; Cheung ve ark 2010; Hambridge 2011; Handiyani ve ark. 2018). Bu nedenle sağlık kurumlarında uygulama yapan öğrencilerin bu tür kazalarla karşılaşma ve rapor etme durumları, rapor edilmediği durumlarda ise nedenlerinin araştırılması neden yönelik çözüm üretilebilmesi aşısından önem arz etmektedir.

Bu çalışma hemşirelik öğrencilerinin hastane ortamında uygulama sürecinde karşılaştıkları delici kesici alet yaralanması yaşama durumları ve nedenlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır

2. GEREÇ YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Şekli

Bu araştırma kesitsel ve tanımlayıcı tiptedir.

2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini bir devlet üniversitesi hemşirelik bölümünde okuyan ve devlet hastanesinde uygulama yapan 360 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmaya katılmayı kabul eden ve veri toplama formlarını eksiksiz dolduran 210 öğrenci araştırmaya dâhil edilmiştir.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada verilerin toplanması amacıyla " Tanımlayıcı Özellikler Formu" ve araştırmacı tarafından literatür taranarak hazırlanan Delici kesici aletlerle yaralanma ile ilgili soru formu kullanılmıştır.

2.4. Araştırmanın Uygulanması

Araştırmada veriler araştırmacı tarafından toplanmıştır. Verilerin toplanması için öğrenciler ile yüz yüze görüşülmüştür. Araştırmanın amacı açıklanarak öğrencilerin veri toplama formlarını doldurmaları istenmiştir. Ortalama 10 dk içerisinde veri toplama formları doldurulmuştur.

2.5. Verilerin Analizi

Toplanan veriler bilgisayar ortamında girildikten sonra SPPS paket programı ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde yüzdelik, ortalama, standart sapma ve ki-kare testleri kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Araştırmadan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1. Öğrencilerin Tanımlayıcı Özellikleri

Tanımlayıcı Özellik	**n**	**%**
Cinsiyet		
Kız	156	74,3
Erkek	54	21,9
Mezun olunan lise		
Sağlık meslek lisesi	44	20,9
Diğer	166	79,1
Sınıf		
2.Sınıf	66	31,4
3.Sınıf	59	28,1
4.Sınıf	85	40,5

Araştırmaya dâhil edilen öğrencilerin %74,1'i kız, % 20,9'u sağlık meslek lisesi mezunu, %40,5'i 4. sınıf öğrencisidir.

Çizelge 2. Delici Kesici Aletle Yaralanma Durumları

Yaralanma Durumu	n	%
Delici kesici aletlerle yaralanma		
Evet	78	37,1
Hayır	132	62,9
Yaralanma olayının gerçekleştiği servis		
Cerrahi servisler	33*	42,3*
Dahili servisler	14*	17,9*
Diğer	31*	39,8*
Yaralanma durumu evet ise rapor etme durumu		
Evet	58*	74,3
Hayır	20*	25,7

*Delici kesici aletle yaralanma sayısı (78) üzerinden hesaplanmıştır.

Araştırmaya dahil edilen öğrencilerin %37.1'i hastane ortamında delici kesici aletler ile en az bir defa yaralandığını belirtmiştir. Yaralanma olaylarının %42,3'ü cerrahi servislerde gerçekleşmiştir. Yaralanan öğrencilerin %74,3'ünün yaralanma olayını rapor ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 3. Delici Kesici Aletle Yaralanma ve Rapor Etmeme Nedenleri

Öğrencilerin delici kesici aletle yaralanma ve rapor etmeme nedenleri	**n***	**%***
Delici kesici aletle yaralanma nedenleri		
Servis yoğunluğu	46	58,9**
Uzaktan eğitim	35	44,8**
İğne atık kutusunun yetersiz olması	22	28,2**
Bilgi eksikliği	21	26,9**
Yaralanmayı rapor etmeme nedenleri		
Gerek duymadım	14	70***
Rapor etmem gerektiğini bilmiyordum	12	60***

Zaman bulamadım	11	55***
Zaten hiçbir müdahale yapılmayacaktı	6	30***
Dersin sorumlu öğretim elemanının duymasını istemiyorum	4	20***

*Birden fazla cevap verilmiştir. ** Delici kesici aletle yaralanma sayısı (78) üzerinden hesaplanmıştır. *** Yaralanma olayını rapor etmeyen öğrenci sayısı (20) üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Yaralanma nedenleri olarak belirtilen ifadeler sırasıyla;

- Servisin yoğunluğu,
- Hemşirelik esasları dersinin uygulama kısmının pandemi nedeniyle uzaktan eğitimle tamamlanması,
- İğne atık kutularının yetersiz olması
- Bilgi eksikliği şeklindedir.

Öğrencilerin yaralanma durumunu rapor etmeme nedenleri ise sırasıyla;

- Gerek duymadım
- Rapor etmem gerektiğini bilmiyordum
- Zaman bulamadım
- Zaten hiçbir müdahale yapılmayacaktı
- Uygulamadaki dersin sorumlu öğretim elemanının duymasını istemiyorum şeklindedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hemşirelik gibi iş güvenliği alanında riskli olan meslek gruplarında öğrencilerin klinik uygulamalara çıkmadan önce mutlaka iş güvenliği hakkında eğitim almaları önerilmektedir. Öğrencilerin yaralanma risklerinin belli aralıklarla değerlendirilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin delici kesici aletle yaralanma durumlarının nedenleri incelendiğinde öncelikle uygulama eğitimlerinin yüz-yüze uygulama şeklinde tamamlanması önerilmektedir. Bu tür yaralanmalar sonrasında neler yapılması gerektiği hakkında hastane iş güvenliği uzmanları ile birlikte eğitim planlanması önerilebilir.

Hastane ortamında karşılaşılabilecek tehlikeler ve önlemleri hakkında, bulaşıcı hastalıklar, bazı enfeksiyonlar ve korucu önlem ve ekipmanlar hakkında detaylı eğitimlerin klinik öncesi tamamlanmış olması, hemşirelik öğrencilerine iş kazaları sonrasında yapılması gereken işlemler, tedavi ve raporlandırmanın önemi vurgulanarak eğitimler yapılması gerekmektedir.

Öğretim elemanlarının kliniklerde baskıcı tutumu öğrencilerin kazları bildirme ve raporlandırma durumlarını olumsuz etkilediği çalışmada ön plana çıkan sonuçlardan birisidir. Bu nedenle klinikte hemşirelik öğrencilerini değerlendiren öğretim elemanlarının öğrenciler üzerinde stres yaratmadan, denetleyiciden ziyade destekleyici ve yol gösterici olmaları gerektiği unutulmamalıdır.

Ayrıca hemşirelik öğretim elemanları tarafından öğrencilere klinik uygulamalara çıkmadan önce simülasyon, hipermedya, web tabanlı eğitimler gibi hem görsel hem de işitsel duyuların kullanımın arttırılarak beceri eğitiminde farklı eğitim tekniklerini kullanması önerilebilir.

KAYNAKÇA

CDC (Centers for Disease Control and Prevention) 2022, https://search.cdc.gov/search/?query=Evaluating%20a%20Sharps&dpage=1#results Erişim Tarihi: 01.12.2022

Cheung, K., Ho, S. C., Ching, S. S. Y., & Chang, K. K. P. (2010). Analysis of needlestick injuries among nursing students in Hong Kong. *Accident Analysis & Prevention*, *42*(6), 1744-1750.

Hambridge, K. (2011). Needlestick and sharps injuries in the nursing student population. *Nursing Standard*, *25*(27).

Handiyani, H., Kurniawidjaja, L. M., Irawaty, D., & Damayanti, R. (2018). The effective needle stick injury prevention strategies for nursing students in the clinical settings: a literature review. *Enfermeria Clinica*, *28*, 167-171.

ILO (International Lobour Organization) 2022. Safety and health at work, www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-atwork/lang--en/index.htm Erişim Tarihi: 01.12.2022

İnci Eİ, Bilişli Y, Hizay D.(2016) İş kazalarına maruz kalan sağlık çalışanlarının bildirimlerinin değerlendirilmesi: Üniversite hastanesi örneği. Sağlık Akademisyenleri Dergisi; 3(3):83- 88.

Kesgin MT, Bay B. (2019). Birinci basamak sağlık hizmetlerinde çalışan sağlıkçıların sağlıklarına ve çalıştıkları ortamdaki risk etmenlerine ilişkin değerlendirilmesi. Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 10(4), 676-682

Smith, D. R., & Leggat, P. A. (2005). Needlestick and sharps injuries among nursing students. *Journal of advanced nursing*, *51*(5), 449-455.

Xu, X., Yin, Y., Wang, H., & Wang, F. (2022). Prevalence of needle-stick injury among nursing students: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 2761.

Yazar S, Yücetaş U, Özkan M, Zulcan S (2016). Sağlık çalışanlarının delici kesici aletler ile gerçekleşen yaralanma deneyimleri ve yaralanmaya yönelik alınacak tedbirler. Istanbul Medical Journal; 17(1):5-8

Yöndem, M. T., & Çakmak, A. F. (2022). Doktor ve Hemşirelerin İş Kazası Riskleri ile İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin İncelenmesi. *Batı Karadeniz Tıp Dergisi*, *6*(2), 194-202.

HEMŞİRELERİN MESLEK ETİĞİ VE ETİK SORUNLARA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

NURSE'S OPINIONS ON PROFESSIONAL ETHICS AND ETHICAL PROBLEMS

Dr.Öğr. Üyesi NİLAY ÇAKICI [1]

[1] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Semra ve Vefa Küçük Sağlık Bilimleri Fakültesi, , 0000-0003-4169-6609

ÖZET

Amaç: Bu çalışma hemşirelerin meslek etiğine yönelik görüşlerinin ve etik sorunların belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma nitel bir araştırmadır. Araştırmada nitel araştırma tekniklerinden yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşme tekniği kullanılmıştır. Araştırmanın evrenini bir devlet hastanesinde çalışan hemşireler oluşturmuş ve araştırma kapsamına 10 farklı serviste görev yapan ve araştırmaya katılmayı kabul eden hemşireler dâhil edilmiştir. Hemşirelerle uygun bir ortamda yüz yüze görüşülmüş, görüşmede elde edilen verilen hemşirelerden izin alınarak kaydedilmiştir. Görüşme sonrasında kaydedilen veriler analiz edilmiş ve temalar belirlenmiştir.

Bulgular: Araştırmaya dâhil edilen hemşirelerle yapılan görüşmeler analiz edildikten sonra alt temalar oluşturulmuştur. Hemşirelerden meslek etiği kavramını tanımlamaları istendiğinde çoğu meslek etiğini mesleki kurallara uymak ve doğru uygulama yapmak olarak tanımlamıştır. Bunun yanı sıra meslek etiği kavramıyla ilgili olarak otonomi sahibi olmak, profesyonel olmak, hasta haklarını bilmek, saygılı olmak gibi tanımlamalar da yapılmıştır. Mesleki deneyimleri boyunca en çok yaşadıkları etik sorunların ise hasta ve yakınları ile iletişimle ilgili sorunların olduğu, bunun yanı sıra iş yükünün fazla olması, çalışma koşullarının ağır olması, mobbing gibi sorunların da yaşandığı belirlenmiştir.

Sonuç: Sağlık hizmetlerinin yürütülmesinde önemli bir yere sahip olan hemşirelerin etikle ilgili görüşleri değerlendirildiğinde hemşirelere meslek etiği ve etik sorunların çözümleri ile ilgili hizmet içi eğitimlerin planlanması, iletişim becerilerinin geliştirilmesi için terapotik iletişim tekniklerine ilişkin uygulamalı eğitimlerin planlanması veya özel durumlarda iletişimle ilgili uzman desteğinin alınması önerilmektedir. Sağlık bakımının etkili olabilmesi için hemşirelerin çalışma koşullarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Bunun için özellikle çalışma koşullarıyla ilgili sorunların ifade edildiği servislerde yönetici hemşirelerin ve hastane yönetiminin iyileştirme çalışmaları yapması, hemşirelerin çalışma koşullarını yeniden gözden geçirmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Etik, Hemşire, Meslek etiği

ABSTRACT

Purpose: This study was conducted to determine the views of nurses on professional ethics and ethical problems.

Materials and Methods: This study is a qualitative research. Semi-structured in-depth interview technique, one of the qualitative research techniques, was used in the research. The population of the research consisted of nurses working in a state hospital and nurses working in 10 different services and agreeing to participate in the research were included in the scope of the research. The nurses were interviewed face-to-face in a suitable environment, and the data obtained

during the interview were recorded with the permission of the nurses. After the interview, the recorded data were analyzed and themes were determined.

Results: After the interviews with the nurses included in the study were analyzed, sub-themes were formed. When nurses were asked to define the concept of professional ethics, most of them defined professional ethics as following professional rules and making correct practices. In addition to this, definitions such as having autonomy, being professional, knowing the rights of the patients and being respectful were made in relation to the concept of professional ethics. It has been determined that the most common ethical problems they have experienced during their professional experience are those related to communication with patients and their relatives, as well as problems such as high workload, heavy working conditions and mobbing.

Conclusion: When the ethical views of nurses, who have an important place in the conduct of health services, are evaluated, it is recommended to plan in-service trainings for nurses on professional ethics and solutions to ethical problems, to plan applied training on therapeutic communication techniques to improve communication skills, or to receive expert support for communication in special cases. In order for health care to be effective, the working conditions of nurses need to be improved. For this reason, it is recommended that nurse managers and hospital management should carry out improvement studies and reconsider the working conditions of nurses, especially in services where problems related to working conditions are expressed.

Keywords: Ethics, Nurse, Professional ethics

1. GİRİŞ

Etiğin tanımı insandan insana, toplumdan topluma değişmekle birlikte genel olarak doğru ve yanlışın ayırt edilebilmesi ve doğru karar verebilme olarak tanımlanmıştır (Ülman 2010; Eltan 2013, Sünbül 2017). Meslek etiği ise bir mesleğin mensupları tarafından o mesleğin gerektirdiği kurallara uymak, mesleği icra ederken doğru karar verebilmektir. Özellikle bakım hizmetlerinin sunumunu yapan hemşirelik mesleğinde etik hasta güvenliği açısından oldukça önemli bir kavram haline gelmiştir (Tengilimoğlu, Işık ve Akbolat 2017; İşgüden ve Çabuk 2006; Dinç 2009). Ancak her meslekte olduğu gibi hemşirelik mesleğinde de etik sorunlara yani etik ikilem ve etik ihlaller yaşanabilmektedir. Bu durumlarda hemşireleri doğru karara yönlendiren yasalar ve etik kodlar vardır (Gezer 2010; Utkualp 2015). Buna rağmen sağlık çalışanları arasında hasta ile daha yakın iletişim halinde olan, bakım veren ve hastayla daha uzun zaman geçiren hemşirelerin diğer sağlık çalışanlarından daha fazla etik sorunlarla karşılaşabilmektedir. Bu etik sorunlar hemşirelerin mesleki motivasyonunun azalması, işten ayrılmaların artması ve bakım kalitesinin azalması gibi pek çok sorunu beraberinde getirmektedir (Utlu 2016; Kılavuz 2002). Buna karşın hemşirelerin etik sorunlarla karşılaştıklarında doğru karar verebilmesi toplum sağlığına katkı sağlaması açısından önemli olduğu düşünülmektedir (Dinç 1994, Orgun 2008). Hemşirelerin mesleki etiğe ve etik sorunlara ilişkin görüşlerinin bu doğrultuda yapılacak çalışmalara yönlendirici niteliği taşımaktadır. Bu nedenle bu araştırma hemşirelerin meslek etiğine yönelik görüşlerinin ve etik sorunların belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. GEREÇ YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Şekli

Bu çalışma nitel bir araştırmadır. Araştırmada nitel araştırma tekniklerinden yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşme tekniği kullanılmıştır.

2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini bir devlet hastanesinde çalışan hemşireler oluşturmuş ve araştırma kapsamına 10 farklı serviste görev yapan ve araştırmaya katılmayı kabul eden hemşireler dâhil edilmiştir

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış sorulardan oluşmuş görüşme formu kullanılmıştır. Formun ilk kısmında hemşirelerin sosyo demografik özelliklerini içeren sorular ve ikinci bölümde ise yarı yapılandırılmış açık uçlu sorular yer almaktadır. Aşağıda yarı yapılandırılmış açık uçlu sorular yer almaktadır;

1.Etik problemlerle karşılaştınız mı?

2. Karşılaştığınız etik problemlerin çözümü için yardıma ihtiyaç duyar mısınız? Kimden yardım alırsınız?

3. Etikle ilgili bir eğitim veya kurs aldınız mı?

4. Meslek etiği sizce nedir?

5. Meslek etik kurallara uyduğunuzu düşünüyor musunuz?

6. Bakım verirken yaşadığınız etik ikilemlerde mesleki etik ilkeler size yardımcı oluyor mu?

7. Kurumda yaşanan etik problemlerin çözümü için sizce ne yapılmalı?

2.4. Araştırmanın Uygulanması

Araştırmada veri toplama yöntemi olarak yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği sahip olduğu belirli düzeyde standartlık ve esneklik nedeniyle önceden hazırlanmış görüşme protokolüne bağlı olarak sürdürülmesiyle daha sistematik ve karşılaştırılabilir bilgi sunar (Türnüklü 2000). Araştırmada katılımcıların deneyimlerini daha iyi sunabilmek ve esneklikten faydalanabilmek için bu görüşme tekniğinden faydalanılmıştır. Araştırma verileri Aralık 2022 tarihinde toplanmıştır. Yapılan görüşmeler, veri kayıplarını önlemek amacıyla ses kayıt cihazı ile kayıt edilmiştir. Bunun için hemşirelere görüşme öncesinde bilgilendirme yapılıp sözel izin alınmıştır. Her görüşmeden sonra ses kayıt cihazı dikkatle dinlenerek açık uçlu sorulara alınan cevaplar metin haline dönüştürülerek analize hazırlanmıştır.

2.5. Verilerin Analizi

Veri toplama aşamasında yapılan görüşmeler kayıt altına alındıktan sonra toplanan verilerin analizi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Verilerin kodlanması, kodlanan verilerin temalarının belirlenmesi, kodların ve temaların düzenlenmesi, bulguların tanımlanması ve yorumlanması içerik analizi ile yapılmıştır. Ses kayıtları ve yazılı notlar çözümlenerek katılımcıların gizliliğine dikkat edilerek isimler belirtilmemiş, katılımcılar için "K" kodu kullanılmıştır ve K1, K2, K3… şeklinde numaralandırma yapılmıştır. Verilerin sunumunda bu kodlar ve atıf sayıları için ise (f) simgesi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde verilerin dağılımına göre uygun istatistiki yöntemler kullanılmıştır

3. BULGULAR

Araştırmaya dâhil edilen hemşirelerin tanımlayıcı özelliklerine bakıldığında; hemşirelerin yaş ortalaması 32, hizmet yılı ortalaması ise 11'dir. Hemşirelerin %80'i kadın, % 50'si evli, %40'ının çocuğu var, % % 70'i lisans mezunu, %40'ı cerrahi servislerde çalışıyor.

Hemşirelikte mesleki etik ve etik sorunlara ilişkin açık uçlu sorulara verilen yanıtlardan oluşturulan alt temalar ve hemşirelerin ifade örnekleri aşağıda verilmiştir.

3.1.Etik problemlerle karşılaşma durumları

Mesleki deneyimleri boyunca en çok yaşadıkları etik sorunların ise hasta ve yakınları ile iletişimle ilgili sorunların olduğu, bunun yanı sıra iş yükünün fazla olması, çalışma koşullarının ağır olması, mobbing gibi sorunların da yaşandığı belirlenmiştir

Hemşireler çoğunlukla etik problemlerle karşılaşmadıklarını ifade etmişlerdir.

Buna ilişkin ifade örnekleri;

K3. *Klinikte bazen hasta ve hasta yakınları ile iletişim kurarken etik problemler yaşıyoruz. Terapotik iletişim tekniklerini kullanmakta zorlanıyoruz.*

K7. *Etik problemler yaşıyoruz. Hemşirelik zaten başlı başına zor bir meslek bir de mobbing yaşanması hastalara verilen bakımı olumsuz etkiliyor.*

3.2. Etik problemlerde yardım alma durumları

Hemşireler etik problem yaşadıklarında çoğu zaman hemşire arkadaşlarından destek aldıklarını belirtmişlerdir.

Buna ilişkin hemşire ifade örnekleri;

K2. *Etik problem yaşadığımızda çoğu zaman daha deneyimli arkadaşlarımızdan destek alıyoruz.*

K1. *Doktorlarımızdan etik problemler konusunda destek alıyoruz.*

3.3. Etikle ilgili bir eğitim alma durumu

Hemşirelerin çoğu etikle ilgili özel bir eğitim almadıklarını ifade etmişlerdir.

Buna ilişkin hemşire ifade örnekleri;

K9. *Etikle ilgili özel bir eğitim almadım ancak hemşirelik lisans eğitimimde her derste etikle ilgili konular olurdu.*

K6.*Etikle ilgili hizmet içi eğitimimiz olmuştu. Eğitim hemşiresi tarafından bu konuda bilgilendirildik.*

3.4. Meslek etiği tanımlaması

Hemşirelerden meslek etiği kavramını tanımlamaları istendiğinde çoğu meslek etiğini mesleki kurallara uymak ve doğru uygulama yapmak olarak tanımlamıştır. Bunun yanı sıra meslek etiği

kavramıyla ilgili olarak otonomi sahibi olmak, profesyonel olmak, hasta haklarını bilmek, saygılı olmak gibi tanımlamalar da yapılmıştır.

Buna ilişkin hemşire ifade örnekleri;

K5. *Meslek etiği yapılan mesleğin kurallarına uymaktır. Bu mesleğin de kuralları vardır ancak bazen kuralların dışına çıkmak zorunda kalıyoruz.*

K7. *Meslek etiği denilince aklıma gelen ilk şey kararlarımızı kimseye danışmadan alabilmek. Öğrencilik hayatımda bunu çok uygulayamadım ama mesleğe başlayınca kendime olan güvenim arttı, birçok konuda danışma ihtiyacı duymuyorum.*

K10.*Meslek etiği profesyonellikle eşdeğerdir. Profesyonel davranabilmek için etik kuralları bilmemiz gerekir.*

3.5. Meslek etiğine ilişkin öz değerlendirme sonuçları

Hemşirelerin çoğu bu konuda kendini yetersiz hissediyor. Etik karar vermeye çalıştıklarını ama yetersiz kaldıklarını ifade etmektedirler.

Buna ilişkin hemşire ifade örnekleri;

K4. *Ben etik ilkelere uygun hareket etmeye çalışıyorum. Öncelikle hastaya zarar verebilecek her işlemden kaçınıyorum. Buna çok dikkat ediyorum. Ancak bazen istemeden zarar verebiliyoruz. Hasta için yarar zarar dengesini kurmakta zorlanabiliyorum.*

K8. *Meslek olarak bu konuda yetersiz olduğumuzu düşünüyorum. Etik problemlerle karşı karşıya kaldığımızda benim gibi birçok arkadaşım ne yapacağımızı net bir şekilde bilmiyoruz.*

3.6. Etik problemlere ilişkin çözüm önerileri

Araştırmaya dâhil edilen hemşireler konuyla ilgili bazı önerileri olmuştur. Buna ilişkin hemşire ifade örnekleri;

K 4. *Hemşirelere etik vakalarla ilgili yönlendirici olması adına hizmet içi eğitimlerde bu vakaların çözümlenmesi yararlı olacaktır.*

K10. Özel durumlarda iletişim teknikleri örneklerle birlikte anlatılmalı. Eğitimlerde iletişim teknikleri anlatılıyor ama benzer durumla karşılaştığımızda bazen ne yapacağımızı, etik açıdan uygun olanı, doğru kararın ne olduğunu bilmiyoruz. Bu yüzden eğitimler örneklerle zenginleştirilmeli.

K5. *Hemşirelik mesleğinin etiğe uygun yürütülebilmesi için önce hemşirelerin insan haklarına uygun şartlarda çalıştırılması gerekir. Kendisine insan olarak değer verilmediği sürece karşısındaki insana da değer vermesi güçleşiyor. Bu yüzden hemşireliğin toplumdaki değeri mesleki otorite için çok önemli bu yönde çalışmalar yapılmalı.*

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sağlık hizmetlerinin yürütülmesinde önemli bir yere sahip olan hemşirelerin etikle ilgili görüşleri değerlendirildiğinde hemşirelere meslek etiği ve etik sorunların çözümleri ile ilgili hizmet içi eğitimlerin planlanması, iletişim becerilerinin geliştirilmesi için terapotik iletişim tekniklerine ilişkin uygulamalı eğitimlerin planlanması veya özel durumlarda iletişimle ilgili uzman desteğinin alınması önerilmektedir.

Hemşirelerin meslek etiği kavramının uygulamalara yansıtılabileceği şekilde uygulamalı ve vaka örnekleriyle zenginleştirilmiş eğitimler verilebilir. Bu anlamda lisans eğitiminin eğitim müfredatında bu konuya ağırlık verilmesi, her alanda görülebilecek o alana özgü etik problemlere yer ver verilmesi önerilebilir. Ayrıca hizmet içi eğitimlerde de bu konuda verilen eğitimlerin arttırılması önerilmektedir.

Ayrıca sağlık bakımının etkili olabilmesi için hemşirelerin çalışma koşullarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Bunun için özellikle çalışma koşullarıyla ilgili sorunların ifade edildiği servislerde yönetici hemşirelerin ve hastane yönetiminin iyileştirme çalışmaları yapması, hemşirelerin çalışma koşullarını yeniden gözden geçirmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Dinç, L. (1994). "Hemşirelerin Etik Problemler Karşısındaki Yaklaşımlarının Belirlenmesi". Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 1(1): 33-43.

Dinç, L. (2009), Hemşirelik Hizmetlerinde Etik Yükümlülükler, Hacettepe Tıp Dergisi, 2; 113-119.

Eltan, C. (2013). Etik, İş Etiği ve Sağlık Hizmetlerinde Etik (Çivril Devlet Hastanesi Sağlık Personelinde İş Etiği Algısı). Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Gezer, D. Ş. (2010). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Yaşadıkları Etik Sorunlar Konusunda Adana Ölçeğinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana.

İşgüden, B.; Çabuk, A. (2006), Meslek Etiği Ve Meslek Etiğinin Meslek Yaşamı Üzerindeki Etkileri, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 16; 59-86.

Kılavuz, R.(2002). " Yönetsel Etik ve Halkın Yönetsel Etik Oluşumuna Etkileri", C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi, 26(2):ss: 255-66.

Orgun, F. (2008). Byrd'ın Hemşirelere Yönelik Etik Duyarlılık Testi"nin Geçerlik ve Güvenirliğinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir

Sünbül, F. (2017). Sağlık Çalışanlarında Güçlendirme, Başarı Güdüsü ve Etik Liderlik İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, Konya.

Tengilimoğlu, D., Işık, O., Akbolat, M. (2017), Sağlık İşletmeleri Yönetimi, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Tümüklü, A. (2000). Eğitimbilim araştırmalarında etkin olarak kullanılabilecek nitel bir araştırma tekniği: Görüşme. Kuram ve uygulamada eğitim yönetimi, 24(24), 543-559.

Utkualp, N. (2015). Hemşire ve Ebelerin Kişisel Olarak Eksiklikleri Giderme Tutumunun Etik Açısından Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Utlu, N. (2016). Hastane ortamında hemşirelerin etik yaklaşımı ve etik ikilemler. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 8(29), 17-35.

Ülman, Y. I. (2010), Etik, Biyoetik, Hukuk: Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar, Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1; 1-4.

DİURNAL VARYASYON İLE BAZI ANAEROBİK PERFORMANS PARAMETRELERİNİN İLİŞKİSİ: MUAY THAİ SPORU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uzman, OĞUZHAN ADANUR [1], Doçent Dr., EROL DOĞAN [1]

[1] Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi,

0000-0003-1309-0415

[1] Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi,

0000-0001-9986-0366

ÖZET

Bu çalışmanın amacı diurnal varyasyonun bazı anaerobik performans parametreleri arasındaki ilişkisini, muay thai sporcuları açısından değerlendirerek incelemektir. İskelet kasında, kısmen gün boyunca meydana gelen yorucu fiziksel aktivite tipine ve diğer dış Zeitgeber'lere atfedilebilen büyük günlük varyasyonlar görülebilir. Karmaşık ve ince ayarlı bir süreç olan tüm vücut ve iskelet kası metabolizmasının düzenlenmesi, moleküler günlük varyasyonlar, moleküler saat tarafından kontrol edilen bir transkripsiyon-translasyon geri bildirim döngüsü ve transkripsiyonel olmayan metabolik süreçler tarafından kontrol edilir. Moleküler günlük varyasyonlar, moleküler saat tarafından düzenlenir. Çevresel ritimler, yaklaşık 24 saatlik döngüsel aralıklarla devam eden ve çeşitli fizyolojik sistemleri etkilediği kanıtlanmış içsel biyoritimlerdir. Bu ritimler, sıcaklık ve ışık gibi çevresel faktörler tarafından korunur. 1778'de vücut ısısında günlük bir değişimin olduğu tespit edildikten sonra, günlük değişimin işleyişi, uyku ile ilişkisi, hormonal ve kardiyovasküler fonksiyonlar üzerindeki etkileri gibi birçok fizyolojik yönü araştırıldı. Bu, vücut sıcaklığının gün boyunca değiştiğinin keşfedilmesine yol açtı. Muay thai, karate, taekwondo, kick boks gibi dövüş sanatları branşları, dinamik ve vücut üzerinde yoğun talep oluşturan sporlara örnektir. Bu sporlarda başarılı olmak için kişinin karmaşık becerilere sahip olması ve stratejik planlamada mükemmel olması gerekir. Bu branşlardaki yarışmacıların her turnuva boyunca çok sayıda teknik gerçekleştirmeleri gerektiğinden, tek bir maç bile vücutlarında önemli bir yük oluşturabilir. Uluslararası turnuvalarda bu branşlarda mücadele eden ve madalya kazanmayı hedefleyen sporcular, yarıştıkları kategoriye göre ortalama beş ile yedi maç oynamaktadır. Çeşitli spor dallarına katılan elit sporcuların tekrarlayan kısa süreli maksimum performans, yorgunluk ve psikolojik özelliklerindeki değişiklikler meydana gelebilir. Ayrıca bu farklı spor dallarında müsabakaların sabah saatlerinde başlaması ve final müsabakalarının akşam saatlerine doğru yapılmasının da diurnal varyasyonun önemini daha da artıran bir olgu olduğunu söylemek mümkündür. Bunun nedeni, final müsabakalarının günün ilerleyen saatlerinde yapılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Muay thai, anaerobik performans, diurnal varyasyon

1. GİRİŞ

Diğer birçok spor dalında olduğu gibi dövüş sporlarında da kuvvet-dayanıklılık parametreleri başarıyı etkileyen en önemli fiziksel faktörler arasında yer almaktadır (Santana & Fukuda, 2011). Tayland'ın ulusal sporu ve dünya çapında bir fenomen olan Muay Thai, tekme, yumruk, diz ve dirsek hareketlerine izin veren ve sekiz uzuv sanatı olarak anılan bir tür kickbokstur (Vail, 2014). Diğer dövüş sporlarında olduğu gibi, muay thai'de de birincil teknik ve taktik faaliyetler rakibe vurmayı içerir ve bir sporcunun esneme-kısalma döngüsü yeteneklerini belirleyen reaktif güç, kuvvet üretiminin temeli olarak kabul edilebilir (Bobbert, Gerrıtsen, Lıtjens, & Van Soest, 1996). Sporcunun Muay Thai gibi dövüş sporlarında üst düzeyde rekabet edebilmesi için kuvvet, dayanıklılık, kas kuvveti, anaerobik ve aerobik kapasiteler kazanması gerekmektedir (Buse & Santana, 2008). Guidetti ve ark., göre, kuvvet performansı savunma sporlarındaki en önemli belirteçlerden biridir (Guidetti, Musulin, & Baldari, 2002). Muay Thai sporcuları vuruş güçlerini geliştirmeyi öğrenirken, aynı zamanda bu teknikleri kullanma tutarlılıklarını da geliştirmelidirler (Turner, 2009). Performansın kalitesini etkileyen birkaç faktör vardır. Muay thai sporcularının performansı, antrenman, sirkadiyen ritim, diurnal ve noktürnal vasyasyonlar dahil olmak üzere bir dizi nedenden dolayı dalgalanabilir. Gün boyunca, çeşitli psikolojik ve fizyolojik insan aktivitelerinde sirkadiyen bir ritim görülmüştür (G Atkinson & Reilly, 1996; Greg Atkinson, Todd, Reilly, & Waterhouse, 2005; Souissi, Gauthier, Sesboüé, Larue, & Davenne, 2004). Gün içerisinde fiziksel performans (kas dayanıklılığı, kas gücü, kardiyak solunum dayanıklılığı) akşam ve öğle saatlerinde en yüksek seviyedeyken gece ve sabahın erken saatlerinde en düşük seviyededir (Kline et al., 2007; Sedliak, Finni, Peltonen, & Häkkinen, 2008). Araştırmacılar, vücut sıvılarının, kas metabolizmasının ve kardiyovasküler değişikliklerin, motor fonksiyondaki günlük değişikliklere dayalı alevlenmelere yanıt olarak bazal vücut ısısını ve hormonların kan konsantrasyonunu değiştirdiğini belirlediler (Decostre, Bianco, Lombardi, & Piazzesi, 2005; Moore & Danchenko, 2002). Bu bağlamda, bu sistematik çalışmada diurnal varyasyonun muay thai sporcuları açısından bazı anaerobik performans parametreleri üzerindeki etkinliği tartışılacaktır.

Kanıt Toplama

Bu sistematik inceleme, farklı ısınma rejimlerinin muay thai sporcularının aerobik ve anaerobik performansı üzerindeki etkisini araştırıyor. Bu güncel sistematik inceleme, literatürde halihazırda yayınlanmış orijinal çalışmalardan (etik onaylı çalışmalar) elde edilen sonuçlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, bu araştırma için herhangi bir etik onay gerekli

değildir. Bu sistematik inceleme, PRISMA'nın gerekliliklerine uygun olarak oluşturulmuştur. Prisma'nın 27 maddelik bir kontrol listesi ve dört adımlı bir akış şeması vardır. Prisma'ya göre ilk on bir madde yeterlidir ve bu sistematik derleme oluşturulurken ilk on bir maddeye uyulmalıdır. Prisma direktifinin başlıkları, özetleri ve girişleri sırasıyla ilk bir ila dört maddeyi içerir. Prisma direktifinin 5 ila 11. maddeleri bu incelemenin metodolojik modeline dahil edilmiştir (Liberati et al., 2009).

Uygunluk kriterleri

Bu çalışma için uygunluk gereksinimleri aşağıdaki gibidir: (1) Muay Thai ile ilgili aerobik ve anaerobik araştırma. Muay thai ve egzersiz arasındaki bağlantının ardındaki mekanizmalar hakkında fikir veren aerobik ve anaerobik prospektif kohort ve sistematik inceleme çalışmaları. (3) Akut, kronik, aerobik ve anaerobik egzersizin muay thai üzerindeki etkilerini araştıran randomize kontrol grubu çalışmaları ve ön-sonrası çalışmalar. (4) 2017-2022 yılları arasında yapılan yayınlar. (5) İnsanlarda yapılan çalışmalar.

Tartışma ve Sonuç

Son araştırmalar, Bayer ve Eken'in (2021) çeşitli masaj sürelerinin skuat sıçrama, countermovement sıçraması ve esneklik performansı üzerindeki akut etkisini değerlendirdiğini bildirmiştir. Esneklik, countermovement sıçraması ve skuat sıçrama performansı için önemli bir ana etki olduğu keşfedilmiştir. 5MMSG masajının hemen ardından en yüksek esneklik seviyeleri, countermovement sıçraması ve skuat sıçramasında gözlemlendi. Farklı masaj süreleri, fiziksel performansı artırmada faydalıdır ve sporculara ve antrenörlere, daha yüksek performans elde etmek için yarışmadan önce 5MMSG masajı almaları önerilmiştir (Bayer & Eken, 2021). Chtorou ve arkadaşlarının bulgularına göre. (2018), incelenen elit sporcuların tekrarlanan sprint koşu performansı ve ruh hali, testin yapıldığı günün saati üzerinde anlamlı bir etki göstermedi. Onun aktardığına göre bu bulgu sabah ilk iş olarak spor yapma pratiğine atfedilebilir (Chtourou et al., 2018). Chtorou ve ark. (2013), genç judo sporcularında günün saatinin bir judo maçından önce ve sonra kısa süreli maksimum performanslar üzerindeki etkisini araştırdı. Araştırmanın bulgularına göre judo sporcuları öğleden sonra sabaha göre çok daha fazla kas kuvvetine ve kuvvete sahipti. Bu fark istatistiksel olarak önemliydi. Judo müsabakalarından sonra araştırmacılar, bu günlük değişimlerin tersine döndüğünü ve öğleden sonra sabaha göre daha fazla yorgunlukla ilişkili olduğunu keşfettiler (Chtourou et al., 2013). Diurnal varyasyon sonucu vücut sıcaklığındaki artış, pasif kas ısınmasının bir yansıması olabileceği gibi, metabolik reaksiyon hızında artışa, bağ dokusunun uzayabilirliğinde artışa, kas

viskozitesinde azalmaya da neden olabilir. ve aksiyon potansiyellerinin gerçekleştirilme hızında bir artış görülmüştür (Racinais, Cocking, & Périard, 2017). Ek olarak, gün boyunca vücut sıcaklığında meydana gelen değişiklik, motor koordinasyonun gelişmesine yol açabilir ve bu da sabahın aksine öğleden sonra performansın artmasına neden olabilir (Lericollais, Gauthier, Bessot, Sesboüé, & Davenne, 2009). Kas performansındaki bu günlük gelişmelerin, akşamları nöral dürtü modifikasyonundaki bir değişiklikten ziyade gelişmiş kas kasılma özelliklerinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Performansta neden günlük bir varyasyon olduğunu anlamak için öncelikle bu varyasyonun nedenini belirlemek gerekir (Racinais et al., 2017). Bu bağlamda, diurnal varyasyonun önemi, müsabaka öncesi performans gelişiminin ana düzenleyicisi olarak düzenlenebilir. Tüm bu bilgiler ışığında diurnal varyasyonun muay thai sporcularının başarısı için anaerobik performans gelişimi açısından önem arz eden bir etken olup olmadığı merak konusudur.

KAYNAKLAR

Atkinson, G, & Reilly, T. (1996). Circadian variation in sports performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *21*(4), 292–312. https://doi.org/10.2165/00007256-199621040-00005

Atkinson, Greg, Todd, C., Reilly, T., & Waterhouse, J. (2005). Diurnal variation in cycling performance: Influence of warm-up. *Journal of Sports Sciences*, *23*(3), 321–329. https://doi.org/10.1080/02640410410001729919

Bayer, R., & Eken, Ö. (2021). Some anaerobic performance variations from morning to evening: massage affects performance and diurnal variation. *Revista on Line de Política e Gestão Educacional*, 2459–2474. https://doi.org/10.22633/rpge.v25i3.15914

Bobbert, M. F., Gerrıtsen, K. G. M., Lıtjens, M. C. A., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine &amp Science in Sports &amp Exercise*, *28*(11), 1402–1412. https://doi.org/10.1097/00005768-199611000-00009

Buse, G. J., & Santana, J. C. (2008). Conditioning Strategies for Competitive Kickboxing. *Strength & Conditioning Journal*, *30*(4), 42–48. https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31817f19cd

Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O., Chaouachi, A., Chamari, K., & Souissi, N. (2013). The effect of time-of-day and judo match on short-term maximal performances in judokas. *Biological Rhythm Research*, *44*(5), 797–806. https://doi.org/10.1080/09291016.2012.756269

Chtourou, H., Engel, F. A., Fakhfakh, H., Fakhfakh, H., Hammouda, O., Ammar, A., … Sperlich, B. (2018). Diurnal Variation of Short-Term Repetitive Maximal Performance and Psychological Variables in Elite Judo Athletes. *Frontiers in Physiology*, *9*. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01499

Decostre, V., Bianco, P., Lombardi, V., & Piazzesi, G. (2005). Effect of temperature on the working stroke of muscle myosin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(39), 13927–13932. https://doi.org/10.1073/pnas.0506795102

Guidetti, L., Musulin, A., & Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *42*(3), 309–314. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12094121

Kline, Durstine, J. L., Davis, J. M., Moore, T. A., Tina, M., Zielinski, M. R., … Youngstedt, S. D. (2007). *Circadian variation in swim performance*. (November 2006), 641–649. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00910.2006

Lericollais, R., Gauthier, A., Bessot, N., Sesboüé, B., & Davenne, D. (2009). Time-of-day effects on fatıgue during a sustained anaerobic test in well-trained cyclists. *Chronobiology International*, *26*(8), 1622–1635. https://doi.org/10.3109/07420520903534492

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., … Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, *62*(10), e1–e34. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006

Moore, R. Y., & Danchenko, R. L. (2002). Paraventricular–subparaventricular hypothalamic lesions selectively affect circadian function. *Chronobiology International*, *19*(2), 345–360. https://doi.org/10.1081/CBI-120002876

Racinais, S., Cocking, S., & Périard, J. D. (2017). Sports and environmental temperature: From warming-up to heating-up. *Temperature*, *4*(3), 227–257. https://doi.org/10.1080/23328940.2017.1356427

Santana, J. C., & Fukuda, D. H. (2011). Unconventional Methods, Techniques, and Equipment for Strength and Conditioning in Combat Sports. *Strength & Conditioning Journal*, *33*(6), 64–70. https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318230ff5d

Sedliak, M., Finni, T., Peltonen, J., & Häkkinen, K. (2008). Effect of time-of-day-specific strength training on maximum strength and EMG activity of the leg extensors in men.

Journal of Sports Sciences, *26*(10), 1005–1014. https://doi.org/10.1080/02640410801930150

Souissi, N., Gauthier, A., Sesboüé, B., Larue, J., & Davenne, D. (2004). Circadian Rhythms in Two Types of Anaerobic Cycle Leg Exercise: Force-Velocity and 30-s Wingate Tests. *International Journal of Sports Medicine*, *25*(1), 14–19. https://doi.org/10.1055/s-2003-45226

Turner, A. N. (2009). Strength and Conditioning for Muay Thai Athletes. *Strength & Conditioning Journal*, *31*(6), 78–92. https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181b99603

Vail, P. (2014). Muay Thai: Inventing Tradition for a National Symbol. *Journal of Social Issues in Southeast Asia*, *29*(3), 509. https://doi.org/10.1355/sj29-3a

FARKLI ISINMA YÖNTEMLERİNİN ANAEROBİK VE AEROBİK PERFORMANS SONUÇLARININ MUAY THAİ SPORCULARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uzman, OĞUZHAN ADANUR [1], Doçent Dr., EROL DOĞAN [1]

[1] Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, 0000-0003-1309-0415
[1] Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, 0000-0001-9986-0366

ÖZET

Muay Thai, Tayland'ın milli sporu olarak kabul edilen ve tüm dünyada popüler olan bir kickboks türüdür. Katılımcıların yarışmada tekme, yumruk, diz ve dirsek kullanmasına izin verildiği için genellikle "sekiz uzuv sanatı" olarak anılır. Bir sporcunun esneme-kısalma döngüsü yeteneklerini belirleyen reaktif güç, muay thai'de kuvvet üretimi için temel olarak kabul edilebilir. Çünkü diğer dövüş sporlarında olduğu gibi muay thai'de de en önemli teknik ve taktik aktivite rakibe vurmaktır. Bir sporcunun Muay Thai gibi dövüş sporlarında üst düzeyde rekabet edebilmesi için kuvvet, dayanıklılık, kas kuvveti ile anaerobik ve aerobik kapasiteleri kazanması gerekmektedir. Muay Thai'de yarışan sporcuların vuruş güçlerini geliştirmek için çalışmaları gerekir, ancak aynı zamanda bu vuruşları tutarlı bir şekilde kullanma becerilerini geliştirmek için çalışmaları gerekir. Bu tarz gelişimlerin sağlanması için literatürdeki çalışmalar önem arz etmektedir. Bu sistematik inceleme, 2017 ile 2022 yılları arasında (Eylül dahil) yayınlanan tüm önceki sistematik incelemeleri, sistematik olmayan incelemeleri ve orijinal makaleleri daha yönetilebilir tek bir yayında bir araya getirmek amacıyla yapılmıştır. Bu, muay thai açısından anaerobik ve aerobik performans açısından çeşitli ısınma yöntemlerinin araştırılmasına yönelik teorik ve uygulamalı bilimsel araştırmaları kolaylaştırmak için yapılmıştır. Sistematik incelemenin gerçekleştirilmesinde Sistematik İncelemeler ve Meta-Analizler için Tercih Edilen Raporlama Öğeleri (PRISMA) olarak bilinen yöntem kullanılmıştır. 2022 yılının Ekim ayında, sistematik bir araştırma projesi kapsamında Google Scholar, Pub Med ve Science Direct veritabanlarında bilgisayarlı bir arama gerçekleştirildi. Sistematik araştırmanın güvenilirliğini sağlamanın yollarından biri, yazarlardan birinin makale seçim sürecini tamamen tekrar etmesiydi. Muay thai sporcularının, müsabakadan önceki zamanı, müsabakaya hazırlanırken yapacakları çalışma sonucunda elde edecekleri bilgileri yansıtmak için kullanmaları halinde, kariyerlerine olumlu bir şekilde yardımcı olunması mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Muay thai; ısınma; aerobik egzersiz; anaerobik egzersiz

1. GİRİŞ

Isınma sırasında dolaşım sistemi ihtiyaç duyduğu kanı dokulara ulaştırır ve vücut sıcaklığındaki artış vücut ısısını sabit tutar. Düzenli egzersizler kalbin dakika hacmini artırır ve kalp atış

hızında çok az artış olur. Böylece dolaşım sistemi ve damarların gelişimi üzerinde olumlu etkisi olan egzersiz hareketleri, kanın kalpten vücudun tüm bölgelerine daha kolay pompalanmasına katkıda bulunur (Akgün, 1994). Sporda performansı etkileyen çoklu fizyolojik ve metabolik değişikliklerde belirtildiği gibi, hazırlama egzersizlerinin kas sıcaklığındaki artışa neden olması nedeniyle ısınma yöntemleri önerilir (Bishop, 2003a, 2003b). Daha yüksek kas ısısı performansı kolaylaştırır; bu nedenle, sıcaklığın kasın viskoz direncinde azalmaya, hız sınırlayıcı oksidatif reaksiyonların hızlanmasına veya kaslara oksijen sunumunda bir artışa neden olarak performansı artırabileceği öne sürülmüştür (Bishop, 2003a; Zochowski, Johnson, & Sleivert, 2007). Artan performans, kas kan damarlarının vazodilatasyonu ve ısınmadan sonra oksihemoglobin-ayrışma eğrisinin sağa kayması ile ilişkilidir. Ayrıca, gelişmiş kas sıcaklığı, sinir sisteminin işlevini artırarak performansın artmasına katkıda bulunabilir. Ayrıca, iyileşen kas ısısı sinir impulslarının iletim hızını arttırır ve merkezi sinir sistemi fonksiyonunu (CNS) arttırır. Gelişmiş CNS işlevi, hızlı tepkiler ve karmaşık vücut hareketleri gerektiren faaliyetler için kritik olabilir (Ross & Leveritt, 2001). Diğer birçok spor dalında olduğu gibi dövüş sporlarında da ısınma metotları başarıyı etkileyen en önemli faktörler arasında olabilir. Diğer dövüş sporlarında olduğu gibi, muay thai'de de birincil teknik ve taktik faaliyetler rakibe vurmayı içerir ve bir sporcunun esneme-kısalma döngüsü yeteneklerini belirleyen reaktif güç, kuvvet üretiminin temeli olarak kabul edilebilir (Bobbert, Gerrıtsen, Lıtjens, & Van Soest, 1996). Sporcunun Muay Thai gibi dövüş sporlarında üst düzeyde rekabet edebilmesi için kuvvet, dayanıklılık, kas kuvveti, anaerobik ve aerobik kapasiteler kazanması gerekmektedir (Buse & Santana, 2008). Guidetti ve ark., göre, kuvvet performansı savunma sporlarındaki en önemli belirteçlerden biridir (Guidetti, Musulin, & Baldari, 2002). Muay Thai sporcuları vuruş güçlerini geliştirmeyi öğrenirken, aynı zamanda bu teknikleri kullanma tutarlılıklarını da geliştirmelidirler (Turner, 2009). Bu tarz performans gelişimleri açısından ısınma metotlarının önemi öngörülebilir. Bu bağlamda, bu sistematik çalışmada ısınma metodlarının muay thai sporcuları açısından bazı anaerobik ve aerobik performans parametreleri üzerindeki etkinliği tartışılacaktır.

Kanıt Toplama

Bu sistematik inceleme, farklı ısınma rejimlerinin muay thai sporcularının aerobik ve anaerobik performansı üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Bu güncel sistematik inceleme, literatürde halihazırda yayınlanmış orijinal çalışmalardan (etik onaylı çalışmalar) elde edilen sonuçlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, bu araştırma için herhangi bir etik onay gerekli değildir. Bu sistematik inceleme, PRISMA'nın gerekliliklerine uygun olarak oluşturulmuştur. Prisma'nın 27 maddelik bir kontrol listesi ve dört adımlı bir akış şeması vardır. Prisma'ya göre ilk on bir madde yeterlidir ve bu sistematik derleme oluşturulurken ilk on bir maddeye uyulmalıdır. Prisma direktifinin başlıkları, özetleri ve girişleri sırasıyla ilk bir ila dört maddeyi içerir. Prisma direktifinin 5 ila 11. maddeleri bu incelemenin metodolojik modeline dahil edilmiştir (Liberati et al., 2009).

Uygunluk kriterleri

Bu çalışma için uygunluk gereksinimleri aşağıdaki gibidir: (1) Muay Thai ile ilgili aerobik ve anaerobik araştırmaları içermektedir. (2) Muay thai ve egzersiz arasındaki bağlantının ardındaki mekanizmalar hakkında fikir veren aerobik ve anaerobik prospektif kohort ve sistematik

inceleme çalışmalarını içermektedir. (3) Akut, kronik, aerobik ve anaerobik egzersizin muay thai üzerindeki etkilerini araştıran randomize kontrol grubu çalışmaları ve ön-sonrası çalışmalar. (4) 2017-2022 yılları arasında yapılan yayınlar. (5) İnsanlarda yapılan çalışmaları içermektedir.

Tartışma ve Sonuç

Literatür incelendiğinde diğer dövüş sporlarında (MMA, güreş, muay thai, kickboks) ısınmanın spor performansına etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Costa, Medeiros, & Fukuda, 2011; Eken & Bayer, 2021; Herman & Smith, 2008). Herman ve Smith, 4 hafta boyunca günlük olarak gerçekleştirilen dinamik germe ısınma (DWU) müdahalesinin, statik germe ile karşılaştırıldığında kolej güreşçilerinde güç, hız, çeviklik, dayanıklılık, esneklik ve güç performansı ölçümlerini olumlu yönde etkileyip etkilemediğini belirleyeceklerdi. -germe ısınma (SWU) müdahalesi. Önlemleri arasında kuadriseps ve hamstringlerin tepe torku, sağlık topu alttan atış, 300 yarda mekik, şınav, şınav, mekik, geniş atlama, 600 m koşu, otur-uzan testi ve gövde uzatma yer alıyordu. Ölçek. 4 haftalık DWU müdahalesini tamamlayan güreşçiler, kuadriseps tepe torkunda artış, geniş atlama, el altından sağlık topu atma, mekik ve şınav dahil olmak üzere çeşitli performans iyileştirmeleri elde etti. 300 yarda mekiğin ve 600 m koşunun ortalama tamamlanma süresindeki azalma, DWU grubunda gelişmiş kas gücü, dayanıklılık, çeviklik ve anaerobik kapasiteyi düşündürdü (Herman & Smith, 2008). Bayer ve Özgür, farklı masaj sürelerinin squat jump, karşı hareket zıplaması ve esneklik performansı üzerindeki akut etkisini değerlendireceklerdi. Muay thai sporcularının esneklik, karşı hareket atlama ve squat atlama performansları için önemli bir ana etki bulunmuştur (Bayer & Eken, 2021). Eken ve Bayer, kickboksçularda propriyoseptif nöromüsküler kolaylaştırma (PNF) germe, masaj, PNF + masajın esneklik, dikey sıçrama ve el kavrama gücü performansı üzerindeki etkilerini değerlendirdiler. Dikey sıçramada PNF ile PNF + M, M ve PNF + M arasında PNF + M lehine anlamlı bir fark olduğunu bulmuşlardır. Tüm protokoller için sağ ve sol el kavrama kuvvetinde önemli bir azalma bulmuşlardır (Eken & Bayer, 2021). Bu bağlamda, ısınma metotlarının önemi, müsabaka öncesi performans parametrelerinin artmasını açısından önem arz edebilir. Tüm bu bilgiler ışığında ısınma muay thai sporcularının anaerobik ve aerobik performans artışı açısından önem arz eden bir etken olup olmadığı merak konusudur.

KAYNAKLAR

Akgün, N. (1994). *Egzersiz Fizyolojisi*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1992; s.23–168.

Bayer, R., & Eken, Ö. (2021). Some anaerobic performance variations from morning to evening: massage affects performance and diurnal variation. *Revista on Line de Política e Gestão Educacional*, 2459–2474. https://doi.org/10.22633/rpge.v25i3.15914

Bishop, D. (2003a). Warm Up I. *Sports Medicine*, *33*(6), 439–454. https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00005

Bishop, D. (2003b). Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, Vol. 33, pp. 483–498. https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00002

Bobbert, M. F., Gerrıtsen, K. G. M., Lıtjens, M. C. A., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine &amp Science*

in Sports &amp amp Exercise, *28*(11), 1402–1412. https://doi.org/10.1097/00005768-199611000-00009

Buse, G. J., & Santana, J. C. (2008). Conditioning Strategies for Competitive Kickboxing. *Strength & Conditioning Journal*, *30*(4), 42–48. https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31817f19cd

Costa, P. B., Medeiros, H. B. O., & Fukuda, D. H. (2011). Warm-up, Stretching, and Cool-down Strategies for Combat Sports. *Strength & Conditioning Journal*, *33*(6), 71–79. https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31823504c9

Eken, Ö., & Bayer, R. (2021). Acute effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, massage and combine protocols on flexibility, vertical jump and hand grip strength performance in kickboxers. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, *26*(1), 4–12. https://doi.org/10.15561/26649837.2022.0101

Guidetti, L., Musulin, A., & Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *42*(3), 309–314. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12094121

Herman, S. L., & Smith, D. T. (2008). Four-Week Dynamic Stretching Warm-up Intervention Elicits Longer-Term Performance Benefits. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(4), 1286–1297. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318173da50

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., … Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, *62*(10), e1–e34. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006

Ross, A., & Leveritt, M. (2001). Long-Term Metabolic and Skeletal Muscle Adaptations to Short-Sprint Training. *Sports Medicine*, *31*(15), 1063–1082. https://doi.org/10.2165/00007256-200131150-00003

Turner, A. N. (2009). Strength and Conditioning for Muay Thai Athletes. *Strength & Conditioning Journal*, *31*(6), 78–92. https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181b99603

Zochowski, T., Johnson, E., & Sleivert, G. G. (2007). Effects of Varying Post-Warm-Up Recovery Time on 200-m Time-Trial Swim Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *2*(2), 201–211. https://doi.org/10.1123/ijspp.2.2.201

INDUSTRIAL BUILDINGS AND GREEN BUILDING DESIGN

Arş. Gör. Mehmet Akif Arslan [1], Doç. Dr. Mustafa Tolga Çöğürcü [2], Öğr. Gör. Sıtkı Alper Özdemir[3], Arş. Gör. Dr. Mehmet Uzun[4]

[1]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, ORCID:0000-0003-3220-0739
[2]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, ORCID:0000-0002-2487-797X
[3]İskenderun Technical University, Vocational School of İskenderun, Construction Technology Department - ORCID:0000-0001-7331-8026
[4] Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department - ORCID:0000-0002-6347-1243

ABSTARCT

Human being has interacted with nature since their existence and have used natural resources and damaged nature rapidly after the industrial revolution, in order to improve their living standards. The concept of green building has emerged as a result of environmentally friendly, ecological, sustainable policies to the construction sector at the end of the 20th century. Green building term is generally used for residential buildings, however industrial buildings or other buildings also can be designed as a green building. In industrial green building design, location of building for site selection and transportation availability, water usage reduction, energy consumption reduction, harmful gases emission reduction, material selection to reduce cost and environmental damage, indoor air quality for users' health themes are important concerns. In this study, design approaches to improve energy and water efficiency, and to reduce environmental effect of industrial buildings are presented.

Keywords: Green Building, Industrial Building, Green Design

1. INTRODUCTION

Human being has interacted with nature since their existence and have used natural resources and damaged nature rapidly after the industrial revolution, in order to improve their living standards. The development of industry, increasing population and urbanization have increased the need for energy resources and will cause future generations to have difficulty in meeting their own needs. As UN (United Nations) defined the concept of sustainability has emerged as a solution to these problems and aims to meet today's needs with let future generations to meet their own needs [1]. The concept of green building has emerged as a result of environmentally friendly, ecological, sustainable policies to the construction sector at the end of the 20th century. According to USGBC (United States Green Building Council), a green building is a building that take into account energy, water, quality of life, material selection throughout the entire life cycle, from planning to operation [2]. The concept that distinguishes a green building from other buildings is that it is more environmentally friendly, consumes less energy, and even produces its own energy and water from time to time and offers a healthier and more comfortable environment to its users. Rating and certification systems have been developed in different countries about how green a building is. One of them is LEED (Leadership In Energy And Environmental Design) aims to evaluate buildings in terms of how buildings are energy and water efficient, and how buildings are environmental and user friendly. [3]. The main topics and points of LEED certification system is shown table 1.

Table 1. LEED Certification Criteria and Points [3]

LEED v4.1 Green Building Certification Main Titles and Points	
Energy and Atmosphere	35
Materials and Resources	19
Indoor Environmental Quality	16
Water Efficiency	11
Location and Transportation	9
Sustainable Sites	9
Innovation	6
Regional Priority	4
Integrative Process	1
Total	110

The energy is most important concern for green buildings which has 35 points out of 110 in the LEED version 4.1 (latest version) for buildings. Materials and resources, water efficiency and indoor environmental quality are other important concerns. After evaluation, buildings are certified with their points as Platinum (80 + points), Gold (60 – 79 points), Silver (50 – 59 points) or Certified (40 – 49 points). Green building term is generally used for residential buildings, however industrial buildings or other buildings also can be designed as a green building. In this study, suggestions to improve energy and water efficiency in industrial buildings are presented.

2. GREEN INDUSTRIAL BUILDING DESIGN

In industrial green building design, location of building for site selection and transportation availability, water usage reduction, energy consumption reduction, harmful gases emission reduction, material selection to reduce cost and environmental damage, indoor air quality for users' health themes should be considered according to LEED.

The systems that are improvable for energy consumption reduction are: Heating, cooling, ventilation, lighting. The most important energy consumption in a building is the heating and cooling. Therefore, the outer shells of the buildings should be designed to provide the best thermal insulation, and the heat transmission from the inside to the outside and from the outside to the inside should be kept at a minimum. In order to save energy, daylight should be used as much as possible. In the office sections of industrial buildings, curtain glass facades can be created to let the daylight in at the highest level, and skylights can be created on the roof of the factory area. In addition, if the building is positioned according to daylight, solar energy can be used passively for heating and lighting. In addition, it is necessary to select the lighting fixtures that are energy efficient and suitable for the area of use. Photovoltaic panels to generate electricity is actively energy production systems for buildings. Industrial buildings generally have wide area and available to generate electricity from solar energy as shown in Figure 1.

Figure 1. Solar Energy System for Roof of Industrial Buildings[4]

Indoor and outdoor water usage in industrial buildings are important concerns for water efficiency [3]. There are different methods for decreasing water usage in buildings. Rainwater collection is one of the methods. Collected rainwater can be used for irrigation, cleaning etc. after some process [5]. Another method is greywater usage. Grey water is a wastewater that is all used in building except toilets. After physical, chemical or biological purification process, greywater can be used for irrigation, toilet reservoirs, washing [6]. In order to reduce indoor water use, low flow toilet bowls, high efficiency and photocell batteries for taps can be used. All water amounts that are used in building should be measured to evaluate water consumption and fix problems such as leakage.

The construction site can be selected on a previously used lands instead of agricultural lands and wetlands. The land should be use effectively and farmlands should be reserved for agriculture. Location of building should be close to public transportation lines. Public transportation use is environmentally and economically advantageous compared to individual vehicle use. Also as shown in figure 2, public transportation prevents cities from traffic congestion.

Figure 2. Difference Between Public and Private Transportation [7]

Renewed or recycled building materials are recommended in the construction of green industrial buildings. In this way, the damage to the environment caused by fossil fuels spent on building materials to be produced with new resources can be prevented. In addition, it is advantageous to use local and natural building materials in order to encourage the reduction of harmful gases in the exhaust gas that will arise during transportation and to strengthen the regional economy.

Indoor environmental quality ,in terms of air quality, lighting, aesthetics, acoustic, thermal comfort, cleanliness, is an important concern for health of occupants, and also productivity of occupants' health [8]. For indoor environmental quality:

- Smoking should be prohibited inside the building [3].
- Smoking areas should be defined at a distance from all entrances, air intakes and windows.
- With temperature, humidity sensors, thermal conditions should be monitored for thermal comfort.
- The content of volatile organic compounds that evaporate at room temperature and pollute the atmosphere should be limited in materials.
- Daylight should be used with various opening and windows for healthiness of occupants.
- Although industrial buildings generally have sound environments, acoustic comfort should be evaluated as much as possible.

3. CONCLUSION

Reasons such as global warming, climate change, depletion of the ozone layer, rapid extinction of water resources, depletion of natural resources have led to sustainable and green production in various industries. Building construction and building use, which have a high share in energy consumption, have also taken their share from this environmental friendliness obligation with the concept of green building. While developed countries have carried out various certification and standardization studies in this regard, undeveloped and developing countries have fallen behind in 'Eco-Friendly, Green' awareness due to economic reasons. Although the initial investment costs of investments for green buildings are high, they will pay for themselves and provide economic benefits as well as environmental benefits. With economic policies and government incentives for green buildings, the concept of green building can become widespread more environmentally friendly and economical industrial buildings will be more common. Although green building applications are mostly made for residences, green design can be used in offices, hospitals and a wide variety of buildings and industrial buildings. Green design for industrial buildings includes energy and water efficiency, indoor environmental quality, atmosphere, environmentally friendly materials and products and location of building. In this study, various design concerns for industrial green buildings were presented.

REFERRENCES

[1] UN, “Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development,” 1987. http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf (accessed Nov. 21, 2022).

[2] J. Kriss, “What is green building?,” *USGBC*, 2014. https://www.usgbc.org/articles/what-green-building (accessed Nov. 21, 2022).

[3] USGBC, “LEED V4.1 Building Design And Construction Getting started guide for beta participants,” 2022. [Online]. Available: https://www.usgbc.org/leed/v41#bdc.

[4] Anonymous, “TurSEFF ve İş Bankası işbirliği ile ilk çatı üstü GES projesi finanse edildi,” 2020. https://yesilekonomi.com/turseff-ve-is-bankasi-isbirligi-ile-ilk-cati-ustu-ges-projesi-finanse-edildi/ (accessed Nov. 22, 2022).

[5] G. E. Üstün, T. Can, and G. Küçük, “Binalarda Yağmur Suyu Hasadi,” *Uludağ Univ. J. Fac. Eng.*, pp. 1593–1610, 2020, doi: 10.17482/uumfd.765561.

[6] A. Karahan, “Gri Suyun Değerlendirilmesi,” *Ix. UlusalTesisMühendisliğiKongresi*, pp. 1155–1164, 2009, [Online]. Available: http://mmoteskon.org/wp-content/uploads/2014/12/2009-82.pdf.

[7] Anonymous, “Why have a campaign supporting public transportation?,” 2015.

https://en.pmdp.cz/about-us/news/doc/there-is-every-reason-to-sit-down-and-ride-public-transportation-1679/newsitem.htm (accessed Nov. 22, 2022).

[8] J. J. McArthur and C. Powell, “Health and wellness in commercial buildings: Systematic review of sustainable building rating systems and alignment with contemporary research,” *Build. Environ.*, vol. 171, no. January, p. 106635, 2020, doi: 10.1016/j.buildenv.2019.106635.

OVERVIEW OF BARRIERS TO IMPLEMENTING GREEN BUILDINGS IN CONSTRUCTION INDUSTRY

Arş. Gör. Mehmet Akif Arslan [1], Doç. Dr. Mustafa Tolga Çöğürcü [2], Öğr. Gör. Sıtkı Alper Özdemir[3], Arş. Gör. Dr. Mehmet Uzun[4]

[1]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, ORCID:0000-0003-3220-0739
[2]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Civil Engineering Department, ORCID:0000-0002-2487-797X
[3] İskenderun Technical University, Vocational School of İskenderun, Construction Technology Department, ORCID:0000-0001-7331-8026
[4] Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, ORCID:0000-0002-6347-1243

ABSTARCT

Increasing population and urbanization cause the increasing needs for infrastructure in cities and energy, water needs. To led new generations to meet their needs the environmental resources should be used effectively. One of the most energy consumer industry, construction industry, tries to adopt sustainable and green buildings in last years. Sustainable and green building design and construction aims to decrease environmental effect of buildings in terms of energy consumption, water usage and CO_2 emissions. However, there are critical barriers for adaptation of green buildings, and this study aims to review these barriers from literature. In Ghana, Burkina Faso, Thailand, Nigeria, and Pakistan, which are developing countries, high cost of green building implementation is most critical barrier. Also, lack of governmental support, lack of knowledge and awareness are barriers that should be overcome. Also, some recommendations to overcome barriers were reviewed from literature and reported in this study. Governmental supports in term of tax breaks and policies, financial models, increasing awareness are various solutions to overcome barriers.

Keywords: Green buildings, Sustainable buildings, Barriers, Adaptation

1. INTRODUCTION

The world population reached about 8 billion [1]. With increasing population and urbanization, infrastructure, energy and water needs increasing day by day. Because of that, effective usage of resources become an important topic. According to IEA (International Energy Agency), the building operation is responsible from %30 global energy consumption around the world [2]. Sustainable and green building design and construction aims to decrease environmental effect of buildings in terms of energy consumption, water usage and CO_2 emissions. Residential, commercial, educational buildings, hospitals, stations, etc. different buildings can be designed as a sustainable green building. A green building example from Greece is shown in Figure 1. Karela Office Park is certified with LEED Gold certification and is a commercial office building [3].

Figure 1. LEED Certified Green Building Karela Office Park, Greece [3]

With developing green building industry, green building certification systems were developed to evaluate buildings in terms of green levels and to provide guidelines how to design a green building. Most common certification systems are LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) and BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assesment Method). 535,000 buildings in 75 countries were certified with BREEAM [4], 100,000 commercial building projects certified or registered with LEED by 2019 around the world [5].

Figure 2. Numbers of LEED certified buildings by 1998 – 2019 [5]

These numbers show that green building industry is reached at a level and will increase in future. However, there are critical barriers for adaptation of green buildings, and this study aims to review these barriers from literature.

2. GREEN BUILDINGS AND BARRIERS

The term green building is that reducing environmental effects of buildings in terms of energy, water, pollution, global warming, etc. and providing safe, healthy, and comfortable living environment to its users. To provide that, green buildings:

- use renewable energy,
- use environmental friendly, recyclable, reusable, natural and healthy materials,
- use efficient facilities for water, ventilation, heating, air-conditioning,
- use effective lighting,
- support low or zero energy transportation such as bicycle, public transportation,
- use land efficiently, etc.

Green buildings use different materials and methods compared with the traditional building construction and, construction industry is more resistant to innovations compared with the other industries. This situation makes it difficult for the construction industry to adapt to green buildings. In order to reduce the environmental impact of the construction industry, the green building alternative should be evaluated, and the barriers should be overcome. To overcome the barriers, the barriers must first be correctly identified.

[6] studied on barriers and green technical capabilities to green buildings in construction industry in Thailand. Within the scope of the study, surveys were prepared and the opinions of the construction sector stakeholders were taken. The results show that:

- High investment cost (initial cost)
- Owner’s lack of motivation
- Lack of government assistance

- High cost for preparing documentation for LEED/TREES (LEED and TREES are different green building certifications)
- Education and training deficiencies are the main barriers of green buildings in construction industry [6].

Another study was done by Chan et. al. to determine critical barriers for green buildings for Ghana. A questionnaire survey implemented to experts on construction industry and green buildings. The most critical barrier according to survey results is high cost and second is governmental support. In the top five, other three barriers are lack of financial models, lack of suppliers in the market and insufficient local institutions for Ghana's construction industry to adopt green buildings [7].

Nikyema & Blouin studied on Burkina Faso's construction industry adaptation to green buildings. The methodology was same with Shen et. al. and Chan et. al. which used questionnaire survey with professionals on green building. Results show that:

- Lack of knowledge about green building for designers, owners, engineers shortly all stakeholders
- Insufficient policies for green buildings
- Lack of green technology supply are main barriers for Burkina Faso [8].

For Pakistan, Azeem et. al. conducted interviews with engineers, urban planners, architectures, academia and GBC (Green Building Council) of Pakistan. The results show that lack of awareness of advantages of green buildings is the most critical barrier for adaptation. Lack of governmental support, regulations and codes for green buildings, failure to comply with laws and regulations, insufficient technical workshops and trainings are the main barriers for Pakistan's construction industry to adopt green buildings [9].

Akadiri studied on barriers for green material selection in Nigeria. An interview was done with designers, architects, construction managers, contractors. The results show that: high cost of green materials is the most critical barrier and followings are:

- Lack of information about materials,
- Lack of data for comparing alternatives,
- Maintenance concerns [10].

3. CONCLUSION

In this study, the barriers for adaptation of green buildings in five different countries Ghana, Burkina Faso, Thailand, Nigeria and Pakistan were reviewed. The studies show that high cost for green buildings' materials and methods comparing with traditional buildings is seen as most critical barrier. As a governmental support tax breaks for green building materials can be a solution to reduce effect of high cost. *Darko & Chan* suggested some solutions to overcome the critical barriers. These are [11]:

- A collaboration between stakeholders: construction companies that are designing and constructing green buildings, government, and construction industry associations,
- To raise awareness of the benefits of green buildings through television and social media,
- Financial system for green buildings from government (tax incentives, grant, discounts),
- Workshops on green building technologies for creating demands,
- Social and economic policies are affective ways to adopt people and construction industry to green buildings.

REFERENCES

[1] UN, "World Population Prospects 2022: Summary of Results," 2022. [Online]. Available: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf.

[2] C. Delmastro, "Buildings," *IEA - International Energy Agency*, 2022. https://www.iea.org/reports/buildings (accessed Nov. 16, 2022).

[3] "KARELA OFFICE PARK." https://www.usgbc.org/projects/karela-office-park?view=overview (accessed Nov. 19, 2022).

[4] BRE Group, "All about BREEAM," 2022. https://bregroup.com/buzz/all-about-breeam/ (accessed Nov. 18, 2022).

[5] S. Holmes, "Infographic: LEED reaches over 100,000 commercial projects," *USGBC*, 2019. https://www.usgbc.org/articles/infographic-leed-reaches-over-100000-commercial-projects (accessed Nov. 19, 2022).

[6] W. Shen, W. Tang, A. Siripanan, Z. Lei, C. F. Duffield, and F. K. Peng Hui, "Understanding the green technical capabilities and barriers to green buildings in developing countries: A case study of Thailand," *Sustainability*, vol. 10, no. 10, 2018, doi: 10.3390/su10103585.

[7] A. P. C. Chan, A. Darko, A. O. Olanipekun, and E. E. Ameyaw, "Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana," *J. Clean. Prod.*, vol. 172, pp. 1067–1079, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.10.235.

[8] G. A. Nikyema and V. Y. Blouin, "Barriers to the adoption of green building materials and technologies in developing countries: The case of Burkina Faso," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 410, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/410/1/012079.

[9] S. Azeem, M. A. Naeem, A. Waheed, and M. J. Thaheem, "Examining barriers and measures to promote the adoption of green building practices in Pakistan," *Smart*

Sustain. Built Environ., vol. 6, no. 3, pp. 86–100, 2017, doi: 10.1108/SASBE-06-2017-0023.

[10] P. O. Akadiri, "Understanding barriers affecting the selection of sustainable materials in building projects," *J. Build. Eng.*, vol. 4, pp. 86–93, 2015, doi: 10.1016/j.jobe.2015.08.006.

[11] A. Darko and A. P. C. Chan, "Review of Barriers to Green Building Adoption," *Sustain. Dev.*, vol. 25, no. 3, pp. 167–179, 2017, doi: 10.1002/sd.1651.

NESNELERİN LAZER TRİANGULASYON YÖNTEMİ İLE TARANARAK 3B DİJİTAL ORTAMA AKTARILMASI

Altuncan Huban GÜLEN [1], Nihal ARI KORKUSUZ [2], Mehmet Emin KORKUSUZ [3]
[1] Balıkesir Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Bilim ve Sanat Merkezi,
ORCID:0000-0002-3560-2971
[2] Balıkesir Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Bilim ve Sanat Merkezi,
ORCID:0000-0001-8296-9082
[3] Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, ORCID:0000-0003-4945-6845

ÖZET

Üç boyutlu tarayıcılar tıp, mühendislik, tarih, arkeoloji, mimari, imalat ve AR-GE faaliyetleri gibi pek çok çeşitli alanlarda kullanımı bulunan, bir nesnenin/alanın üç boyutlu modelinin dijital ortama aktarılmasını sağlayan cihazlardır. Teknolojinin gelişmesiyle farklı alanlarda kullanımı yaygınlaşan 3B tarayıcılar bir nesnenin bilgisayar ortamına aktarılması, saklanarak gerektiğinde tekrar üretilmesine imkân sağlamaktadır. Parça üretim çalışmalarında, çizilmesi zor ürünlerin modellenmesinde, artık üretilmeyen ürünlerin yeniden üretilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadırlar. Özellikle tersine mühendislik alanında kullanımı yaygın olan lazerli üçgenleme yöntemi ile çalışan tarayıcılar yakın mesafede en hızlı ve verimli tarayıcılardır. Mesafe ölçümü, nokta kümesi oluşturulması, nokta bulutu oluşturulması ve dijital modelleme aşamaları izlenerek üç boyutlu modeller elde edilmektedir.

Çalışmada, Mühendislik Tasarım Süreci kullanılarak 3B Tarayıcı geliştirilmiştir. Arduino Uno geliştirme kartı, çizgi diyot lazer ve kamera kullanılarak 3B tarayıcı sistem 'Triangulation (üçgenleme)' matematiksel prensibi ile ele alınmıştır. Tarayıcının yapımında açık kaynak bir platform olan Ciclop tercih edilmiştir. Yine açık kaynak kodlu Horus yazılımı kullanılarak kamera kalibrasyonu ve nokta bulut kümesi oluşturmak amacıyla üç boyutlu taramalar yapılıp dijital ortama aktarılmıştır. Çalışma kapsamında En Küçük Karelerle 3B Yüzey Eşleme Yöntemi Kullanılarak nokta bulut kümelerinin oluşturulmasına yönelik Python programlama dili ile yerli bir tarama yazılımı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Tarayıcı ile nokta bulut kümesi elde edilerek nesnenin dijital ortama aktarılması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Lazer üçgenlemesi, yüzey tarama, üç boyutlu modelleme, en küçük kareler yöntemi, 3B tarayıcı, triangulasyon.

1. GİRİŞ

Dijital ortamda kullanılan içerikler iki veya üç boyutlu olarak sunulmaktadır. İki boyutlu içerikler daha sık kullanılmakla beraber üç boyutlu grafikler görselleştirmeyi gerçeğe en yakın şekilde sağlamaktadır (Kalaycı & Uğur, 2005). Nesneye ait geometrik verilerin vektörel olarak dijital ortama aktarılması üç boyutlu modelleme olarak ifade edilebilir. Üç boyutlu modelleme sayesinde objeler üzerinde bilgisayar ortamında yüksek doğruluk oranına sahip değerlendirmeler yapılabilmektedir (Akyol, 2011).

Gelişen teknolojinin getirisi olarak, gerçekleştirilen birçok uygulamada nesnelerin üç boyutlu dijital modellerine ihtiyaç duyulmaktadır (Kasap, 2006). Örneğin CNC tezgâhlarda işlenmek istenen bir parçayı oluşturabilmek için üç boyutlu modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak parçaların teknik resimlerini çizmek uzun süren ve hata yapmaya açık bir durumdur (Şahin, 2019). Ayrıca tıp biliminde, tersinir mühendislikte ve sanal gerçeklik gibi birçok uygulamada fiziksel nesnelerin yeniden inşası adına yüzeyin yeniden yapılandırılması gereklidir (Aşkın, 2009). Bu durumda nesnelere ait üç boyutlu model tasarlamak için kullanılan tasarım programları (örneğin 3D Studio Max) çözüm olarak sunulabilmektedir. Fakat bu programları kullanarak üç boyutlu model oluşturmak uzun zamanlı bir çalışma gerektirmektedir. Bununla birlikte elde edilen model gerçek modele tam uygun olmamaktadır (Kasap, 2006). Bu sistemlerin yetersizliği sebebiyle, kısa zamanda yüksek doğruluk oranına sahip bir üç boyutlu model elde etmek için üç boyutlu tarayıcı sistemler kullanılmaktadır.

Pek çok işlevi bulunan 3B tarayıcılar; imalat, Ar-Ge çalışmaları, tıbbi görüntüleme ve modelleme, tersine mühendislik, tarihi eserlerin rölyeflenmesi ve yenilenmesi gibi farklı alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Güzeler, 2013). Var olan nesnelerin üç boyutlu modellenmesi sağlık bilimi, seri üretim, hareketli cihazlarda yön tayini gibi birçok endüstriyel alan için önem taşımaktadır (Toklu, 2009).

Özellikle tersine mühendislik uygulamalarında yararlanılan en önemli araçlardan biri üç boyutlu tarayıcılardır. Tersine mühendislik, bir cihazın, sistemin, objenin; yapısının, işlevinin ve çalışma prensibinin incelenerek ve yeniden bulunmasını sağlayan bir geliştirme yöntemi olarak ifade edilebilir. Bilgisayar destekli yazılım (CAD), bilgisayar destekli üretim (CAM) ve bilgisayar destekli mühendislik (CAE) yazılımlarının kullanılması ile nesnelerin ölçümünün yapılması ve 3B modellenmesini içermektedir (Kaya, Özdemir, & Arpacı, 2016).

Endüstrinin farklı alanlarında tersine mühendislik ve uzaktan algılama ile görüntüleme uygulamaları kullanılmaktadır. Lazer uzaklık sensörlerinin gelişmesi sonucunda sahadan doğru veri alınmasını kolaylaştırmış, böylece endüstriyel üretimler, CAD-CAM, arazi-bina tarama gibi konularda lazer tarama sensörlerinin kullanımını artırmıştır (Balta, 2016). Tersine mühendislik uygulamalarında uygulanan temel aşamalar Görsel 1'de görülmektedir.

Görsel 1. Tersine mühendislik uygulamalarında uygulanan aşamalar (Balta, 2016)

Aşamalardan ilk ikisi, uygulama alanlarında gerçek ortamdan elde dilen verinin dijital ortamında poligon formatında gösterilmesini hedeflemekte ve görselleştirme için yeterli sayılmaktadır. Sonraki aşamalar üretim ve analiz amacıyla gerçekleştirilen CAD-CAM uygulamalarda yüzeye ait parametrik eğri denklemlerinin oluşturulması amaçlanmaktadır (Balta, 2016). Tersine mühendislik kullanılarak gerçekleştirilen uygulamalar arasında Dijital

Mikelanjelo projesi, çiviyazısı tabletlerin taranması, yeniden doğan Roma projesi ve Pietrà Projesi yer almaktadır (Küllü, 2010).
3 boyutlu tarayıcılar; sabit konumda işlem yapan (üretim hatları vb.), tripot benzeri bir düzenekte işlem yapan (close-range), topografik uygulamalar için uçağa monte kullanılan (airbone) sistemler şeklinde sınıflandırılabilmektedir (Aşkın, 2009).
Tarayıcıların tarama yöntemleri pasif tarama ve aktif tarama olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Pasif tarama yöntemlerinde yalnızca nesne görüntüleri kullanılmakta ve üç boyutlu modeller oluşturulmaktadır. Aktif tarama yöntemlerinde ise nesne üzerine tarayıcı işaretler yansıtılarak tarayıcı işaretlerden üç boyut bilgisi çıkarılmaktadır (Kasap, 2006).
Tarayıcı işaretleri sınıflandırmak ve genel özelliklerini ortaya koyabilmek adına, üç boyutlu tarayıcıların kullandığı mesafe ölçüm yöntemlerinden yola çıkmak gerekmektedir.

Görsel 2. Mesafe ölçüm metodları (Balta, 2016)

Görsel 2'de mesafe ölçüm metodları görülmektedir. Etkin temassız mesafe ölçümü akustik olarak sağlanabilmektedir. Ultra-sonik sesler, radyo frekansı, elektro-manyetik dalgalar veya optik ışık yardımıyla akustik ölçüm yapılmaktadır. Bütün akustik ölçüm yöntemlerinde nesne üzerine bir işaret gönderilerek işaretin geri yansıdıktan sonraki özellikleri incelenerek mesafe hesaplanmaktadır. Radar ve ultra-sonik yöntemler daha büyük mesafelerde ve daha az hassasiyet gerektiren uygulamalarda kullanılmaktadır. Kullanılan ara katman (çoğunlukla hava) berrak ise en iyi çözünürlüğü ve hassasiyeti optik yöntemler sağlamaktadır, ayrıca ölçüm hızı daha fazladır (Kumbay, 2010).
Optik mesafe ölçerler LADAR (Laser Detection And Ranging) veya LIDAR (Light Detection and Ranking) olarak adlandırılmaktadır ve birden fazla sınıflandırmaya sahiptir. En çok kullanılan sınıflandırma yöntemi aktif mesafe ölçümü ve pasif mesafe ölçümü sınıflandırmasıdır. Pasif yöntemler ortamdaki ışığı kullanarak nesneden mesafe bilgisi elde etmektedir. Aktif yöntemler ise hedefi aydınlatmak için kendi ışık kaynaklarını kullanmaktadır. Aktif tarama yöntemleri arasında uçuş süresi ölçümü, faz kayması ölçümü, mutlak interferometre ve lazerli üçgenleme yer almaktadır. Çalışmada kullanılan çift kameralı lazerli üçgenleme yöntemi; aktif, doğrudan ve tek gözlü bir optik mesafe ölçüm yöntemidir (Kumbay, 2010).
Bu çalışmada yöntem olarak tercih edilen lazerli üçgenleme yöntemi, diğer yöntemlere kıyaslandığında 10 metreden küçük uzaklıkları ölçmek için en çok kullanılan ve en etkili sonuç veren yöntemdir. Lazerli üçgenleme ile çalışan optik sistem iki ana elemandan oluşmaktadır: ışık kaynağı ve görüntü oluşturma mekanizması, pozisyon algılama sistemi.

Görsel 3'te lazerli üçgenleme yöntemi görülmektedir. Lazer ışını ile odaklayıcı merceğin optik

ekseni D noktasında kesişmektedir. Yöntemin ölçüm aralığı ise D' ve D" noktalarının arası olarak belirlenmektedir.

Görsel 3. Lazerli üçgenleme yöntemi modeli (Kumbay, 2010)

Lazerli üçgenleme yöntemi ile elde edilen veriler nokta bulutu olarak isimlendirilmektedir. Nokta bulutu ile elde edilen veriler; mekanik parçaların üretilmesinde, kalıp çıkarılmasında, tıbbi görüntüleme işlemlerinde, haritacılıkta, arazi yüzeyi modelleme işlemlerinde, bina ve yapı modelleme gibi pek çok farklı konuda cisim ve nesneleri temsil eden, tarama cihazlarından elde edilen ham veri olarak tanımlanmaktadır. Ham veri uzayda n adet (x, y, z) nokta bilgisi içermektedir. Elde edilen verilerden dijital ortamda görüntülenmeye uygun olacak mozaik yüzey elde edilmesi için çeşitli aşamalarda işleyen farklı algoritmalar kullanılmaktadır (Balta, 2016). Tarama sürecinde nokta bulutu oluşturulurken uygun olmayan noktalar çıkartılmaktadır (Aşkın, 2009).

Görsel 4. Lazerli üçgenleme yöntemi çalışma prensibi

Görsel 4'te lazerli üçgenleme yönteminin çalışması ve lazerin taraması görülmektedir. Lazer taraması sonucu nesnelerin 3B modelleri elde edilirken nokta bulutları kaydedilmekte, birleştirilmekte, inceltilmekte, poligonal üçgen ağı oluşturulmakta, boşluklar doldurulmakta ve yüzey geçirilmesi yöntemi uygulanmaktadır. Üç boyutlu modellerin üretiminde kullanılan düzensiz üçgen ağları, kavramsal olarak daha basit ve daha esnek olmaları sebebiyle bilinen sipline yüzeylere alternatif olarak geliştirilmiştir. Nokta bulutu oluşturulduğunda, tarama sonucuna işlenen veriler 3B modelleme platformunda sunulabilmektedir (Aşkın, 2009).

Literatürde Üç Boyutlu Tarayıcı Uygulamaları

Literatürde 3 boyutlu tarayıcı uygulamaları incelendiğinde tarayıcıların son yıllarda birçok farklı alanda kullanıldığı görülmektedir. Gerek 3 boyutlu modellemeye duyulan ihtiyaç gerekse teknolojik alanda 3 boyutlu modellemede gerçekleşen gelişmeler tarayıcıların kullanım alanlarını ve kullanım yoğunluğunu arttırmaktadır. Yapılan literatür taramasında 3 boyutlu tarayıcıların; tıbbi görüntülemelerde, diş hekimliği uygulamalarında, inşaat çalışmalarında, mimari uygulamalarda, tarihi ve kültürel mirasımızın kayıt altına alınarak gelecek nesillere aktarılmasında ve alt yapı çalışmalarında kullanıldığı görülmektedir.

Dinçel ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada diş hekimliğinde son yıllarda yaygın olarak kullanılan 3 boyutlu tarama ile elde edilen dijital modellerin ölçüm doğruluğu incelenmiştir.

Köprü sistemleri ve protez iskelet yapılarının tasarlanması gibi protetik diş tedavisinde, implant cerrahisinde, hastalarda meydana gelen değişimlere ait verilerin kaydedilmesinde ortodonti ve diğer diş hekimliği dallarında sıkça kullanılan 3 boyutlu tarama metodunun değerlendirilmesi için dijital tarama ve alçı metotları ile ölçümler alınmış ve ölçüm farklılıkları Mann-Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda dijital modeller ile alçı modeller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Yapılan ölçümlerde dijital ölçümlerin klasik alçı modeller ile elde edilen ölçümler kadar güvenilir olduğu tespit edilmiştir (Dinçel ve ark., 2013).

Türkiye Cumhuriyeti'nin kurucusu M. Kemal Atatürk'ün İzmir'de büyük boyutlarda maskının yapımında da 3 boyutlu tarama yöntemleri kullanılmıştır. Hazırlanan kil model kullanılarak epoksi kalıptan kopyası üretilmiş ve 3 boyutlu taraması yapılmıştır. Hem formu yakalamak hem de yapısal analizler için gerekli olacak veriler oluşturulmuştur. Geometrik detayların 3 boyutlu modellemesi yapılarak nokta bulutu verisi STL formatında kaydedilmiştir. Optik tarama sonuçları 40 metrelik modeller için büyütülmüş ve üretime geçilmiştir. Üretimde 1m aralıklarla kesit profilleri çıkarılmıştır. Yersel lazer tarama verisi kullanılarak model üzerine doğal kaya ilave edilmiş ve ülkemizde farklı 3 boyutlu tarama metotlarının kullanılarak yapımı tamamlanmış önemli bir eser ortaya çıkmıştır (Akyol, 2011).

Spor müsabakalarında yapılan itirazların değerlendirilmesinde, hakem hatalarının tespit edilmesinde Hawk-Eye uygulaması kullanılmaktadır. Belirli açılarla yerleştirilen kameralar sayesinde topun eş zamanlı olarak görüntüsünün alınması amaçlanmaktadır. Görüntü setlerinde elde edilen geometrik algoritmalar ile topun üç boyutlu konumu belirlenmektedir. Tenis, bilardo ve kriket gibi sporlarda kullanıma başlayan yöntem güvenilirliğini kanıtlayarak 2007 yılında Wimbledon Tenis Şampiyonası'nda kullanılmıştır (Akyol, 2011).

Tarihi eser bakımından oldukça zengin olan ülkemizde bu eserlerin kayıtlarının tutulması ulusal ve evrensel kültürümüz bakımından büyük öneme sahiptir. Fotogrometrik yöntemlerin bu alanda kullanılması da oldukça yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak Üçayak Örenyeri'nin tarayıcı ile modellenmesi gösterilebilir (Alptekin, Fidan, Karabacak, Çelik, & Yakar, 2019).

Kültürel mirasımızın gelecek nesillere aktarılması açısından arkeolojik kazılarda da 3 boyutlu tarayıcıların önemi büyüktür. Olba İmparatorluğu'nun önemli bir kenti sayılan Kanlıdivane Ören Yeri'nde yer alan bir anıtmezarın yersel lazer tarayıcı yardımı ile 3B modeli çıkartılmış ve bilgisayar ortamında model oluşturulmuştur (Alptekin, Çelik, & Yakar, 2019). Görsel 5'te tarihi eserlerin taranmasına örnek görülmektedir.

Görsel 5. Eski Roma şehir maketinden tarama ile oluşturulan Kolezyum vadisinin görüntüsü (Küllü, 2010)

Son yıllarda hızlı kentsel yapılaşma sonucu yeşil alanların mekânsal dağılımını bağlantılılık konsepti bakımından analiz etmek ve yaşam kalitesi bakımından değerlendirmek için özgün bir çalışma olarak kentsel yeşil alan kalitesinin LİDAR nokta bulutundan elde edilen verileri

kullanılarak haritalanması yapılmış ve kentsel yeşil alanların kalitesinin nasıl haritaya aktarılabileceği ve yeşil alan tespitlerinin yapılarak kentsel vejetasyon indeksinin haritasının çıkarılması sağlanmıştır (Gülçin, 2020).

Kültürel miras olarak tarihi öneme sahip olan Konya Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim ve Uygulama Merkezi binası Faro Laser Scanner X-330 Hdr kullanılarak yersel lazer tarama tekniği ile taranmış 3 boyutlu lazer nokta bulutu oluşturularak elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır (Cerit & Kör, 2020).

Tarihi alanların taranmasının yanı sıra inşaat sektöründe de Yapı Bilgi Modellemesi teknolojisine paralel olarak lazer tarama teknolojisi ile 3 boyutlu modelleme yapılması hızla yaygınlaşmaktadır. Mevcut yapıların kontrol edilmesi, inşaat halindeki yapının denetimi, tasarım ile gerçekleşen imalatın tutarsızlık kontrolünün yapılması gibi pek çok amaçla 3 boyutlu lazer modelleme yöntemi kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe kullanımının giderek yaygınlaştığı görülen bu metot gelecekte farklı amaçlar içinde kullanıma başlayacağı düşünülmektedir (Kula & Ergen, 2017).

Gümüş ve Erkaya (2007) yapmış oldukları çalışmada mühendislik uygulamalarında kullanılan yersel lazer tarayıcıların kullanım alanlarına değinmişlerdir. Mimari projelerin saha uygunluk kontrollerinde, mekânsal durum analizlerinde, interaktif yapı incelemelerinde, risk keşifleri ve çürüme kontrollerinde, alt yapı tesislerinin belgelendirilmesinde, endüstriyel ortamların belgelendirilmesinde, tarihi ve kültürel mirasın detaylı durumunun ve hasar tespit değerlendirilmesinin yapılmasında ve enerji hatlarının oluşturulmasında yersel lazer tarayıcılar kullanılmaktadır (Gümüş & Erkaya, 2007).

Literatürde Üç Boyutlu Tarayıcı Geliştirme Çalışmaları

3 boyutlu tarayıcıların kullanım alanlarının artması sonucu tarayıcı geliştirme ile ilgili yapılan çalışmalarda hız kazanmıştır.

Şahin (2019) tarafından yapılan çalışmada bir üç boyutlu tarayıcı imal edilmiştir. İmal edilen tarayıcının, nesneyi her açıdan tarayabilmesi için tasarlanmış hareketli bir kol kullanılmıştır. Tarayıcının yaptığı ölçümlerden elde edilen veriler, KEPServer ile Excel'e aktarılmış, taranan nesne ThreeDify uygulamasında görüntülenmiştir. İmal edilen tarayıcının başarılı bir sonuç verdiği görülmüştür (Şahin, 2019).

Kasap (2006) yapmış olduğu çalışmada aktif tarama yöntemiyle üç boyutlu tarama yapan bir sistem geliştirerek sistemle ilgili deneyler gerçekleştirmiştir. İki kamera ile elde edilen iki farklı nokta bulutundan oluşturulan modeller ile sistemin hata oranını ±1.6106 cm olarak bulmuştur. Sistemin doğruluk oranı %98.93'e tekabül etmektedir, geliştirilen sistemin kabul edilebilir sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir (Kasap, 2006).

Güzeler (2013)'ün gerçekleştirdiği çalışmada tasarlanan üç boyutlu lazer tarayıcı uçuş süresi yöntemi ile ölçüm yapmaktadır. Çalışmada ilk olarak CNC ruoter tasarlanmış ve bu tezgâha bir lazer monte edilmiştir. CNC ve lazerden elde edilen veriler bir programlanabilir akıllı kontrol cihazı yardımıyla birleştirilip işlenmiş, Parasonic Pcway ile Excel'e kaydedilen veriler eğri verilerine kaydedilerek Autodesk Solidworks programıyla üç boyutlu modeller elde edilmiştir (Güzeler, 2013).

Kumbay (2010), yapmış olduğu çalışmada üçgenleme yöntemiyle çalışan lazerli mesafe ölçüm sensörlerinin doğrusallaştırma değişkenlerini inceleyerek verimli üçgenleme modelini tespit etmek adına ölçüm yapmak için bir üç boyutlu lazerli tarayıcı sistem geliştirmiştir. Tasarlanan sistemin iki ana elemanı mevcuttur, ışık kaynağı ve Pozisyon Algılama Dedektörü (Position

Sensitive Detector, PSD). Sistemi tasarlarken optik-geometrik tasarımda doğrusallaştırmayı iyileştirmek için sistemde geometrik analizler yapılarak yöntemin geometrik kurulumu optimize edilmiştir. Elde edilen veriler sonucu hassasiyetin arttığı gözlemlenmiş ve en iyi sonucu veren kalibrasyon değerleriyle matematiksel ifade elde edilmiştir. Kalibrasyon eğrisi ile çalışan yöntemin optik-geometrik tasarımdaki iyileştirmelerden daha iyi sonuç verdiği, özellikle polinom derecesi arttırılan matematiksel ifadenin hassasiyetinin 0,01mm'ye kadar yükseldiği gözlemlenmiştir. Derecesi 5. dereceden yüksek olan denklemlerin hassasiyetinin 1 µm'ye kadar yükseleceği öngörülmektedir (Kumbay, 2010).
Akyol (2011)'un gerçekleştirdiği çalışmada üçgenleme yöntemine göre çalışan modüler bir tarayıcı tasarlanmış ve oluşturulan modeller diğer tarayıcılardan elde edilen modellerle karşılaştırılmıştır. Tasarlanan tarayıcının düşük maliyetli olması amaçlandığı için ücretsiz bir yazılım olan DAVID Laser Scanner yazılımı kullanılmıştır. Sistemin elemanları yüksek çözünürlüklü kamera, çizgi lazer modülü ve lazer hareket mekanizmasından oluşmaktadır. Farklı üç boyutlu modelleme yöntemleri karşılaştırıldığında etkili sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Taranan örnek modellerin incelenmesi sonucunda tarama hassasiyetinin 0.1-0.2 mm ve konum verisinin doğruluğunun 0.521 mm olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Akyol, 2011).

2. YÖNTEM

Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır; birincisi 3 boyutlu tarayıcının geliştirilmesi, ikincisi matematiksel modellemenin yapılması ve üçüncü aşama olarak matematiksel modelin yazılımda uygulanması.

Üç Boyutlu Tarayıcının Geliştirilmesi

Sistemin geliştirilmesinde Hynes ve diğ. (2011) tarafından geliştirilen "Mühendislik Tasarım Süreci" kullanılmıştır. Görsel 6'da yer alan süreç; problemin tanımlanması, probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi, prototipin yapılması, çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi, çözümün sunulması, yeniden tasarlama, kararın tamamlanması şeklinde dokuz aşamadan oluşmaktadır. Mühendislik tasarım süreci, aşamalar arasında geçişe uygundur.

Görsel 6. Mühendislik Tasarım Süreci (Hynes, ve diğerleri, 2011)

Yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen bilgilerden yararlanılarak çalışmanın akış şeması belirlenerek Görsel 7'de verilmiştir.

Görsel 7: Akış diyagramı

Çalışmada kullanılan üç boyutlu tarayıcı, açık kaynak Ciclop Scanner lazer üç boyutlu tarayıcıdır. Tarayıcı opak, ağırlığı 3 kg'dan az ve hacmi 5*5 cm ile 23.5*23.5 cm arasındaki nesneleri tarayabilmektedir. Tarama alanı 200 x 200 x 205 (h) mm olarak belirtilmektedir.

Görsel 8: Ciclop Tarayıcı ve set içeriği

Görsel 8'de görülen tarayıcı setin içerisinde 1 adet 42 step motor, C270 HD Webcam, USB kablo, entegre anakart, 12V 1.5A güç kaynağı, 8mm bobin, 16014 rulman, kareli kalibrasyon kağıdı, kalibrasyon tahtası, 7mm akrilik tezgah, tezgah için kaymaz örtü, lazer (2 adet) 3d yazıcı ile elde edilmiş plastik parçalar (11 adet), M3 somun (6 adet), M8 somun (28 adet), M8 rondela (18 adet), M3*10 vida (10 adet), M8*30 vida (3 adet) M3*12 akıllı vida (4 adet), M3*20 akıllı vida (4 adet), M8*152mm mil (4 adet), M8*302mm mil (1 adet), M8*152mm mil (4 adet) ve 2.5 mm altıgen İngiliz anahtarı bulunmaktadır.

Tarayıcı Elektronik Bileşenleri

Logitech c270 HD web cam, 650 nm 5mV kırmızı çizgi lazer diyotu, Arduino UNO Denetleyici ve ZUM Tarama Geliştirme kartlarının birleştirilmesiyle oluşturulmuş anakart, Nema 17 step motor, motor sürücüsü olarak A4988 kullanılmıştır.

Kullanıcı Ara Yüzü

Programlama kartının firmware yazılımı için Arduino IDE kullanılmıştır. Tarayıcı sistemi için Horus programı kullanılmıştır. Görsel 9'da görülen Horus yazılımı triangulasyona dayalı tarayıcılar için geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir yazılımdır. Gerekli konfigürasyon ayarlarının yapılmasını sağlar. Tarama sonucunda vertex cloud'u oluşturur.

Görsel 9. Horus yazılımı kalibrasyon ekranı

Sistemde; kullanılan seri portun seçilmesi, kameranın tanıtılması, kamera kalibrasyonunun yapılması, lazer kalibrasyonu, cismin lazer ve kameraya olan uzaklıklarının ayarlanması ve kullanılacak matematiksel modellemeye uygun olarak kaydedilmesi işlemleri gerçekleştirilir.

Lazer Tarayıcı Sistemin Montajı

Tarayıcı sistem Görsel 10'da görüldüğü gibi monte edilmiştir.

Görsel 10. Üç boyutlu tarayıcı sistemin yukarıdan şematik görünümü

Mekanik Aksamın Montajı

Öncelikle kalibrasyon işleminde kullanılmak üzere ölçüleri belirli kareli montaj paneli hazırlanmıştır. Mekanik aksam, döner platform, kamera standı ve çizgi lazer kollarını kapsayacak şekilde monte edilmiştir.

Görsel 11. Kurulumu tamamlanmış tarayıcı

Kurulumu tamamlanmış tarayıcı Görsel 11'se görülmektedir. Tarayıcının bütün bileşenleri bir araya getirildikten sonra kamera kalibrasyonu aşamasına geçilmiştir.

Kamera Kalibrasyonu

Tarama işleminin en önemli basamaklarından biri de kamera kalibrasyonudur. Verimli bir tarama sonucunun elde edilebilmesi için kamera kalibrasyonun iyi yapılması gerekmektedir. Görsel 12'de kamera kalibrasyonu ile ilgili yapılan çalışmadan ekran görüntüsü verilmiştir.

Görsel 12. Kalibrasyon görüntüsü

2.2. Matematiksel Modellemenin Yapılması

Üçgenleme Prensibi

Görsel 13. Üçgenleme prensibi

C'nin koordinatları ve o noktaya olan uzaklık *d*, bir kenarın uzunluğu, l, ve iki köşedeki açılar, α, β kullanılarak hesaplanabilmektedir.

$$l = \frac{d}{\tan\alpha} + \frac{d}{\tan\beta}$$

$$d = l \,/\, \frac{1}{\tan\alpha} + \frac{1}{\tan\beta}$$

Farklı bir hesaplamada ABC üçgeni sinüs teoremi kullanılarak yapılabilir.

$$\frac{\sin\alpha}{BC} = \frac{\sin\beta}{AC} = \frac{\sin\gamma}{AB}$$

AB bilindiğinden üçgene ait AC ve BC uzunlukları AC = $\boldsymbol{l} \times \frac{\sin\beta}{\sin\gamma}$ ve BC = $\boldsymbol{l} \times \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}$ hesaplanabilmektedir. *d* uzunluğu:

$$d = AC \times \sin\alpha = BC \times \sin\beta$$

$$d = \frac{l \times \sin\alpha \times \sin\beta}{\sin\gamma}$$

ABC üçgen olduğundan $\gamma = \pi - \alpha - \beta$ 'dır. Trigonometrik olarak $sin\theta = \sin(\pi - \theta)$ olduğu için yukarıdaki denklem şu şekilde yazılabilmektedir:

$$d = \frac{l \times \sin\alpha \times \sin\beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

Üçgenleme prensibine göre taban uzunluğu ve taban açılar bilindiğinde *d* uzunluğu hesaplanabilmektedir. Üçgenleme yöntemi kullanan bir tarayıcıda, Görsel 13'teki A, B ve C noktaları sırasıyla lazer, kamera ve nesneye karşılık gelmektedir. Üçgenleme prensibinin uygulanması için kameranın bulunduğu köşedeki açı bilinmelidir. Yüzeyin uzaklığı değiştikçe açısı da değişmekte böylece kameradan elde edilen görüntüde lazerin belirlediği resim öğesinin

(pikselin) yeri değişmektedir. Görüntüdeki resim konumlarıyla yüzeyin konumu arasındaki ilişki belirlenerek yüzeyin 3D konumu belirlenebilir.

Resim Konumları ile 3D Koordinatlar Arasındaki İlişki

Kameradan alınan görüntü, yansıyan ışığı gösteren resimlerin 2D görüntü düzlemi üzerindeki konumlarıyla ışığın düştüğü 3D koordinatlar arasında belli bir ilişki bulunmaktadır. Varış kümesinin üçüncü boyutu sabitlenmiş $T: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$ şeklinde bir fonksiyon olarak düşünülebilmektedir (Görsel 14).

(a) (b)

Görsel 14. (a)Dünya koordinatlarından (X_r, Y_r, Z_r) görüntü koordinatlarına $(X_r, Y_r, 1)$ fonksiyon *T* (b) Görüntü koordinatlarından $(X_r, Y_r, 1)$ dünya koordinatlarına (X_r, Y_r, Z_r) fonksiyon T^{-1}

T fonksiyonunun karşılık geldiği algılayıcı görüntü alma işleminde nesne yüzeyine düşürülen ışığın hangi resim ögesine karşılık geldiğini gerçekte etkileyen pek çok yapısal ve yardımcı parametre vardır. Bunlardan bazıları; nesne yüzeyinde ışık düşen noktanın konumu ve bu noktada yüzey normali, ışık kaynağı ve algılayıcının konumları ve yönelimleri, kullanılan ışığın yapısal özellikleri, nesne yüzeyinin yapısal özellikleri, algılayıcının yapısal özellikleri olarak sıralanabilmektedir. Tarayıcının işleyişinde ise görüntü alma işleminin tersi gerçekleştirilmektedir. Hesaplanmak istenen fonksiyon aslında T^{-1}'dir. *T* fonksiyonunun parametreleri T^{-1} fonksiyonu için de etkindir. Bu parametrelerin çoğunluğu sabit olmasına rağmen kuramsal açıdan tam olarak hesaplanması mümkün değildir, dolayısıyla sayısal yöntemlerle yaklaşık bir dönüşüm fonksiyonu hesaplanmaktadır.

Yaklaşık Dönüşüm Hesaplamaları

En Küçük Kareler (EKK) kullanılarak 2B uzaydan 3B uzay koordinatlarına gönderim yapan T^{-1} fonksiyonuna yaklaşan bir Φ fonksiyonu varsayıldığında, fonksiyona bir yakınsama gerçekleştirilmektedir.

$\Phi: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3, 3 \times 3$'lük bir dönüşüm matrisi

$$\Phi = \begin{pmatrix} \Phi_{11} & \Phi_{12} & \Phi_{13} \\ \Phi_{21} & \Phi_{22} & \Phi_{23} \\ \Phi_{31} & \Phi_{32} & \Phi_{33} \end{pmatrix}$$

şeklinde tanımlanırsa 2B görüntü düzleminde tanımlanan homojen koordinatlara sahip nokta $r = \begin{pmatrix} a \\ b \\ 1 \end{pmatrix}$'nin 3D karşılığı olan $r = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$'ye dönüşümü

$$\Phi r = \begin{pmatrix} \Phi_{11}a & \Phi_{12}b & \Phi_{13} \\ \Phi_{21}a & \Phi_{22}b & \Phi_{23} \\ \Phi_{31}a & \Phi_{32}b & \Phi_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = p$$ şeklinde yazılabilmektedir.

Φ_{ij} katsayı değerlerini hesaplamak için sistemdeki ışık ile düzlem gibi basit bir geometrik şekle sahip ayarlama yüzeyi koordinatlarının bilindiği noktalarda kesiştirilerek bir örnek nokta eşleşmeleri kümesi oluşturur.

$$Z = \{(r_k, p_k) | r_k \in \mathbb{R}^2, p_k \in \mathbb{R}^3 \ \mathrm{T}(p_k) = r_k\}$$

Örnek eşleşmeler kümesi ve EKK ile Φ_{ij} değerlerine, dolayısıyla Φ fonksiyonuna bir yakınsama yapılabilmektedir. Işığın, koordinatları bilinen m farklı $p_i \in \mathbb{R}^3$ üzerine düşürülmesiyle karşılık gelen $r_i \in \mathbb{R}^2$'ler bulunuğunda $|Z| = m$ olmaktadır. D fonksiyonunun iki nokta arasındaki uzaklığı verdiği göz önünde bulundurulduğunda EKK ile yakınsama en aza indirilerek kareler toplamı:

$$Sum = \sum_{k=1}^{m} d(\Phi r_k, p_k)^2$$

$$Sum = \sum_{k=1}^{m} ((\Phi_{11} a_k + \Phi_{12} b_k + \Phi_{13} - x_k)^2 + (\Phi_{21} a_k + \Phi_{22} b_k + \Phi_{23} - y_k)^2 + (\Phi_{31} a_k + \Phi_{32} b_k + \Phi_{33} - z_k)^2)$$

şeklinde olmaktadır. Kısmi türevlerin 0 olması için:

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{11}} = 2 \sum_{k=1}^{m} a_k (\Phi_{11} a_k + \Phi_{12} b_k + \Phi_{13} - x_k) = 0$$

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{12}} = 2 \sum_{k=1}^{m} b_k (\Phi_{11} a_k + \Phi_{12} b_k + \Phi_{13} - x_k) = 0$$

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{13}} = 2 \sum_{k=1}^{m} (\Phi_{11} a_k + \Phi_{12} b_k + \Phi_{18} - x_k) = 0$$

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{21}} = 2 \sum_{k=1}^{m} a_k (\Phi_{21} a_k + \Phi_{22} b_k + \Phi_{23} - y_k) = 0$$

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{22}} = 2 \sum_{k=1}^{m} b_k (\Phi_{21} a_k + \Phi_{22} b_k + \Phi_{23} - y_k) = 0$$

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{23}} = 2 \sum_{k=1}^{m} (\Phi_{21} a_k + \Phi_{22} b_k + \Phi_{23} - y_k) = 0$$

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{31}} = 2 \sum_{k=1}^{m} a_k (\Phi_{21} a_k + \Phi_{22} b_k + \Phi_{23} - z_k) = 0$$

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{32}} = 2 \sum_{k=1}^{m} b_k (\Phi_{31} a_k + \Phi_{32} b_k + \Phi_{33} - z_k) = 0$$

$$\frac{\partial Sum}{\partial \Phi_{33}} = 2 \sum_{k=1}^{m} (\Phi_{31} a_k + \Phi_{32} b_k + \Phi_{33} - z_k) = 0$$

eşitlikleri yazılabilmektedir.

EKK kıstasına göre yakınsama yapılırken farklı satırlardaki Φ_{ij} katsayıları birbirinden bağımsız alınarak ayrı ayrı yakınsama uygulanabilmektedir. Eşitlikler düzenlendiğinde birbirinden bağımsız olarak düşünülebilen 3 ayrı lineer eşitlik sistemi elde edilmektedir.

Φ_{1j} katsayıları için ilk sistem L_1:

$$\Phi_{11}\sum_k a_k^2 + \Phi_{12}\sum_k \mathrm{a}_k b_k + \Phi_{13}\sum_k \mathrm{a}_k = \sum_k \mathrm{a}_k\, x_k$$
$$\Phi_{11}\sum_k \mathrm{a}_k b_k + \Phi_{12}\sum_k b_k^2 + \Phi_{13}\sum_k \mathrm{b}_k = \sum_k \mathrm{b}_k\, x_k$$
$$\Phi_{11}\sum_k \mathrm{a}_k + \Phi_{12}\sum_k b_k + \Phi_{13}\, m \sum_k x_k$$

Φ_{2j} katsayıları için ikinci sistem L_2:

$$\Phi_{21}\sum_k a_k^2 + \Phi_{22}\sum_k \mathrm{a}_k b_k + \Phi_{23}\sum_k \mathrm{a}_k = \sum_k \mathrm{a}_k\, y_k$$
$$\Phi_{21}\sum_k \mathrm{a}_k b_k + \Phi_{22}\sum_k b_k^2 + \Phi_{23}\sum_k b_k = \sum_k \mathrm{b}_k\, y_k$$
$$\Phi_{21}\sum_k \mathrm{a}_k + \Phi_{22}\sum_k b_k + \Phi_{23}\, m = \sum_k y_k$$

Φ_{3j} katsayıları için üçüncü sistem L_3:

$$\Phi_{31}\sum_k a_k^2 + \Phi_{32}\sum_k \mathrm{a}_k b_k + \Phi_{33}\sum_k \mathrm{a}_k = \sum_k \mathrm{a}_k\, z_k$$
$$\Phi_{31}\sum_k \mathrm{a}_k b_k + \Phi_{32}\sum_k b_k^2 + \Phi_{33}\sum_k b_k = \sum_k \mathrm{b}_k\, z_k$$
$$\Phi_{31}\sum_k \mathrm{a}_k + \Phi_{32}\sum_k b_k + \Phi_{33}\, m = \sum_k z_k$$

elde edilen bu sistemler matris formuna dönüştürüldüğünde

$$M = \begin{pmatrix} \sum_k a_k^2 & \sum_k \mathrm{a}_k b_k & \sum_k \mathrm{a}_k \\ \sum_k \mathrm{a}_k b_k & \sum_k b_k^2 & \sum_k \mathrm{b}_k \\ \sum_k \mathrm{a}_k & \sum_k \mathrm{b}_k & m \end{pmatrix}$$

$$R_1 = X = \begin{pmatrix} \sum_k \mathrm{a}_k\, x_k \\ y\sum_k \mathrm{b}_k\, x_k \\ \sum_k \mathrm{x}_k \end{pmatrix}, R_2 = Y = \begin{pmatrix} \sum_k \mathrm{a}_k\, y_k \\ y\sum_k \mathrm{b}_k\, y_k \\ \sum_k \mathrm{y}_k \end{pmatrix}, R_3 = Z = \begin{pmatrix} \sum_k \mathrm{a}_k\, z_k \\ y\sum_k \mathrm{b}_k\, z_k \\ \sum_k \mathrm{z}_k \end{pmatrix}$$

olarak alındığında $L_i, l \in \{1,2,3\}$

$$L_i: M\begin{pmatrix}\Phi_{t1}\\ \Phi_{t2}\\ \Phi_{t3}\end{pmatrix} = R_i$$

şeklinde yazılabilmektedir.

Matris eşitlikler tekrar düzenlenirse:

$$L_i: \begin{pmatrix}\Phi_{t1}\\ \Phi_{t2}\\ \Phi_{t3}\end{pmatrix} = M^{-1}R_i$$

elde edilmektedir. M^{-1}'i hesaplamak için $|M|$ (M matrisinin determinantı)

$$|M| = m\sum_k a_k^2 \sum_k b_k^2 + 2\sum_k \mathrm{a}_k b_k \sum_k b_k \sum_k \mathrm{a}_k - \sum_k a_k^2 \left(\sum_k b_k\right)^2 - m\left(\sum_k a_k b_k\right)^2 - \left(\sum_k a_k\right)^2 \sum_k b_k^2$$

bulunmaktadır. Sonra M matrisinin eşçarpan (cofactor) matrisi

$$C_M = \begin{pmatrix}\mathrm{C}_{11} & \mathrm{C}_{12} & \mathrm{C}_{13}\\ \mathrm{C}_{21} & \mathrm{C}_{22} & \mathrm{C}_{23}\\ \mathrm{C}_{31} & \mathrm{C}_{32} & \mathrm{C}_{33}\end{pmatrix}$$'i C_{ij}'ler,

$$\mathrm{C}_{11} = m\sum_k b_k^2 - \left(\sum_k b_k\right)^2$$

$$\mathrm{C}_{12} = \mathrm{C}_{21} = \sum_k a_k \sum_k \mathrm{b}_k - m\sum_k \mathrm{a}_k b_k$$

$$\mathrm{C}_{13} = \mathrm{C}_{31} = \sum_k a_k b_k \sum_k \mathrm{b}_k - \sum_k \mathrm{a}_k \sum_k b_k^2$$

$$\mathrm{C}_{22} = m\sum_k a_k^2 - \left(\sum_k a_k\right)^2$$

$$\mathrm{C}_{23} = \mathrm{C}_{32} = \sum_k \mathrm{a}_k b_k \sum_k \mathrm{a}_k - \sum_k a_k^2 \sum_k \mathrm{b}_k$$

$$\mathrm{C}_{33} = \sum_k a_k^2 \sum_k b_k^2 - \left(\sum_k \mathrm{a}_k b_k\right)^2$$

Şeklinde hesaplanmaktadır. M'nin determinatı, eş çarpan matrisinin devriği kullanılarak

$$M^{-1} = \frac{1}{|M|} C_M^T$$

denkleminden Φ_{ij}'ler hesaplandığında

$$\Phi_{11} = \left(\mathrm{C}_{11}\sum_k \mathrm{a}_k x_k + \mathrm{C}_{21}\sum_k \mathrm{b}_k x_k + \mathrm{C}_{31}\sum_k x_k\right)/|M|$$

$$\Phi_{12} = \left(\mathrm{C}_{12}\sum_k \mathrm{a}_k x_k + \mathrm{C}_{22}\sum_k \mathrm{b}_k x_k + \mathrm{C}_{32}\sum_k x_k\right)/|M|$$

$$\Phi_{13} = \left(C_{13} \sum_k a_k x_k + C_{23} \sum_k b_k x_k + C_{33} \sum_k x_k \right) / |M|$$

$$\Phi_{21} = \left(C_{11} \sum_k a_k y_k + C_{21} \sum_k b_k y_k + C_{31} \sum_k y_k \right) / |M|$$

$$\Phi_{22} = \left(C_{12} \sum_k a_k y_k + C_{22} \sum_k b_k y_k + C_{32} \sum_k y_k \right) / |M|$$

$$\Phi_{23} = \left(C_{13} \sum_k a_k y_k + C_{23} \sum_k b_k y_k + C_{33} \sum_k y_k \right) / |M|$$

$$\Phi_{31} = \left(C_{11} \sum_k a_k z_k + C_{21} \sum_k b_k z_k + C_{31} \sum_k z_k \right) / |M|$$

$$\Phi_{32} = \left(C_{12} \sum_k a_k z_k + C_{22} \sum_k b_k z_k + C_{32} \sum_k z_k \right) / |M|$$

$$\Phi_{33} = \left(C_{13} \sum_k a_k z_k + C_{23} \sum_k b_k z_k + C_{33} \sum_k z_k \right) / |M|$$

eşitlikleri yazılabilmektedir. Yazılan denklemler, bilinmeyen dokuz katsayının, Φ_{ij}, bir örnek eşleşim kümesi Z'deki noktalardan hesaplanmasını sağlamaktadır. Bilinen bir grup 3B koordinat ve onlara karşılık gelen 2B resim ögesi pozisyonlarına dayanarak, verilen resim ögesi pozisyonlarından yaklaşık 3B koordinat tahminleri yapılarak bir fonksiyon oluşturulmaktadır (Küllü, 2010; Koyuncu, Küllü, Tuğrul, Numanoğlu, & Ar, 2010).

Matematiksel Modelin Yazılımda Uygulanması

Yazılımın geliştirilmesinde Python programlama dili tercih edilmiştir. Kullanılan temel kütüphaneler; OpenCV, Numpy, Serial ve Math kütüphaneleridir. Görüntü işleme ve matematiksel hesaplamalar konusunda oldukça gelişmiş olan bu kütüphaneler sayesinde pek çok işlem mevcut fonksiyonlar yardımı ile yapılabilmiştir. Örneğin, kalibrasyon yapılırken OpenCV kütüphanesinin findCheckBoard fonksiyonu kullanılmıştır. Matris işlemlerinde Numpy kütüphanesinden faydalanılmıştır.

3. BULGULAR

Tarayıcının yapımında açık kaynak bir platform olan Ciclop tercih edilmiştir. Yine açık kaynak kodlu Horus yazılımı kullanılarak kamera kalibrasyonu ve nokta bulut kümesi oluşturmak amacıyla üç boyutlu taramalar yapılıp dijital ortama aktarılmıştır.

Görsel 15. Tarama görüntüleri

Geliştirilen yazılımla elde edilen nokta bulut kümelerinin doğruluk payı düşüktür. Daha yüksek kalitede görüntü alınması, görüntüdeki gürültünün temizlenerek lazere ait kısmın elde edilmesinde kullanılan metotların iyileştirilmesi gerekmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, HD çözünürlüklü Logitech C270 kamera kullanılmıştır. Daha yüksek çözünürlüğe ve daha hassas CMOS'a sahip kamera kullanılarak düşey tarama sıklığı arttırılabilir. Böylece daha fazla noktadan oluşan modeller ile En Küçük Kareler yönteminin yüksek başarımla uygulanması sağlanabilir.

Yazılımda, kütüphanelere ait fonksiyonlar kullanıldığı için bellek ve işlemci kullanımı kontrol edilememektedir. Bu da yazılımın yavaş çalışmasına neden olmaktadır. Program optimize edilerek hızı arttırılabilir.

Farklı tarayıcılardan elde edilen nokta kümeleri ve cisim üzerinden yapılan ölçümlerle karşılaştırma yapılarak elde edilen noktaların bağıl hatası hesaplanabilir.

Daha kaliteli bir görüntü elde etmek için tarama görüntülerinin karanlıkta çekilmesi, lazer çizginin eşik değerinin ayarlanabilir olması ve LDR kullanılarak ortam ışığının dikkate alınması sağlanabilir.

Tarama modeli olarak kullanılan En Küçük Kareler yönteminin yanı sıra iteratif en yakın nokta yöntemi, bağımsız model yöntemi, doğrudan jeodezik koordinatlı ölçme yöntemleri kullanılarak karşılaştırma yapılabilir.

Laser Triangülasyon Yöntemi ile Nesnelerin Taranarak 3B Dijital Ortama Aktarılması amaçlanan çalışmada; açık kaynak 3B tarayıcı ve nokta bulutu oluşturma yazılımı Horus programı kullanılarak üç boyutlu tarayıcıların çalışma prensibi, EKK ile 3B yüzey eşleme yöntemi ile nesneler dijital ortama taşınmıştır. Profesyonel 3B tarayıcıların maliyetlerinin yüksek olması, Horus gibi açık kaynak yazılımların uzun süredir güncellemedikleri ve yeni teknolojileri desteklememeleri gibi problemlerin bulunduğu ortamda yerli bir tarayıcı sisteminin ve yazılımının geliştirilmesi için alt yapı oluşturulmuştur. Yazılım geliştirme süreci uzun zaman almakta ve mevcut ürünlerin sonuçlarına yetişememekle birlikte tam fonksiyonlu bir 3B tarayıcı yazılımına dönüşme potansiyeli bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

Akyol, O. (2011, Haziran). Düşüşk Maliyetli Lazer Tarayıcı Sistemi Tasarımı. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul.

Alptekin, A., Çelik, M. Ö., & Yakar, M. (2019). Anıtmezarın Yersel Lazer Tarayıcı Kullanarak 3B Modellenmesi. *Türkiye LİDAR Dergisi, 1*(1), 01-04.

Alptekin, A., Fidan, Ş., Karabacak, A., Çelik, M. Ö., & Yakar, M. (2019). Üçayak Örenyeri'nin Yersel Lazer Tarayıcı Kullanılarak Modellenmesi. *Türkiye Lidar Dergisi, 1*(1), 16-20.

Aşkın, F. H. (2009). Lazer Tarama Verileriyle 3B Obje Modellenmesinde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul.

Balta, C. (2016). Tersine Mühendislik Uygulamalarında Nokta Bulutu Verilerinden Örme Yüzey ve Parametrik Yüzey Denklemlerinin Elde Edilmesi. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri EnstitüsüElekrtonik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi*. Kocaeli.

Cerit, A. T., & Kör, M. B. (2020). Konya Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi Rölöve Projesinin Lazer Tarama Yöntemiyle Hazırlanması. *Türkiye LİDAR Dergisi, 2*(1), 10-14.

Dinçel, M., Büyük, S. K., Gümüş, H. Ö., Kılınç, H. İ., & Bilgin, M. S. (2013). 3 Boyutlu Dijital Modeller Üzerinde Yapılan Ölçümlerin Doğruluğunun Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 21*(3), 366-370.

Gülçin, D. (2020). Kentsel Yeşil Alan Kalitesinin LiDAR Nokta Bulutu Verileri Kullanılarak Haritalanması. *Türkiye Lidar Dergisi, 2*(2), 23-33.

Gümüş, K., & Erkaya, H. (2007). Mühendislik Uygulamalarında Kullanılan Yersel Lazer Tarayıcı Sistemler. . *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.* Ankara.

Güzeler, B. (2013). 3 Boyutlu Tarayıcı Tasarımı ve İmalatı. *T. C. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Şanlıurfa.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing Engineering Desing into Hing School STEM Courses. *Publications*, 8-13.

Kalaycı, T. E., & Uğur, A. (2005). X3D ile İnternet Üzerinde Üç Boyut.

Kasap, B. (2006). 3D Nesne Modellemeye Yönelik Lazerli Bir Tarayıcı Sistemin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi. *T.C. Erciyes Üniverisitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Kayseri.

Kaya, A., Özdemir, H. İ., & Arpacı, A. (2016). 3 Boyutlu Tarayıcı (3D Scanner). *T.C. Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mektronik Mühendisliği Lisans Bitirme Tezi*. Karabük.

Koyuncu, B., Küllü, K., Tuğrul, B., Numanoğlu, M., & Ar, Y. (2010). *Üç Boyutlu Lazer Tarayıcı ve Bilgisayar Teknikleri ile Cisimlerin Sanal Ortama Aktarılması.* Bilimsel Araştırma, Ankara Üniversitesi, Ankara. 01 20, 2022 tarihinde alındı

Kula, B., & Ergen, E. (2017). Lazer Tarayıcı Teknolojisinin Yapım Yönteminde Kullanım Alanları. *Uluslararsı Katılımlı 7.İnşaat Yönetimi Kongresi* . Samsun.

Kumbay, E. (2010). Lazerli Üçgenleme Yöntem Tabanlı Mesafe Ölçüm Sensörlerinin Doğrusallaştırma Yöntemlerinin Gelişitirilmesi. *T.C. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi* . Brsa.

Küllü, K. (2010). Üç Boyutlu Lazer Tarayıcı ve Bilgisayar Teknikleri ile. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimeri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Ankara.

Şahin, İ. (2019). 3 Boyutlu Tarayıcı Tasarımı ve İmalatı. *T. C. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Şanlıurfa.

Toklu, N. E. (2009, Nisan). Bilgisayarlı Görüntü İşleme ile 3-Boyutlu Nesne Tarama ve Modelleme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. İzmir.

EXAMINING THE FUTURE OF AUTONOMOUS VEHICLE USE

Res. Asst., AHMET ÜNAL [1], Prof. Dr., AHMET TORTUM [2]

[1] Erzurum Technical University, Engineering and Architecture Faculty,

ORCID ID: 0000-0001-8277-6002

[2] Atatürk University, Engineering Faculty, ORCID ID: 0000-0002-5770-766X

ABSTRACT

Especially in the last 20 years, there have been significant developments in technology. One of the most important areas in which technology has developed has been the automotive sector. At the beginning of the 2000s, cruise control systems were absent in almost all cars, but today, almost all vehicles have this feature. Many different features added to the automotive have no longer been automobiles and have almost turned them into technological devices. Today, there are many systems such as parking assistant, adaptive speed control, driver warning systems in case of danger. Such features accelerate the transition from traditional vehicles to autonomous vehicles. We can now put most of the newly released vehicles in the semi-autonomous vehicle category. The vehicles that will come after semi-autonomous vehicle technology will undoubtedly be fully autonomous vehicles. Fully autonomous vehicles are vehicles that allow travel without the need for any driver support. Although the use of autonomous vehicles is very limited worldwide, its use in the United States is more common than in other countries. However, studies show that the use of autonomous vehicles will become widespread in the coming years. In this study, the general features of autonomous vehicles are mentioned; The expected scenarios regarding its use in the coming years have been tried to be explained.

Key Words: Autonomous vehicles, Turkey, Legal regulation

1. INTRODUCTION

The rapid development of technology manifests itself in many fields in different fields. The widespread use of artificial intelligence technology in recent years shows itself in many areas. One of the areas where artificial intelligence technology is used in the automotive sector. Autonomous vehicles are the latest product of artificial intelligence technology and are being tested in many countries. Researchers are of the opinion that autonomous vehicle technology will be widely used in the next 15-20 years [1]. Autonomous vehicles can move without any human intervention; they are technological devices that can perform their movement through the sensors on them. Today, vehicles that are referred to as autonomous driving vehicles are actually semi-autonomous vehicles. Autonomous driving systems numbered 0-5; driving feature number 5 is defined as vehicles with fully autonomous driving capability. Vehicles with fully autonomous driving are technologies that will bring major changes to existing transportation systems. A few of these changes; we can express features such as enabling drivers to perform different activities during travel, not needing to search for parking spaces.
Since autonomous vehicles are a very new technology, there are many studies on how people will react to these vehicles and what parameters they will consider when purchasing or using these vehicles [2,3].

2. LITERATURE REVİEW

In this section, studies on autonomous vehicles will be expressed in general terms, and studies that provide information on autonomous vehicle use in the coming years are mentioned. Although there are many studies on autonomous vehicles, there are very few studies on when they will be widely used. Xu et. al. [4] tried to explain and predict public acceptance of autonomous vehicles through a psychological model to understand the impact of autonomous vehicles on humans. Mahmud et. al. [5] studied the future of autonomous vehicles from the perspective of cognitive systems. As a result of the study, they argued that there is a stronger synergy between cognitive systems and driverless vehicles.

Tang et. al. [6] investigated user activities and requirements in autonomous vehicles of the future. Hossain and Fatmi [7] investigated the impact of historical experimentation in modeling autonomous vehicle adoption. Their studies used data from a retrospective survey conducted in Canada, the UK, and the Okanagan region of Columbia.

Cohen and Hopkins [8] worked on autonomous vehicles and the future of urban tourism. In their study, they investigated how autonomous vehicles could affect cities in terms of tourism employment and nighttime visitor economy.

3. GENERAL FEATURES OF AUTONOMOUS VEHICLES

Autonomous vehicles, also known as driverless or robot cars; they are smart devices that can sense their environment through sensors on them and act with little or no human input (Wikipedia)[9]. Autonomous vehicles do their autopilot driving by determining the positions of the vehicles that are braking and parked in traffic, thanks to ultrasonic sensors placed on the wheels (Figure 1) [10].

Figure 1. Working Principle of Autonomous Vehicles

Thus, these data transmitted by the sensor to the central computer system enable the vehicle to perform maneuvers such as steering wheel control, deceleration and acceleration accurately and quickly. The basis of the system is software, and the concept of artificial intelligence, which

has already taken its place in the pace of daily life, thus occupies the leading role in driverless cars. The hardware that enables artificial intelligence to scan and analyze data are cameras and sensors. Ultrasonic sensors have features that emit sound waves that cannot be perceived by the human ear and can measure distance according to sound waves. Working with cameras, this mechanism detects signs, pedestrians, all living and inanimate objects on the route (Figure 2) [11].

Figure 2. Movement Principle of Autonomous Vehicles

Of course, the margin of error of such a flawless design is also very low and safety is always at a high level in these vehicles, which offer a completely different experience for the driver. Autonomous vehicles are vehicles that have the same human-like movements where artificial intelligence and automobile technology meet. In addition to providing a safe and comfortable travel opportunity, it also offers a real luxury in terms of driving. So much so that driverless vehicles can move alone, as well as allowing you to determine your position inside your vehicle with different levels of driving options. This feature of vehicles also gives the person the opportunity to move as they wish in the autonomous vehicle. While the driver can choose to drive manually by removing the lane tracking at any time; When he needs a rest or does not want to drive, he can put the vehicle in autonomous driving mode and leave his journey to the vehicle. If the driver wants to leave the movement of the vehicle completely to the vehicle, he can choose the fully autonomous 5 level mode to make his journey.

3. RESULTS AND EVALUATION

When we examine the amount of increase in the number of vehicles, it is seen that it is fast in the world and in Turkey. The expected number of vehicles in the world in 2020 is around 1.3 billion. Looking at these figures, it is concluded that there is 1 vehicle per 5 people (Table 1) [12].

Table 1. According to the Years Number of Vehicles

Number of Vehicles (Years)			
	2009	2018	2020
World	940000000	1300000000	200000000
Turkey	14316700	22865921	24144857

When we examine the automotive industry in today's conditions, it is seen that it has a dynamic structure. It has become almost impossible to follow the changes and developments in the automotive sector moment by moment. Considering the current situations, studies on transition to vehicles working with alternative energy sources are widely carried out. Many European countries are working to end the production of vehicles running on fossil fuels after 2030 and to ban their use. While these conditions continue, automotive companies such as Tesla and Ford are also working to produce vehicles with autonomous driving. When these conditions are examined, it is seen that automotive companies currently prioritize producing vehicles that can work with alternative energy sources and they prioritize production in the light of this policy. Due to these priorities, the production and widespread use of autonomous vehicles does not seem possible in the short term. However, just as hybrid and electric vehicles were not expected to be used so widely 20 years ago, it may not be realistic to express clearly how widely autonomous vehicles will be used in the future under today's conditions. However, studies show that the production and use of autonomous vehicles will become widespread after 2040.

4. GENERAL EVALUTION AND DISCUSSION

The rapid development in the automotive sector shows that many different new features will enter our lives in the coming years. It is obvious that these innovations will manifest themselves in many different areas, from the spread of vehicles that can move with alternative energy sources to the spread of vehicles that can move without the need for human control during movement. Although it is not widely used yet, it is expected that autonomous vehicles, which have become widespread with the legal regulations made in some states, especially in the United States, will become widespread in other countries in the world in the coming years. However, in order for it to become widespread in Turkey, it is necessary to make legal arrangements regarding the use of autonomous vehicles.

.

KAYNAKÇA

[1] Yuen, K.F., Wong, Y.D., Ma, F., Wang, X. The determinants of public acceptance of autonomous vehicles: An innovation diffusion perspective, Journal of Cleaner Production, October, 2020.

[2] Liu, L., Lu, S., Zhong, R., Wu, B., Yao, Y., Zhang, Q., Shi, W. Computing Systems for Autonomous Driving: State of the Art and Challenges, IEEE Internet of Things Journal, April, 15, 4, 2019.

[3] Pettigrew, S., Worrall, C., Talati, Z., Fristchi, L., Norman, R. Dimensions of attitudes to autonomous vehicles, Urban, Planning and Transport Research, April, 17, 4, 2019.

[4] Xu, Z., Zhang, K., Dk, H., Wang, Z., Zhao, X., Liu, P. What drives people to accept automated vehicles? Findings from a field experiment, Transportation Research Part C Emerging Technologies, October, 2018.

[5] Mahmoud, S., Billing, E., Svensson, H., Thill, S. Where to from here? On the future development of autonomous vehicles from a cognitive systems perspective, Cognitive Systems Research, December, 2022.

[6] Thang, P., Sun, X., Cao, S. Investigating user activities and the corresponding requirements for information and functions in autonomous vehicles of the future, International Journal of Industrial Ergonomics, November, 2020.

[7] Hossain, M. S., Fatmi, M. R. Modelling the adoption of autonomous vehicle: How historical experience inform the future preference, Travel Behaviour and Society, January, 2022.

[8] Cohen, S. A., Hopkins, D. Autonomous vehicles and the future of urban tourism, Annals of Tourism Research, January, 2019.

[9] https://en.wikipedia.org/wiki/Self-driving_car
(Access Date: 05.12.2022)

[10] https://www.endustri40.com/surucusuz-otonom-araclar/
(Access Date: 05.12.2022)

[11] https://www.endustri40.com/surucusuz-otonom-araclar/
(Access Date: 05.12.2022)

[12] https://tr.investing.com/news/economy/tum-dunyada-motorlu-arac-says-2-milyara-yaklasyor-1971549#:~:text=Ta%C5%9F%C4%B1t%20Ara%C3%A7lar%C4%B1%20Tedarik%20Sanayicileri%20Derne%C4%9Fi,araca%20do%C4%9Fru%20yakla%C5%9Ft%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20tahmin%20ediliyor.
(Access Date: 05.12.2022)

INVESTIGATION OF TRANSITION APPLICATIONS FROM SIGNALIZED INTERSECTIONS TO SMART INTERSECTIONS: THE CASE OF BURSA PROVINCE

Res. Asst., AHMET ÜNAL [1], Prof. Dr., AHMET TORTUM [2]

[1] Erzurum Technical University, Engineering and Architecture Faculty,

ORCID ID: 0000-0001-8277-6002

[2] Atatürk University, Engineering Faculty, ORCID ID: 0000-0002-5770-766X

ABSTRACT

The increase in the population in cities in recent years has brought many problems with it. One of the most important of these problems is the traffic problem. Especially in the transitions from main arteries to intermediate arteries, there are significant traffic densities in the areas where there are intersections. Managers are looking for solutions to solve these problems. One of these solutions is applications to transform signalized intersections into smart intersections. Bursa province, on the other hand, is the 4th largest city of Bursa with a population of approximately 4 million; the population is increasing day by day. For this reason, the traffic problem has become one of the biggest problems of Bursa. On the other hand, administrators in Bursa have also worked on transforming the signalized intersection into a smart intersection at 49 intersections. In this study, transition to smart intersection applications are explained in general; In particular, the situation of the intersections in Bursa province was examined. In this context, transition applications to smart intersections at signalized intersections have been examined; advantages and disadvantages are explained.

Key Words: Bursa, Traffic problem, Smart intersections

1. INTRODUCTION

An intersection is a common area formed by the intersection, merger and separation of two or more highways. When approaching the intersection separately from the roads entering and leaving the intersection; the area where the physical and geometric changes in the branches begin is called the junction area.

Intersections; it is one of the most important elements of highways. Since there are many different intersections, especially in urban areas, intersections are an indispensable highway element of urban traffic. In addition to being such an important element, the fact that features such as road performance, safety, speed, operating cost and capacity are directly related to intersections increases the importance of intersections even more.

Intersections; it is designed according to parameters such as the geographical situation of the region where it will be built, the size of the area to be expropriated, the traffic density of the region, and the possible amount of traffic that will occur in the region in the future; intersection

types are determined accordingly. Intersections can be ordered from simple to complex, from at-grade intersections to cross-level intersections.
Today, some studies are carried out to transform some of the previously made intersections into smart intersections. Intelligent intersection is a system that literally reacts in real time.
In this study, the existing intersections in Bursa were examined by giving general information about the intersections. In recent years, studies have been carried out for the transition to smart intersections and studies have been carried out to switch to smart intersections in approximately 50 provinces.

2. LITERATURE REVIEW

There are many studies on intersections in Turkey and in the world. However, most of these studies are related to driver behavior, signaling regulations, traffic flow at intersections. Studies are generally aimed at increasing the junction capacity.
Hatipoğlu and Oğuzhan [1] determined the adequacy of urban signaling intersections with intersection design criteria in their studies. In their studies, they evaluated all the parameters in the intersection design numerically at urban intersections. And they have developed a method in which the situation and deficiencies are revealed numerically.
Yıldız [2] produced a program that determines the optimized intersection type with capacity, safety and cost analysis and development. The type of intersection was determined by the computer program that created the model.
Bostancı [3] worked on the design of traffic islands. Within the scope of the study, he prepared the traffic islands in computer environment and made practical and theoretical studies on obtaining the application elements.
Özinal and Uz [4] evaluated the effect of geometric elements in roundabouts on intersection safety. In the study, they concluded that the geometric elements in roundabouts should be in harmony with each other. In addition, they also stated that studies should be carried out in the context of legislation related to intersection design and planning.
Demirel and Ayder [5] determined the types of intersections with capacity, safety and cost criteria. With the model they created within the scope of the study, they determined the capacity usage times of the intersections by using the annual average daily traffic data.

3. INTERSECTIONS AND COMMONLY USED INTERSECTION TYPES

Intersections; it can be designed in different ways and types according to the condition of the land, the width of the area to be expropriated, and the possible amount of traffic that will occur in the coming years. Commonly used intersection types; uncontrolled intersection, controlled intersection, modern roundabout, turn island intersection, 3-way T-type intersection, 3-way Y-type intersection and crossroads.

There are no traffic signs at the uncontrolled intersections, and there are no traffic signs. There is a rule that turning vehicles give way to straight vehicles.

Figure 1. Uncontrolled intersections [6]

Controlled intersections, on the other hand, have traffic lights and signs regulating the right of way.

Figure 2. Controlled intersections [7]

Bridge intersections are the types of intersections that are widely used today. There is no fixed rule for this type of intersection. According to the density of the traffic flow, traffic crossing advantage is determined by using traffic lights. This type of intersection is one of the safest intersection types.

Figure 3. Bridge intersections [8]

It is one of the other commonly used intersection types in 3-arm T and Y type intersections.

Figure 4. a. 3-Arm T Type Intersections [9] **b.** 3-Arm Y Type Intersections [9]

Modern roundabouts, on the other hand, are called islands where vehicles turn while changing direction. At roundabouts, traffic overtaking is regulated by signs.

Figure 5. Modern roundabouts intersections [9]

4. CURRENT STATUS OF INTERSECTIONS IN BURSA

Bursa province is the 4th largest city in Turkey in terms of population, as well as being a center of culture, tourism and trade, which causes the population of Bursa to increase day by day. The increase in population brings with it many problems. One of the most important of these problems is the transportation problem. The number of registered vehicles in Bursa has increased significantly over the years and has reached 1037587 as of the end of September 2022 (Table 1) [10[]].

Table 1. Number of total vehicles in Bursa

Date	October 2021	May 2022	September 2022
Number of Vehicles	993689	1020013	1037587

The increase in the number of vehicles in general makes the traffic problem a withdrawal for the city. The fact that the traffic problem has become unbearable has caused the managers to concentrate on this problem and have led them to seek solutions. The most important of the applications made by the administrators to solve the urban traffic is the bridged intersections, which are called sink-exit. In Bursa, especially after 2000, the construction of bridge junctions has accelerated. In the first times when the bridge junctions were opened, the traffic at the junctions on the bridge; guided by the signaling system. The traffic on the bridge has been moved in this way for a long time. However, these changes did not completely solve the problems.

Smart intersection applications in Turkey have been accelerated and studies are being carried out in many different metropolitan cities. For example, in Kayseri, vehicle counts were made by placing sensors on the intersections according to these data, traffic green light times are optimized. As a result of the improvement, it was determined that there was a significant decrease in traffic queues at the intersections [11].

In the province of Bursa, which is the subject of the study, many studies have been carried out on the transformation of intersections into smart intersections. For example, by removing the revolving island at the Orhaneli junction, the number of vehicles passing through the junction was increased by 40%, and the waiting time at traffic lights was reduced by around 50%. A

similar application was also applied to the Kestel junction, and almost the same results were obtained at the Orhaneli junction [13].

REFERENCES

[1] Hatipoğlu, S., Oğuzhan, N.E., Şehir içi sinyalize kavşakların yeterliliğinin tasarım kriterleri puanlama yöntemi ile belirlenmesi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2018.

[2] Yıldız, D., KAPASİTE, GÜVENLİK ve MALİYET ANALİZİ ve GELİŞTİRİLMESİ İLE OPTİMİZE EDİLMİŞ KAVŞAK TİPİNİ BELİRLEYEN PROGRAM ÜRETİLMESİ, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2013.

[3] Bostancı, B., Geometric Design of the Traffic Islands, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, İTÜ – İstanbul.

[4] Özinal, Y., Uz, V.E., Evaluation of the effect of roundabouts' geometric elements on intersection safety in the light of literature, Journal of Polytechnic, 24(1), 283-297, (2021).

[5] Demirel, Y., Ayder, R., Research of Intersection Type by Support of Computer Software with Capacity, Safety and Cost Criterions, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, January, 30,01, 2015.

[6] https://www.trafiksozluk.com/kontrolsuz-kavsak-nedir/
Access Date: 14.12.2022

[7] https://ahmetmerkepci.com/kavsak-nedir-kavsak-turleri-nelerdir/
Access Date: 14.12.2022

[8] https://www.marasbugun.com.tr/genel/koprulu-kavsak-cilesi-h164205.html
Access Date: 14.12.2022

[9] https://insapedia.com/kavsak-nedir-kavsak-cesitleri-nelerdir/
Access Date: 14.12.2022

[10] https://www.normhaber.com/bursadaki-arac-sayisi-aciklandi-290473
Access Date: 14.12.2022

[11]https://www.kayseri.bel.tr/haberler/kayseri-buyuksehirden-akilli-kavsakuygulamasi
Access Date: 14.12.2022

[12] https://www.bursa.bel.tr/haber/akilli-kavsak-uygulamasiyla-verimlilik-artti-23975
Access Date: 14.12.2022

MANAGEMENT OF AVIATION SAFETY AT THE STATE LEVEL: CURRENT STATUS OF TURKISH CIVIL AVIATION

PhDc, ERDAL YEŞİLBAŞ [1], Prof. Dr., TUĞRUL OKTAY [2]

[1]ERCİYES ÜNİVERSİTESİ, Faculty of Aeronautics and Astronautics,

ORCID ID: 0000-0001-9510-2023

[2]ERCİYES ÜNİVERSİTESİ, Faculty of Aeronautics and Astronautics,

ORCID ID: 0000-0003-4860-2230

ABSTRACT

The projections of the International Civil Aviation Organization (ICAO) and other international stakeholders of the aviation community anticipates that the world civil aviation sector will be doubled in terms of both volume and activity in the next twenty years. For this increase to take place safely and sustainably, national legislative systems require a high level of compliance with international standards and even a level above them when necessary. Thus, it is essential for the members of the local and global civil aviation community including both regulatory bodies and industry stakeholders work together to maximize the benefits of air transport and support the sustainable growth of civil aviation. In this study, it is aimed to provide the basics of an effective aviation safety management at the State level. Also, the importance of interaction between the local (i.e., in Turkey it is SHGM) and global authorities (i.e., ICAO) in civil aviation safety management is highlighted with a special focus on the current safety performance level of Turkey in terms of ICAO State safety performance indicators.

Keywords: Aviation Safety Management, Safety Performance, SHGM, SSP, iSTARS, ICAO.

1. INTRODUCTION

Aviation is one of the leading industries in globalization in terms of linking people, cultures, and economies. Beginning with the first successful flight on December 17, 1903, recorded by Orville Wright at a height of 20 feet (about 6.1 meters) for 12 seconds and a distance of 120 feet (about 36.6 meters), the man's flying adventure has gone through many phases and has now reached an impressive level [1].

Air transportation has been an indispensable method of transportation with its performance doubling in volume every 15 years despite the crises and distress periods it has undergone. In other words, the civil aviation industry has made great progress in comparison with the Wright brothers' first flight, in terms of both distances covered and the payload transported. This progress is undoubtedly the result of a collective success that spans more than 100 years and is constantly evolving. Behind this collective success, there are members of the civil aviation community including both regulatory bodies and industry stakeholders. All national and international stakeholders must work together to maximize the benefits of air transport and support the sustainable growth of aviation [2].

The main purpose of this study is to have a look into the existing aviation safety management framework with a focus on the state safety performance of Turkey to show the importance of

the interaction between local and global aviation authorities. By understanding the current situation, it is aimed to explore ways of continuous improvement towards having well-structured and effective interaction mechanisms between the stakeholders for increasing aviation safety performance at the highest level possible both for the local and global levels.
In this context, firstly, the fundamental information about aviation safety management such as what safety management is, how safety management approach emerged and evolved, main reasons behind the necessity for safety management and the importance of the safety culture is given as part of the study.
Then the application of the safety standards in Turkey is shared via the specific information regarding the local civil aviation authority, the national legislation on aviation safety management, guidance on implementation, monitoring mechanisms, and the State Safety Programme (SSP) development and implementation activities.
In light of the information obtained, the proposals for effective safety management and thus for an increased safety performance both at the State and worldwide via enhancing the interaction between local and global stakeholders are made and the study is concluded.

2. LEGISLATIVE BACKGROUND

The sustainability of the increase in air traffic and the continuous growth of improved air transport connectivity is only possible with a globally harmonized legislation infrastructure. The modern aviation system is built on the foundations of the International Convention on Civil Aviation (Chicago Convention), which was signed in 1944 and pioneered the establishment of the International Civil Aviation Organization (ICAO) by defining the principles of international air transport. Since its inception, ICAO's task has been to provide all States with the assistance they need to achieve the highest possible level of compliance in terms of civil aviation standards, policies, and procedures.
Today, as the global civil aviation authority, ICAO manages more than 12000 global standards and recommended practices (SARPs) with the existing 19 Annexes of the Chicago Convention. Countries that follow these global standards and structure their national legislation accordingly not only ensure the safety and security of aviation but also contribute to the efficient and effective execution of aviation operations [3].
The most recent of the Annexes included in ICAO's international aviation standards framework and attached to the Chicago Convention is Appendix 19, adopted in 2013, and is called Safety Management. Annex 19 - Safety Management was formed by ICAO to help States manage aviation safety risks in coordination with their service providers. Due to the increasing complexity of the global air transport system and its associated aviation activities, it is essential to ensure the safe operation of aircraft by various rules and standards.
At this point, ICAO safety management requirements support the continuous development of aviation safety performance through a proactive strategy. This proactive strategy is based on a State Safety Programme (SSP), which systematically manages aviation safety risks in the State level, and Safety Management System (SMS) to be implemented by the service providers in coordination with the State with consideration to the SSP [4].
As the fundamental principle, each ICAO Member State has the ultimate sovereignty over their airspace, but the Chicago Convention also establishes the obligations of all States regarding the civil aviation activities in their territory. The Chicago Convention and its Annexes addressing

all aspects of the civil aviation operations with numerous standards and recommended practices highlight the safety oversight responsibility of the Member States [5].

Each State must regulate and supervise the civil aviation activities under their responsibility to ensure a safe, efficient, and sustainable civil aviation operations. Thus, at the national level, the Civil Aviation Authority (CAA) of each State has the role to regulate and oversee their local civil aviation system following the international standards set by ICAO. The local authorities create their regulations by customizing the international standards to their civil aviation environment.

The level of the compliance to ICAO SARPs (standards and recommended practices) is an indicator of the performance of the concerned State and shows the health of its aviation system. As a founding member of the ICAO and one of the first States to sign the Chicago Convention, Turkey is fully following the standards and recommended practices set by ICAO.

ICAO has an integrated system called iSTARS (Integrated Safety Trend Analysis and Reporting System), which is only accessible to the civil aviation authorities of the Member States. There are many applications on ICAO iSTARS through which the safety performance of each State is shared.

As per the information given above, in this study, the ICAO safety management SARPs are examined to have an understanding of a healthy civil aviation system in terms of ICAO requirements. In line with this, the implementation of the ICAO safety management SARPs in Turkey and thus the performance of the Turkish civil aviation system has been assessed via the data retrieved from the ICAO databases.

3. SAFETY MANAGEMENT AT A GLANCE

When we look at the meaning of safety in the aviation terminology, it is defined in the Definitions chapter of the ICAO Annex 19 as “the state in which risks associated with aviation activities, related to, or in direct support of the operation of aircraft, are reduced and controlled to an acceptable level”.

In other words, safety is a situation of “being sure” that all risks brought to an acceptable level and kept under control via proactively identifying all possible hazards in the course of aviation activities, assessing the risks related to these hazards and taking necessary measures to reduce the level of those risks. Figure 1 is a depiction of this process.

Figure 1. Safety Risk Management

The understanding of safety which tries to find out the causes of the accidents and incidents via accident investigation is called a reactive approach. In this approach, lessons are learned from the events that have taken place, and efforts are made to take necessary measures to prevent them from happening again. In the reactive approach, the data source is the accident and incident reports.

On the other hand, there is a proactive approach in which it is essential to identify potential hazards via the collection and analysis of safety data obtained in various ways before any accident or incident occurs to evaluate the risks associated with those hazards and then reduce the risk factors before they lead to an accident or incident. In the proactive approach, safety data are accessed by analysing ongoing operations.

Today, because of the growth of the air traffic volume, the number and types of risks are increasing due to the relative decrease in resources added to the system, and therefore a proactive safety management approach is needed to ensure more effective management of these risks. In other words, in these modern times, there is no luxury such as managing safety with a reactive and passive method, only by waiting for accidents and learning lessons from them.

When the statistics on the subject are analysed, it is seen that aviation safety has reached the best levels of all aviation history, while air transport has become the safest form of transportation today [6]. Therefore, it is essential to ensure a transition from reactive thinking systems to proactive systems in terms of both sustainable development of this growth and continuing operations without compromising safety level. The depiction of this transition is given in Figure 2 together with the sources of safety data for both reactive and proactive methods.

Figure 2. The Transition from Reactive Systems to Proactive Systems

One of the important points to be considered here is the fact that the proactive methods are based on the reactive ones in a healthy safety management environment. A holistic safety management system is achieved via the blend of these methods to take the maximum advantage of both.

As it is clearly understood from all the reasons mentioned above, an effective safety management system is an obvious need for aviation rather than a preference. The benefits provided by a holistic approach to safety management also confirm this necessity. Below is a list in which some benefits of safety management systems to organizations are summarized [7]:

- organizational safety culture is strengthened,
- documented process-based approaches to ensure safety assurance is created,
- a better understanding of safety-related interfaces and relationships,
- improved early detection of safety hazards,
- decision making based on safety data,
- improved safety communication,
- revealing that safety is a priority,
- decreasing expenses such as insurance with the improvement in safety,
- increased productivity through well-defined processes and
- prevention of expenses as a result of the reduction in accidents and incidents via good management of risks.

As with any system in which the human element is involved, there is a cultural phenomenon in the aviation system that affects people's behaviour and decisions. As stated in the ICAO Safety Management Manual, this phenomenon, called safety culture, is defined as the attitudes and behaviours that people exhibit in safety and risk management when no one is watching. The safety culture of an organization gives insight into how safety is understood, how much value is valued and prioritized by both employees and management via:

- awareness of the hazards and risks associated with the organization and its activities,
- behavior towards constantly maintaining and improving safety,
- access to the necessary resources for safe operations,
- willingness to adapt to the necessary conditions on safety issues,
- enthusiasm for sharing safety-related data and
- consistent assessment of safety-related behavior across the organization.

The success and effectiveness of safety management systems are directly related to the safety culture within the organization. If the established systems are desired to give the intended results effectively and efficiently, efforts should be made to promote the culture of positive safety within the organization.

4. SAFETY MANAGEMENT IN TURKISH CIVIL AVIATION

As per the reports of the local civil aviation authority of Turkey, it is observed that the Turkish civil aviation sector has increased approximately 5 times in passenger numbers, 3 times in air traffic numbers, and 3 times in total freight amount since 2003 when liberalization in aviation started. Besides, in the last decade, the number of direct and indirect international connections of Turkey has exponentially increased and Turkey has been the country most enlarging its flight network in Europe. In the light of the above-mentioned statistics and the global projections, one of the countries that largest increase in the civil aviation sector in terms of both volume and activity is anticipated to be Turkey [8].

To embrace this growth safely and sustainably, Turkey has established its legislative infrastructure and supporting elements (including the necessary mechanisms required for their continuation) per ICAO safety management standards and requirements. In this manner, national civil aviation legislation in Turkey consists of the Turkish Civil Aviation Law No. 2920 and the regulations and instructions published under this law. The civil aviation activities are performed under these rules [9].

Directorate General of Civil Aviation (SHGM) is the national civil aviation regulatory body of Turkey which is responsible for establishing the civil aviation legislation required for the safe execution of civil aviation following the international standards. SHGM oversees the national civil aviation system via several surveillance mechanisms such as licensing, certification, audits, checks, and inspections.

The legislation, supporting elements and mechanisms established by SHGM are detailed under the headings of “Safety management national legislation”, “Guidance on implementation”, “Oversight mechanisms” and “State safety program” as below.

4.1. Safety Management National Legislation

The main regulation that necessitates the implementation of the safety management system by the service providers is the by-law called “SHY-SMS: Safety Management System in Civil Aviation”. As indicated in this by-law, the below service providers are obliged to implement a safety management system (SMS) commensurate with their size and complexity [10]:

1. air navigation service providers,
2. airport operators,
3. terminal operators,
4. ground handling companies providing at least passenger traffic, load control and communication and “ramp” services to air carriers,
5. ground handling companies providing catering production and service,
6. fuel companies serving air vehicles,
7. commercial air transport companies,
8. type rating training organizations,
9. flight training organizations,
10. approved maintenance organizations,
11. F maintenance organizations,
12. aircraft maintenance training organizations,
13. approved aviation medical centers and
14. aircraft design and production organizations.

Along with SHY-SMS, there are other regulations related to safety management due to their content. The SMS requirements, which are generally framed by the by-laws, are detailed with various instructions for presenting the principles regarding implementation to the use of the aviation community. In addition to the by-laws and instructions issued by the civil aviation authority of Turkey (SHGM), various circulars are also issued to guide, enlighten, or draw attention to the implementation of certain safety-related issues.

4.2. Guidance on Implementation

The Directorate General of Civil Aviation of Turkey (SHGM) conducts guiding activities for the stakeholders of the aviation community during the implementation of legislations that are obligatory such as laws, regulations, instructions, and circulars. SHGM also shares various safety information to reduce possible safety risks and increase the level of the safety performance of the civil aviation community as a whole.

For example, one of the information shares mentioned above is safety bulletins. Safety bulletins are documents published to increase the aviation safety awareness of the aviation community. They may have several contents such as but not limited to assessments of the past safety events, the results of those assessments, and the lessons learned to prevent the recurrence of similar events.

In addition to the above, the Directorate General of Civil Aviation has established an aviation training center named "Turkish Civil Aviation Academy (TCAA)" to provide a high-quality aviation training service compliant with international standards for the benefit of the aviation community. Through the training provided in this center, it is aimed to increase the aviation workforce competency and civil aviation safety capacity locally, regionally, and globally.

Apart from training activities, the civil aviation authority of Turkey (SHGM) tries to offer optimum solutions to the needs of the aviation community through several activities such as conferences, seminars, workshops, and specific working groups. Such activities are carried out both to contribute to the promotion of a positive safety culture and cooperation between stakeholders. Also, some of the important international aviation publications are translated into Turkish by SHGM and presented to the use of the national aviation community for guidance during implementation.

4.3. Oversight Mechanisms

Turkey has achieved high success in safety audits conducted by ICAO under the name of USOAP (Universal Safety Oversight Audit Program) which aims to measure the compliance rate of member countries to ICAO legislation and safety activities. As a result of the ICAO USOAP audits, a percentage is obtained which named as Effective Implementation Level (EI) and shows the percentage of compliance with international standards and recommended practices (SARPs) determined by ICAO [11].

According to the recent targets included in the ICAO global aviation safety plan (GASP), it is aimed to increase the EI level of every country over 75% worldwide [12]. While the said safety compliance average of ICAO member States is currently 69.54%, the compliance rate of Turkey with the ICAO legislation is 84.55%. At this point, as having the figures above the world average of the ICAO Member States, Turkey has a respectable position within the global aviation community in terms of safety oversight performance [13].

The main reasons behind such high compliance with ICAO standards are the well-structured national legislative framework detailed in the previous sections and the constant monitoring mechanisms established and executed by the national civil aviation authority of Turkey (SHGM).

In line with the issues mentioned above, various oversight activities are carried out by SHGM within the scope of continuous supervision of compliance with national legislation, approval of SMS established by service providers, and continuous monitoring of safety performances of the service providers.

As stated in its 2021 annual report, a total of around 2000 audits with a distribution to nearly fifty auditing areas were carried out by SHGM in 2021. The main idea during the planning of these audit activities is to focus more on the quality of the audits and to allocate more resources to activities that will increase aviation safety performance. Ultimately, it is targeted to transform the auditing activities to a more performance-based manner instead of a prescriptive one.

4.4. State Safety Programme

Directorate General of Civil Aviation (SHGM) coordinates the development and implementation of the State Safety Programme (SSP) of Turkey. All the members of the Turkish civil aviation ecosystem are the stakeholders of this process and there has been a continued effort for this. A significant achievement performed so far in terms of the planning and implementation of the required processes [14]. The SSP document of Turkey has been published officially and publicly available for the use of Turkish civil aviation community [15].

ICAO has several applications to track the status of its Member States in the development and implementation of their SSPs. In this study, the data from the ICAO applications are used to show the current performance of Turkey.

ICAO has an integrated system called iSTARS (Integrated Safety Trend Analysis and Reporting System), which is only accessible to the civil aviation authorities of Member States. There are many applications on ICAO iSTARS, one of which is the State Safety Briefing (SSB). Through the SSB, an overview of each State's safety performance is shared via some indicators. In this context, the SSB report of Turkey has reviewed and the current performance of the SSP development and implementation processes are retrieved via the indicators followed by ICAO. When the SSP report of Turkey is reviewed, it is seen that Turkey's performance for the "SSP Foundation" indicator is 92.34%. This indicator is the value showing existing structures in a State which should be in place as a prerequisite prior to the implementation of the SSP for

effective safety management. The value of the "SSP Foundation" indicator is calculated as the percentage of providing 311 sub-questions, which are considered to be the basis for the implementation of the SSP, among the USOAP audit questions. Thus, for an effective and complete SSP implementation, each State should aim to achieve 100% for this indicator.

Another indicator included in the SSB report is the "State Safety Programme (SSP) Implementation" which shows the implementation rate of the State Safety Programme of that particular State. ICAO monitors its member States' SSP implementation status through an application called "SSP Gap Analysis" on iSTARS. When establishing their SSP, member States identify both their current status and the deficiencies in their systems by answering the questions in that application. The results obtained by the SSP Gap Analysis application is summarized as the SSP Implementation indicator and shows the status of the SSP implementation in that State. With this indicator, ICAO classifies the SSP implementation levels of States into five levels as follows:

- Level 0: States that have not yet started GAP analysis on iSTARS
- Level 1: States that have started GAP analysis on iSTARS.
- Level 2: States that have reviewed all GAP analysis questions.
- Level 3: States that have created an action plan for all questions that they have not yet implemented.
- Level 4: States that have completed all actions and have fully implemented the SSP.

When Turkey's SSB report is reviewed, it is seen that Turkey is at Level 2 in terms of the SSP implementation progress.

5. RESULTS AND DISCUSSION

In all the projections carried out, the world civil aviation sector is anticipated to be doubled in terms of both volume and activity in the next twenty years.

Due to the increasing volumes and the complexity of the activities carried out, a systematic approach is inevitable, especially for aviation safety management both at the State and worldwide. In this systematic approach, ICAO safety management policies and standards specify the responsibilities of States in detail and thus all the States are expected to regulate their national aviation systems in line with these principles.

The uniform implementation of the International Civil Aviation Organization (ICAO) standards and recommended practices (SARPs) by ICAO member States is the fundamental principle of the International Civil Aviation Convention (Chicago Convention) and forms the basis of a safe global aviation system.

In line with the standards defined by ICAO, States should establish operating, effective, and result-oriented State Safety Programs (SSP) with all required mechanisms. For each State to develop and implement their SSP effectively, they should create various interaction mechanisms with all stakeholders of the aviation community to make the desired progress in all phases of the SSP development, planning, and implementation processes. This interaction should not only be with the local stakeholders but also with the global ones. As the national legislative systems require a high level of compliance with international standards and even a level above them when necessary, the interaction between the local civil aviation authority and ICAO becomes very crucial.

Local civil aviation authorities should actively participate in ICAO activities such as but not limited to panels, working groups, training, seminars, and conferences and should contribute to the standardization efforts for a harmonized aviation safety management worldwide.
Also, local civil aviation authorities should be willing to share safety data and information with ICAO in order for the international community to benefit from the experiences and lessons learned by the Member States.
Besides, ICAO should continuously analyze the needs of the local civil aviation authorities and put efforts to fulfill their needs via practical standards, practices, and tools to help the Member States during their journey towards achieving effective safety management.

6. CONCLUSION

A wide range of safety management activities take place at the national, regional, or international levels, but repeated or contradictory practices are often encountered due to the lack of communication between the stakeholders. Therefore, to increase aviation safety performance level worldwide, there should be suitable and efficient communication mechanisms to ensure a high level of harmony among all public and private stakeholders mainly between the local civil aviation authorities and the global civil aviation authority, ICAO.
In conclusion, it should be noted that this is an ongoing journey and requires the willingness of States to put efforts and allocate enough resources to continuously improve their systems for achieving effective safety management and increased safety performance.

7. REFERENCES

[1] "The Wright Brothers - First Flight, 1903." http://www.eyewitnesstohistory.com/wright.htm (accessed Aug. 2, 2022).

[2] Industry High-level Group, "Aviation Benefits Report," p. 76, 2019.

[3] "Standards and Recommended Practices." https://www.ifatca.org/about-ifatca/icao-activities/making-standards-and-recommended-practices-sarps/ (accessed Aug. 2, 2022).

[4] International Civil Aviation Organization (ICAO), *Annex 19 - Safety Management*. 2016.

[5] International Civil Aviation Organization (ICAO), *Convention on International Civil Aviation*. 2000.

[6] IATA, "IATA Releases 2021 Airline Safety Performance." 2022. https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-03-02-01/ (accessed Aug. 2, 2022).

[7] International Civil Aviation Organization (ICAO), *Doc 9859, Safety Management Manual (SMM)*. 2018.

[8] SHGM, "Directorate General of Civil Aviation (Turkey) Annual Report," 2021. [Online]. Available: http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/faaliyet/2021.pdf.

[9] "Turkish Civil Aviation Law No. 2920 (Türk Sivil Havacılık Kanunu)." 1983.

[10] "By-law on Safety Management System in Civil Aviation (SHY-SMS)." 2012.

[11] International Civil Aviation Organization (ICAO), *Doc 9734 - Safety Oversight Manual Part A*. 2017.

[12] International Civil Aviation Organization (ICAO), *Doc 10004, Global Aviation Safety Plan (GASP)*. 2019.

[13] State Safety Briefing of Turkey. ICAO iSTARS, Montreal, 2022.

[14] SHGM, "State Safety Programme for Aviation". https://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/6666-sivil-havacilik-devlet-emniyet-programi. (accessed Aug. 2, 2022).

[15] SHGM, "State Safety Programme Document of Turkey" 2021. [Online]. Available: https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/dep/TR_SHDEP_210421.pdf.

POTANSİYEL KAN BAĞIŞLÇILARININ MAKİNE ÖĞRENMESİ TEKNİKLERİ İLE TAHMİNLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi ONUR SEVLİ [1]
[1] Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
ORCID ID: 0000-0002-8933-8395

ÖZET

Kan, yaşam için son derece büyük bir öneme sahip, vücuttaki tek sıvı dokudur. Kan içerisinde yer alan bileşenlerle vücutta taşıma, savunma, pıhtılaşma ve düzenleme gibi temel ve hayati görevleri yerine getirir. Her bir fonksiyonu hayati önem taşıyan kan hücrelerinin vücuttaki üretiminde bozukluk veya yaralanma, kaza, cerrahi müdahale gibi durumlarda eksilmesi yaşamı riske sokabilir. Bu gibi durumlarda ihtiyaç sahibi bireye kan nakli gerçekleştirilerek risk durumu ortadan kaldırılır. Kan nakli, kan uyumu olan ve sağlıklı bireylerden alınan kanın, başka bir bireyin dolaşım sistemine, bütün olarak veya ihtiyaç duyulan hücreler halinde nakledilmesi işlemidir. Her gün meydana gelen birçok kaza, yaralanma, cerrahi operasyon ve hastalıklar gibi farklı nedenlerle kan nakillerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kan bağışı sosyal bir sorumluluktur ve düzenli bağış birçok insanın hayatını kurtarmaya yardımcı olur. Kan bağışında dikkat edilen temel iki kriter bağışçı ve kan nakli yapılacak bireyin zararlardan korunmasıdır. Kan bağışında bulunacak bireyin seçimi uzman bir hekim tarafından yapılır. Kan nakil merkezleri / kan bankaları yapılan bağışlara ilişkin belirli bilgileri kayıt altında tutmaktadır. Bu verilerin analiz edilerek potansiyel bağışçıların belirlenmesi, kan merkezindeki stokların yeterli seviyede tutulması ve ihtiyaç sahiplerine gerekli kanın hızlı şekilde temin edilebilmesi açısından önemlidir. Ancak sürekli artan verilerin uzmanlar tarafından hızlı bir şekilde analiz edilmesi giderek daha zor hale gelmektedir. Bu durumda yapay zekâ tekniklerinden yararlanılarak istikrarlı ve hızlı çıkarımlar gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada Tayvan'daki bir kan nakil merkezi tarafından oluşturulan 5 öznitelik ve 748 kayıttan oluşan veri seti üzerinde kan bağışlama potansiyeli olan donörlerin tespitine yönelik tahminlemeler gerçekleştirilmiştir. Random Forest (RF), AdaBoost (AB), GradientBoosting (GB) ve Artificial Neural Network (ANN) olmak üzere dört farklı algoritma ile gerçekleştirilen sınıflandırmalarda en yüksek doğruluk değeri %80.2 olarak ANN ile elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kan bağışı, donör tahmini, makine öğrenmesi

PREDICTION OF POTENTIAL BLOOD DONORS WITH MACHINE LEARNING TECHNIQUES

ABSTRACT

Blood is the only liquid tissue in the body that is extremely important for life. With the components, it contains, blood performs essential and vital tasks such as transport, defense, coagulation, and regulation in the body. The loss of blood cells, each function of which is vital, as a result of a malfunction in the body's production, or due to injuries, accidents, or surgical interventions, can put life at risk. In such cases, the risk situation is eliminated by performing a blood transfusion on the needy individual. Blood transfusion is the process of transferring the blood taken from blood-compatible and healthy individuals to the circulatory system of another individual, in whole or in the cells needed. Blood transfusions are needed for different reasons such as many accidents, injuries, surgical operations, and diseases that occur every day. Donating blood is a social responsibility and regular donation helps save many people's lives. The two main criteria that are considered in blood donation are the protection of the donor and the person to be transfused from harm. The choice of the person to donate blood is made by an expert. Blood transfusion centers/blood banks keep certain information about donations made. Identifying potential donors by analyzing these data is important in terms of keeping the stocks at the blood center at an adequate level and providing the necessary blood quickly to those in need. However, it becomes more difficult to analyze the ever-increasing data quickly by experts. In this case, stable and fast inferences can be made by using artificial intelligence techniques. In this study, estimations were made on the data set consisting of 5 features and 748 records created by a blood transfusion center in Taiwan, for the detection of donors with the potential to donate blood. In classifications performed with four different algorithms, namely Random Forest (RF), AdaBoost (AB), GradientBoosting (GB), and Artificial Neural Network (ANN), the highest accuracy value was obtained with ANN as 80.2%.

Keywords: Blood donor prediction, classification, machine learning

1. GİRİŞ

Kan yaşamın devamlılığını sağlayan vücudumuzdaki tek sıvı dokudur (Kızılay, 2022). Yetişkin bir birey ortalama 5-6 litre kana sahiptir. Kalbe gelen kan pompalanarak vücudun en uç noktalarına kadar uzanan damarlar içerisinde yol alır. Kan dokulara oksijen ve besin iletimini sağlarken dokularda oluşan karbondioksit ve atıkların da dışarı atılmasını sağlar. Son derece hayati bir fonksiyona sahip olan kan akışının durması yaşamın son bulmasına neden olur.

Sağlığın ve yaşamın temel unsuru olarak görülen kanın yerine getirdiği başlıca fonksiyonlar şunlardır:

1. Taşıma: Kandaki kırmızı renkli hücreler olan alyuvarlar (eritrosit) vasıtasıyla akciğerlerden dokulara oksijen ve dokulardan akciğere karbondioksit taşır. Bunun yanında kan sıvısı hormon, vitamin, mineral, protein, karbonhidrat ve besinlerin hücrelere; hücrelerde oluşan artıkların süzülmek üzere karaciğer ve böbreklere taşınmasını sağlar.
2. Savunma: Kan içerdiği lökosit (akyuvar-WBC) gibi savunma hücreleri aracılığı ile vücudu mikroplar ve toksinlerden korur.
3. Pıhtılaşma: Kan içerisinde yer alan trombositler (kan pulcukları) yaralanma durumunda pıhtılaşmayı sağlayarak kan kaybını engeller.
4. Düzenleme: Kan, hücrelerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli asit-baz dengesi, sıvı yoğunluğu, vücut sıcaklığı gibi dengelerin korunmasını sağlar.

Kanın yapısında eritrosit, lökosit, trombosit hücreleri ve plazma sıvısı yer alır. Eritrositlerin fonksiyonel yetersizliği hücrelerin yeterince oksijenlenememesine neden olur. Lökosit yetersizliği savunma sisteminde bozulmalara neden olurken, trombosit yetersizliği pıhtılaşma fonksiyonunda düzensizliğe ve kanamaların durdurulamamasına sebep olur. Her bir bileşeni ile hayati önem taşıyan kanın tümüyle ya da belirli bileşenleri açısından vücutta yeterince üretilememesi; yaralanmalar, beklenmeyen kanamalar nedeni ile kaybı yaşamı riske sokar. Risk altındaki bireyin yaşam fonksiyonların aksamadan yerine getirilebilmesi için ihtiyaç duyulan kan hücrelerinin bireye dışarından nakledilmesi yoluyla sağlığına kavuşması sağlanabilir.

Bireylere kendi kan grupları ile uyumlu sağlıklı diğer bireylerden kan nakli gerçekleştirilebilir. Bu potansiyel olarak hayat kurtarıcı prosedüre pek çok nedenden dolayı ihtiyaç duyulmaktadır. Yaralanmalar, kanamalar, kan hücrelerinin üretimini baskılayan hastalıklar, cerrahi müdahale gibi pek çok durumda kan nakli gereklidir. Kan nakli, ihtiyaç duyulan kanın bir kısmı ya da kısımlarının sağlıklı bireyden alınarak hasta bireyin dolaşım sistemine aktarılması yoluyla gerçekleştirilir. Tüm hücreleri ile birlikte tam kan nakilleri de yapılabilmektedir ancak genelde tam kan nakli yaygın değildir. Kısmi nakiller içerisinde en çok aktarılan ise kırmızı kan hücreleridir. Kan nakli genelde komplikasyonsuz gerçekleşir. Bazen hafif komplikasyonlar ve çok nadiren şiddetli olanlar ise nakil sırasında veya birkaç gün sonrasında ortaya çıkabilmektedir. Daha yaygın yan etkiler, kaşıntıya neden olabilecek alerjik reaksiyonlar ve ateştir (Mayo Clinic, 2022).

Kan nakli yapılırken öncelikli iki temel duruma dikkat edilir: Donörü ve kan alacak hastayı zararlardan korumak. Kan nakli için donörün kan grubu ve Rh faktörünün ihtiyaç sahibi ile uyumlu olması ve donörün sağlıklı olması gerekir. Kan bağışında gönüllülük esastır. Bağışçıların seçimi belirli kriterler göz önünde bulundurularak uzman hekimler tarafından yapılmalıdır.

Her gün kaza, yaralanma, cerrahi işlemler, hastalıklar gibi pek çok nedenden dolayı kan nakillerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kanaması olan bir hastanın ameliyatında 8 üniteye varan kan ihtiyacı oluşabilmektedir. Kan bağışı sosyal bir sorumluluk olup düzenli bağış pek çok insanın hayatının kurtulmasını sağlar. Kan bağışında bulunan bireylerin bilgileri kan bankalarının veri tabanlarında tutularak ihtiyaç durumunda ilgili bireylere ulaşılabilmektedir. Ayrıca belirli periyotlarla kan bağışlama potansiyeli olan bireylere ulaşmak mevcut kan stoklarının yeterli seviyede tutulmasına imkân sağlar. Kan bankalarının sistemlerinde kayıtlı milyonlarca bağışçı verisinden kan vermeye uygun olanların insan uzmanlar tarafından hızlı bir şekilde değerlendirilmesi, artan kayıt sayısı ile giderek daha zor hale gelmektedir. Bu noktada yapay zekâ teknolojilerinden destek almak soruna alternatif ve hızlı bir çözüm sunabilir.

Bu çalışmada Tayvan'daki bir kan nakil merkezinden elde edilen veri seti üzerinde kan bağışında bulunma potansiyeli olan donörlerin tespit edilmesini sağlayan makine öğrenmesi temelli bir çözüm önerilmiştir. Dört farklı algoritma ile gerçekleştirilen işlemlerin sonuçları raporlanarak algoritmaların başarıları değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri seti Yeh vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sunulan, Tayvan'ın Hsin-Chu şehrindeki kan nakil merkezinden alınan verilerden oluşmaktadır. Veri seti içerisinde 4 adet nümerik girdi özniteliği ve 1 adet kategorik hedef olmak üzere toplam 5 öznitelik ve 748 adet kayıt bulunmaktadır. Veri seti içerisinde yer alan öznitelikler ve açıklamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Veri setinde yer alan öznitelikler

Öznitelik adı	Türü	Açıklama
Recency (yakın zamanlılık)	Nümerik	Son bağıştan bu yana geçen süre (ay)
Frequency (sıklık)	Nümerik	Toplam bağış sayısı
Monetary (miktar)	Nümerik	Bağışlanan toplam kan (santimetre küp - c.c.)
Time (zaman)	Nümerik	İlk bağıştan bu yana geçen zaman (ay)
Donation (bağış durumu)	Kategorik	0 – Bağış yapamaz, 1- Bağış yapabilir

Veri setinde yer alan nümerik özniteliklerin istatistiki bilgileri Çizelge 2'de yer almaktadır.

Çizelge 2. Nümerik özniteliklerin istatistiki değerleri

	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma
Recency	0	74	9.507	8.095
Frequency	1	50	5.515	5.839
Monetary	250	12500	1378.676	1459.826
Time	2	98	34.282	24.376

Veri seti içerisinde yer alan 4 adet nümerik özellik tahminleme için kullanılacak olan girdiler, kategorik özellik olan Donation ise hedef değişkendir. Hedef değişken ile girdiler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi Görsel 1'de verilmiştir.

Görsel 1. Korelasyon matrisi

2.2. Kullanılan Sınıflandırma Algoritmaları

Veri seti içerisinde yer alan Recency, Frequency, Monetary, Time özelliklerine bağlı olarak Donation özelliğini tahminlemek için Random Forest (RF), AdaBoost (AB), GradientBoosting (GB) ve Artificial Neural Network (ANN) olmak üzere dört farklı algoritma kullanılmıştır.

Kalabalıkların bilgeliği felsefesinden hareketle ortaya çıkan RF (Rastgele Orman), bir topluluk olarak çalışan çok sayıda bireysel karar ağacından oluşur. RF modelindeki her bir bağımsız ağaç bir sınıf tahmini üretir ve en çok oyu alan sınıf modelin genel tahmin sonucu olur. Model

içerisindeki bazı ağaçlar yanlış kararlar üretebilse de bir topluluk halinde verilen karar daha doğru sonuca götürür.

AB (Adaptive Boosting), Freund ve Schapire (1995) tarafından formüle edilen istatistiki bir meta sınıflandırma algoritmasıdır. AB, genellikle ikili sınıflandırma problemleri için kullanılsa da çok sınıflı sınıflandırma problemlerine de adapte edilebilir. AB algoritması bazı problemlerde aşırı uydurma sorununa diğer öğrenme algoritmalarından daha az duyarlı olabilir.

GB (Gradyan artırma), güçlü tahmine dayalı bir model oluşturmak için birçok zayıf öğrenme modelini bir araya getiren makine öğrenmesi algoritmaları grubudur. Sınıflandırma ve regresyon problemlerinde yaygın olarak kullanılır (Piryonesi & El-Diraby, 2020). GB, zayıf tahmin modelleri olan karar ağaçlarının birleşiminden oluşan güçlü bir topluluk modeli ortaya koyar.

ANN (Yapay Sinir Ağı), canlıların beyinlerini oluşturan biyolojik sinir ağlarından ilham alan matematiksel bilgi işleme modelidir. Bir ANN biyolojik bir beyindeki nöronları gevşek bir şekilde modelleyen yapay nöronlar adı verilen bağlı birimler koleksiyonuna dayanır. Nöronlar arasındaki sinaps olarak adlandırılan her bir bağlantı diğer bir nörona sinyal iletimini sağlar. Nöronlar arası iletişimin gücüne bağlı olarak her bir sinaps belirli bir güce sahiptir. Her bir nöron, üzerinde toplanan girdileri bir aktivasyon fonksiyonundan geçirerek çıktı üretir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

Kan bağışında bulunan donör bilgilerini içeren bir veri seti kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada; son bağıştan itibaren geçen süre, toplam bağış sayısı, bağışlanan toplam kan miktarı ve ilk bağıştan bu yana geçen zaman bilgileri girdi olarak alınıp, bireyin kan bağışlamaya uygun olup olmadığını tahminlemeye çalışan sınıflandırmalar gerçekleştirilmiştir. 4 adet girdi, 1 adet hedef özellik ve 748 örnekten oluşan veri seti RF, AB, GB ve ANN algoritmaları kullanılarak sınıflandırılmıştır. Her bir sınıflandırıcı için kullanılan parametreler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Kullanılan sınıflandırıcıların parametreleri

Sınıflandırıcı	Parametre
RF	n_estimators=100
AB	estimators=50, learning_rate=1.0, classification algorithm=SAMME.R
GB	number of trees=100, learning_rate=0.1
ANN	Number of hidden layers=2 (100,50 neuron), optimization=Adam, activation= ReLu, iterations=100

Her bir sınıflandırıcının performansı karmaşıklık matrisi (confusion matrix) üzerinden elde edilen doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve F1-Skor metrikleri açısından raporlanmıştır. 5 kat çapraz doğrulama kullanılarak gerçekleştirilen sınıflandırma işlemlerinin sonucunda elde edilen değerlerin ortalamaları raporlanmıştır.

RF algoritması ile elde edilen karmaşıklık matrisi Görsel 2'de ve ölçümlenen performans sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

		Predicted		
		0	1	Σ
Actual	0	516	54	570
	1	119	59	178
	Σ	635	113	748

Görsel 2. RF ile elde edilen karmaşıklık matrisi

Çizelge 4. RF ile elde edilen ölçümler

Metrik	Değer
Doğruluk	%76.9
Kesinlik	%74.4
Duyarlılık	%76.7
F1-Skoru	%75.0

RF algoritmasının genel sınıflandırma başarısını gösteren doğruluk değeri %76.9 olarak elde edilirken, sınıfları birbirinden ayırt etme başarılarını gösteren kesinlik ve duyarlılık değerleri %74.4 ve %76.7 olarak elde edilmiştir. Bu iki değer arasındaki dengeyi ifade eden F1-Skor değeri ise %75.0 olarak ölçümlenmiştir.

AB algoritması ile elde edilen karmaşıklık matrisi Görsel 3'te ve ölçümlenen performans sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

		Predicted		
		0	1	Σ
Actual	0	491	79	570
	1	127	51	178
	Σ	618	130	748

Görsel 3. AB ile elde edilen karmaşıklık matrisi

Çizelge 5. AB ile elde edilen ölçümler

Metrik	Değer
Doğruluk	%72.5
Kesinlik	%69.9
Duyarlılık	%72.5
F1-Skoru	%70.9

AB algoritmasının genel sınıflandırma başarısını gösteren doğruluk değeri %72.5 olarak elde edilirken, sınıfları birbirinden ayırt etme başarılarını gösteren kesinlik ve duyarlılık değerleri %69.9 ve %72.5 olarak elde edilmiştir. Bu iki değer arasındaki dengeyi ifade eden F1-Skor değeri ise %70.9 olarak ölçümlenmiştir.

GB algoritması ile elde edilen karmaşıklık matrisi Görsel 4'te ve ölçümlenen performans sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

		Predicted		
		0	1	Σ
Actual	0	531	39	570
	1	125	53	178
	Σ	656	92	748

Görsel 4. GB ile elde edilen karmaşıklık matrisi

Çizelge 6. GB ile elde edilen ölçümler

Metrik	Değer
Doğruluk	%78.1
Kesinlik	%75.4
Duyarlılık	%78.1
F1-Skoru	%76.7

GB algoritmasının genel sınıflandırma başarısını gösteren doğruluk değeri %78.1 olarak elde edilirken, sınıfları birbirinden ayırt etme başarılarını gösteren kesinlik ve duyarlılık değerleri %75.4 ve %78.1 olarak elde edilmiştir. Bu iki değer arasındaki dengeyi ifade eden F1-Skor değeri ise %76.7 olarak ölçümlenmiştir.

ANN algoritması ile elde edilen karmaşıklık matrisi Görsel 5'te ve ölçümlenen performans sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Actual \ Predicted	0	1	Σ
0	532	38	570
1	110	68	178
Σ	642	106	748

Görsel 5. ANN ile elde edilen karmaşıklık matrisi

Çizelge 7. ANN ile elde edilen ölçümler

Metrik	Değer
Doğruluk	%80.2
Kesinlik	%78.4
Duyarlılık	%80
F1-Skoru	%79.2

ANN algoritmasının genel sınıflandırma başarısını gösteren doğruluk değeri %80.2 olarak elde edilirken, sınıfları birbirinden ayırt etme başarılarını gösteren kesinlik ve duyarlılık değerleri %78.4 ve %80 olarak elde edilmiştir. Bu iki değer arasındaki dengeyi ifade eden F1-Skor değeri ise %79.2 olarak ölçümlenmiştir.

Dört farklı algoritma ile elde edilen, genel sınıflandırma başarısını gösteren doğruluk ve sınıfların ayırt edilme durumunu genelleyen F1-Skor değerlerinin karşılaştırmalı grafiği Görsel 6'da verilmiştir.

Görsel 6. Kullanılan algoritmaların performans karşılaştırması

Gerçekleştirilen sınıflandırmalar sonucunda en yüksek doğruluk değeri %80.2 olarak ANN algoritması ile elde edilmiştir. Bunu %78.1 ile GB, %76.9 ile RF ve %72.5 ile AB izlemektedir. F1-Skoru açısından değerlendirildiğinde ANN yine %79.2 skor ile ilk sırada yer almaktadır. Bunu %76.7 ile GB, %75.0 ile RF ve %70.9 ile AB izlemektedir. Genel başarı değerlendirmesinde en yüksek performansı ANN sergilerken bunu sırası ile GB, RF ve AB izlemiştir. Kullanılan dört farklı algoritmanın doğruluk ortalamaları %76.925'tir. Tüm algoritmalar ile elde edilen ölçümler genel anlamda yüksek olmakla birlikte AB algoritması bu sınıflandırma probleminde kullanılan diğer üç modele göre ortalamanın yaklaşık %4 altında bir performans sergilemiştir.

4. SONUÇ

Kan, insan hayatının devamlılığı için en önemli unsurlardan biridir. Çeşitli nedenlerle vücutta meydana gelen kan hücrelerinin eksikliği sağlıklı bireyden hasta bireye kan nakli yolu ile giderilebilmektedir. Daha önce kan bağışında bulunan donörlerin verileri kan bankalarında kayıt altında tutulmaktadır. Giderek artan bu verilerin hızlı ve doğru şekilde analiz edilerek kan bağışında bulunma potansiyeli olan bireylerin tespiti ihtiyaç duyulan kan nakillerinin zamanında gerçekleştirilebilmesine olanak sağlar. Bu çalışmada bir kan nakil merkezindeki 4 adet girdi, bağış potansiyelini gösteren 1 adet hedef özellik ve 748 kayıttan oluşan veri seti kullanılarak tahminlemeler gerçekleştirilmiştir. Random Forest (RF), AdaBoost (AB), Gradient Boosting (GB) ve Artificial Neural Network (ANN) kullanılarak gerçekleştirilen sınıfladırmaların sonucunda 100 ve 50 adet nörondan oluşlan 2 katmanlı ANN ile %80.2 ile en yüksek doğruluğa ulaşılmıştır. Bunu 78.1 ile GB, 76.9 ile RF ve 72.5 ile AB izlemiştir. Bu

çalışma ile az sayıda girdi ile kan bağışlama potansiyeli yüksek bireylerin yapay zekâ destekli seçimine yönelik alternatif bir yöntem önerilmiştir. Gelecek çalışmalarda daha detaylı girdi parametreleri ve farklı algoritmalarla tahmin başarısının yükseltilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Freund, Y., & Schapire, R. E. (1995). A desicion-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. İçinde *Lecture Notes in Computer Science* (ss. 23-37).

Kızılay. (2022). *Kan Hizmetleri*. https://www.kanver.org/sayfa/e-kutuphane/kan-hakkinda-bilinmesi-gerekenler

Mayo Clinic. (2022). *Blood transfusion*. https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/blood-transfusion

Piryonesi, S. M., & El-Diraby, T. E. (2020). Data analytics in asset management: Cost-effective prediction of the pavement condition index. *Journal of Infrastructure Systems*, *26*(1), 04019036.

Yeh, I.-C., Yang, K.-J., & Ting, T.-M. (2009). Knowledge discovery on RFM model using Bernoulli sequence. *Expert Systems with Applications*, *36*(3), 5866-5871.

KREDİ KARTI DOLANDIRICILIĞININ YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANILARAK TESPİTİ

Dr. Öğr. Üyesi ONUR SEVLİ [1]

[1] Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-8933-8395

ÖZET

Dijital teknolojiler gün geçtikçe hayatımızda daha çok yer bulmaya devam etmektedir. İnternet kullanımının da yaygınlaşması ile birlikte pek çok finansal işlem dijital araç ve cihazlar vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bu dijital işlemlerin pek çoğunda kredi kartları kullanılmaktadır. Dijital finansal işlemler ve kredi kartı kullanımı, sağladığı kolaylıkların yanında bu konudaki dolandırıcılık faaliyetlerinin de daha rahat gerçekleştirilebilmesine zemin oluşturmaktadır. Dolandırıcılık, haksız kazanç elde etmek için suç teşkil eden her tür aldatma eylemi olarak tanımlanabilir. Kredi kartı dolandırıcılığı ise kart sahibinin izni dışında kredi kartını başkasının alışveriş yapmak veya nakit avans çekmek için kullanması eylemidir. Kredi kartı dolandırıcılığı fiziki kartın ele geçirilmesi yolu ile gerçekleştirilebileceği gibi genellikle kart bilgilerinin elde edilmesi yolu ile gerçekleştirilir. Kredi kartı ile gerçekleştirilen işlemler konusunda her ne kadar ek güvenlik önlemleri alınsa da dolandırıcılık suçlarının sayıları artmaktadır. Bu noktada kredi kartı hizmeti sunan şirketlerin, müşterilerinin bilgisi dışında gerçekleşen sahte işlemleri tespit edebilmeleri önemlidir. Kredi kartı dolandırıcılığı tespiti finans kurumlarının dolandırıcılıkla mücadele etmek ve dolandırıcılık işlemlerini durdurmak için uyguladıkları politikalar bütünüdür. Pek çok alanda sağladığı avantajlarla yapay zekâ kredi kartı dolandırıcılığının tespiti konusunda da ilgi duyulan bir teknoloji haline gelmiştir. Bu çalışmada kredi kartı dolandırıcılığının tespitine yönelik Yapay Sinir Ağları kullanılarak bir tahminleme çalışması gerçekleştirilmiştir. 30 adet öznitelik ve 284807 adet kayıttan oluşan veri seti üzerinde dolandırıcılığa yönelik işlemlerin, yasal işlemlerden ayrılmasına yönelik bir tahminleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan sınıflandırmalar sonucunda %99.94 doğruluk, %93 kesinlik, %86 duyarlılık ve %89 F1-Skor değerleri elde edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma kredi kartı hizmeti sunan şirketlerin işlem hareketlerini gerçek zamanlı ve zekice değerlendirerek dolandırıcılık işlemlerini tespit edebilmelerine yönelik bir örnek teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kredi Kartı Dolandırıcılığı Tespiti, Yapay Sinir Ağları, Sınıflandırma

DETECTION OF CREDIT CARD FRAUD USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ABSTRACT

Digital technologies continue to find more and more place in our lives day by day. With the widespread use of the Internet, many financial transactions are carried out through digital tools and devices. Credit cards are used in many of these digital transactions. Digital financial transactions and the use of credit cards provide convenience as well as laying the groundwork for fraudulent activities to be carried out more easily. Fraud can be defined as any act of deception that constitutes a crime to gain unfair advantage. Credit card fraud is the act of using someone else's credit card to make purchases or take a cash advance without the cardholder's consent. Credit card fraud can be done in the form of obtaining a physical card, or it is usually carried out by obtaining card information. Although additional security measures are taken for credit card transactions, the number of fraudulent crimes is increasing. At this point, it is important for companies that offer credit card services to be able to detect fraudulent transactions that occur without the knowledge of their customers. Credit card fraud detection is a set of policies implemented by financial institutions to combat fraud and stop fraudulent transactions. With the advantages it provides in many areas, artificial intelligence has also become a technology of interest in the detection of credit card fraud. In this study, an estimation study was carried out using Artificial Neural Networks for the detection of credit card fraud. As a result of the classifications, 99.94% accuracy, 93% precision, 86% sensitivity and 89% F1-Score values were obtained. The conducted study sets an example for companies providing credit card services to detect fraudulent transactions by evaluating transaction movements in real time and intelligently.

Keywords: Credit Card Fraud Detection, Artificial Neural Networks, Classification

1. GİRİŞ

Hızı giderek artan dijital dönüşüm ve internet kullanımının yaygınlaşması ile birlikte elektronik ortamda gerçekleşen alış-veriş ve diğer finansal işlemlerin sayısı da giderek artmaktadır. Bu işlemler esnasında genellikle kredi kartlarına başvurulmaktadır. Dijital ortamlarda kolaylıkla gerçekleşen finansal işlemler, bireylere büyük bir rahatlık sağlamanın yanında yasadışı faaliyetlerin daha kolay gerçekleşmesine zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle finansal dolandırıcılık suçlarının sayısı da giderek artmaktadır.

Dolandırıcılık, haksız finansal kazanç elde etmek amacıyla suç teşkil eden her türden aldatma eylemi olarak tanımlanabilir (Awoyemi vd., 2017). Kredi kartı dolandırıcılığı ise kart sahibinin izni ve bilgisi olmadan kredi kartını başka bir kişinin alışveriş yapmak veya nakit avans çekmek için kullanması eylemidir. Dolandırıcılar, kartın kendisini fiziksel hırsızlık yoluyla elde edebilmenin yanında genellikle kredi kartı numarasını ve beraberindeki kişisel bilgileri çalmak için dijital yöntemlerden giderek daha fazla yararlanmaktadır. Gerek fiziksel gerek çevrimiçi finansal işlemlerde kredi kartı kullanımının artması ile kredi kartı dolandırıcılığı vakaları da giderek artmaktadır. 2021 yılı sonunda yayımlanan dünya genelindeki kart dolandırıcılığı raporunda gelecek beş yılda kredi kartı dolandırıcılığı ile ilgili kayıpların 43 milyar dolara, gelecek on yılda ise 409 milyar dolara ulaşacağı bildirilmektedir (*Nilson Report*, 2021). Bu durum kredi kartı dolandırıcılığının giderek daha büyük bir tehdit haline geldiğini göstermektedir.

Kredi kartı dolandırıcılığı fiziki kartın çalınması veya klonlanması yoluyla gerçekleştirilebileceği gibi fiziki kart olmadan kurbanın hesapla ilişkili telefon numarası ve çeşitli kişisel bilgileri üzerinden kredi kartı numarası ve güvenlik kodunun (CVV) ele geçirilmesi ile gerçekleştirilebilir. Kredi kartı hırsızlığı aslında kimlik hırsızlığının en yaygın biçimlerindendir. Dolandırıcı bir siber saldırı veya veri ihlali yoluyla ele geçirdiği başkasına ait kişisel bilgileri kullanarak kurbanını finansal zarara uğratabilmektedir. Bunun yanında, çeşitli bankalar, satıcılar ve diğer işletmelerde meydana gelen büyük veri ihlalleri, güvenliği ihlal edilmiş kredi kartı bilgileri ve kişisel bilgiler internet üzerinde karaborsalarda başka kişilere satılmaktadır. Güvenliği ihlal edilmiş kart bilgilerinin mevcudiyeti çevrimiçi alışverişteki artışla birleştiğinde fiziki kart olmaksızın gerçekleştirilen kredi kartı dolandırıcılıkları da önemli ölçüde artmıştır.

Kredi kartı dolandırıcılıklarının önüne geçmek için şirketler farklı çip teknolojileri ve PIN kodu ile alışveriş gibi yeni güvenlik yöntemleri kullanmaya başlamışlardır. Ancak her ne kadar ek güvenlik önlemleri alınsa da yeterli olmamakta, dolandırıcılık işlemlerini gerçek zamanlı olarak tespit edip önlemek için işlem hareketlerinin zekice değerlendirilmesi gerekmektedir. Kredi kartı dolandırıcılığı tespiti, kredi kartı şirketlerinin ve finans kurumlarının dolandırıcılıkla mücadele etmek ve dolandırıcılık işlemlerini durdurmak için uyguladıkları politikalar ve metodolojiler bütünüdür. Son yıllardaki kredi kartı işlemlerinin sayısının katlanarak artmasından dolayı dolandırıcılık tespitinin de dijital sistemlerle otomatik, hızlı ve istikrarlı şekilde yapılması önem arz etmektedir.

Kredi kartı dolandırıcılığının tespiti, hileli olan işlemlerin, yasal (gerçek) işlemlerden ayrılması sürecidir (Maes vd., 2002). Kredi kartı dolandırıcılığı tespiti, bir kartın harcama davranışının analizine dayanır. Pek çok alanda olduğu gibi yapay zekâ teknolojileri kredi kartı dolandırıcılığı vakalarının tespit edilmesi konusunda ilgi duyulan bir teknoloji haline gelmektedir. Kredi kartı dolandırıcılığı tespiti konusunda, genetik algoritmalar (RamaKalyani & UmaDevi, 2012), destek vektör makinesi (Singh vd., 2012) karar ağacı (Gaikwad vd., 2014), ve Naive Baes (Bahnsen vd., 2014) gibi yapay zekâ algoritmaları kullanılarak çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları kullanılarak kredi kartı dolandırıcılığının tespitine yönelik bir tahminleme çalışması gerçekleştirilmiştir. 284807 kayıt içeren veri seti üzerinde gerçekleştirilen sınıflandırmada kredi kartı işlem kayıtlarından yola çıkılarak dolandırıcılığa yönelik işlemler ayırt edilmeye çalışılmıştır.

2. VERİ SETİ

Kredi kartı hizmeti sunan şirketlerin, müşterilerinin bilgisi dışında gerçekleşen sahte işlemleri tanılayabilmeleri önemlidir. Çalışmada kullanılan veri seti 2013 yılı Eylül ayında Avrupalı kart sahiplerinin kredi kartları üzerinden gerçekleşen işlem kayıtlarını içermektedir. Veri setine Kaggle platformundan kamuya açık şekilde erişilebilmektedir (Kaggle, 2022).

Veri seti içerisinde 492 adedi dolandırıcılığa yönelik işlem olmak üzere toplam 284807 kayıt yer almaktadır. Güvenlik ve veri gizliliğine riayet edilerek işlemlere ait bilgilerin açık verileri yerine PCA dönüşümü ile elde edilen sayısal özellikleri verilmiştir. Veri seti içerisinde 29 adedi girdi olmak üzere toplam 30 adet öznitelik bulunmaktadır. PCA dönüşümü ile elde edilen V1'den V28'e kadar sıralı olarak isimlendirilmiş 28 adet öznitelik ve dönüşüm olmaksızın doğrudan verilen tutar (Amount) özniteliği girdileri oluşturmaktadır. Tahminlenecek olan sınıf özniteliği ise dolandırıcılık olması durumunda 1, aksi durumda 0 değerini almaktadır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

Bu çalışmada kredi kartı dolandırıcılığının tespitine yönelik Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılarak bir tahminleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın performansı farklı metrikler ile raporlanarak değerlendirilmiştir.

YSA, biyolojik sinir sisteminden esinlenerek geliştirilen bir bilgi işleme modelidir. YSA nöron (neuron) adı verilen işlem birimleri ve nöronlar arası bağlantılardan (sinaps) oluşur. Her bir nöron kendisine gelen girdileri işleyerek bir sonraki işlem birimine aktarır. Görsel 1'de bir nöronun çalışma mekanizması ifade edilmektedir.

Görsel 1. Nöronun çalışma mekanizması

Nöronlar arasındaki her bir sinaps, YSA'yı belirtilen çıktıya ulaştıracak şekilde belirli bir ağırlık (w) değerine sahiptir. Bir nörondan bir başka nörona aktarılan veriler aradaki bağlantının ağırlığı ile çarpılarak iletilir. Bir nörona gelen tüm girdiler birleştirilerek bir aktivasyon fonksiyonundan geçirilir. Aktivasyon fonksiyonu verilerin doğrusalsızlığını arttırarak modelin daha istikrarlı tahminler üretmesine olanak sağlar.

Bir YSA temel olarak girdi katmanı, gizli katman/katmanlar ve çıkış katmanından oluşur. Girdi katmanında modelin işleyeceği ham girdiler bulunur. Gizli katman sayısı ve her bir katmanda yer alan nöron sayısı problem durumuna göre değişiklik gösterir ve uyarlanabilir. Çıkış katmanında ise elde edilecek sonucunun farklı durumlarını temsil edebilecek sayıda nöron yer alır. Bu çalışmada oluşturulan YSA modelinin özeti Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan YSA modelinin özeti

Katman	**Özellik**
Giriş	Girdi sayısı:29
Gizli katman 1	Nöron: 16, aktivasyon fonksiyonu: ReLU
Gizli katman 2	Nöron: 8, aktivasyon fonksiyonu: ReLU
Çıkış	Nöron: 1, aktivasyon fonksiyonu: Sigmoid

Çalışmada oluşturulan YSA modeli iki adet gizli katmandan oluşmaktadır. İlk gizli katmanda 16, ikinci gizli katmanda 8 adet nöron bulunmaktadır. Nöron sayıları deneysel olarak

belirlenmiştir. Her iki katmanda, sergilediği performanstan dolayı yapılan çalışmalarda sıklıkla tercih edilen ReLU aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Bu çalışmada gerçekleştirilecek olan sınıflandırmada kredi kartı dolandırıcılığının olup olmama durumu 1 veya 0 olacak şekilde ikili değer olarak ifade edilmektedir. Bu iki durum çıkış katmanında yer alacak 1 adet nöron üzerinde olasılıksal olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle çıkış katmanında yer alan 1 adet nöron üzerinde ikili olasılıksal değer elde edebilmek için Sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır.

Mevcut veri seti %80 eğitim ve %20 test seti olarak rastgele bölünmüştür. Oluşturulan YSA modeli 10 epoch boyunca eğitilmiştir. Eğitim ve test süreçlerinin ardından elde edilen bulgular doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve F1-Skor (F1-Score) metrikleri ile raporlanmıştır.

100 epoch eğitim sonucunda elde edilen doğruluk grafiği Görsel 2'de verilmiştir.

Görsel 2. Doğruluk grafiği

Grafikten görüldüğü üzere model kısa bir sürede %99.9 doğruluk seviyesine ulaşmış ve istikrarını korumuştur.

Test süreci sonucunda elde edilen karmaşıklık matrisi ise Görsel 3'te verilmiştir.

Görsel 3. Karmaşıklık matrisi

Karmaşıklık matrisinden görüldüğü üzere model her iki sınıfı da genel anlamda başarılı şekilde ayırt etmiştir. Ancak kredi kartı dolandırıcılığını ifade eden ve 1 olarak etiketlenmiş sınıftaki örnek sayısının görece daha az olmasından dolayı diğer sınıf ile karıştırılma durumu oransal olarak daha yüksektir. Karmaşıklık matrisi üzerinden hesaplanan diğer metrikler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. YSA performans metrikleri

Metrik	**Elde Edilen Değer**
Doğruluk	%99.94
Kesinlik	%93
Duyarlılık	%86
F1-Skor	%89

Elde edilen nihai doğruluk değeri %100'e son derece yakındır. Ancak veri setinin sınıf dengesinin olmamasından dolayı performansı karakterize etmek için diğer metriklerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Veri setinde yer alan sınıfların ayırt edilme durumlarını ifade eden kesinlik ve duyarlılık değerleri %93 ve %86 olarak elde edilmiştir. Bu iki değerin dengesini gösteren F1-Skor değeri de %89 olarak hesaplanmıştır. Genel anlamda değerlendirildiğinde modelin tüm metrikler açısından başarılı bir sonuç ürettiğini söylemek mümkündür.

SONUÇ

Bu çalışmada kredi kartları üzerinden gerçekleşen sahte işlemleri otomatik olarak tanılayabilmeye yönelik Yapay Sinir Ağı temelli bir tahminleme çalışması gerçekleştirilmiştir. 284807 işlem kaydı içeren veri seti kullanılarak gerçekleştirilen sınıflandırmada %99.94 doğruluk değerine ulaşılmıştır.

Kullanılan veri seti dengesiz yapıda olmasına rağmen sınıfların ayırt edilme oranları da yüksektir. Önerilen yöntem kredi kartı hizmeti sunan şirketlerin müşterilerinin bilgisi dışında gerçekleşen işlemleri ayırt edebilmeleri için örnek teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR

Awoyemi, J. O., Adetunmbi, A. O., & Oluwadare, S. A. (2017). Credit card fraud detection using machine learning techniques: A comparative analysis. *2017 international conference on computing networking and informatics (ICCNI)*, 1-9.

Bahnsen, A. C., Stojanovic, A., Aouada, D., & Ottersten, B. (2014). Improving credit card fraud detection with calibrated probabilities. *Proceedings of the 2014 SIAM international conference on data mining*, 677-685.

Gaikwad, J. R., Deshmane, A. B., Somavanshi, H. V., Patil, S. V., & Badgujar, R. A. (2014). Credit card fraud detection using decision tree induction algorithm. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, *4*(6), 66-69.

Kaggle. (2022). *Credit Card Fraud Detection*. Kaggle. https://www.kaggle.com/datasets/mlg-ulb/creditcardfraud

Maes, S., Tuyls, K., Vanschoenwinkel, B., & Manderick, B. (2002). Credit card fraud detection using Bayesian and neural networks. *Proceedings of the 1st international naiso congress on neuro fuzzy technologies*, *261*, 270.

Nilson Report (Sy 1209). (2021). www.nilsonreport.com

RamaKalyani, K., & UmaDevi, D. (2012). Fraud detection of credit card payment system by genetic algorithm. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, *3*(7), 1-6.

Singh, G., Gupta, R., Rastogi, A., Chandel, M. D., & Ahmad, R. (2012). A machine learning approach for detection of fraud based on svm. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, *1*(3), 192-196.

TÜRKİYE'DE HAVA YOLU İSTATİSTİKLERİNİN ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Doç. Dr. FATİH ÇEMREK1, Dr. Öğretim Üyesi ÖZER ÖZAYDIN2

1 Eskişehir Osmangazi, Fen Fakültesi, ORCID ID 0000-0002-6528-7159

2 Eskişehir Osmangazi, Fen Fakültesi, ORCID ID 0000-0002-6657-1162

ÖZET

Hız, konfor ve güvenliğe ilişkin talep ve ihtiyaçlar, ulaşım sistemlerinde bir çeşitlilik sağlamaktadır. Bu çeşitlilik aynı zamanda ulaşım sistemleri arasında büyük bir rekabete neden olmakta ve ülkeler bu rekabette üstün hale gelebilmek için bu alandaki yatırımlarını arttırmaktadır.

Temel ulaşım sistemlerinden birisi olan havayolu ulaşımı, diğer ulaşım sistemlerine göre sahip olduğu üstünlükler nedeniyle her geç gün daha fazla tercih edilmektedir. Bu gelişme sadece uluslararası taşımacılıkta değil, ülke içi ulaştırmada da belirgin bir hal almaya başlamıştır. Yapılan yatırımlar sonucunda, Türkiye'de havayolu ulaşımında son 20 yılda çok önemli ilerlemeler kaydedilmiştir ve havaalanı sayısı 16'dan 46'ya yükselmiştir. 1980'lerin ortasına kadar havayolu ulaşımı sadece Türk Hava Yolları ile sağlanırken, 2010 yılında bu sektörde faaliyet gösteren şirket sayısı 17 olmuştur. Bunun sonucu olarak da havayolu ile ulaşımda uçak sayısı, koltuk ve yük kapasitesinde artışlar sağlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki havayolu ulaşımında 2007-2021 yılları arasında hava yolu taşımacılığına (toplam uçak seferi, Ticari uçak seferi, Yolcu sayısı ve Yük Taşımacılığı) verileri Zaman Serileri ile analiz edilecektir. Bunun için ARIMA Modelleri kullanılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hava Yolu Taşımacılığı, Zaman Serileri Analizi, ARIMA Modelleri

1. GİRİŞ

Uçmak, insanlığın hep gerçekleştirmek istediği eylemlerden birisidir. Medeniyetin ilerlemesi ve bilim ve teknolojide meydana gelen gelişmeler insanlık açısından birçok kolaylığı da beraberinde getirmiştir. Bu kolaylıklar sayesinde de uçmak hayalinin gerçekleştirilmiştir. İnsanoğlunun yaklaşık 100 yıldır modern anlamda uçtuğu ve son 60 yıldır da uzaya uçuş gerçekleştirildiği bilinmektedir (Çebi, 2014).

Modern anlamda bilinen ilk uçaklı uçuş Wilbur ve Orville Wright kardeşle tarafından yapılmıştır. 17 Aralık 1903'te North Carolina'da Orville'in kontrolünde bu ilk uçağın havalanmasından sonra havacılık faaliyetleri oldukça hızla gelişim göstermiştir (Erdemli, 2016).

Hava taşımacılığı dünyada önde gelen sektörlerinden biridir. 1949 yılında ilk jet uçağının uçmasından beri sivil havacılık sektörü çok hızlı büyüme göstermiştir. Bu hızlı büyümenin temel nedenleri teknolojik gelişmeler, gelir artışı ve bilet fiyatlarının zamanla azalması şeklinde sıralanabilir. Havayolu işletmelerinin birbirleriyle rekabet etmesi nedeniyle tüketicilerin beklentilerine yönelik verilen hizmetin kalitesinde artış yaşanmıştır (Sarılgan, 2001).

Havayolu taşımacılığı diğer ulaşım türlerine göre ekonomik olması ve çevresel faktörler açısından daha avantajlı olması gibi birçok avantaja sahiptir. Bundan dolayı son yıllarda dünyada ve ülkemizde daha çok tercih edilen bir ulaşım sistemidir.

Son dönemlerde havayolu ulaşım ağı gelişmektedir Havacılık sektöründe yaşanan bu hızlı gelişme ile hız ve zaman gibi unsurlar arasında kuvvetli ilişkili olduğu ifade edilebilir. Havayolu yük ve yolcu taşımacılık faaliyetleri uluslararası ve belki de kıtalararası bütünleşme sağlama hususunda öncü hatta lider konuma sahip olduğunu söylemek mümkündür.

İnsanlığın ekonomik ve sosyal olarak gelişimine katkı sağlayan sektörlerden birisi de Havayolu ulaştırma sektörüdür. Bu katkı diğer ulaştırma tiplerinden çok fazladır. Bunun en ön büyük nedeni, uçakların sağladığı yüksek hızdır. Havayolu taşımacılığı ile turizm ve ticaret faaliyetleri hızla gelişmiş ve bu da ekonomik büyümeye olumlu etkilemiş, daha fazla iş imkânları sağlamış ve daha uzak bölgelerde yaşayan insanların toplumla kaynaşmasına yardımcı olmuştur (ATAG, 2008).

Ulaşım sistemlerine yapılan yatırımların artmasıyla beraber yolcu ve yük taşımalarında dönem dönem değişimler yaşanmaktadır. 1950'li yıllarda iç hatlar adı verilen yurt içi taşımacılıkta demiryolu ve karayolu yolcu taşımacılığında payları birbirine yakın seyretmiştir. Daha sonraki yıllarda karayolu taşımacılığı ön plana çıkmıştır. Havayolu ulaşımının yurt içi ulaşımdaki payı 1960 yılında yaklaşık %1'lik bir paya sahip iken, 2000 yılında %1,8; 2008 yılında %8 ve 2019 yılında ise %8,3 olarak gerçekleşmiştir (Ulaştırma Bakanlığı 2022). Buradan hareketle hava ulaşımının ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğu da bir başka gerçektir. Havayolu ulaşımının gelişme göstermesi ile uluslararası ticaret genişlemekte ve insanlar istedikleri herşeye ulaşma konusunda daha büyük imkanlara sahip olmaktadır.

Türkiye'de havayolu ulaştırma sektöründe yeni havalimanları açılmasının sonucu olarak havayolu sektörünü çok önemli ve olumlu yönde gelişmeler kaydetmiştir (Turgut ve Ekici, 2019).

Bu çalışmada, Türk Hava Yollarının 2007-2021 yılları arasında aylık hava taşımacılığı verileri baz alınarak hava yolu şirketinde trafik verilerinde oluşan değişiklikler zaman serilerini oluşturarak istatistiksel olarak araştırılmış ve bu değişkenlerin ileriki dönemlerde alacağı değerler ARIMA modelleriyle tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, havayolu ulaşımı alanında yapılan çalışmalara (literatür taramasına) yer verilmiştir. İkinci bölümde istatistiksel analizde kullanılan ARIMA modelinin teorik yapısı incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise, incelenen havayolu taşımacılığı değişkenlerinin ileri yönelik tahmin edilmesi için ARIMA modeli uygulanmış ve elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Tortum vd (2014), 1991–2008 yıllarını kapsayan dönem için aylık havayolu yolcu sayısı verilerine ARIMA modeli uygulamışlar ve 2009 yılı için aylık yolcu sayılarının öngörüsünü yapmışlardır.

Nasiru vd (2016), 1960-2013 dönemi arasında dünyada meydana gelen Havayolu Kazalarını tek değişkenli zaman serileri ile modellemeye çalışmışlardır. 5 yıl dönem için öngörü yapmak üzer Box-Jenkins ARIMA modeli kullanılmıştır. Belirlenen öngörü değerlerine göre 2014-2018 döneminde Havayolu sektöründe oluşacak kazaların biraz artacağı belirlenmiştir.

Canöz (2017), Türkiye'de faaliyet gösteren yerli 9 havayolu işletmesine ait Web sitelerinin son görünür halleri ile içerik analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada, havayolu sektöründe faaliyet gösteren işletmelerinin hizmet anlayışlarının kurumsal web sayfalarına yansıtıldığı; hizmet anlayışı bakımından ise en fazla hizmet sunumu, uçuş noktasının çeşitli olması, zamanında uçuş ve güvenlik gibi konularda kendileriyle ilgili bilgilere yer verdikleri bulguları elde edilmiştir.

Kiracı (2018), Türkiye'de havayoluna olan talep ile GSYH arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 1960-2015 dönemi verileri kullanarak Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik ve Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik analizleri uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre havayoluna olan talep değişkeni ile ekonomik büyüme değişkeni arasında istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.

Karakaş Özür (2019), Dünya ve Türkiye'de hava ulaşımının gelişimi incelemiştir. Çalışmada yolcu sayısı ve yük miktarı değişkenleri kullanılmıştır. Veriler, Dünya Bankası Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ)'den elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, dünyada yaşanan küresel gelişmelerin havayolu ulaşımında ortaya çıkan gelişmeleri etkilediği belirlenmiştir.

Deste ve Işık (2019), havayolu yolcu taşımacılığı sektöründe yer alan şirketlerin birbirleri arasındaki göreceli lojistik performans düzeylerini belirlemişlerdir. Çalışmadan, şirketlerin lojistik performansları bakımından incelendiğinde birinci ve ikinci sırada yer alan şirketlerin çok küçük bir fark ile değiştiği sonucu elde edilmiştir.

Önen (2020), 1978–2017 yılları arasında yurt içi ve yurt dışı gerçekleşen toplam hava kargo yükü verilerini tek değişkenli zaman serileri analizi yardımıyla incelemiştir. Analizlerde ARIMA modeli kullanılmış ve bu model yardımıyla 2020-2023 yıllarına yönelik öngörü yapılmıştır.

Balcı Tali ve Karaduman (2021), Türkiye' de havayolu taşımacılığı alanında faaliyet gösteren işletmelerde hizmet kalitesinin ne kadar önemli olduğu incelenmiştir. Çalışmada hizmet kalitesinin işletmelerdeki marka algısına ve müşteri bağlılığına olan etkisi ölçülmeye

çalışılmıştır. Çalışmadan, hizmet kalitesinin, müşteri bağlılığı ve marka algısı üzerinde doğrudan etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Aydın (2021), Covid-19 salgınının havacılık sektörüne olan olumsuz etkilerini belirlemek üzere, ARIMA modeliyle 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ilişkin öngörüler yapmıştır. 2020 hiç yaşanmadığı varsayımıyla yapılan tahminler ile 2020 yılında gerçekleşen taşımacılık verileri karşılaştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre COVID-19 salgınının havayolu yolcu taşımacılığını havayolu yük taşımacılığına göre daha fazla etkilediği belirlenmiştir.

Alnıpak ve Kale (2021), Avrupa Bölgesi'nde havayolu yolcu talebini etkilediği düşünülen faktörleri analiz etmişlerdir. Çalışmada, 2009-2017 dönemi verileri için iki aşamalı sistem Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi tahmincisi kullanılmıştır.

3. ARIMA MODELERİ

Zaman serilerinin özelliklerini belirlenmesi ve bu serilerin ileri dönemlerde alacakları değerleri tahmin etmek (öngörmek) üzere ARIMA modelleri oldukça yaygın kullanılmaktadır. ARIMA modellerinde, incelenen zaman serisinin bugünkü değeri; geçmiş değerlerinin ağırlıklı toplamı ve rassal şokların doğrusal toplamsal birleşimi olarak ifade edilmektedir. ARIMA modelleri Box–Jenkins tekniği olarak da adlandırılmaktadır. Box-Jenkins tekniği ile ekonomik zaman serilerinin stokastik değer alma özelliklerini çözümlenmesi yapılmaktadır (Özmen, 1989; Kutlar, 2005; Gujarati, 1999).

ARIMA modellerinin uygulanabilmesi için incelenen zaman serisinin ortalaması ve varyansının durağan olması gerekir. Bir zaman serisinin incelendiği dönem içerisinde ortalama, varyans ve otokovaryansının zaman içinde değişmemesi gerekmektedir. Bu durum sağlanmazsa, serinin durağan olmadığı ve serinin rassal bir yapısı olduğu ifade edilir. Durağan olmayan zaman serileri uzun dönemde ortalama değerlerine dönme eğilimi göstermemektedir. Bundan dolayı, incelenen bu zaman serilerini durağan hale getirmek için bir önceki değerlerinden "d" derece farkları alınır. Durağan olmayan bir Y_t serisi d defa farkı alındıktan sonra durağanlaştırıldığında yeni seri w_t olarak tanımlanırsa;

$$w_t = \Delta^d y_t = (1-L)^d y_t \tag{1}$$

şeklinde yazılır. w_t durağan hale getirilmiş seriyi ifade eder ve bu süreç ARMA (p,q) modeli olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda model;

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \phi_2 w_{t-2} + ... + \phi_p w_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - ... - \theta_q a_{t-q} \tag{2}$$

olarak ifade edilmektedir. w_t fark serisinin bir ARMA (p,q) modeliyle ifade edilmesi durumunda, Y_t zaman serisi ARIMA (p,d,q) modeli ile tanımlanmaktadır. ARIMA (p,d,q) modelinin orijinal veri cinsinden temel gösterimi, $\delta \neq 0$ varsayımı ile;

$$\Delta^d y_t = \delta + \gamma_1 \Delta^d y_{t-1} + \gamma_2 \Delta^d y_{t-2} + ... + \gamma_p \Delta^d y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - ... - \theta_q a_{t-q} \tag{3}$$

şeklinde yazılmaktadır (Akgül, 2003; Kadılar, 2005).

Burada p, otoregrasif (AR) model derecesini, d fark alma derecesini ve q ise hareketli ortalama (MA) modelinin derecesini belirtmektedir. İncelenen zaman serisinin d kadar farkı alınarak seri durağanlaştırılmasıyla, ARIMA (p,d,q) modeli için AR ve MA sürecine ilişkin olarak p ve q değerlerinin belirlenmesi gerekir. p ve q derecesinin belirlenmesi ARIMA modelleri için en önemli aşamadır.

3.1. Box-Jenkins, ARIMA Modelinin Seçilmesi için Aşamalar

ARIMA Modelinin p ve q değerlerinin belirlenmesinde otokorelasyon (AC) ve kısmi otokorelasyon (PAC) fonksiyonları kullanılmaktadır. Genel olarak serilerin AR modeline uygunluğu kısmi otokorelasyon fonksiyonu ile belirlenirken, MA modeline uygunluğu otokorelasyon fonksiyonu ile belirlenmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

İncelenen zaman serisi için uygun olduğu düşünülen geçici bir ARIMA modeli belirlenir. Geçici uygun modelin parametreleri p,d,q ile belirlenir. Daha sonra söz konusu geçici modelin parametreleri tahmin edilir. En sonunda geçici modelin anlamlılığı test edilir. Tahmin işlemi genellikle paket programlar yardımı ile yapılmaktadır. Zaman serisi için uygun olduğu belirlenen birden fazla model olması durumunda, hata kareler ortalama (MSE) değeri en küçük olan model seçilmektedir. Modelin anlamlılığı için hipotezler ve test istatistiği aşağıdaki gibidir:

H_0: Geçici Model Uygundur.
H_1: Geçici Model Uygun Değildir.

$$Q = n(n+2)\sum\frac{\rho_k^2}{n-k} \sim \chi^2_{(k-p-q)} \quad \text{Q=n(n+2)} \sum\frac{\rho_k^2}{n-k} \sim \chi^2_{(k-p-q)} \tag{4}$$

k gecikme sayısı, p ve q ise mevsimsel olmayan ARIMA modelinin derecesidir (Akgül, 2003; Kadılar, 2005; Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005)

3.2. İleriye Yönelik Öngörü

Bu aşamada, bir önceki aşamada belirlenen ARIMA (p,d, q) modelinin parametrelerinin doğru olarak belirlendiği varsayılmaktadır ve öngörüler yapılmaktadır. ARIMA modellerinde öngörü için ek bilgiye ihtiyaç duyulmaz ve özellikle kısa dönemli tahminlerde öngörü başarısı oldukça yüksektir. Bundan dolayı öngörü yapmak için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. ARIMA modeli yardımıyla ileriye yönelik tahmin yapılırken ilk önce incelenen zaman serisi süreci için ortalama hesaplanır ve bu değer kullanılarak öngörüler (geleceğe yönelik tahmin değerleri) elde edilmektedir (Kutlar, 2005; Akgül, 2003).

4. TÜRKİYE'DE HAVAYOLU TAŞIMACILIK İSTATİSTİKLERİNİN ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Bu çalışmada, Türk Hava Yollarının 2007-2021 yılları arasında aylık hava taşımacılığı (Toplam Uçak Seferi, Ticari Uçak Seferi, Yolcu Sayısı, Yük Taşımacılığı) verileri baz alınarak hava yolu şirketinde trafik verilerinde oluşan değişiklikler zaman serilerini oluşturarak

istatistiksel olarak araştırılmış ve bu değişkenlerin ileriki dönemlerde alacağı değerler ARIMA modelleriyle tahmin edilmeye çalışılmıştır.

4.1. Toplam Uçak Seferi Öngörüsü

Toplam Uçak Seferi zaman serisinin grafiği Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. Toplam Uçak Seferi Serisinin Grafiği

Toplam Uçak Seferi serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2. Toplam Uçak Seferi Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Toplam Uçak Seferi serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu Grafiği Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3. Toplam Uçak Seferi Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Şekil 1-3 incelendiğinde Toplam Uçak Seferi zaman serisinin durağan olmadığı (zaman ilerledikçe toplam uçak seferi değerlerinin artış gösterdiği ve serinin trend ve mevsimsel bileşen etkisinde olduğu) görülmektedir.

Toplam Uçak Seferi zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4. Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Toplam Uçak Seferi zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5. Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden serinin birinci farkı alındığında durağan hale geldiği görülmektedir. Buradan, serinin durağan olmayan ARIMA model grubu kullanılarak uygun model belirlenmesi işlemi yapılır. Toplam Uçak Seferi zaman serisi için incelenen ARIMA modelleri ve sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toplam Uçak Seferi Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	**Parametre**	**Katsayı**	**Standart Hata**	**t istatistiği**	**p değeri**	**MSE (HKO)**
ARIMA (1,1,0)(1,1,0) $_{12}$	AR (1)	-0,525	0,0666	-7,99	**<0,001**	
	SAR(12)	-0,3098	0,0828	-3,74	**<0,001**	1,78517 x10^{10}
ARIMA (1,1,1)(1,1,0)$_{12}$	AR (1)	-0,312	0,134	-2,32	**0,021**	
	MA(1)	0,313	0,134	-3,82	**<0,001**	**1,74662 x10^{10}**
	SAR(12)	-0,3275	0,0857	2,33	**<0,001**	
ARIMA (1,1,1)(1,1,1) $_{12}$	AR (1)	-0,293	0,138	-2,12	**0,036**	
	MA(1)	0,327	0,136	2,41	**0,017**	1,74173 x10^{10}
	SAR(12)	-0,088	0,255	-0,35	0,729	
	SMA(12)	0,273	0,244	1,11	0,267	

Çizelge 1 incelendiğinde; Toplam Uçak Seferi serisi için belirlenen ARIMA modelleri içinde en uygun model olarak ARIMA (1,1,1) (1,1,0)$_{12}$ modeli benimsenmiştir. Bu model kullanılarak Toplam Uçak Seferi serisinin 2022 Ocak-Aralık dönemi ayları için alacağı değerler tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Toplam Uçak Seferi Zaman Serisi İçin 2022 Ocak-Aralık Dönemi Tahmin Değerleri

YILLAR	Toplam Uçak Seferi	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2022:Ocak	183076	-76009	442162
2022:Şubat	263352	-13335	540038
2022:Mart	335635	21994	649276
2022:Nisan	387839	47592	728086
2022:Mayıs	433844	67113	800576
2022:Temmuz	521527	130636	912418
2022:Ağustos	645670	231869	1059470
2022:Eylül	781201	345742	1216660
2022:Ekim	906247	450143	1362351
2022:Kasım	1027521	551670	1503371
2022:Aralık	1118254	623444	1613065

4.2. Ticari Uçak Seferi Öngörüsü

Ticari Uçak Seferi zaman serisinin grafiği Şekil 6'de verilmiştir.

Şekil 6. Ticari Uçak Seferi Serisinin Grafiği

Ticari Uçak Seferi serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 7'de verilmiştir.

Şekil 7. Ticari Uçak Seferi Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Toplam Uçak Seferi serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu Grafiği Şekil 8'te verilmiştir.

Şekil 8. Ticari Uçak Seferi Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Şekil 6-8 incelendiğinde Ticari Uçak Seferi zaman serisinin durağan olmadığı (zaman ilerledikçe toplam uçak seferi değerlerinin artış gösterdiği ve serinin trend ve mevsimsel bileşen etkisinde olduğu) görülmektedir.

Ticari Uçak Seferi zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 9'da verilmiştir.

Şekil 9. Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Ticari Uçak Seferi zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 10'da verilmiştir.

Şekil 10. Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden serinin birinci farkı alındığında durağan hale geldiği görülmektedir. Buradan, serinin durağan olmayan ARIMA model grubu kullanılarak uygun model belirlenmesi işlemi yapılır. Ticari Uçak Seferi zaman serisi için incelenen ARIMA modelleri ve sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Ticari Uçak Seferi Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	**Parametre**	**Katsayı**	**Standart Hata**	**t istatistiği**	**p değeri**	**MSE (HKO)**
ARIMA(1,1,0)(1,1,0) $_{12}$	**AR (1)** **SAR(12)**	**0,8679** **0,9847**	**0,0399** **0,0184**	**21,77** **53,55**	**<0,001** **<0,001**	**4598212815**
ARIMA (1,1,1)(1,1,0)$_{12}$	AR (1) MA(1) SAR(12)	-0,290 -0,077 0,048	0,344 0,358 0,115	-0,84 -0,22 0,41	0,400 0,830 0,679	5091295085
ARIMA (1,1,1)(1,1,1) $_{12}$	AR (1) MA(1) SAR(12) SMA(12)	-0,403 -0,224 -0,463 -0,738	0,368 0,392 0,322 0,290	-1,10 -0,57 -1,44 -2,55	0,275 0,567 0,152 **0,012**	4963590442

Tablo 3 incelendiğinde; Ticari Uçak Seferi serisi için belirlenen ARIMA modelleri içinde en uygun model olarak ARIMA (1,1,0) (1,1,0)$_{12}$ modeli benimsenmiştir. Bu model kullanılarak Ticari Uçak Seferi serisinin 2022 Ocak-Aralık dönemi ayları için alacağı değerler tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Ticari Uçak Seferi Zaman Serisi İçin 2022 Ocak-Aralık Dönemi Tahmin Değerleri

YILLAR	Ticari Uçak Seferi	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2022:Ocak	372400	232914	511887
2022:Şubat	415078	237871	592285
2022:Mart	469198	257493	680903
2022:Nisan	525211	284565	765857
2022:Mayıs	574289	307696	840882
2022:Temmuz	655672	365469	945875
2022:Ağustos	772271	460233	1084308
2022:Eylül	891278	558839	1223718
2022:Ekim	1000155	648495	1351816
2022:Kasım	1108789	738905	1478672
2022:Aralık	1189355	802105	1576605

4.3. Yolcu Sayısı Öngörüsü

Yolcu Sayısı zaman serisinin grafiği Şekil 11'de verilmiştir.

Şekil 11 Yolcu Sayısı Serisinin Grafiği

Yolcu Sayısı serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 12'de verilmiştir.

Şekil 12. Yolcu Sayısı Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Yolcu Sayısı serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu Grafiği Şekil 13'te verilmiştir.

Şekil 13. Yolcu Sayısı Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Şekil 11-13 incelendiğinde Yolcu sayısı zaman serisinin durağan olmadığı (zaman ilerledikçe toplam uçak seferi değerlerinin artış gösterdiği ve serinin trend ve mevsimsel bileşen etkisinde olduğu) görülmektedir.

Yolcu Sayısı zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 14'te verilmiştir.

Şekil 14. Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Yolcu Sayısı zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 15'te verilmiştir.

Şekil 15. Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden serinin birinci farkı alındığında durağan hale geldiği görülmektedir. Buradan, serinin durağan olmayan ARIMA model grubu kullanılarak uygun model belirlenmesi işlemi yapılır. Yolcu Sayısı zaman serisi için incelenen ARIMA modelleri ve sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Yolcu Sayısı Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	**Parametre**	**Katsayı**	**Standart Hata**	**t istatistiği**	**p değeri**	**MSE (HKO)**
ARIMA(1,1,0)(1,1,0) $_{12}$	AR (1) SAR(12)	-0,1128 -0,130	0,0774 0,139	-1,46 -0,93	0,147 0,352	$1,43766x10^{14}$
ARIMA (1,1,1)(1,1,0)$_{12}$	AR (1) MA(1) SAR(12)	-0,147 -0,034 -0,129	0,687 0,694 0,140	-0,21 -0,05 -0,92	0,831 0,961 0,359	$1,44640x10^{14}$
ARIMA(1,1,1)(1,1,1) $_{12}$	AR (1) MA(1) SAR(12) SMA(12)	-0,695 -0,702 0,711 0,796	0,123 0,120 0,324 0,235	-5,65 -5,85 2,45 3,38	**0,001** **0,001** **0,025** **0,001**	**$1,39938x10^{14}$**

Tablo 5 incelendiğinde; Yolcu Sayısı serisi için belirlenen ARIMA modelleri içinde en uygun model olarak ARIMA (1,1,1) $(1,1,1)_{12}$ modeli benimsenmiştir. Bu model kullanılarak Yolcu Sayısı serisinin 2022 Ocak-Aralık dönemi ayları için alacağı değerler tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Yolcu Sayısı Zaman Serisi İçin 2022 Ocak-Aralık Dönemi Tahmin Değerleri

YILLAR	Yolcu Sayısı	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2022:Ocak	42759642	19569060	65950223
2022:Şubat	42096568	11077136	73116000
2022:Mart	49860696	12445818	87275575
2022:Nisan	56856913	14009587	99704240
2022:Mayıs	63613648	15946922	111280373
2022:Temmuz	74944759	22903285	126986233
2022:Ağustos	91760460	35684472	147836447
2022:Eylül	109980394	50141298	169819489
2022:Ekim	125713213	62334050	189092377
2022:Kasım	141164763	74433066	207896461
2022:Aralık	152369156	82445480	222292832

4.4. Yük Taşımacılığı Öngörüsü

Yük Taşımacılığı zaman serisinin grafiği Şekil 16'da verilmiştir.

Şekil 16 Yük Taşımacılığı Serisinin Grafiği

Yük taşımacılığı serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 17'de verilmiştir.

Şekil 17. Yük Taşımacılığı Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Yük taşımacılığı serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu Grafiği Şekil 18'de verilmiştir.

Şekil 18. Yük Taşımacılığı Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Şekil 16-18 incelendiğinde Yük taşımacılığı zaman serisinin durağan olmadığı (zaman ilerledikçe yük taşımacılığı değerlerinin artış gösterdiği ve serinin trend ve mevsimsel bileşen etkisinde olduğu) görülmektedir.

Yük taşımacılığı Sayısı zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 19'da verilmiştir.

Şekil 19. Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Yük taşımacılığı zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 20'de verilmiştir.

Şekil 20. Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden serinin birinci farkı alındığında durağan hale geldiği görülmektedir. Buradan, serinin durağan olmayan ARIMA model grubu kullanılarak uygun model belirlenmesi işlemi yapılır. Yük taşımacılığı zaman serisi için incelenen ARIMA modelleri ve sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Yük Taşımacılığı Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	**Parametre**	**Katsayı**	**Standart Hata**	**t istatistiği**	**p değeri**	**MSE (HKO)**
ARIMA(1,1,0)(1,1,0) $_{12}$	AR (1) SAR(12)	0,8674 0,9916	0,0399 0,0191	21,76 51,803	**<0,001** **<0,001**	$3{,}68287 \times 10^{10}$
ARIMA (1,1,1)(1,1,0)$_{12}$	AR (1) MA(1) SAR(12)	0,05 0,04 -0,0935	4,58 4,58 0,0967	0,01 0,01 -0,97	0,991 0,994 0,335	$4{,}24283 \times 10^{10}$
ARIMA(1,1,1)(1,1,1) $_{12}$	AR (1) MA(1) SAR(12) SMA(12)	0,11 0,09 0,378 0,480	3,90 3,91 0,718 0,065	0,03 0,02 0,53 0,72	**0,977** **0,981** **0,600** **0,471**	$4{,}24884 \times 10^{10}$

Tablo 7 incelendiğinde; Yük taşımacılığı serisi için belirlenen ARIMA modelleri içinde en uygun model olarak ARIMA (1,1,0) (1,1,0)$_{12}$ modeli benimsenmiştir. Bu model kullanılarak Yolcu Sayısı serisinin 2022 Ocak-Aralık dönemi ayları için alacağı değerler tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Yük Taşımacılığı Zaman Serisi İçin 2022 Ocak-Aralık Dönemi Tahmin Değerleri

YILLAR	Yük Taşımacılığı	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2022:Ocak	915436	512858	1318014
2022:Şubat	1109274	534791	1683756
2022:Mart	1334303	628543	2040063
2022:Nisan	1553278	737087	2369469
2022:Mayıs	1767136	853770	2680502
2022:Temmuz	2031215	1030062	3032368
2022:Ağustos	2389343	1307503	3471183
2022:Eylül	2762180	1605267	3919093
2022:Ekim	3105191	1877789	4332594
2022:Kasım	3452252	2158194	4746310
2022:Aralık	3731757	2374312	5089202

5.SONUÇLAR

Bu çalışmada, Türkiye'de havayolu istatistiklerinde zaman içinde oluşan değişimler incelenmek istenmiştir. Bu amaçla 2007-2021 yılları arasındaki aylık veriler kullanılarak zaman serisi analizi yapılmış ve bu verilere ilişkin 2022 yılı Ocak-Aralık dönemi için öngörüler yapılmıştır.

Çalışmada ilk olarak serilerin kartezyen grafikleri oluşturulmuş ve daha sonra bu serilere ilişkin otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmı otokorelasyon fonksiyonu (PACF) grafikleri oluşturulmuştur. Grafiklerden, tüm serilerin incelenen dönem içerisinde durağan olmadığı belirlenmiştir. Durağan olmayan ARIMA modeli kullanaılarak analzilere devam edilmiştir.

2020 yılının başında tüm dünyada görülmeye başlanan COVID-19 salgınının etkisiyle yolcu seferlerinde şiddetli düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Pandemi nedeniyle başlatılan kısıtlamalar ve yasaklamalar nedeniyle havayolu ile taşınan yolcu sayıları çok hızlı bir düşüş göstermiştir. Ayrıca yük taşımacılığı değerlerinde artış gözlenmiştir. 2021 yılında normalleşmenin başlamasıyla birlikte sefer ve yolcu sayılarında yine yükselmeye gözlenmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, araştırmacılara, karar vericilere ışık tutacak nitelikte olup, başka sektörlere de uyulanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Air Transport Action Group (ATAG) (2008), The Economic and Social Benefits of Air Transport 2008. ATAG. Cenevre.

Alnıpak, S. ve Kale, S. (2021). Avrupa Bölgesinde Havayolu Yolcu Talebini Etkileyen Faktörler, International Social Sciences Studies Journal, 7(90),4948-4957.

Aydın, A. (2021). ARIMA Modeli ile COVİD-19 Salgınının Türkiye Hava Taşımacılığı Sektörü Üzerindeki Etkilerinin Analizi, Ardahan Üniversitesi İİBF Dergisi, 3(2), 118-127.

Balcı Tali, D. & Karaduman, İ. (2021). Havayolu yolcu taşımacılığında hizmet kalitesi, marka algısı ve müşteri bağlılığı ilişkisi. Journal of Social and Humanities Sciences Research, 8(72), 1994-2009.

Cangöz, N., (2017), Türkiye'deki Havayolu İşletmelerinin Hizmet Anlayışlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yükseokulu Dergisi 20(2), 192-205.

Çebi, Ç. (2014). Türkiye'de Sivil Havacılığın Gelişimi ve Sorunları: THY'de bir Uygulama. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul

Deste M., Şimşek A.İ. (2019), Havayolu Yolcu Taşımacılığı Sektöründeki Şirketlerin Lojistik Performans Açısından Entropi ve Topsis Yöntemleri Kullanılarak Karşılaştırılması, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 17(1), 395-411.

Erdemli M. G., Dünden Bugüne Türk Havacılık Tarihi ve Eskişehir, Eskişehir, Türkiye, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 2016

Karakaş Özür, N. (2019) Küreselleşme Bağlamında Dünya'da ve Türkiye'de Hava Ulaşımının Gelişimi, Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences, 17(1), 25-54.

Kiracı (2018), Havayolu Taşımacılığı ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik Analizi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(1),197-216.

Nasiru, M.O., Ipinyomi R.A., Yahaya H.U., Zubair M.A., (2016), Autoregressıve Integrated Moving Average (ARIMA) Model for the Major Airline Disasters in The World From 1960 Through 2013, International Journal of Mathematics and Statistics Studies 4(6),25-37.

Önen (2020), ARIMA Yöntemiyle Türkiye'nin Hava Yolu Kargo Talep Tahmin Modellemesi ve Öngörüsü, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi 2020, 18(4), 29-53

Sarılgan A.E., (2001), Havayolu İşletmelerinde Gelir Yönetimi Ve Türk Hava Yolları A.O. Uygulaması, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

Tortum A., Gözcü O., Çodur M.Y. (2014), Türkiye'de Hava Ulaşım Talebinin Arıma Modelleri ile Tahmin Edilmesi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2): 39-54.

Turgut, A. ve Ekici, M. (2019). "Türkiye Ekonomisi Açısından Ulaştırma Sektöründe Havayolu Taşımacılığının Önemi Ve Ekonometrik Analiz", International Social Sciences Studies Journal, 5(50), 6783-6792.

TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN KREDİ KULLANIM DÜZEYLERİ BAKIMINDAN İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Doç. Dr. FATİH ÇEMREK1, Dr. Öğretim Üyesi ÖZER ÖZAYDIN2

1 Eskişehir Osmangazi, Fen Fakültesi, ORCID ID 0000-0002-6528-7159

2 Eskişehir Osmangazi, Fen Fakültesi, ORCID ID 0000-0002-6657-1162

ÖZET

Bankacılık sektörü tasarrufların ekonomiye kazandırılmasında ve sermayenin hareketlenmesinde oynadıkları rol açısından ülkelerin büyümesinde ve gelişmesinde en etkili kurumların başında gelmektedir. Bankacılık sektörü bu sayede finansal istikrarın sağlanmasına önemli katkı sağlamaktadır.

Türkiye'de bankacılık sektörü son 15-20 yılda büyük bir büyüme göstermiştir. Bu büyümede bankaların ana aktif kaynağını oluşturan kullandırılan kredilerin büyük bir öneme sahiptir büyüktür. Kullandırılan kredilerin ise bölgesel farklılıklar içerip içermediği konusu tarihsel olarak incelenmesi, karar vericiler ve politika yapıcılar açısından geleceğe yönelik daha tutarlı ve etkin kararlar alınmasına yardımcı olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki illerin kullanılan banka kredileri bakımından benzerliklerinin ortaya konulmasıdır. Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu'ndan elde edilen veriler (2020 yılı) doğrultusunda Türkiye'de iller, bireysel bankaların kredi kullandırma düzeylerine göre sınıflandırılmak ve sıralamaktır. Bu amaçla, çalışmada kümeleme analizi ve faktör analizi yöntemi kullanılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bankacılık, Kredi Kullanımı, Kümeleme Analizi, Faktör Analizi

1. GİRİŞ

Dünyada yaşanan hızlı ve sürekli hale gelen değişim nedeniyle bankacılık sektörü de oldukça önemli bir şekilde etkilenmektedir. Klasik finansal sektör anlayışı bakımından bankacılık sektörü, mikro veya makro ekonomide yoğunlaşmaktadır. Bu açıdan bakıldığında bankalar, en uygun tepki gösteren kurumlar olarak değerlendirilmektedir (Dönmez, 2017). Bankalar bir hizmet işletmeleridir. Ekonominin ihtiyacı olan fonları toplamak ve bu fonları ihtiyaç sahiplerine kullandırmak gibi fonksiyona sahiptirler. Bankacılık faaliyeti de ekonomideki mevcut yatırımları hızlandırır ve en kısa zamanda ekonomiye kazandırmaya çalışır.

Bankalar bu fonksiyonları ile aracılık faaliyetleri de yapmaktadır. Böylece, ekonomik sisteme girmeyen paranın sermayeye dönüştürmeye yardımcı olmaya çalışırlar (Ertem, 2015). Dünyada ortaya çıkan finansal krizler Türkiye'yi de etkileyebileceği riski dikkate alındığında,

finansal sektörün önemli bir parçası olan bankaların finansal yapıları ve faaliyetleri oldukça önem kazanmıştır. Dünyadaki küreselleşme ile birlikte Türkiye'de bankacılık sektörünün rekabetçi bir yapı kazanması üzerinde yoğun olarak çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle 2001 yılında ortaya çıkan finansal krizden bugüne kadar Türkiye'de bankacılık sektörü çok hızlı bir şekilde gelişme göstermiştir. Bankacılık faaliyetlerinin en temel işlevi mevduat toplamak ve kredi vermektir (Yılmaz ve Uzgören, 2013: 535).

Kredi vermek bankacılık açısından en riskli işlemlerden birisidir. Kredi riski, verilen kredinin anaparası ve oluşan faizinin zamanında bankaya geri ödenmemesi nedeniyle likidite ve kâr-zarar problemi olarak tanımlanmaktadır. Bundan dolayı birçok ülkede kredi riskini azaltmak üzere bazı düzenlemeler ve denetimler yapılmaktadır. Bu düzenlemeler, belirli alanlara ve sektörlere kredi açılmasının kısıtlanması, kredi vade sürelerinin azaltılması, verilecek kredi için istenecek teminat veya ipotek miktarının yüksek tutulması olabilir (Çamoğlu ve Akıncı, 2012).

Banka kredileri, sürdürülebilir ekonomik büyüme üzerinde önemli bir role sahiptir ve Türkiye'de de önemli bir fon transfer yöntemi olarak kullanılmaktadır. Ekonomik sistem içinde yer alan bireyler (hane halkları), şirketler/firmalar ve kamu kurumları (devlet), tüketim ve yatırım harcamaları yapmaktadır. Bankalar ise bu harcamaları, kredi vererek, finansal destek sağlamaktadır. Bundan dolayı, krediler parasal aktarım mekanizması içinde önemli bir bileşen olup, etkin bir kredi piyasasının varlığı nedeniyle, bir ülkenin ekonomisinin büyümesinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Küçükkocaoğlu vd., 2019; Şenel, 2020)).

Son yıllarda, faiz oranlarının düşük seyretmesinin etkisiyle ülkemizdeki bireysel kredi rakamları artış göstermiştir (Dücan vd., 2016). Bu artış, tüketimi arttırmakta ve ülkenin gelirini olumlu şekilde etkilemektedir (Mercan, 2013). Buna karşın, bireysel kredilerin artması ülke ekonomisi için başta yüksek enflasyon olmak üzere bazı problemlere de neden olmaktadır. (Arsene ve Guy-Paulin, 2013). Bunun gerekçesi, bireysel kredilerin artmasıyla ülkedeki tüketimin artacak ve bunun da etkisiyle ürünlerin fiyatları artış gösterecektir. Bir başka anlatımla, bireylerin ve/ya şirketlerin kredi kullanmaları nedeniyle daha çok tüketim yapabilecek ve böylelikle tüketim /üretim mallarına olan talep artacaktır. Talebin artmasıyla da sözkonusu ürünlerin fiyatları yükselecektir. Yüksek enflasyonun geleceğe yönelik belirsizliği arttırması nedeniyle, ülke ekonomisi daha kırılgan hale gelebilecektir. Bu durum gözönünde bulundurulduğunda ilgili problemin etkili bir şekilde yönetilmesi önem arz etmektedir (Kessel ve Alchian, 1962). Bireysel kredilerin artması nedeniyle ortaya çıkan bir başka sorun ise cari işlemler açığının artış göstermesidir (Tiryaki, 2014). Bireysel kredilerdeki artış nedeniyle ithal mallara yönelik tüketimin artması da ülkenin cari dengesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bir başka ifadeyle, ithal malların daha fazla tüketilmesi halinde ithalat tutarı artacak ve bu durum da ülkenin dış ticaret dengesini olumsuz etkileyecektir. Bunun sonucunda da cari işlemler açığı ortaya çıkacaktır (Yüksel, 2016).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ülke ekonomisi için oldukça önemli olan krediler konusunda iller bazında literatür eksikliği olduğu görülmektedir. Araştırma konusuyla net bir şekilde örtüşmese de literatürde bankacılık sektörü kredileri konulu çalışmalardan bazılarına izleyen paragraflarda yer verilmiştir.

İnan (2005), Türk bankacılık sisteminin iller ve bölgeler bazında coğrafi dağılımını incelemiştir. Bu çalışma 1998-2004 dönem için, mevduat ve kredi ve şube sayısı değişkenlerini kullanarak, bankacılık faaliyetinin Türkiye genelindeki dağılımını belirlemiştir. Çalışmada ayrıca, 2001 Krizi'nin bankacılık faaliyetinin iller bazında dağılımını nasıl etkilediğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Türk bankacılık sisteminin iller itibariyle yoğunlaşmanın yüksek olduğu ancak bir azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Banka şubelerinin dağılımı ise gelir düzeyine bağımlıd olduğu da bir başka sonuçtur. Türkiye genelinde,1998-2004 döneminde, mevduatın krediye dönüşme oranının düşük olduğu ifade edilmiştir.

Ceylan ve Durkaya (2010), Türkiye için yurtiçi kredi hacmi ile ekonomik büyüme (GSYİH) arasındaki nedensellik ilişkisini 1998-2008 dönemi üç aylık zaman serisi verileri kullanarak araştırmışlardır. Söz konusu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin olup olmadığını belirlemek üzere Granger Testi ve Hata Düzeltme modelinden (Error Correction Model) yararlanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, kredi hacmi büyüme oranı değişkeninden GSYİH değişkenine doğru tek yönlü ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Hazar ve Babuşçu (2013), Türkiye için bölgesel olarak 2005-2011 dönemine ilişkin gelişmeleri incelemişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, satın alma gücü paritesi daha yüksek değere sahip olunduğunda, büyük iller tasarruf bakımından daha yüksek performansa sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan illerin satın alma gücü paritesinin daha düşük olduğu ve tasarruflarının ise kredi tutarlarının altında olduğu sonucu elde edilmiştir.

Temel Nalın ve Taşdelen (2016), Türk bankacılık sektöründe kredi arzını etkileyen faktörleri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada, 2005-2012 yılları arasındaki aylık veriler incelemişlerdir. İncelenen serilerin durağan olup olmadığını belirlemek üzere ilk olarak birim kök testleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, Kredi Hacmi değişkeni ile Bankacılık Kredi Kullandırma Kapasitesi değişkeni arasında aynı yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Kredi Hacmi değişkeni ile Merkez Bankası Faiz Gelirleri, Reeskont Gelirleri ve Tüketici Kredisi Faiz Oranı değişkenleri arasında ise ters yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu da ifade edilmiştir. Son olarak, çalışmada yer alan diğer değişkenler ile kredi hacmi değişkeni arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir.

Yüksel ve Özsarı (2016), Türkiye'deki bireysel krediler ile enflasyon ve cari işlemler açığı arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek üzere 1994:1- 2015:3 dönemi için üç aylık veriler incelemişlerdir. Çalışmada, incelene serilere Johansen eş bütünleşme ve Toda Yamamoto nedensellik analizleri uygulanmıştır. Uygulanan analizden, bireysel krediler ile cari işlemler açığı ve enflasyon arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucu elde edilmiştir. Bir başka sonuç ise, Türkiye'deki bireysel kredilerde meydana gelen artışın cari işlemler açığı ve enflasyon gibi problemlere yol açtığına yönelik herhangi bir bulgunun olmamasıdır.

Öksüzkaya vd. (2018), 2007–2016 yılları arasında Tükiye'de bankacılık sektöründe illerin teknik etkinlik düzeylerini ve toplam faktör verimliliğinde ortaya çıkan değişmelerini belirlemeye çalışmışlardır. Bunun için veri zarflama analizi (VZA) ve Malmquist toplam faktör verimliliği endekslerinden yararlanılmıştır. Araştırmada girdi değişkenleri illere göre banka çalışanlarının dağılımı ve şube sayısı olarak tanımlanırken; çıktı değişkenleri ise illere göre şube başına ortalama mevduat ve şube başına ortalama kredi değişkenleri olarak belirlenmiştir.

Tüm iller için ele alınan dönem itibariyle dağılım incelendiğinde illerin bir değişim içinde olduğu gözlemlenmiştir. İncelenen dönem içerisinde sadece Ankara, İstanbul, Aksaray ve Bayburt'un her yıl tam etkinlik düzeyinde kaldığı belirlenmiştir.

Korkmaz (2019), Türkiye'de tüketici kredisi ile ticari ve kurumsal kredi kartı kullanım oranı değişkenlerinin tüketici fiyat endeksi (TÜFE) ve üretici fiyat endeksi (ÜFE) enflasyon oranlarının oynaklığı üzerindeki etkilerini 2005:12-2018:10 dönemi için aylık verileri kullanarak incelemiştir. Çalışmada, ele alınan değişkenler arasındaki etkileşim, simetrik ve asimetrik koşullu değişen varyans modelleri yardımıyla araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, tüketici kredi kullanım oranı değişkeninin enflasyon oranı oynaklığını arttırdığı, buna karşın, taksitli ticari krediler ve kurumsal kredi kartı kullanım oranının enflasyon oranlarının oynaklığını azalttığı belirlenmiştir.

Tekin ve Temelli (2020), Türkiye'deki illerin banka kredileri bakımından benzerliklerini araştırmışlardır. Türkiye Bankalar Birliği yayınlarından derlenen veriler kullanılarak, Türkiye'de illeri, bankaların kredi kullandırma seviyeleri bakımından sınıflandırmak üzere kümeleme analizi yöntemlerinden K-Ortalamalar yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; kredi kullanımı açısından bölgesel olarak farklılıkların bulunmadığı ve sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi ve nüfus yoğunluğu ile kredi kullanım düzeyleri arasında ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur.

3. YÖNTEM VE VERİ

Bu çalışmada, Türkiye'de 81 il Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK)'nın veri setinden yararlanılarak bankaların sağladıkları çeşitli bireysel krediler sınıflandırılmıştır. Çalışmada kümeleme analizi yöntemi ve faktör analizi yöntemi, 2020 yılı verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Burada amaç, kredi kullanımında Türkiye'deki iller arasında benzerliklerin ortaya konulmasıdır. Çalışmada kullanılan değişkenler;

- kredi mevduat hesabı,
- konut kredisi,
-taşıt kredisi,
-diğer tüketici kredileri,
-bireysel kredi kartları,
-takipteki konut kredisi,
-takipteki taşıt kredisi,
-takipteki diğer tüketici kredileri

Olmak üzere 8 değişkenden oluşmaktadır. Veriler BDDK'nın resmi internet sitesinden derlenmiştir.

3.1. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, gözönünde bulundurulan bireyleri aralarındaki benzerliklere dayanarak homojen alt birimlerde toplamak üzere kullanılan bir tekniktir. Kümeleme analizinde; X veri matrisinde kesin olarak bilinmeyen bireylerin, değişkenler itibariyle birbirine daha benzeyen alt kümelerde (grup, sınıf) toplamaya yardımcı olmaktadır (Kashigan, 1991; Özdamar, 2002; Everitt ve Hothorn, 2006).

Kümeleme analizinin özel amaçları şöyle sıralanabilir:

i. Gerçek uzaklık tipinin belirlenmesi

ii. Model uydurmayı kolaylaştırma,
iii. Gruplara ilişkin ön tahminin yapılması,
iv. Hipotez testi,
v. Veri yapısının daha belirgin hale getirilmesi,
vi. Verileri diğer analizlere uygun olarak indirgenmesi,
vii. Olası aykırı gözlemlerin belirlenmesi (Tatlıdil, 2002).

Kümeleme analizi uygulanması için aşağıda sıralanan özelliklerin sağlanması gerekmektedir:

- Veriler ölçeklenme için uygun özellikte olmalıdır. Veri sayısı ne olursa olsun kümelemee analizi uygulanabilir olmalıdır.
- Farklı veri tipleri (kategorize edilmiş ya da sayısal veri ye sahip veri tabanları için uygulanabilir özellikte olmalıdır.
- Düzgün şekle sahip olmayan kümeleri de belirleyebilmelidir.
- Verilerin toplanması ya da verilerin analiz edilecek yazılıma girilmesi aşamasında oluşacak hatalar içeren verilerin de analiz edilebilir olması gerekir.
- Çok boyutlu veri yapıları için de uygulanabilir olmalıdır.
- Veri kümesinin taşıdığı kısıtlamalar/sınırlılıkları da göz önünde bulunduracak nitelikte olmalıdır.
- Sonuçların rahatça yorum yapılabilecek şekilde ve fonksiyonel olması sağlanmalıdır (Han ve Kamber, 2001; Karaatlı vd. 2015).

.

K-Ortalamalar Kümeleme Analizi

K-ortalamalar (KO), 50 yıldan daha fazla bir zamandır en çok kullanılan tekniktir. K-ortalamalar Eşitlik (1)'de verilen amaç fonksiyonu en küçük yapmayı sağlayan bölümleyici bir kümeleme algoritmasıdır:

$$JKO(\boldsymbol{X};\boldsymbol{V}) = \sum\sum D^2{}_{ij\,k} \quad j=1\ n\ i=1 \qquad (1)$$

Burada;

k: küme (Bölüm, Grup) sayısı

n: Birim (nesne) sayısıdır

$D^2{}_{ij}$: Küme merkezleri ile birimler ile arasındaki uzaklık ölçüsüdür. Genellikle, kümeleme analizlerinde Öklid uzaklıkları kullanılmaktadır ve

$$\|xij - vj\|^2 , 1 \leq j \leq k$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada xij, j. kümedeki i. nesneyi; vj ise j. küme merkezini ifade etmektedir. K ortalamalar algoritması aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

1) $\boldsymbol{X}$ veri seti içerisinden rassal olarak k adet küme merkezi seçilir.

2) Küme merkezleri ile veri noktaları ile arasındaki uzaklıklar hesaplanır.

3) Veri noktaları uzaklığı kendilerine en küçük değere sahip olan merkezin ait olduğu kümelere atanır.

4) Küme merkezlerinin güncel hale getirilmesinde Eşitlik (2)'den yararlanılır:

$$vj = \sum xij\ nj\ i{=}1\ /nj\ ;\ 1 \leq j \leq k \qquad (2)$$

5) Küme değişikliği olan veri noktaları yoksa veya birbirini takip eden iki aşamada hata karelerindeki meydana gelen artış daha önceden tanımlanan bir yaklaşık değere eşit veya bu değerden daha küçük olması durumunda se kümeleme sona erdirilir, aksi durumda ikinci adıma dönülerek işlemler tekrarlanır.

3.2.FAKTÖR ANALİZİ

Faktör Analizi, birbirleri ile ilişkili veri ya da değişkenleri birbirinden bağımsız ve daha az sayıda yeni değişkenlere (hipotetik) dönüştürmek üzere bir olgu ya da olayı açıkladıkları düşünülen değişkenleri gruplayarak ortak faktörleri belirlemek ya da bir olguyu etkileyen değişkenleri belirli gruplarda toplamak amacıyla kullanılmaktadır. Bir başka anlatımla, çok sayıdaki değişken arasında var olan ilişkilere dayanarak inceleme konusu olan verilerin daha anlamlı ve özet halinde sunmaya imkân veren çok değişkenli bir çözümleme tekniğidir (Özdamar 2002).

Faktör analizi, gözlemlenen ve birbirleriyle ilişkili olan veri matrisi içinden p değişkenden gözlemlenemeyen ancak bu değişkenlerin bir araya getirilmesi ile meydana gelen, sınıflamayı ifade eden rassal faktörleri belirlemeyi sağlamaktadır. Bu yeni değişkenler faktör olarak adlandırılır (Özdamar,2002:236). Faktör analizinin en çok kullanılmasının nedeni, çok sayıda olan veri setinin azaltılması ve basitleştirilmesidir. Faktör analizi, az öneme sahip değişken ile, önemi çok olan değişkenin ağırlığı açısından daha sonraki aşamada yer almalarını sağlar.

Faktör analizi, değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olması nedeniyle, yapı olarak regresyon analizine oldukça benzemektedir (Nakip,2003; Karagöz,2008).). Analiz sonucu kaç faktör elde edilirse, o kadar denklem var demektir. Ancak, her zaman birinci faktörün ağırlığı (katsayısı) en yüksek olanıdır. Yani, birinci faktör, toplam varyans içinde en büyük paya sahiptir. Sonra ikinci, üçüncü faktörler gelir.

Verilerin faktör analizi için uygunluğunun araştırılmasında aşağıdaki adımlar izlenmektedir:

-Korelasyon matrisinin hesaplanması:

-Bartlett Testi (Bartlett Test of Sphericity):

- Kaiser–Meyer-Olkin (KMO) testi (Altunışık vd, 2007).

Faktör Sayısının Belirlerken ise aşağıdaki kriterler dikkate alınır:

- Özdeğer (Eigenvalues): Özdeğeri bire eşit ya da daha fazla faktörler dikkate alınmaktadır. Bir faktörün açıkladığı toplam varyans değerine özdeğer adı verilmektedir.

- Yamaç Eğimi Grafiği (Scree test) ile Belirleme: Özdeğerler grafik olarak incelenir. düşey çizginin yatay hale geldiği yere kadar olan faktörler çözümlemeye alınır.

- Varyansın Oranına Göre Belirleme: Faktör analizi ile hesaplanan varyans oranları büyük olması ölçüsünde faktör yapısı da o kadar güçlü bir hal alır (Kalaycı vd., 2007).

4. BULGULAR

Çok değişkenli istatistiksel analizlerin kullanıldığı çalışmalarda, analize dahil edilecek değişkenlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bundan dolayı, öncelikle mümkün olabilecek en

fazla sayıda değişken seçilmelidir. Daha sonra kullanılacak istatistiksel tekniklerin yapısına uygun olacak şekilde değişken sayısı azaltılmalıdır. Bu çalışmada bankacılık sektöründe kredi türlerine ait 8 temel değişken kullanılmıştır. Değişkenlere ilişkin veriler Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK)'dan 2020 yılı için elde edilmiştir. Analizlerde SPSS v.25 paket programı kullanılmıştır.

Kullanılan Değişkenler

Bireysel Krediler

X1) Taşıt Kredisi
X2) Konut Kredisi
X3) Kredi Mevduat Hesabı
X4) Diğer Tüketici Kredileri
X5) Bireysel Kredi Kartları
X6) Takipteki Taşıt Kredisi
X7) Takipteki Konut Kredisi
X8) Takipteki Diğer Tüketici Kredileri

4.1.KÜMELEME ANALİZİ SONUÇLARI

Araştırmanın bu aşamasında, illerin sınıflandırılmasında, k-ortalamalar tekniğinden yararlanılmıştır.

Ham Verilere Uygulanan Kümeleme Analizi Sonuçları

K-ortalamalar tekniği analiz sonuçları

K-ortalamalar kümeleme tekniği uygularken küme sayısını 3'ten başlatıp sonrasında ise 4, 5, 6 ve 7 seçerek analiz gerçekleştirilmiş sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Küme sayısı 3 olarak belirlendiğinde analizden elde edilen sonuçlara Çizelge 1'de yer verilmiştir.

Çizelge 1. 3 Küme Olması Durumunda Küme ve Elemanları

Küme No	Küme Elemanları	Kümelerde Yer Alan Gözlem Sayısı
1	İstanbul	1
2	Ankara, İzmir	2
3	Adana, Diyarbakır, Konya, Tunceli, Adıyaman, Edirne, Kütahya, Şanlıurfa, Afyonkarahisar, Elazığ, Malatya, Uşak, Ağrı, Erzincan, Manisa, Van, Amasya, Erzurum, Kahramanmaraş, Yozgat, Eskişehir, Mardin, Zonguldak, Antalya, Gaziantep, Muğla, Aksaray, Artvin, Giresun, Muş, Bayburt, Aydın, Gümüşhane, Nevşehir, Karaman, Balıkesir, Hakkâri, Niğde, Kırıkkale, Bilecik, Hatay, Ordu, Batman, Bingöl, Isparta, Rize, Şırnak, Bitlis, İçel, Sakarya, Bartın, Bolu, Samsun, Ardahan, Burdur, Kars, Siirt, Iğdır, Bursa, Kastamonu, Sinop, Yalova, Çanakkale, Kayseri, Sivas, Karabük, Çankırı, Kırklareli, Tekirdağ, Kilis, Çorum, Kırşehir, Tokat, Osmaniye, Denizli, Kocaeli, Trabzon, Düzce	78

Çizelge 1 incelendiğinde, 3 kümeye ayrılan illerin hangi kümede bulundukları görülmektedir. İstanbul ili tek başına bir küme oluştururken, İstanbul'dan sonra gelişmişlik düzeyi diğer illere kıyasla daha yüksek olan Ankara ve İzmir 2. kümeyi oluşturmaktadır. Kalan 78 il ise diğer bir kümede yer almıştır. Tek başına bir kümeyi teşkil eden İstanbul İli, ekonomik ve birçok açıdan Türkiye'nin en büyük ili konumundadır.

Küme sayısı 4 olarak tercih edildiğinde elde edilen sonuçlar Çizelge 2'te verilmiştir.

Çizelge 2. 4 Küme Olması Durumunda Küme ve Elemanları

Küme No	Küme Elemanları	Kümelerdeki Birim Sayısı
1	Adana, Antalya, Bursa, Mersin, Kocaeli	5
2	Ankara, İzmir	2
3	İstanbul	1
4	Diyarbakır, Tunceli, Adıyaman, Edirne, Kütahya, Şanlıurfa, Afyonkarahisar, Elazığ, Malatya, Uşak, Ağrı, Erzincan, Van, Amasya, Erzurum, Kahramanmaraş, Yozgat, Mardin, Zonguldak, Aksaray, Artvin, Giresun, Muş, Bayburt, Gümüşhane, Nevşehir, Karaman, Hakkâri, Niğde, Kırıkkale, Bilecik, Ordu, Batman, Bingöl, Isparta, Rize, Şırnak, Bitlis, Sakarya, Bartın, Bolu, Ardahan, Burdur, Kars, Siirt, Iğdır, Kastamonu, Sinop, Yalova, Çanakkale, Sivas, Karabük, Çankırı, Kırklareli, Kilis, Çorum, Kırşehir, Tokat, Osmaniye, Trabzon, Düzce, Aydın, Balıkesir, Denizli, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, Kayseri, Kocaeli, Konya, Manisa, Muğla, Samsun, Tekirdağ.	73

Çizelge 2; Küme sayısı 4 olması durumunda illerin hangi kümede yer aldıklarını ifade etmektedir. Buna göre, İstanbul ili tek başına bir kümeyi, Ankara ve İzmir birlikte ayrı bir kümeyi; Adana, Antalya, Bursa, Mersin, Kocaeli ayrı bir kümeyi oluşturmakta ve kalan 73 il ise 4. kümeyi oluşturmaktadır. İstanbul ili yine tek başına bir küme oluşturmaktadır.

Küme sayısı 5 olarak tercih edildiğinde elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. 5 Küme Olması Durumunda Küme ve Elemanları

Küme No	Küme Elemanları	Kümelerdeki Birim Sayısı
1	İzmir	1
2	Ankara	1
3	Adana, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bursa, Denizli, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, İçel, Kayseri, Kocaeli, Konya, Manisa, Muğla, Samsun, Tekirdağ	17
4	Diyarbakır, Tunceli, Adıyaman, Edirne, Kütahya, Şanlıurfa, Afyonkarahisar, Elazığ, Malatya, Uşak, Ağrı, Erzincan, Van, Amasya, Erzurum, Kahramanmaraş, Yozgat, Mardin, Zonguldak, Aksaray, Artvin, Giresun, Muş, Bayburt, Gümüşhane, Nevşehir, Karaman, Hakkâri, Niğde, Kırıkkale, Bilecik, Ordu, Batman, Bingöl, Isparta, Rize, Şırnak, Bitlis, Sakarya, Bartın, Bolu, Ardahan, Burdur, Kars, Siirt, Iğdır, Kastamonu, Sinop, Yalova, Çanakkale, Sivas, Karabük, Çankırı, Kırklareli, Kilis, Çorum, Kırşehir, Tokat, Osmaniye, Trabzon, Düzce..	61
5	İstanbul	1

Çizelge 3 incelendiğinde, Küme sayısı 5 olması durumunda ortaya çıkan gruplanmaları belirtmektedir. İzmir tek başına bir kümede, Ankara tek başına başka bir kümede yer alırken; İstanbul ise yine tek başına bir küme oluşturmaktadır. Toplam 17 ili içine alan Adana, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bursa, Denizli, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, İçel, Kayseri, Kocaeli, Konya, Manisa, Muğla, Samsun, Tekirdağ bir kümede toplanırken; kalan 61 il ise ayrı bir kümede yer almışlardır.

Küme sayısı 6 olarak tercih edildiğinde elde edilen sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. 6 Küme Olması Durumunda Küme ve Elemanları

Küme No	Küme Elemanları	Kümelerdeki Birim Sayısı
1	İzmir	1
2	Antalya, Bursa, Adana, Kocaeli	4
3	İstanbul	1
4	Tunceli, Adıyaman, Edirne, Kütahya, Şanlıurfa, Afyonkarahisar, Elazığ, Malatya, Uşak, Ağrı, Erzincan, Van, Amasya, Erzurum, Kahramanmaraş, Yozgat, Mardin, Zonguldak, Aksaray, Artvin, Giresun, Muş, Bayburt, Gümüşhane, Nevşehir, Karaman, Hakkâri, Niğde, Kırıkkale, Bilecik, Ordu, Batman, Bingöl, Isparta, Rize, Şırnak, Bitlis, Bartın, Bolu, Ardahan, Burdur, Kars, Siirt, Iğdır, Kastamonu, Sinop, Yalova, Çanakkale, Sivas, Karabük, Çankırı, Kırklareli, Kilis, Çorum, Kırşehir, Tokat, Osmaniye, Düzce, Trabzon..	60
5	Aydın, Balıkesir, Denizli, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, İçel, Kayseri, Konya, Manisa, Muğla, Sakarya, Samsun, Tekirdağ	14
6	Ankara	1

Çizelge 4'e bakıldığında; küme sayısı 6 olması durumunda, İstanbul, İzmir ve Ankara tek başlarına ayrı kümeler oluşturduğu görülmektedir. Antalya, Bursa, Adana ve Kocaeli illeri (4 adet) bir kümede toplanırken; Aydın, Balıkesir, Denizli, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, İçel, Kayseri, Konya, Manisa, Muğla, Sakarya, Samsun, Tekirdağ illeri (14 İl) bir kümede yer almaktadır. Kalan 60 il ise başka bir küme oluşturmaktadır.

Küme sayısı 7 olarak tercih edildiğinde elde edilen sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. 7 Küme Olması Durumunda Küme ve Elemanları

Küme No	Küme Elemanları	Kümelerdeki Birim Sayısı
1	Adana, İçel, Kocaeli	3
2	Diyarbakır, Eskişehir, Sakarya, Aydın, Balıkesir, Denizli, Gaziantep, Hatay, Kayseri, Konya, Manisa, Muğla, Samsun, Tekirdağ	14
3	İstanbul	1
4	İzmir	1
5	Adıyaman, Kütahya, Elazığ, Uşak, Ağrı, Erzincan, Amasya, Yozgat, Mardin, Aksaray, Artvin, Giresun, Muş, Bayburt, Gümüşhane, Nevşehir, Karaman, Hakkâri, Niğde, Kırıkkale, Bilecik, Batman, Bingöl, Rize, Şırnak, Bitlis, Bartın, Bolu, Ardahan, Burdur, Kars, Siirt, Iğdır, Kastamonu, Sinop, Yalova, Çanakkale, Karabük, Çankırı, Kırklareli, Kilis, Kırşehir, Osmaniye, Düzce, Sivas, Şanlıurfa, Tokat, Trabzon, Van, Zonguldak, Isparta, Kahramanmaraş, Kütahya, Malatya, Ordu, Afyonkarahisar, Çanakkale, Çorum, Edirne, Erzurum..	60
6	Antalya, Bursa	2
7	Ankara	1

Çizelge 5'bakıldığında küme sayısının 7 olması durumunda, İstanbul, İzmir ve Ankara yine tek başlarına ayrı kümeleri oluşturmaktadır. Antalya ve Bursa illeri bir kümede yer almıştır. Diyarbakır, Eskişehir, Sakarya, Aydın, Balıkesir, Denizli, Gaziantep, Hatay, Kayseri, Konya, Manisa, Muğla, Samsun, Tekirdağ (14 İl) bir küme oluştururken; Adana, İçel ve Kocaeli (3 İl) illeri ayrı bir kümede yer almışlardır. Kalan 60 il ise ayrı birer kümede toplanmışlardır.

4.2.FAKTÖR ANALİZİ SONUÇLARI

Faktör analizi uygulanırken, çalışmada yer verilen değişkenler arasındaki ilişkilerin anlamlı olup olmadığını ve verilerin temel bileşenler analizi uygulamak için uygunluğunu araştırmak üzere Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett Küresellik testi uygulanmış ve bulunan sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'ya bakıldığında KMO testi sonucunun 0.903 olduğu görülmektedir. Bu değerin 0.80 değerinden büyük olması nedeniyle, çalışmada kullanılan veri setinin faktör analizi uygulamada yeterli olduğu ifade edilebilir. Bartlett testi sonucu incelendiğinde ise bu test istatistiği için belirlenen olasılık (p) değeri anlamlılık düzeyi olan (α) 0.05 değerinden daha küçük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Bu durum da, incelene değişkenler arasında yüksek korelasyonun olduğu ve faktör analizinin uygulanabileceğini belirtmektedir.

Çizelge 6. KMO ve Bartlett Testleri (KMO and Bartlett's Test)

Kaiser-Meyer-Olkin Örnek Yeterliliği Testi		0,903
Bartlett's Testi	**Yaklaşık Ki Kare Test İstatistiği**	2933,378
	df	28
	p	<0,01

Faktör analizinde, değişkenler arasında yüksek korelasyon ilişkisi aranır. Değişkenler arasında korelasyon azaldıkça, faktör analizinin sonuçlarına olan güven de o denli azalır. p(sig.)=<0,01 olduğundan Bartlett testinin sonucu anlamlıdır. Dolayısıyla sıfır hipotezi reddedilerek alternatif hipotezi kabul edilir. Yani, değişkenler arasında yüksek korelasyonlar mevcuttur ve veriler çoklu normal dağılımdan gelmiş demektir. KMO katsayısı 0,903 olduğundan sonuç mükemmeldir. Bu sebeple, araştırmada örnek büyüklüğü yeterlidir.

Çizelge 7 incelendiğinde değişkenlere ilişkin ortak varyans (communality) değerlerinin oldukça yüksek olduğu ve tamamının 0.50'den büyük olduğu görülmektedir.

Çizelge 7. Ortak Varyans (communalities)

DEĞİŞKENLER	FAKTÖR YÜKÜ
Taşıt Kredisi	0,990
Konut Kredisi	0,992
Kredi Mevduat Hesabı	0,989
Diğer Tüketici Kredileri	0,986
Bireysel Kredi Kartları	0,993
Takipteki Taşıt Kredisi	0,982
Takipteki Konut Kredisi	0,989
Takipteki Diğer Tüketici Kredileri	0,994

Ortak varyans (Communality); bir değişkenin analizde yer alan diğer değişkenlerle paylaştığı varyans miktarıdır. Analiz sırasında, faktör yük değeri 0,45 yada daha yüksek olanlar analize alınmalı, faktör yük değeri 0,45'in altında bulunan değişkenler analizden çıkarılmalıdır (Balcý,1995:142-143). Tablo 13' te görüldüğü üzere kullanılan değişkenlerin faktör yük değerleri 0,45'ten oldukça yüksektir.

Çizelge 8'de özdeğeri birden büyük bir tane temel bileşen olduğu görülmektedir. Faktör tek başına toplam varyansın %98,933'ünü açıklamaktadır. Bu oldukça tatmin edici bir sonuçtur.

Çizelge 8. Faktör Analizi İle Açıklanan Toplam Varyans

Bileşen	Başlangıç Öz değerleri			Döndürülmüş Kareli Yüklerin Toplamı		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	7,915	98,933	98,933	7,915	98,933	98,933
2	0,060	0,749	99,682			
3	0,016	0,198	99,880			
4	0,005	0,068	99,948			
5	0,002	0,026	99,974			
6	0,001	0,012	99,985			
7	0,001	0,010	99,996			
8	<0,01	0,004	100,000			

Görsel 1. Yamaç Eğimi Grafiği (Scree Plot)

Görsel 1'de görüldüğü üzere; yamaç eğimi grafiğinde, özdeğeri bir ve birden fazla olan 1 faktör olduğundan bu 1 faktör seçilecektir.

Çizelge 9. Faktör Skorlarına Göre İllerin Sıralaması

Şehir	F1	Şehir	F1	Şehir	F1
ADANA	0,56046	EDİRNE	-0,21718	MALATYA	-0,18544
ADIYAMAN	-0,25453	ELAZIĞ	-0,23417	MANİSA	0,0659
AFYONKARAHİSAR	-0,17893	ERZİNCAN	-0,30129	MARDİN	-0,21434
AĞRI	-0,29577	ERZURUM	-0,19219	MERSİN	0,28433
AKSARAY	-0,27761	ESKİŞEHİR	-0,03981	MUĞLA	0,04535
AMASYA	-0,26603	GAZİANTEP	0,21057	MUŞ	-0,32193

ANKARA	2,47956	GİRESUN	-0,25189	NEVŞEHİR	-0,28896
ANTALYA	0,64181	GÜMÜŞHANE	-0,33765	NİĞDE	-0,28943
ARDAHAN	-0,3416	HAKKARİ	-0,31829	ORDU	-0,1648
ARTVİN	-0,31388	HATAY	0,05638	OSMANİYE	-0,22854
AYDIN	0,02142	IĞDIR	-0,32572	RİZE	-0,27914
BALIKESİR	-0,00602	ISPARTA	-0,24715	SAKARYA	-0,0218
BARTIN	-0,30859	**İSTANBUL**	**8,09924**	SAMSUN	0,004
BATMAN	-0,25911	İZMİR	1,57086	SİİRT	-0,30786
BAYBURT	**-0,34538**	KAHRAMANMARAŞ	-0,11133	SİNOP	-0,30983
BİLECİK	-0,29421	KARABÜK	-0,28878	SİVAS	-0,17673
BİNGÖL	-0,32613	KARAMAN	-0,30104	ŞANLIURFA	-0,07163
BİTLİS	-0,30986	KARS	-0,30803	ŞIRNAK	-0,28533
BOLU	-0,26807	KASTAMONU	-0,27082	TEKİRDAĞ	0,04551
BURDUR	-0,28924	KAYSERİ	0,00955	TOKAT	-0,22609
BURSA	0,72908	KIRIKKALE	-0,26662	TRABZON	-0,13972
ÇANAKKALE	-0,17212	KIRKLARELİ	-0,23429	TUNCELİ	-0,33767
ÇANKIRI	-0,32214	KIRŞEHİR	-0,3024	UŞAK	-0,25998
ÇORUM	-0,22106	KİLİS	-0,335	VAN	-0,1912
DENİZLİ	-0,03089	KOCAELİ	0,3929	YALOVA	-0,27643
DİYARBAKIR	0,03694	KONYA	0,17651	YOZGAT	-0,27445
DÜZCE	-0,2255	KÜTAHYA	-0,22402	ZONGULDAK	-0,16474

Çizelge 9'da faktör skorları bakımından illerin sıralanması yer almaktadır. Yapılan bu sıralamaya bakıldığında İstanbul en yüksek skor değerine sahip iken Bayburt en düşük değere sahip olduğu görülmektedir.

5.SONUÇ

Bu çalışmada, bireysel kredi kullanımları bakımından Türkiye'deki illerin benzer ve farklı yönlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek üzere, çalışmada ilke olarak illerin bireysel kredi kullanım değişkenleri için elde edilen verilere kümeleme analizi uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan k-ortalamalar kümeleme tekniğinde küme sayısı 3, 4, 5, 6 ve 7 olması durumu için analiz yapılmıştır. Küme sayısı 3 olarak seçildiğinde Ankara ve İzmir illerinin birlikte ayrı bir küme olduğu, İstanbul'un tek başına ayrı bir küme oluşturduğu belirlenmiştir. Küme sayısı 4 olarak belirlendiğinde İstanbul'un ayrı bir küme, Ankara ve İzmir'in ayrı bir küme olduğu ve kalan illerin bir küme olduğu tespit edilmiştir. Küme sayısı 5 olarak seçildiğinde İzmir bir küme, Ankara bir küme ve İstanbul bir küme oluştururken; diğer illerin bir küme oluşturmuşlardır. Küme sayısı 6 olduğunda İzmir, Ankara, İstanbul ve Antalya, Bursa, Adana ve Kocaeli ayrı ayrı bir kümede toplanırken, kalan iller ayrı bir küme oluşturmaktadır. Son olarak, küme sayısı 7 olduğunda, İzmir; Ankara; İstanbul; Antalya ve Bursa; Adana, Kocaeli ve Mersin ayrı bir kümede toplandıkları ve kalan illerin de bir küme oluşturdukları belirlenmiştir. Söz konusu iller ile ilgili önsel bilgiler değerlendirildiğinde bu durum şaşırtıcı değildir.

Çalışmada daha sonra incelene verilere faktör analizi uygulanmıştır. Faktör analizi sonuçlarına göre, toplam varyansın %98.9'unu açıklayan bir tane faktör elde edilmiştir. İllerin faktör skorları bakımından sıralanması sonucunda, İstanbul ilinin en yüksek skor değerine sahip olduğu ve Bayburt İli'nin de en düşük skor değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada

en önemli sonuç, İstanbul ilinin diğer tüm illerden bireysel bankacılık kredi kullanımı değişkenleri bakımından oldukça farklı olmasıdır. Bununla birlikte, coğrafi konum olarak birbirine yakın olan illerin de birlikte küme oluşturmaları da dikkat çekici bir diğer sonuçtur.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar Yaman Yılmaz (2020) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile benzerlik taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Altunışık, R., Coşkun R., Bayraktaroğlu S. ve Yıldırım E. (2007), Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulamalı, Sakarya Kitabevi, İstanbul.

Arsène, M. F., and Guy-Paulin, D. D. (2013). An Econometric Analysis of the Nexus between Credit to the Private Sector, Inflation and Economic Growth: Case of Cameroon 1965–2010. Global Journal of Management and Business Research Interdisciplinary, 40-53.

Ceylan, S., ve Durkaya, M. (2010). Türkiye'de Kullanımı-Ekonomik Büyüme İlişkisi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 24(2), 21-35.

Çamoğlu, S.M. ve Akıncı, M. (2012). Türkiye'de Sektörel Banka Kredilerinin Gelişimi: Bir Zaman Serisi Analizi. Yönetim ve Ekonomi, 19(1), 193-210.

Dönmez, C. Ç. (2017). Finans Sektörü ve Ekonomik Gelişme (Ekonofizik Açıdan Rekabetçilik Analizi). Ekin Yayınevi, Bursa.

Dücan, E., Atay Polat, M. ve Balcıoğlu, E. (2016). Tüketim Toplumu Örneği Olarak Türkiye'nin Cari Açık ve Tüketici Kredileri İlişkisi, Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 4(1), 161-188.

Ertem, Ü. (2015). Bankacılık ve Kambiyo İşlemleri. Ekin Yayınevi, Bursa

Everitt, B. and Hothorn, T. (2011) An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R. Springer, New York.

Han, J.W. and Kamber, M. (2001) Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann Pulishers, Inc., San Francisco.

Hazar, A..ve Babuşcu, Ş. (2013). Türk Bankacılık Sektörü Kredi-Mevduat Gelişmelerinin Bölgesel Analizi (2005-2011). Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 3(1), 93-119.

İnan, E. A. (2005). Türk Bankacılık Sisteminde Şube, Kredi ve Mevduatın Coğrafi Dağılımı. Bankacılar Dergisi, 54, 21-40.

Karaatlı M., Ömürbek N., Budak, İ., Dağ O. (2015), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Yaşanabilir İllerin Sıralanması, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 33, 215-228

Kaufman, L. And Rousseeuw, P. J. (2009). Finding Groups İn Data: An İntroduction to Cluster Analysis. John Wiley and Sons, New Jersey.

Kalaycı, Ş ve diğerleri., (2006). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.

Karagöz Y. ve Kösterlioğlu İ. (2008), İletişim Becerileri Değerlendirme Ölçeğinin Faktör Analizi Metodu ile Geliştirilmesi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21, 81-98

Kessel, R. A., and Alchian, A. A. (1962). Effects of Inflation. The Journal of Political Economy, 521-537.

Korkmaz, Ö. (2019). Kredi Kullanım Oranları ile Enflasyon Oranları Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Bir İnceleme. Maliye Dergisi, 176 (1), 98-127.

Küçükkocaoğlu, G., Kuzu, D. A. & Göksu, G. (2019). Türk Bankacılık Sektörünün Kredi Hacmini Etkileyen Değişkenler ve Etki Düzeyleri. Bankacılar Dergisi, 109, 3-21.

Mercan, M. (2013). Kredi Hacmindeki Değişimlerin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Türkiye Ekonomisi İçin Sınır Testi Yaklaşımı. Bankacılar Dergisi, 84, 54-71

Nakip, M. (2003), Pazarlama Araştırmaları Teknikler ve (SPSS Destekli)Uygulamalar, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Öksüzkaya, M., Atan, M. & Atan, S. (2018). Türkiye Bankacılık Sektöründe İl Bazında Mevduat ve Kredi Etkinliği. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 22(2), 343-374.

Özçalıcı, M. (2017). Özdüzenleyici Haritalar Yöntemi ile Bankacılık Sektörü Piyasa Bölümlendirilmesi. BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar, 11(2), 9-30.

Özdamar, K., (2002),Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2, Kaan Kitabevi, Eskişehir.

Şenel, C. (2020). Banka Kredileri ve Türk Bankacılık Sektöründe Kredilerin Uluslararası Karşılaştırmalı Analizi. İşletme Araştırmaları Dergisi, 12(1), 810-825.

Tatlıdil, H., (202), Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, Ziraat Matbacılık, Ankara.

Temel Nalın, H. ve Taşdelen, S. (2016). Bankalarda Kredi Arzını EtkileyenFaktörler. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (615), 65-75.

Tekin, B. ve Temelli, F. (2020), Türkiye'deki İllerin Kredi Kullanım Düzeyleri Açısından Kümelenmesi: K-Ortalamalar Yöntemi Yaklaşımı, Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22/1, s. 91-124.

Tiryaki, G. (2014). Türkiye'de Bireysel Kredilerin Ekonomik Büyüme ve Cari Açık ile İlişkisi. Bankacılar Dergisi, 91, 55-74.

Yaman Yılmaz, C. (2020). Türkiye'deki İllerin Bankacılık Faaliyetleri Açısından Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler ile İncelenmesi. Alanya Akademik Bakış, 4(2), 471-493.

Yılmaz, Z. ve Uzgören, E. (2013). Türkiye'de İllerin Temel Bankacılık Faaliyetleri Yönünden Kümeleme Analizi Yöntemiyle Sınıflandırılması (EYİ Özel Sayısı). Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 535-554.

Yüksel, S. (2016). Türkiye'de Cari İşlemler Açığının Belirleyicileri: Mars Yöntemi ile Bir İnceleme. Bankacılar Dergisi, 96, 102-121.

Yüksel, S., ve Özsarı, M. (2016). Türkiye'deki Bireysel Krediler ile Enflasyon ve Cari İşlemler Açığı Arasındaki Nedensellik İlişkisinin İncelenmesi. Econworld Konferansı, Roma.

ARİTMETİK İNDEKSLİ (s,t)-PELL AND (s,t)-PELL LUCAS DİZİLERİ

Sukran UYGUN[1] , Osman AKSU[2]
[1] Gaziantep Üniversitesi, Fen Edb. Fakültesi, Matematik Bölümü,
0000-0002-7878-2175
[2]Gaziantep Üniversitesi, Fen Edb. Fakültesi, Matematik Bölümü
0000-0001-9968-6759

Özet

Negatif olmayan özel tamsayı dizileri içinde bilinen en popüleri Fibonacci sayı dizisidir. Birçok matematikçi Fibonacci sayı dizisi üzerine çalışmalar yapmıştır. Fibonacci sayı dizisinin bilinen en önemli özelliği ardışık terimler oranının altın orana yaklaşımıdır. Özel sayı dizileri başlangıç şartları değiştirilerek, yineleme bağıntısına parametreler eklenerek ve bunun gibi bazı yollarla genelleştirilebilir. Pell özel sayı dizisi de litaratürde çok çalışılan konulardan biridir. Pell sayı dizisinin başlangıç şartları değiştirilerek Pell-Lucas ve modifiye Pell sayı dizileri elde edilmiştir. Yineleme bağıntıları değiştirilerek Pell, Pell-Lucas sayı dizilerinin genelleştirilmiş dizileri elde edilir.

Bu çalışmada bu genelleştirilmiş dizilerden aritmetik indeksli *(s,t-)*Pell ve *(s,t)*-Pell-Lucas sayı dizileri tanımlanarak, bu dizilerin üreteç fonksiyonları, Binet formülleri gibi temel bazı özellikler verildikten sonra bu dizilere ait çeşitli bağıntılar elde edilmiştir. Ayrıca çeşitli toplam formüllerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pell ve Pell-Lucas Sayı Dizileri, Genelleştirilmiş Diziler, Binet formülü, Üreteç Fonksiyonu.

1. GİRİŞ

$P_0 = 0$ ve $P_1 = 1$ olmak üzere; $P_{n+1} = 2P_n + P_{n-1}$ yineleme bağıntısı ile verilen $\{P_n\}_{n=1}^{\infty}$ şeklindeki tamsayı dizisine **Pell sayı dizisi** denir. Pell dizisinin Binet formülü $r_1 = 1+\sqrt{2}$ ve $r_2 = 1-\sqrt{2}$ olmak üzere $P_n = \dfrac{r_1^{\,n} - r_2^{\,n}}{r_1 - r_2}$ şeklindedir.

$Q_0 = 2$ ve $Q_1 = 2$ olmak üzere; $Q_{n+1} = 2Q_n + Q_{n-1}$ yineleme bağıntısı ile verilen $\{Q_n\}_{n=1}^{\infty}$ şeklindeki tamsayı dizisine **Pell Lucas sayı dizisi** denir. Pell Lucas dizisinin Binet formülü $r_1 = 1+\sqrt{2}$ ve $r_2 = 1-\sqrt{2}$ olmak üzere $Q_n = r_1^{\,n} + r_2^{\,n}$ şeklindedir.

$P_{k,0} = 0$ ve $P_{k,1} = 1$ olmak üzere; $P_{k,n+1} = 2P_{k,n} + kP_{k,n-1}$ yineleme bağıntısı ile verilen $\{P_{k,n}\}_{n=1}^{\infty}$ şeklindeki tamsayı dizisine ***k*-Pell sayı dizisi** denir. Pell dizisinin Binet formülü $r_1 = 1+\sqrt{1+k}$ ve $r_2 = 1-\sqrt{1+k}$ olmak üzere $P_{k,n} = \frac{r_1^n - r_2^n}{r_1 - r_2}$

şeklindedir.

$Q_{k,0}=2$ ve $Q_{k,1}=2$ olmak üzere; $Q_{k,n+1}=2Q_{k,n}+kQ_{k,n-1}$ yineleme bağıntısı ile verilen $\{Q_{k,n}\}_{n=0}^{\infty}$ şeklindeki tamsayı dizisine k-Pell sayı dizisi denir. Pell dizisinin Binet formülü $r_1=1+\sqrt{1+k}$ ve $r_1=1-\sqrt{1+k}$ olmak üzere $Q_{k,n}=r_1^{\,n}+r_2^{\,n}$ şeklindedir.

2. ARİTMETİK İNDEKSLİ k –PELL VE k –PELL LUCAS DİZİLERİ

Bu bölümdeki sonuçlar [6] nolu referans kullanılarak elde edilmiştir. Biz bu çalışmamızda bu sonuçları ve daha fazlasını airtmetik indeksli (s,t) Pell ve Pell sayı dizilerine uyarladık.

Lemma 2.1 $k\in\mathbb{R}, n\in\mathbb{N}$ ve a,r sabit tamsayı $0\le r\le a-1$ olmak üzere

$$r_1^n+r_2^n=P_{k,n+1}+kP_{k,n-1}$$

$$P_{k,a(n+2)+r}=(P_{k,a+1}+kP_{k,a-1})P_{k,a(n+1)+r}-(-k)^aP_{k,an+r}$$

eşitlikleri sağlanır.

Teorem 2.2 $n,k\in\mathbb{R}, n\in\mathbb{N}$ ve a, r sabit tamsayı $0\le r\le a-1$ olmak üzere aritmetik indeksli k- Pell sayıları için toplam formülü

$$\sum_{i=0}^{n}P_{k,ai+r}=\frac{(-k)^aP_{k,an+r}-P_{k,a(n+1)+r}+P_{k,r}+(-k)^rP_{k,a-r}}{(-k)^a-\left(P_{k,a+1}+kP_{k,a-1}\right)+1}$$

ile verilir.

Teorem 2.3 $a,r\epsilon\mathbb{N}$ ve $0\le r\le a-1$ olmak üzere aritmetik indeksli k-Pell sayılarının alternatif toplam formülü aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{i=0}^{n}(-1)^iP_{k,ai+r}=\frac{P_{k,r}+(-1)^nP_{k,a(n+1)+r}-(-k)^rP_{k,a-r}+(-k)^a(-1)^nP_{k,an+r}}{(-k)^a+\left(P_{k,a+1}+kP_{k,a-1}\right)+1}$$

Teorem 2.4 $k\in\mathbb{R}, n\in\mathbb{N}$ ve a, r sabit tamsayı ve $0\le r\le a-1$ olmak üzere aritmetik indeksli k- Pell dizisinin üreteç fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{n=0}^{\infty}P_{k,an+r}x^n=\frac{P_{k,r}-x(2P_{k,r}-P_{k,a+r})}{(1-2x-kx^2)}$$

Teorem 2.5 $k\in\mathcal{R}$ ve $n\in\mathbb{N}$ olmak üzere aritmetik indeksli k-Pell Lucas dizisi aşağıdaki eşitliği sağlar.

$$Q_{k,a(n+1)+r}=Q_{k,a}Q_{k,an+r}-(-k)^aQ_{k,a(n-1)+r}$$

Teorem 2.6 $a,r\in N$ ve $0\le r\le a-1$ olmak üzere aritmetik indeksli k-Pell Lucas dizisi için üreteç fonksiyonu

$$Q(k,x,a,r)=\frac{Q_{k,r}+x\left(Q_{k,a+r}-Q_{k,a}Q_{k,r}\right)}{1-Q_{k,a}x+(-k)^{a}x^{2}}$$

şeklinde verilir.

Teorem 2.7 $a,r\in N$ ve $0\leq r\leq a-1$ olmak üzere aritmetik indeksli *k*- Pell Lucas dizisi için toplam formülü

$$\sum_{J=0}^{n}Q_{k,aJ+r}=\frac{Q_{k,a}-Q_{k,a(n+1)+r}-(-k)^{r}Q_{k,a-r}+(-k)^{a}Q_{k,an+r}}{1-Q_{k,a}+(-k)^{a}}$$

şeklinde verilir.

Teorem 2.8 $a,r\in N$ ve $0\leq r\leq a-1$ olmak üzere aritmetik indeksli *k*-Pell Lucas dizisi için aşağıdaki eşitlik geçerlidir.

$$\frac{P_{k,2^{r}n}}{P_{k,n}}=\prod_{J=0}^{r-1}Q_{k,2^{r}n}$$

3. ARİTMETİK İNDEKSLİ *(s, t)*-PELL VE *(s, t)*-PELL LUCAS SAYI DİZİLERİ

$P_0(s,t)=0$ ve $P_1(s,t)=1$ olmak üzere; $P_{n+1}(s,t)=2sP_n(s,t)+tP_{n-1}(s,t)$

yineleme bağıntısı ile verilen $\{P_n(s,t)\}_{n=1}^{\infty}$şeklindeki tamsayı dizisine *(s,t)* Pell sayı dizisi denir. Pell dizisinin Binet formülü $r_1=s+\sqrt{s^2+t}$ve $r_2=s-\sqrt{s^2+t}$ olmak üzere

$$P_n(s,t)=\frac{r_1^n-r_2^n}{r_1-r_2}$$

şeklindedir.

$Q_0(s,t)=2$ ve $Q_1(s,t)=2s$ olmak üzere; $Q_{n+1}(s,t)=2sQ_n(s,t)+tQ_{n-1}(s,t)$

yineleme bağıntısı ile verilen $\{Q_n(s,t)\}_{n=1}^{\infty}$şeklindeki tamsayı dizisine *(s,t)*-Pell Lucas sayı dizisi denir. $r_1=s+\sqrt{s^2+t}$ ve$r_2=s-\sqrt{s^2+t}$ olmak üzere*(s,t)*-Pell Lucas dizisinin Binet formülü

$$Q_n(s,t)=r_1^n+r_2^n$$

şeklindedir.

Lemma 3.1 $s,t\in\mathbb{R},n\in\mathbb{N}$olmak üzere

$$r_1^n+r_2^n=P_{n+1}(s,t)\ +tP_{n-1}(s,t)$$

sağlanır.

İspat: Bu eşitliği Binet formülü ve $r_1r_2 = -t$ kullanarak gösterelim.

$$P_{n+1}(s,t) + tP_{n-1}(s,t) = \frac{1}{r_1-r_2}(r_1^{n+1} - r_2^{n+1} + tr_1^{n-1} - tr_2^{n-1})$$
$$= \frac{1}{r_1-r_2}(r_1^{n+1} - r_2^{n+1} - (r_1r_2)r_1^{n-1} + (r_1r_2)r_2^{n-1})$$
$$= \frac{1}{r_1-r_2}r_1^n(r_1 - r_2) + r_2^n(r_1 - r_2)$$
$$= (r_1^n(r_1 - r_2) + r_2^n(r_1 - r_2) = r_1^n + r_2^n$$

Lemma 3.2 $s,t \in \mathbb{R}, n \in \mathbb{N}$ ve a,r sabit tamsayı ve $0 \le r \le a-1$ olmak üzere

$P_{a(n+2)+r}(s,t) = (P_{a+1}(s,t) + tP_{a-1}(s,t))P_{a(n+1)+r}(s,t) - (-t)^aP_{an+r}(s,t)$ eşitliği sağlanır.

İspat: Bu eşitliği Binet formülü ve $r_1r_2 = -t$ kullanarak gösterelim:

$$(P_{a+1}(s,t) + tP_{a-1}(s,t))P_{a(n+1)+r}(s,t) = (r_1^n + r_2^n)\left(\frac{r_1^{a(n+1)+r} - r_2^{a(n+1)+r}}{r_1-r_2}\right)$$
$$= \frac{1}{r_1-r_2}(r_1^{a(n+2)+r} - r_2^{a(n+2)+r} + (-t)^a(r_1^{an+r} - r_2^{an+r}))$$
$$= P_{a(n+2)+r}(s,t) + (-t)^aP_{an+r}(s,t)$$

Böylece istenen eşitlik sağlanır.

Teorem 3.3 $t \in \mathbb{R}, n \in \mathbb{N}$ vea,r sabit tamsayı $0 \le r \le a-1$aritmetik indeksli *(s,t)*- Pell sayıları için toplam formülü

$$\sum_{i=0}^{n} P_{ai+r}(s,t) = \frac{(-t)^aP_{an+r}(s,t) - P_{a(n+1)+r}(s,t) + P_r(s,t) + (-t)^rP_{a-r}(s,t)}{(-t)^a - (P_{a+1}(s,t) + tP_{a-1}(s,t)) + 1}$$

şeklinde verilir.

İspat: Aritmetik indeksli *(s,t)*- Pell sayı dizilerinin Binet formülü kullanılarak ispatlayalım.

$$\sum_{i=0}^{n} P_{ai+r}(s,t) = \sum_{i=0}^{n}\left(\frac{r_1^{ai+r} - r_2^{ai+r}}{r_1-r_2}\right)$$
$$= \frac{1}{r_1-r_2}\left(\sum_{i=0}^{n} r_1^{ai+r} - \sum_{i=0}^{n} r_2^{ai+r}\right)$$
$$= \frac{1}{r_1-r_2}\left(\frac{r_1^{a(n+1)+r} - r_1^r}{r_1^a - 1} - \frac{r_2^{a(n+1)+r} - r_2^r}{r_2^a - 1}\right.$$

$$=\frac{(-t)^{a}P_{an+r}(s,t)\ -P_{a(n+1)+r}(s,t)\ +P_{r}(s,t)\ +(-t)^{r}P_{a-r}(s,t)}{(-t)^{a}-(P_{a+1}(s,t)\ +tP_{a-1}(s,t)\ )+1}$$

Eğer *a=2p+1* ise aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\sum_{i=0}^{n}P_{(2p+1)i+r}(s,t)$$
$$=\frac{(-t)^{2p+1}P_{(2p+1)n+r}(s,t)\ -P_{(2p+1)(n+1)+r}(s,t)\ +P_{r}(s,t)\ +(-t)^{r}P_{(2p+1)-r}(s,t)}{(-t)^{2p+1}-\left(P_{2p+2}(s,t)\ +tP_{2p}(s,t)\ \right)+1}$$

Özel olarak da *p=0*, *a=1* ve *r=0* alalım.

$$\sum_{i=0}^{n}P_{i}(s,t)\ =\frac{tP_{n}(s,t)\ +P_{n+1}(s,t)\ -1}{t+1}$$

Eğer *a=2p* ise aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\sum_{i=0}^{n}P_{2pi+r}(s,t)\ =\frac{(-t)^{2p}P_{2pn+r}(s,t)\ -P_{2p(n+1)+r}(s,t)\ +P_{r}(s,t)\ +(-t)^{r}P_{2p-r}(s,t)}{(-t)^{2p}-\left(P_{2p+1}(s,t)\ +tP_{2p-1}(s,t)\ \right)+1}$$

Özel olarak *p=1* ve *a=2* alalım.

$$\sum_{i=0}^{n}P_{2i+r}(s,t)\ =\frac{t^{2}P_{2n+r}(s,t)\ -P_{2(n+1)+r}(s,t)\ +P_{r}(s,t)\ +(-t)^{r}P_{2-r}(s,t)}{t^{2}-2t-3}$$

r=0 veya *r=1* olduğunda denklemimiz aşağıdaki gibi olur.

$$\sum_{i=0}^{n}P_{2i}(s,t)\ =\frac{t^{2}P_{2n}(s,t)\ -P_{2n+2}(s,t)\ +P_{r}(s,t)\ +2}{t^{2}-2t-3}$$

ve

$$\sum_{i=0}^{n}P_{2i+1}(s,t)\ =\frac{t^{2}P_{2n+1}(s,t)\ -P_{2n+3}(s,t)\ +P_{r}(s,t)\ +1-t}{t^{2}-2t-3}$$

Teorem 3.4 $t\in\mathbb{R},n\in\mathbb{N}$ve*a,r* sabit tamsayı $0\leq r\leq a-1$ olmak üzere

aritmetik indeksli *(s,t)*-Pell dizilerinin alternatif toplam formülü aşağıdaki gibidir:

$$\sum_{i=0}^{n}(-1)^{i}P_{ai+r}(s,t)$$
$$=\frac{P_{r}(s,t)\ +(-1)^{n}P_{a(n+1)+r}(s,t)\ -(-t)^{r}P_{a-r}(s,t)\ +(-t)^{a}(-1)^{n}P_{an+r}(s,t)}{(-t)^{a}+(P_{a+1}(s,t)\ +tP_{a-1}(s,t)\ )+1}$$

İspat: Bu eşitliği ispatlamak için Binet formülünü, *(s,t)*- Pell sayılarını ve $r_1 r_2 = -t$ eşitlikliğini kullanacağız.

$$\sum_{i=0}^{n}(-1)^i P_{ai+r}(s,t) = \frac{1}{r_1 - r_2}\left(\sum_{i=0}^{n}(-1)^i (r_1^{ai+r} - r_2^{ai+r})\right.$$

$$= \frac{1}{r_1 - r_2}\left(\frac{r_1^r\left(1 + (-1)^n r_1^{a(n+1)}\right)}{1 + r_1^a} - \frac{r_2^r\left(1 + (-1)^n r_2^{a(n+1)}\right)}{1 + r_2^a}\right)$$

$$= \frac{P_r(s,t) + (-1)^n P_{a(n+1)+r}(s,t) - (-t)^r P_{a-r}(s,t) + (-t)^a (-1)^n P_{an+r}(s,t)}{(-t)^a + (P_{a+1}(s,t) + tP_{a-1}(s,t)) + 1}$$

istenen sonuç elde edilmiş olur.

Eğer *a=2p+1* ise aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\sum_{i=0}^{n}(-1)^i P_{(2p+1)i+r}(s,t) = \frac{P_r(s,t) + (-1)^n P_{(2p+1)(n+1)+r}(s,t) - (-t)^r P_{2p+1-r}(s,t) + (-t)^{2p+1}(-1)^n P_{(2p+1)n+r}(s,t)}{(-t)^{2p+1} + \left(P_{2p+2}(s,t) + tP_{2p}(s,t)\right) + 1}$$

p=0, *a=1* ve *r=0* ise

$$\sum_{i=0}^{n}(-1)^i P_i(s,t) = \frac{(-1)^n (P_{n+1}(s,t) - tP_n(s,t)) - 1}{3 - t}$$

elde edilir.

p=1, *a=3*, *r=0* ise

$$\sum_{i=0}^{n}(-1)^i P_{3i}(s,t) = \frac{(-1)^n \left(P_{3(n+1)}(s,t) - t^3 P_{3n}(s,t)\right) - t - 4}{-t^3 + 6t + 9}$$

elde edilir.

a=2p ise aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\sum_{i=0}^{n}(-1)^i P_{2pi+r}(s,t) = \frac{P_r(s,t) + (-1)^n P_{2p(n+1)+r}(s,t) - (-t)^r P_{2p-r}(s,t) + (-t)^{2p}(-1)^n P_{2pn+r}(s,t)}{(-t)^{2p} + \left(P_{2p+1}(s,t) + tP_{2p-1}(s,t)\right) + 1}$$

p=1, *a=2* ve

$$\sum_{i=0}^{n}(-1)^i P_{2i+r}(s,t)$$
$$=\frac{P_r(s,t)\ +(-1)^n P_{2(n+1)+r}(s,t)\ -(-t)^r P_{2-r}(s,t)\ +(-t)^2(-1)^n P_{2n+r}(s,t)}{t^2+2t+5}$$

sonucu görülür.

Teorem 3.5 $t \in \mathbb{R}, n \in \mathbb{N}$ve*a,r* sabit tamsayı ve $0 \le r \le a-1$olmak üzere aritmetik indeksli *(s,t)*- Pell dizisinin üreteç fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_{an+r}x^n = \frac{P_r(s,t)-x(2P_r(s,t)-P_{a+r}(s,t))}{1-2x-tx^2}$$

İspat: (*s,t*)-Pell dizisinin üreteç fonksiyonunun tanımından

$$f_{a,r}(t,r)=\sum_{n=0}^{\infty} P_{an+r}(s,t)x^n = P_r(s,t)+P_{a+r}(s,t)x+\sum_{n=2}^{\infty} P_{an+r}(s,t)x^n$$

$$= P_r(s,t)+P_{a+r}(s,t)x+\sum_{n=2}^{\infty}\left(2P_{a(n-1)+r}(s,t)+tP_{a(n-2)+r}(s,t)\right)x^n$$

$$= P_r(s,t)+P_{a+r}(s,t)x+2x\sum_{n=2}^{\infty} P_{a(n-1)+r}(s,t)x^{n-1}+tx^2\sum_{n=2}^{\infty} P_{a(n-2)+r}(s,t)x^{n-2}$$

eşitliği elde edilir.

j=n-2 ve *l=n-1* olsun.

$$f_{a,r}(t,r)=P_r(s,t)+P_{t,a+r}(s,t)x$$
$$+2x(\sum_{l=0}^{\infty} P_{al+r}(s,t)x^l - P_r(s,t))+tx^2\sum_{n=2}^{\infty} P_{aj+r}(s,t)x^j$$

$$= P_r(s,t)+P_{a+r}(s,t)x-2xP_r(s,t)+2x\sum_{n=0}^{\infty} P_{an+r}(s,t)x^n+tx^2\sum_{n=0}^{\infty} P_{an+r}(s,t)x^n$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_{an+r}(s,t)x^n = \frac{P_r(s,t)-x(2P_r(s,t)-P_{a+r}(s,t))}{(1-2x-tx^2)}$$

Bu şekilde ispat tamamlanmış olur.

Teorem 3.6 $t \in \mathcal{R}$ve$n \in \mathbb{N}$ olmak üzere*(s,t)*-Pell Lucas dizisi aşağıdaki eşitliği sağlar.

$$Q_{a(n+1)+r}(s,t)=Q_a(s,t)Q_{an+r}(s,t)-(-t)^a Q_{a(n-1)+r}(s,t)$$

İspat: İspat için*(s,t)*-Pell dizisi için verilen aşağıdaki eşitliği kullanacağız.

$P_{a(n+1)+r}(s,t) = (tP_{a-1}(s,t) + P_{a+1}(s,t))P_{an+r}(s,t) - (-t)^a P_{a(n-1)+r}(s,t)$

$$r_1^n + r_2^n = P_{n+1}(s,t) + tP_{n-1}(s,t) \text{ve } \; r_1 r_2 = -t$$

eşitlikleri göz önünde bulundurularak

$(tP_{t,a-1}(s,t) + P_{t,a+1}(s,t))P_{t,an+r}(s,t) - (-t)^a P_{t,a(n-1)+r}$

$$= (s_1^a + s_2^a)\left(\frac{s_1^{an+r} - s_2^{an+r}}{s_1 - s_2}\right) - (-t)^a P_{t,a(n-1)+r}(s,t)$$

$$= \left(\frac{s_1^{a(n+1)+r} - s_2^{a(n+1)+r} + s_2^a s_1^{an+r} - s_1^a s_2^{an+r}}{s_1 - s_2}\right) - (-t)^a P_{t,a(n-1)+r}(s,t)$$

$$= \frac{s_1^{a(n+1)+r} - s_2^{a(n+1)+r}}{s_1 - s_2} + \frac{s_2^a s_1^{an+r} - s_1^a s_2^{an+r}}{s_1 - s_2} - (-t)^a P_{t,a(n-1)+r}(s,t)$$

$$= P_{t,a(n+1)+r}(s,t) + (-t)^a P_{t,a(n-1)+r}(s,t) - (-t)^a P_{t,a(n-1)+r}(s,t)$$

$$= P_{t,a(n+1)+r}(s,t)$$

elde edilir. *(s,t)*-Pell dizisi ve *(s,t)*-Pell Lucas dizisi arasındaki bağıntıdan

$Q_{t,a(n+1)+r}(s,t)$

$$= tP_{t,a(n+1)+r-1}(s,t) + P_{t,a(n+1)+r+1}(s,t)$$

$$= t[(tP_{t,a-1}(s,t) + P_{t,a+1}(s,t))P_{k,an+r-1}(s,t) - (-t)^a P_{t,a(n-1)+r-1}(s,t)]$$

$$+(tP_{t,a-1}(s,t) + P_{t,a+1}(s,t))P_{t,an+r+1}(s,t) - (-t)^a P_{t,a(n-1)+r+1}(s,t)$$

$$= (tP_{t,a-1}(s,t) + P_{t,a+1}(s,t))(tP_{t,an+r-1}(s,t) + P_{t,an+r+1}(s,t)) - (-t)^a (tP_{t,a(n-1)+r-1}(s,t) + P_{t,a(n-1)+r+1}(s,t))$$

$$= Q_{t,a}(s,t)Q_{t,an+r}(s,t) - (-t)^a Q_{t,a(n-1)+r}(s,t)$$

istenen sonuca ulaşılmış olur.

Teorem 3.7 $a, r \in N$ ve $0 \le r \le a-1$ olmak üzerearitmetik indeksli (s,t)-Pell Lucas dizisi için üreteç fonksiyonu

$$Q(t,x,a,r) = \frac{Q_{,r}(s,t) + x\big(Q_{,a+r}(s,t) - Q_a(s,t)Q_r(s,t)\big)}{1 - Q_a(s,t)x + (-t)^a x^2}$$

şeklinde verilir.

İspat:

$$Q(t,x,a,r) = Q_{,r}(s,t) + Q_{a+r}(s,t)x + Q_{2a+r}(s,t)x^2 + Q_{,3a+r}(s,t)x^3 + \cdots$$

eşitliğini$-Q_a(s,t)x$ ve $(-t)^a x^2$ ile çarpalım.

$$Q_a(s,t)xQ(t,x,a,r) = Q_a(s,t)Q_r(s,t)x + Q_a(s,t)Q_{a+r}(s,t)x^2 + Q_a(s,t)Q_{2a+r}(s,t)x^3 + Q_a(s,t)Q_{,3a+r}(s,t)x^4 + \cdots$$

$$(-t)^a x^2 Q(t,x,a,r) = (-t)^a Q_{,r}(s,t)x^2 + (-t)^a Q_{a+r}(s,t)x^3 + (-t)^a Q_{2a+r}(s,t)x^4 + (-t)^a Q_{3a+r}(s,t)x^5 + \cdots$$

Yukarıdaki eşitlikleri ortak paranteze alırsak

$$Q(t,x,a,r)(1 - Q_a(s,t)x + (-t)^a x^2) = Q_r(s,t) + x(Q_{a+r}(s,t) - Q_a(s,t)Q_r(s,t)) + x^2(Q_{2a+r}(s,t) - Q_a(s,t)Q_{a+r}(s,t) + (-t)^a Q_r(s,t))\ldots$$

$$Q(t,x,a,r) = \frac{Q_r(s,t) + x(Q_{a+r}(s,t) - Q_a(s,t)Q_r(s,t))}{1 - Q_a(s,t)x + (-t)^a x^2}$$

aritmetik indeksli (s,t)-PellLucas dizisi için üreteç fonksiyonunu elde etmiş oluruz.

Teorem 3.8 $a, r \in N$ ve $0 \leq r \leq a-1$ olmak üzere aritmetik indeksli (s,t)-Pell Lucas dizisi için toplam formülü

$$\sum_{J=0}^{n} Q_{aJ+r}(s,t) = \frac{Q_a(s,t) - Q_{a(n+1)+r}(s,t) - (-t)^r Q_{a-r}(s,t) + (-t)^a Q_{an+r}(s,t)}{1 - Q_a(s,t) + (-t)^a}$$

şekilndedir.

İspat: Aritmetik indeksli(s,t)-Pell Lucas dizisi için Binet formülü kullanılarak

$$\sum_{J=0}^{n} Q_{aJ+r}(s,t) = \sum_{J=0}^{n} r_1^{aJ+r} + r_2^{aJ+r}$$

$$= r_1^r \sum_{J=0}^{n} r_1^{aJ} + r_2^r \sum_{J=0}^{n} {}^{aJ}_{2}r$$

$$= r_1^r \left(\frac{1 - (r_1^a)^{n+1}}{1 - r_1^a}\right) + r_2^r \left(\frac{1 - (r_2^a)^{n+1}}{1 - r_2^a}\right)$$

$$= \left(\frac{r_1^r - r_1^{a(n+1)+r}}{1 - r_1^a}\right) + \left(\frac{r_2^r - r_2^{a(n+1)+r}}{1 - r_2^a}\right)$$

sağlanır. Bu eşitlikte paydaları eşitleyelim.

$$r_1^r - r_1^{a(n+1)+r} + r_2^r - r_2^{a(n+1)+r}$$
$$= \frac{-r_1^r r_2^a - r_2^r r_1^a + r_1^a r_2^{a(n+1)+r+} r_2^a r_1^{a(n+1)+r}}{1 - r_1^a - r_2^a + (r_1 r_2)^a}$$

$r_1 r_2 = -t \; ve \; Q_a(s,t) = r_1^a + r_2^a$eşitliklerini kullanalım.

$$r_1^r + r_2^r - \left(r_1^{a(n+1)+r} + r_2^{a(n+1)+r}\right)$$
$$= \frac{-(-t)^r (r_1^{a-r} - r_2^{a-r}) + (-t)^a (r_1^{an+r} + r_2^{an+r})}{1 - Q_{t,a}{}^{(s,t)} + (-t)^a}$$

Teorem 3.9 $a, r \in N$ ve $0 \leq r \leq a - 1$ olmak üzere aritmetik indeksli (s,t)-Pell Lucas dizisi için aşağıdaki eşitlik geçerlidir.

$$\frac{P_{2^r n}(s,t)}{P_n(s,t)} = \prod_{J=0}^{r-1} Q_{2^r n}(s,t)$$

İspat: Aritmetik indeksli (s,t)-Pell dizisinin Binet formülü ve iki kare farkından

$$\frac{P_{2^r n}(s,t)}{P_n(s,t)} = \frac{r_1^{2^r n} - r_2^{2^r n}}{r_1^n - r_2^n} = \frac{(r_1^{2^{r-1} n} + r_2^{2^{r-1} n})(r_1^{2^{r-1} n} - r_2^{2^{r-1} n})}{r_1^n - r_2^n}$$

$$= Q_{2^{r-1} n}(s,t) \frac{(r_1^{2^{r-2} n} - r_2^{2^{r-2} n})(r_1^{2^{r-1} n} + r_2^{2^{r-1} n})}{r_1^n - r_2^n}$$

$$= Q_{2^{r-1} n}(s,t) Q_{2^{r-2} n}(s,t) \frac{r_1^{2^{r-2} n} - r_2^{2^{r-2} n}}{r_1^n - r_2^n}$$

$$= Q_{2^{r-1} n}(s,t) Q_{2^{r-2} n}(s,t) \ldots \frac{r_1^{2n} - r_2^{2n}}{r_1^n - r_2^n}$$

$$= \prod_{J=0}^{r-1} Q_{2^r n}(s,t)$$

sonucu elde edilir.

KAYNAKLAR

[1] Catarino, P. (2013). On Some Identities and Generating Functions for k- Pell Numbers, Int.Joural of Math. Analysis. 7(38), 1877-1884.

[2] Catarino, P., Vasco, P. (2013). On Some Identities and Generating Functions for k- Pell –Lucas Sequences Applied Mathematical Sciences. 7(98), 4867-4873.

[3] Catarino, P. (2013). A Note Involving Two-by-Two matrices of the k- Pell Lucas Sequences, Int. Math. Forum. 7(45), 2209-2215.

[4] Catarino, P. (2014). On Generating Matrices of the k- Pell, k- Pell-Lucas and Modified k- Pell Sequences, Pure Math. Sci. 3(2), 71-77.

[5] Catarino, P.,Vasco, P.(2013). Some Basic Properties and a Two-by-Two Matrix Involving the k- Pell numbers, Int. Journal Math. Analysis. 7(45), 2209-2215.

[6] Catarino, P., Campos, H., Vasco, P. (2020). A Note on k- Pell- Lucas and Modified k- Pell Numbers with Arithmetic Indexes, Acta Math Univ. Commeniae. 89(1), 97-107.

[7] Falcon, S., Plaza, A. (2009). On k-Fibonacci Numbers of Arithmetic Indexes, Applied Mathematics and Computation. 208, 180-185.

[8] Falcon, S. (2012). On the k- Lucas Numbers of Arithmetic Indexes, Applied Mathematics. 3, 1202-1206.Güleç, H.H., Taşkara, N. (2012). On the (s,t)- Pell and (s,t)- Pell Lucas Sequences and Their Matrix Representations, Applied Mathematics Letters. 25, 1554-1559.

[9] Jhala, D., Rathore, G.P.S, Sisodiya, K. (2014). Some Properties of k- Jacobsthal Numbers with Arithmetic Indexes, Turkish Journal of Analysis and Number Theory. 2(4), 119-124.

[10] Koshy, T. (2001). Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, John Wiley and Sons Inc., New York.

[11] Singh, B., Bhadouria, P., Sikhwal, O. (2014). Sum Properties for the k- Lucas Numbers with Arithmetic Indexes, J. Math. Comput. Sci. 4(1), 105-117.

[12] Uygun, Ş. (2016). On the k- Jacobsthal Lucas Numbers of Arithmetic Indexes International Journal of Contemporary Mathematical Sciences. 11(4), 173-183.

BULANIK TOPOLOJİK UZAYLAR ÜZERİNE

Farah ALŞİBLİ[1], Dr. Öğr. Üyesi Arife ATAY[2]

[1] Dicle Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, https://orcid.org/0000-0001-7603-4248
[2] Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, https://orcid.org/0000-0002-3373-8699

ÖZET

Tamamen ikili değerlendirmeye dayanan bir matematiksel modelleme olan klasik mantıkta her değer için sadece iki durum vardır, 1 sembolünün verildiği ve doğru anlamına gelen ilk durum ile 0 sembolünün verildiği ve yanlış anlamına gelen ikinci durum. Ancak gerçek bundan daha geniştir ve yalnızca 0 ve 1 olmak üzere iki duruma bağlı olmayabilir. Bu nedenle, yaklaşık veya spesifik olmayan bilgileri temsil etme problemini çözmek için genel çerçeveyi sağlayan yeni bir mantığa ihtiyaç duyulmuş. Bulanık mantık adı verilen bu mantık ilk olarak 1965 yılında İranlı bilim adamı Lutfi Zadeh, tarafından ortaya atılmıştır.

Bulanık mantık, sıcak, soğuk, ılık, az, çok, gibi deyimler ve belirsiz ifadeler aracılığıyla tümdengelim üzerine kuruludur. Çalışma boyunca, bulanık mantığın klasik mantığın bir genişlemesi olduğu sonucuna varılmıştır. Klasik mantık, üyelik derecesi {0,1} kümesi olduğunda, bulanık mantığın özel bir durumudur, Bulanık mantık sadece kümeler teorisinde değil, yapay zekada, gelişmiş elektronik cihazlarda, endüstriyel kontrolörlerde ve hatta günlük hayatımızda büyük öneme sahiptir.

Bu araştırmada bulanık küme, bulanık küme türleri ve bunlarla ilgili önemli cebirsel işlemler açıklanacaktır. Sonrasında bulanık topolojik uzay tanımı verilerek bulanık topolojik uzayların toplamları tanımlanacaktır. Tanımlanan bu topolojik toplamlar için elde edilen bazı sonuçlardan bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık mantık, Bulanık kümeler, Bulanık kümelerde işlemler, Bulanık topolojik uzaylar, Bulanık topolojik uzayların toplamları.

1. GİRİŞ

Bulanık mantık (bulanık eseme ya da puslu mantık) 1965 yılında Lütfi Ali asker Zaide'nin yayınladığı bir makalenin sonucu oluşmuş bir mantık yapısıdır. Buna takiben Rescher (1969), Bellman (1970), Yager (1977), Dubois ve Prade (1980) bulanık mantığın gelişmesine katkıda bulunmuşlardır. Bulanık mantık, klasik mantıktan daha geniş bir kavramdır. Klasik mantıkta değerler ya 1(öğe kümeye aittir) değerini ya da 0 değerini alır (öğe kümeye ait değildir). Ancak bulanık (bulanık) mantıkta her elemanın bir üyelik derecesi vardır. Üyelik derecesi [0,1] reel aralığında her hangi bir değer olabilir. Bulanık mantık sözel veya sayısal ifadeler içerir. Bu terimlere örnek olarak, kısa, uzun, sıcak, soğuk, ılık, yaşlı, genç, çok az, biraz, fazla gibi daha pek çok terim gösterilebilir.

2. Bulanık Mantık ve Bulanık Küme

Bulanık küme teorisine dayanan bir matematiksel disiplindir. Doğruluğun ve yanlışlığın derecesini ele alır. Bulanık (bulanık) mantık iki değerli mantığın çok değerli mantığa genelleştirilmesidir. Çok değerli mantık ise doğruluk uzayı [0,1] reel aralığı olan sayılamaz

değerli mantıktır. $\mu_A(x)$ karakteristik fonksiyonu bulanık (bulanık) mantıkta $[0,1]$ reel aralığında değerler alabilen üyelik fonksiyonu adını alır.
Yani X evrensel küme olmak üzere üyelik fonksiyonu

$$\mu_A(x): X \to [0,1]$$

ile tanımlanır (Zadeh 1965).

Tanım 2.1: $A = \{ (x, \mu_A(x)).\ x \in X \}$ şeklinde sıralı ikililerinin bir kümesi olarak gösterilen A kümesine X'in bulanık alt kümesi denir (Dubois ve Prade, 1980).
Her bir $x \in X$ elemanı, bu elemanın kümeye ait olma (üyelik) derecesini temsil eden ve (0) sıfır ile 1 arasında olan sayısal bir değere karışık gelir. Üyelik derecesi ne kadar büyükse, eleman daha çok kümeye aittir. $x \in X$ elemanının kümeye ait olma (üyelik) derecesi 1'e eşitse kümeye tam üye olduğu söylenir. Bir $x \in X$ elemanının kümeye ait olma (üyelik) derecesi 0 (sıfır) ise, bu elemenin kümede olmadığı anlamına gelir (Zadeh 1965).

2.3 Bulanık Kümelerde Cebirsel İşlemler

Şimdi bulanık kümeler ile ilgili bazı önemli kavramları açıklayalım. Bu tanımlar genelde klasik kümelerde bildiğimiz tanımların genelleştirilmesidir.

Tanım 2.3.1: Bir bulanık kümenin boş olması için gerek ve yeter şart her bir elemanına ait üyelik fonksiyonun sıfır olmasıdır. Bulanık boş küme 0_X ile gösterilecektir.

Tanım 2.3.2: A ve B bulanık kümelerinin eşit olması için gerek ve yeter şart $\forall x \in X$ için $\mu_A(x) = \mu_B(x)$ olmasıdır. Bu durum $A = B$ ile gösterilir. Bundan sonra $\forall x \in X$ için $\mu_A(x) = \mu_B(x)$ yazmak yerine daha çok, benzer şey olan $\mu_A = \mu_B$ yazılacaktır.

Tanım 2.3.3: Bir A bulanık kümesinin tümleyeni A^c ile gösterilir ve üyelik fonksiyonu

$$\mu_{A^c} = 1 - \mu_A$$

şeklinde tanımlanır.

Tanım 2.3.4: A' nın B' de kapsanması (A' nın B' nin bir alt kümesi olması) için gerek ve yeter şart her $x \in X$ için $\mu_A \leq \mu_B$ olmasıdır ve $A \leq B$ ile gösterilir.

Tanım 2.3.5: Sırasıyla , $\mu_A(x)$ ve $\mu_B(x)$ üyelik fonksiyonlarına sahip olan A ve B bulanık kümelerinin birleşimi $A \cup B = C$ olmak üzere, üyelik fonksiyonu

$$\mu_C(x) = \max\ \{\mu_A(x), \mu_B(x)\},\ x \in X$$

olan bir C bulanık kümesidir . İki bulanık kümenin birleşimi sembolik olarak $A \vee B$ ile gösterilecektir. A ve B' nin birleşimi , A ve B ' nin her ikisini de kapsayan en küçük bulanık kümedir.
Tanım 2.3.6: Sırasıyla $\mu_A(x)$ ve $\mu_B(x)$ üyelik fonksiyonlarına sahip olan A ve B bulanık kümesinin kesişimi $A \cap B = C$ olmak üzere, üyelik fonksiyonu

$$\mu_C(x) = \min\ \{\mu_A(x), \mu_B(x)\},\ x \in X$$

olan bir C bulanık kümesidir. İki bulanık kümenin kesişimi sembolik olarak $A \wedge B$ ile gösterilecektir. A ve B bulanık kümelerinin kesişimleri hem A' da hemde B' de kapsanan en

büyük bulanık kümedir. Klasik kümelerde olduğu gibi eğer $A \wedge B = 0_X$ ise A ve B bulanık kümeleri ayrıktır denir.

Tanım 2.3.7: A bir bulanık küme olsun va $\alpha \in [0,1]$ verilsin.
A' nın α–kesiti A^α ile gösterilir ve $A^a = \{x \in X : \mu_A(x) \geq \alpha\}$ şeklinde tanımlanır (Tekin & Karanfil, 1995).

Örnek 2.3.1: $X = \{a, b, c, d, e\}$ olmak üzere $A = \{(a; 0{,}6), (b; 0{,}2), (c; 0{,}5), (d; 1), (e; 0)\}$ ve $B = \{(a; 0), (b; 0{,}3), (c; 0{,}5), (d; 0{,}7), (e; 1)\}$ bulanık kümelerini düşünelim.

a) $A \vee B = \{(a; 0{,}6), (b; 0{,}3), (c; 0{,}5), (d; 1), (e; 1)\}$
b) $A \wedge B = \{(a; 0), (b; 0{,}2), (c; 0{,}5), (d; 0{,}7), (e; 0)\}$
c) $A^c = \{(a; 0{,}4), (b; 0{,}8), (c; 0{,}5), (d; 0), (e; 1)\}$
d) $A^{0,4} = \{a, c, d\}$

bulunur.

3. Bulanık Topoljik Uzaylar

Tanım 3.1: X boştan farklı bir küme ve $I = [0,1]$ kaplı aralığı olsun, $A: X \longrightarrow I$ fonksiyonuna X'in bir bulanık alt kümesidir ve X'in bütün bulanık alt kümelerinin ailesi I^X ile gösterilir. Ayrıca bulanık boş küme ve bulanık evrensel küme sırasıyla $0_X: X \longrightarrow I, x \longrightarrow 0_x(x) = 0$ ve $1_X: X \longrightarrow I, x \longrightarrow 1_x(x) = 1$ ile tanımlıdır. (Zadeh, 1965).

Tanım 3.2: X boştan farklı klasik bir küme, $\tau \subseteq I^X$ ve $A, B \in I^X$ olsun. Eğer τ ailesi aşağıdaki özellikleri sağlıyorsa τ ya X üzerinde bir bulanık topoloji denir:

i. $0_X, 1_X \in \tau$
ii. $A, B \in \tau \Longrightarrow A \wedge B \in \tau$
iii. $\forall i \in N, A_i \in \tau \Longrightarrow \bigvee A_i \in \tau$

Böylece (X, τ) ikilisine bulanık topolojik uzay ve τ ailesinin elemanlarına da bulanık açık kümeler denir. Tümleyeni bulanık açık olan kümeye ise bulanık kapalı küme denir. Ayrık bulanık topoloji X'in bütün bulanık alt kümelerini içerirken ayrık olmayan bulanık topoloji ise sadece $0_X, 1_X$ bulanık kümelerini içerir.
τ ve τ' bulanık topolojiler olmak üzere eğer $\tau \leq \tau'$ oluyorsa τ ya τ' den daha kaba ve τ' ne de τ dan daha incedir denir (Chang, 1968).

Tanım 3.3: (X, τ) bulanık topolojik uzay ve $A, B \in I^X$ olsun.

i. $A^o = \bigvee\{B: B \leq A, B \in \tau\}$ bulanık kümesine A bulanık kümesinin içi,
ii. $\bar{A} = \bigwedge\{B: A \leq B, B^c \in \tau\}$ bulanık kümesine A bulanık kümesinin kapanışı,

denir (Chang, 1968).

Örnek 3.1: $X = \{a, b, c, d, e\}$ olarak alınsın. $A = \{(a; 0{,}6), (b; 0{,}2), (c; 0{,}5), (d; 1), (e; 0)\}$, $B = \{(a; 0), (b; 0{,}3), (c; 0{,}5), (d; 0{,}7), (e; 1)\}$, $C = \{(a; 0{,}6), (b; 0{,}3), (c; 0{,}5), (d; 1), (e; 1)\}$ ve $D = \{(a; 0), (b; 0{,}2), (c; 0{,}5), (d; 0{,}7), (e; 0)\}$ bulanık kümelerini düşünelim. Bu durumda $\tau = \{0_X, 1_X, A, B, C, D\}$ sınıfı bulanık topoloji olur. Ayrıca X'in bulanık kapalı alt kümeleri

$0_X, 1_X,$
$A^c = \{(a; 0{,}4), (b; 0{,}8), (c; 0{,}5), (d; 0), (e; 1)\},$
$B^c = \{(a; 1), (b; 0{,}7), (c; 0{,}5), (d; 0{,}3), (e; 0)\},$

$C^c = \{(a; 0{,}4), (b; 0{,}7), (c; 0{,}5), (d; 0), (e; 0)\}$,
$D^c = \{(a; 1), (b; 0{,}8), (c; 0{,}5), (d; 0{,}3), (e; 1)\}$
olarak bulunur.

$E = \{(a; 0{,}5), (b; 0{,}4), (c; 0{,}7), (d; 1), (e; 1)\}$ bulanık kümesi için $E^o = D$ ve $\bar{E} = 1_X$ dir.

Teorem 3.1: (X, τ) bulanık topolojik uzay ve $A \in I^X$ olsun (Chang, 1968).

i. A açıktır $\Leftrightarrow A^o = A$
ii. A kapalıdır $\Leftrightarrow \bar{A} = A$

4. Bulanık Topolojik Toplamlar

Tanım 4.1: (X, τ) bulanık topolojik uzayının bulanık alt topolojik uzaylarının bir ailesi $\{(X_i, \tau_i)\}$, $i \in N$ ve $X = \bigvee X_i$ olsun. Bulanık alt uzay topolojisi tanıma göre her $i \in N$ ve her $A \in \tau$ açık (veya kaplı) kümesi için $A \wedge X_i$ kümesi X_i de açık (veya kaplı) olur. Buna göre:
$A \in \tau(\text{veya } A^c \in \tau) \Leftrightarrow \forall i \in N, A \wedge X_i \in \tau_i(\text{veya } (A \wedge X_i)^c \in \tau_i)$
olursa, X bulanık topolojik uzayına (X_i, τ_i) bulanık topolojik uzaylarının serbest bileşimi denir. ve $(\uplus X_i, \tau)$ ile gösterilir.

Sonuç 4.1: $A \in I^X$ bulanık alt küme olsun. (A, τ_A) bulanık alt uzayı $(A \wedge X_i, \tau_A \wedge X_i)$ bulanık alt uzaylarının serbest birleşimi olur.

Tanım 4.2: Bulanık topolojik uzaylardan oluşan $\{(X_i, \tau_i)\}$, $i \in N$ ailesi ayrık ve $X = \bigvee X_i$ olsun. Bu durumda Tanım 4.1 de tanımlanan τ topolojisi ile (X, τ) bulanık topolojik uzayı $\{(X_i, \tau_i)\}$ ailesinin serbest bileşimi olur. X uzayına X_i uzaylarının bulanık topolojik toplamı denir ve $(\uplus X_i, \tau)$ ile gösterilir (Ghanim, Kerre, Mashhour, 1984).

Sonuç 4.2: $(\uplus X_i, \tau)$ bulanık topolojik uzayı $\{(X_i, \tau_i)\}$ ailesinin bulanık topolojik toplamı olsun.

i. $(\uplus X_i, \tau)$ ayrık bulanık topolojik uzaydır ancak ve ancak $\forall i \in N$ için (X_i, τ_i) ayrık bulanık topolojik uzaylardır.
ii. $(\uplus X_i, \tau)$ bulanık topolojik uzayı $N = \{1\}$ durumu dışında daima ayrık olmayan bulanık topolojik uzaydan farklıdır.
iii. $\forall i \in N$ için $\tau_i \leq \tau$.
iv. Her X_i bulanık topolojik uzayı $(\uplus X_i, \tau)$ bulanık topolojik uzayının alt uzayıdır.

5. Araştırma Sonuçları

Bulanık topolojideki özellik ve kavramların, genel topolojideki özellik ve kavramların bir genişlemesi olduğu sonucuna varıldı. Dolayısıyla klasik topolojiyi, elemanlara ait olma derecesi 0 veya 1 olduğunda, bulanık topolojinin özel bir durumu olarak düşünebiliriz.. Bulanık topoloji ve topolojik kavramlar baz alınarak bulanık topolojik toplamlar tanımı verildi ve örneklendirildi. Bulanık topolojik toplamlar için bazı sonuçlar elde edildi.

KAYNAKLAR

A.Atay (2010) Topolojik Toplamlar ve Bazı Sonuçlar, *Yüksek Lisans Tezi.*

A. P .Şostak .(1990) .On the Neighboırhood Structure of Bulanık Topological Spaces .*zbornik radova filozofskog fakulteta nisu serija matematika*.14-7 .

Alikhan Mashou ،Nehad Morsi .(1992) .Bulanık Metric Neighbourhood Spaces .*Bulanık Sets and Systems*.388-367 .

C. L Chang .(1968) .Bulanık Topological Spaces .*Journal of Mathematical Analysis and Applicatıon*.190-182 .

Didier Dubois ،Henri Prade .(1980) .*Bulanık Sets and Systems: Theory and Applications* . Boston: Academic Press.

L.A.Zadeh .(1965) .Bulanık Sets .*Information and control*.353-338 .

M.H. Ghanim ،E Kerre ،A Mashhour .(1984) .Separation Axioms, Subspaces and Sums in Bulanık Topology .*Journal of Mathematical Analaysis and Applications*.202-189 .

Necdet Tekin ،Salih Karanfil) .Ekim, 1995 .(Bulanık Mantık Bulanık Mantık .*Öneri Dergisi* . .15-3

pu Pao Ming ،Liu Ying Ming .(1980) .Bulanık Topology. I. Neighborhood Structure of a Bulanık Point and Moore-Smith Convergence .*Journal of Mathematical and Applications* ، 599-571.

YAPAY SİNİR AĞLARINDA DOĞRUSAL OLMAYAN OPTİMİZASYON PROBLEMİ İÇİN AKTİVASYON FONKSİYONU SEÇİMİ

Arif GÜRSOY [1], Deniz YALDIZ ÇAĞAÇ [2]
[1] Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, 0000-0002-0747-9806
[2] Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 0000-0001-6348-4426

ÖZET

Bir sistemde bulunan kaynakları kısıtlı veya kısıtsız biçimde verimli şekilde kullanarak problemin en iyi çözüme ulaşmasını sağlayan işlemler bütüne optimizasyon denir.

Bir gerçek hayat problemini çözmek için bu problemi matematiksel olarak modelleyip en iyi şekilde çözmeye çalışırız. Problemler matematiksel olarak modellendiklerinde ortaya doğrusal veya doğrusal olmayan yapılar çıkar. Doğrusal optimizasyon problemlerin çözümü matematiksel yapısı gereği daha kolaydır ve literatürde geliştirilmiş birçok yöntem bulunmaktadır. Problemler modellendiklerinde amaç fonksiyonu veya kısıtlarının en az bir tanesi doğrusal değilse ilgili problem doğrusal olmayan optimizasyon problemi olarak isimlendirilir. Doğrusal olmayan optimizasyon problemlerinin çözümü doğrusal optimizasyon problemlerine göre daha zordur.

Bu çalışmada, doğrusal olmayan optimizasyon problemlerinde, problemi çözmek için sezgisel yapı olarak yapay sinir ağı kullanılmıştır ve kullanılan yapay sinir ağında seçilen aktivasyon fonksiyonunun optimizasyon problemlerinin sonucunu nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu işlemler yapılırken doğrusal olmayan optimizasyon problemi için değişkenlerin tanımlı olduğu alanda bir veri kümesi oluşturularak sinir ağı eğitilmiştir. 3 farklı doğrusal olmayan optimizasyon probleminde 4 farklı aktivasyon fonksiyonu için sonuçlar analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zeka, Yapay Sinir Ağı, Optimizasyon, Doğrusal Olmayan Optimizasyon, Aktivasyon Fonksiyonları

1. GİRİŞ

Optimizasyon problemleri, günlük hayatımızda karşılaştığımız problemlerin matematiksel modelini oluşturarak ulaşmak istediğimiz amaç doğrultusunda maksimize veya minimize etmeye çalıştığımız işlemler bütünüdür. Ancak gerçek yaşamdaki problemler her zaman doğrusal olmayabilir. Doğrusal optimizasyon problemleri çeşitli yöntemler kullanılarak çözüme kolayca ulaşabilirken, doğrusal olmayan optimizasyon problemlerinde genellikle sezgisel yöntemler tercih edilmektedir.

Doğrusal olmayan optimizasyon probleminin çözümünde sezgisel olarak kullanılan yöntemlerden birisi de yapay sinir ağıdır. Yapay sinir ağları; insan beyninin yapısını ve işleyişini örnek alarak programa keşfedebilme, üretebilme ve yaratabilme gibi insani becerileri

dışardan yardım almadan otomatik bir şekilde gerçekleştirmesi özelliğini kazandırmayı amaçlar.

Yapay sinir ağları biyolojik sinir hücrelerine benzer yapıdaki yapay nöronlardan oluşur. Bu yapay nöronlar da biyolojik nöronlarda olduğu gibi giriş sinyali alır, işler ve çıktı verir. Yapay sinir ağının içerisindeki tüm sinir hücreleri yani nöronlar, birçok giriş sinyalini aynı anda toplayabilir; ancak nöronlar arasındaki bağlantı ağırlık ve eşik değerlerine, giriş sinyallerine ve aktivasyon fonksiyonuna bağlıdır. Dolayısıyla her nöron yalnızca tek bir çıkış sinyali verir. Oluşan çıktı yapay sinir ağının dışına aktarılan bir çıktı olabileceği gibi başka bir yapay sinir hücresine girdi olarak da aktarılabilir [1].

Aktivasyon fonksiyonu, hücreye gelen girdiyi işleyen ve hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirlemesini sağlayan fonksiyondur. Aktivasyon fonksiyonunun amacı, nöronları belirlenmiş bir çıktı aralığına sınırlamaktır. Örneğin elde edilen tüm çıktıları 0 ile 1 arasına sıkıştırmak gibi. Bu işlemleri gerçekleştirmek için kullanılan Sigmoid, Doğrusal, Tanh, ReLu gibi birçok aktivasyon fonksiyonu vardır.

AKTİVASYON FONKSİYONU	**DENKLEM**	**ARALIK**
Doğrusal Fonksiyon	$y = F(U) = AU$ (A sabit bir katsayı)	$(-\infty, \infty)$
Parçalı Doğrusal Fonksiyon	$y = F(U) = \begin{cases} 0 & U \leq -\frac{1}{2\alpha} \\ \alpha U + \frac{1}{2} & \lvert U \rvert < \frac{1}{2\alpha} \\ 1 & U \geq \frac{1}{2\alpha} \end{cases}$	(0,1)
Basamak Fonksiyonu	$F(U) = \begin{cases} 1 & , U > Eşik\ Değeri \\ 0 & , U \leq Eşik\ Değeri \end{cases}$	{0,1}
Sigmoid Fonksiyonu	$F(U) = \frac{1}{1 + e^{-U}}$	(0,1)
Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu	$y = tanh(\beta U) = \frac{1 - e^{-2U}}{1 + e^{2U}}$	(−1,1)
ReLU Fonksiyon	$F(U) = \begin{cases} 0 & , U < 0 \\ U & , U \geq 0 \end{cases}$	$[0, \infty)$
Swish Fonksiyon	$f(U) = 2U.sigmoid(\beta U) = \begin{cases} \beta = 0 & , f(U) = U \\ \beta \to \infty & , f(U) = 2\max(0, U) \end{cases}$	$(-\infty, \infty)$

Çizelge 1 *Aktivasyon Fonksiyonlarının Matematiksel İfadeleri*

Tablo 1' de yapay sinir ağları içerisinde kullanılan çeşitli aktivasyon fonksiyonlarının denklemleri ve elde edilen çıktıları hangi aralıkta sıkıştırdıkları verilmiştir.

Bu çalışmada; bir gerçek yaşam problemi olan doğrusal olmayan optimizasyon problemi yapay sinir ağı yardımıyla sezgisel olarak çözüme ulaştırılmıştır. Yapay sinir ağı ile çözümde kullanılan aktivasyon fonksiyonlarının seçimine göre sonuçlar analiz edilmiş ve aktivasyon fonksiyonlarının performansları değerlendirilmiştir.

2. Doğrusal Olmayan Optimizasyon Probleminde Yapay Sinir Ağı Uygulamaları

2.1. Genel Bilgiler

Bu uygulamada doğrusal olmayan bir optimizasyon problemini yapay sinir ağı ile çözerken yapay sinir ağındaki nöronlarda kullanılan aktivasyon fonksiyonlarının seçiminin problemin çözümüne nasıl etki ettiği incelenmiştir.

Yapay sinir ağlarına doğrusal olmayan problemlerinin özelliklerini tanıtmak için aktivasyon fonksiyonuna ihtiyaç duyulur. Kısaca değinmek gerekirse temel düzeydeki yapay sinir ağında x girdiler, w ağırlıklar olarak tanımladığımızda çıktı olarak aktarılan değere $f(x)$ aktivasyon işlemi uygulanır [2]. Bu dış dünyaya aktarılan bir çıktı veya başka bir katmana girdi olabilir. Görsel 2.1' de bir sinir ağı modelinde sinir hücresine gelen girdiler ve aktivasyon fonksiyonu gösterilmiştir.

Görsel 2.1 *Sinir hücresinde aktivasyon fonksiyonu [2]*

Aktivasyon fonksiyonlarının kullanımı, duruma bağlı olarak hangi aktivasyon fonksiyonun seçilmesi gerektiği sinir ağlarında önemli bir rol oynar. Bu nedenden dolayı başarılı bir performans elde etmek adına kullanılan aktivasyon fonksiyonunun avantaj ve dezavantajlarını incelemek önemlidir. Seçilen aktivasyon fonksiyonlarının performansını kıyaslarken; öğrenme oranı ve hızı, aynı zamanda eğitim sırasındaki doğruluk ve yitim değerlerini inceleyeceğiz. En sonunda ise test performansına bakacağız.

Python programlama dili üzerinde yapay sinir ağı ile çözümü yapılacak doğrusal olmayan optimizasyon problemi ile ilgili tüm bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.2. Uygulama 1

Kullandığımız doğrusal olmayan optimizasyon probleminde hasta talebi hastanenin kapasitesine yeterli gelmemektedir. Burada amacımız hastanenin kazancını maksimum düzeyde tutacak şekilde hasta kabul etmektir [3].

Kabul edilen tıbbi hasta sayısı (M), kabul edilen cerrahi hasta sayısı (S) ve Kabul edilen çocuk hastaların sayısı (P) bağımsız değişkenleri problemimizdeki karar değişkenlerini temsil etmektedir.

Bu problemdeki amaç fonksiyonumuz; maksimumum karı elde etmektir. Dolayısıyla hasta sayısı arttıkça karımızda artacaktır. Yani doğrusal olmayan bir kar fonksiyonu ile karşı karşıyayız. Kazancı maksimum yapacak düzeyde hasta kabul edilmelidir.

Problemdeki hastane kapasitesi maksimum 200 kişi, X-Ray cihaz kapasitesi haftada 560 adet, pazarlama bütçesi haftada 1000 TL ve laboratuvar kapasitesi haftada 140 saat ile kısıtlanmıştır. Bunlar matematiksel modelimizde kısıtlarımızı oluşturacak durumlardır.

Hasta talebinin hastane kapasitesini aştığı problemimizin matematiksel modeli aşağıda verişmiştir.
Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Max} \quad 45M + 2M^2 + 70S + 3S^2 + 2MS + 60P + 3P^2$$

Kısıtlayıcılar :

$$M + S + P \leq 200 \text{ (Hasta kapasitesi)}$$
$$M + 3S + P \leq 560 \text{ (X-Ray cihaz kapasitesi)}$$
$$3M + 5S + 3.5P \leq 1000 \text{ (Pazarlama bütçesi)}$$
$$(0.2 + 0.001M).(3M + 3S + 3P) \leq 140 \text{ (Laboratuvar çalışma saati)}$$
$$M, S, P \in Z^+ \cup \{0\}$$

2.2.1 Doğrusal Olmayan Optimizasyon Problemlerinin Yapay Sinir Ağı ile Çözümü

Doğrusal olmayan optimizasyon problemimizin yapay sinir ağı ile çözümü için öncelikle gerekli kütüphane girişleri yapılmıştır.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')
```

Yapay sinir ağı oluşturma sürecinde kullanacağımız kütüphane girişleri tamamlandıktan sonra kısıtlara uygun olarak verilerin oluşturulması yapılmıştır.

```
array_m = list()
array_s = list()
array_p = list()
array_y = list()

def create_data(data_count):
    for i in range(0,data_count):
        m = np.random.randint(40,65)
        s = np.random.randint(40,65)
        p = np.random.randint(40,65)
        if m+s+p <= 200 and m+(3*s)+p <=560 and 3*m+5*s+3.5*p <=1000 and (0.2+0.001*m)*(3*m+3*s+3*p) <=140:
            # Y kar fonksiyonudur.
            Y = 45*m + 2*(m**2) + 70*s + (3*(s**2)) + 2*m*s + 60*p + 3*(p**2)
            array_m.append(m)
            array_s.append(s)
            array_p.append(p)
            array_y.append(Y)
    print(len(array_y))
    if len(array_y) != 1000:
        return create_data(1000 - len(array_y))
    else:
        return array_m,array_s,array_p,array_y
```

```
array_m,array_s,array_p,array_y = create_data(1000)
```

Burada M, S, P ve Y (amaç fonksiyonu) için 4 tane liste oluşturulmuştur. M, S ve P değerleri için 40 ile 65 arasında rastgele değerler üretilmiştir. Kısıtlarımız ve aktivasyon fonksiyonlarımız girilmiştir ve kısıtlara uygun olacak şekilde 1000 adet veri üretilmiştir.

```
for i in range(3):
    print(array_m[i]+array_s[i]+array_p[i])
    print(array_m[i]+(3*array_s[i])+array_p[i])
    print(3*array_m[i]+5*array_s[i]+3.5*array_p[i])
    print((0.2+0.001*array_m[i])*(3*array_m[i]+3*array_s[i]+3*array_p[i]))
    print(array_y[i])
```

```
df = pd.DataFrame({'M': array_m,
                   'S': array_s,
                   'P': array_p,
                   'Y': array_y})
df
```

	M	S	P	Y
0	51	45	60	35712
1	42	64	57	40729
2	46	61	58	40919
3	60	45	40	31725
4	62	50	44	36126
...	...	...	...	...
995	54	60	44	38190
996	47	44	61	34380
997	44	46	40	26668
998	56	56	52	39624
999	46	60	59	40805

1000 rows × 4 columns

Bu kısımda tüm değerler dizilere aktarılmıştır. Bu değerler ile birlikte veri setimizi oluşturmuş bulunmaktayız.

```
df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1000 entries, 0 to 999
Data columns (total 4 columns):
 #   Column  Non-Null Count  Dtype
---  ------  --------------  -----
 0   M       1000 non-null   int64
 1   S       1000 non-null   int64
 2   P       1000 non-null   int64
 3   Y       1000 non-null   int64
dtypes: int64(4)
memory usage: 31.4 KB
```

df.info() fonksiyonu ile veri setin içerisinde bulanan tüm değişkenlerin veri yapısına, içerisinde boş değer olup olmadığına ve veri setinin kapladığı alan genel bir şekilde incelenmiştir.

```
df.corr()
```

	M	S	P	Y
M	1.000000	0.001310	-0.078659	0.480358
S	0.001310	1.000000	-0.022320	0.684734
P	-0.078659	-0.022320	1.000000	0.491902
Y	0.480358	0.684734	0.491902	1.000000

Bu kısımda df.corr() fonksiyonu yardımıyla bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki incelenmiştir. Örneğin, M değerinin Y (amaç fonksiyonu) üzerindeki etkisi 0.480358 olarak görünmektedir. Bu etkiye pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişkisi var diyebiliriz. Aynı şekilde incelemeye devam edersek S değerinin Y değeri ile pozitif yönlü ve 0.684734 oranında ortalamanın üzerinde bir ilişkisi olduğunu söyleyebiliriz. Pozitif yönlü olması S değerinin artarken Y değerinin de artmasını gözlemleyeceğimiz anlamına geliyor.

Bağımsız değişkenlerimiz olan M, S ve P değerleri arasındaki ilişkiyi incelediğimizde neredeyse hiç ilişki olmadığını gözlemliyoruz. Bu değerler arasında 0' a çok yakın ve negatif yönlü değerler var. Değerin 0 olması bağımsız değişkenlerin birbirinden bağımsız olduğunu temsil ediyor. Bu da bağımsız değişkenler (M, S, P) değerleri arasında lineer bir durumun olmadığını bize gösteriyor.

```
df.corr()['Y'].sort_values(ascending=False)
```

```
Y    1.000000
S    0.684734
P    0.491902
M    0.480358
Name: Y, dtype: float64
```

Y (bağımlı değişken) değerimizi etkileyen bağımsız değişkenler (M, S, P) en çoktan aza doğru sıralanmıştır. Buna göre S değerinin yani problemimize göre kabul edilen cerrahi hasta sayısının hastanenin maksimum kazanca ulaşmasındaki etkisinin daha fazla olduğunu gözlemliyoruz.

```
df.describe().T
```

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
M	1000.0	51.467	7.108125	40.0	45.00	51.0	58.0	64.0
S	1000.0	51.648	6.919391	40.0	46.00	51.0	57.0	64.0
P	1000.0	51.566	7.095632	40.0	45.00	51.0	58.0	64.0
Y	1000.0	36014.541	4789.670228	23927.0	32536.75	36094.5	39639.0	47300.0

Burada her bir değişkenin miktarı, ortalama değerleri, standart sapmaları, %25 ilk çeyreklikleri, %50 değerleri yani medyanları, %75 ise üçüncü çeyrekliklerini, minimum ve maksimum değerlerini göstermektedir. Dolayısıyla verilerin dengeli bir şekilde normal olarak dağıldığını gözlemlemiş oluyoruz.

```
sns.pairplot(df.iloc[0:300],kind='reg');
plt.show()
```

Bu fonksiyon yardımıyla her bir bağımsız değişkenimiz (M, S ve P) ve amaç fonksiyonumuz (Y, bağımsız değişken) arasındaki regresyon grafiği gösterilmiştir.

Görsel 2.2 *Uygulama 1 Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkiler*

Görsel 2.2' de görüldüğü gibi bağımsız değişkenler arasındaki regresyon eğrileri çok bağımsız, negatif yönde ve lineer olmayan tarafta bulunmaktadır. Örneğin, *M* ve *S* değerleri arasında neredeyse düz bir çizgi var ve bu da bu iki değişkenin birbirinden bağımsız hareket ettiğini gösterir. *S* ve *Y* arasındaki grafiği incelediğimizde buradaki regresyon doğrusunun lineer şekilde sol alttan sağ üste doğru gittiğini görüyoruz. Bu da *S* değişkeninin kolerasyonu en yüksek pozitif yönlü bağımlı değişken ve *Y* ile ilişkisinin güçlü değere sahip olduğunu gösteriyor. *S* arttıkça *Y* değerinin artacağını da grafikten inceleyebiliyoruz.

```
from sklearn.neural_network import MLPRegressor
from sklearn.model_selection import train_test_split, cross_val_score
```

```
X = df.iloc[:,0:3]
y = df.Y
```

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.30, random_state=42)
```

Bu kısımda yapay sinir ağı modelin oluşturulması yapılmıştır. M, S ve P sütunlarının bütün verileri X değişkenine atanmıştır. Böylelikle X değeri bağımsız değişkenlerimizi, Y değeri de bağımlı değişkenimizi (amaç fonksiyonu) temsil ediyor. train_test_split( ) fonksiyonu ile X %30 olacak şekilde yani 300 adet test, 700 adet eğitim için veri ayrılacak şekilde bölünmüştür. random_state = 42 kullanılmasının sebebi programımızı her çalıştırdığımızda bölünme işleminin aynı sayılar ile yapılmasını sağlamasıdır.

2.2.2. Aktivasyon Fonksiyonlarına Göre Karşılaştırma

```
activation=['identity', 'logistic', 'tanh', 'relu']
train_results = dict()
test_results = dict()
for i in activation:
    model = MLPRegressor(random_state=1,hidden_layer_sizes=(100,), activation=i, max_iter=500).fit(X_train, y_train)

    train_results[i] = model.score(X_train, y_train)
    test_results[i] = model.score(X_test, y_test)
```

Yapay sinir ağımız giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanı olacak şekilde modellenmiştir. Gizli katmanda birbiri ile etkileşim halinde olan, geri yayılım yaparak birbirini eğiten 100 adet nörondan oluşmaktadır. Epoch değeri 500 olarak belirlenmiştir yani algoritma kendi içerisinde 500 iterasyon gerçekleştirerek eğitimini tamamlamaktadır.

Eğitim ve test verileri arasındaki başarı çok fazla ise aşırı öğrenme sorunu veya yetersiz öğrenme durumu gerçekleşeceğinden model eğitildikten sonra sonuçlara göre eğitimdeki başarıların iyi olup olmadığı değerlendirilmiştir. Daha sonrasında ise test verileri modele verilmiştir. Burada amacımız eğitim ve test verileri arasında çok büyük bir fark olmamasıdır.

Yapay sinir ağımızı oluştururken Identity (Doğrusal), Logistik (Sigmoid), Tanh ve ReLu aktivasyon fonksiyonları kullanılmıştır. Burada aktivasyon fonksiyonları sıra sıra test ve eğitim sonuçlarını alıp kaydediyor. Böylelikle her bir aktivasyon fonksiyonunun problemin çözümündeki etkisi ortaya çıkıyor.

```
train_results
```

```
{'identity': 0.8016265454250763,
 'logistic': -57.23316319366394,
 'tanh': -57.0549356799858,
 'relu': 0.7331696858405496}
```

```
test_results
```

```
{'identity': 0.7993162937444959,
 'logistic': -54.0310397073106,
 'tanh': -53.86169092806747,
 'relu': 0.7445312464886666}
```

Eğitim ve test verileri sonrasında aktivasyon fonksiyonlarının başarılarını incelediğimizde, logistik (sigmoid) genelde iki çıktılı yani 0-1 arasına sıkıştırma ve sınıflandırmalı verilerde kullanıldığı için bizim problemimizde negatif değer almış ve başarılı olmamıştır. Tanh aktivasyon fonksiyonu da Sigmoid gibi negatif değer aldığından problemimizin çözümü için

uygun değildir. Identity (Doğrusal) aktivasyon fonksiyonunun eğitimdeki sonucunun 0.80, testteki sonucunun 0.79 olduğunu görüyoruz. Bu da bize eğitim ve test arasındaki farkın az olduğunu yani başarılı olduğunu gösteriyor.

2.3 Uygulama 2

400 koltuklu bir konferans salonunda ücretli etkinlikler düzenlenmektedir. Ücretler sivil ve öğrenci olarak kategorilenmektedir. Yıllık kar, katılan sivil sayısı (P), katılan öğrenci sayısına (S) bağlıdır.

Konferans salonu için doğrusal olmayan amaç fonksiyonu;

$$13P + 6PS + 5S + \frac{1}{S}$$

Kısıtlar ;

$$2P^2 + 4S \leq 90 \text{ (Çalışan sayısı)}$$
$$P + S^3 \leq 75 \text{ (Elektronik eşyaların kullanım süresi)}$$
$$8P - 2S \leq 61 \text{ (Pazarlama bütçesi)}$$
$$S, P \in Z^+ \cup \{0\}$$

Bu doğrusal olmayan optimizasyon problemimiz de Python üzerinde aynı yöntemler kullanılarak çözülmüştür.

Görsel 2.3 *Uygulama 2 Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkiler*

	S	P	Y
S	1.000000	0.192370	0.584623
P	0.192370	1.000000	0.870796
Y	0.584623	0.870796	1.000000

Elde edilen sonuçlar kapsamında sivil sayısı (P) değişkeninin amaç fonksiyonumuz (Y) üzerindeki etkisinin 0.87 oranıyla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

```
train_results
```

```
{'identity': 0.9999995052150168,
 'logistic': -1.3263396355462325,
 'tanh': -1.2334245464512672,
 'relu': 0.9999999979042522}
```

```
test_results
```

```
{'identity': 0.999999575630672,
 'logistic': -1.3536065423572547,
 'tanh': -1.2611745223588855,
 'relu': 0.9999999975512619}
```

Aktivasyon fonksiyonlarının performans değerlendirmesine baktığımızda diğer örnekte olduğu gibi Identity ve ReLu aktivasyon fonksiyonlarının pozitif yönlü bir başarıya ulaştığı gözlemlenmiştir.

2.4 Uygulama 3

Bu kısımda aşağıda verilen amaç fonksiyonu doğrusal, kısıtları doğrusal olmayan bir optimizasyon probleminin matematiksel modeli verilmiştir (Ceyhan, 2020).

$$Min\ (a-4)^2 + (b-4)^2$$
$$2a + 3b \geq 6$$
$$-3a - 2b \geq -12$$
$$a, b\ \in Z^+ \cup \{0\}$$

Örnek 1 ve 2 de kullanılan yöntemler ile çözülmüştür. Ulaşılan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

	A	B	Y
0	2	1	13
1	2	3	5
2	0	2	20
3	1	4	9
4	0	6	20
...	...	...	...
995	1	2	13
996	1	3	10
997	0	4	16
998	0	2	20
999	1	3	10

1000 rows × 3 columns

a ve b değişkenlerinin tanım aralığına ve kısıtlara göre 0 ile 50 arasında rastgele 1000 adet veri üretilmiştir.

Görsel 2.4 *Uygulama 3 Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkiler*

	A	B	Y
A	1.000000	-0.813623	-0.376128
B	-0.813623	1.000000	0.158514
Y	-0.376128	0.158514	1.000000

Değişkenler arasındaki ilişki incelendiğinde b ve y (amaç fonksiyonu) arasındaki ilişkinin pozitif yönlü ve 0.15 oranı ile ilişkilerinin a değişkenine göre daha güçlü olduğu gözlemlenmiştir.

```
train_results
```

```
{'identity': 0.1910825534727919,
 'logistic': 0.52432442598857,
 'tanh': 0.9307918298978936,
 'relu': 0.9799299514370741}
```

```
test_results
```

```
{'identity': 0.23845380155972629,
 'logistic': 0.5486035384688422,
 'tanh': 0.9319103542440219,
 'relu': 0.979157018911208}
```

Aktivasyon fonksiyonlarının performans değerlendirmesine incelediğimizde tüm aktivasyon fonksiyonlarının pozitif yönlü bir başarıya ulaştığı gözlemlenmiştir. Tanh ve ReLu aktivasyon fonksiyonları 0,90 üzerinde başarı göstermiştir. Logistik (Sigmoid) aktivasyon fonksiyonu 0,50 üzerinde bir performans sergileyerek orta seviyede bir başarı sergilemiştir. Identity (Doğrusal) aktivasyon fonksiyonu bu örnek için başarı sıralamasında en sonda yer almaktadır.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Optimizasyon problemleri gerçek yaşamımızda karşımıza çıkan ve kısıtlı/kısıtsız olacak şekilde amacımızı maksimize veya minimize etmeye çalışırız. Tüm dünyadaki insanların bu konu ile ilgili ihtiyaçları her geçen gün artmaktadır.

Optimizasyon problemlerinin matematik modelleri kurulduğunda doğrusal veya doğrusal olmayan modeller karşımıza çıkabilir. Doğrusal optimizasyon problemleri matematiksel yapı olarak çözülebilir olduğunda çeşitli yöntemler ile kolayca çözüme ulaştırabiliyoruz. Ancak doğrusal olmayan bir optimizasyon probleminin modeli ile karşılaştığımızda çözümü doğrusal model kadar kolay olmuyor.

Doğrusal olmayan optimizasyon probleminin çözümleri için genellikle sezgisel yöntemler kullanılır. Bu çalışmada sezgisel yapı olarak yapay sinir ağları kullanılmıştır. Doğrusal olmayan optimizasyon problemleri yapay sinir ağı ile çözüme ulaştırılmıştır. Bunu yaparken yapay sinir ağında kullandığımız aktivasyon fonksiyonlarının çeşidine göre sonucun nasıl değiştiği incelenmiştir.

Bu tez kapsamında YSA ile modellenebilen gerçek hayat probleminin çözümünde; YSA' nın doğrusal olmayan bir gerçek yaşam problemine uyarlanabilmesi ve eğitilebilmesinde kullanılan aktivasyon fonksiyon fonksiyonlarına göre başarı performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Yaptığımız çalışmada doğrusal olmayan optimizasyon problemlerinin yapay sinir ağı ile modellenmesinde 4 adet aktivasyon fonksiyonunun başarısı analiz edilmiştir.

Görsel 3.1 *Uygulama 1 Aktivasyon Fonksiyonları Analiz Sonucu*

Görsel 3.2 *Uygulama 2 Aktivasyon Fonksiyonları Analiz Sonucu*

Görsel 3.3 *Uygulama 3 Aktivasyon Fonksiyonları Analiz Sonucu*

Analiz sonucunda ilk iki problemlerimize göre uyguladığımız yapay sinir ağı modelinde Identity (Doğrusal) ve ReLu aktivasyon fonksiyonlarının başarı oranları diğer aktivasyon fonksiyonlarına göre daha yüksek çıkmıştır. 3. uygulamada ise ReLu ve Tanh fonksiyonları başarı göstermiştir. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu genellikle sınıflandırma problemlerinde kullanıldığından ve verileri 0-1 arasına sıkıştırdığından doğrusal olmayan optimizasyon probleminin yapay sinir ağı ile çözümüne uygun değildir. Ancak bu durumun tüm YSA modelleri için genellenmesi doğru görülmemektedir.

Çalışma kapsamında seçtiğimiz problemlerde kullanılan aktivasyon fonksiyonlarının hangisinin daha iyi performans gösterdiğine ulaşmak tatmin edici görülse de genelleme yapmak mümkün değildir ve bu durum gelecekte farklı çalışmalara konu olabilir.

Bu çalışmada kullanılan yöntem ve öneriler yardımıyla YSA modellerindeki seçilen ara katman sayısı, iterasyon sayısı, gizli nöron sayısı ve yeni aktivasyon fonksiyonları için de yeni yaklaşımlar geliştirilebilir. Burada kullanılan problem dışında farklı doğrusal veya doğrusal olmayan optimizasyon problemlerinin yapay sinir ağı ile çözümde daha iyi sonuç alabileceğimiz aktivasyon fonksiyonlarının araştırılması farklı açılımlara yol açabilir.

KAYNAKLAR

[1] **Hertz, J. A., Krogh, A. S. and Palmer, R. G.,** 1991, Introduction to the Theory of Neural Computation. Redwood City, CA: Addison-Wesley Publishing Company.

[2] **Kızrak, A.,** 2019, “Derin Öğrenme içi Aktivasyon Fonksiyonlarının Karşılaştırılması” https://ayyucekizrak.medium.com/derin-%C3%B6%C4%9Frenme-i%C3%A7in-aktivasyon-fonksiyonlar%C4%B1n%C4%B1n-kar%C5%9F%C4%B1la%C5%9Ft%C4%B1r%C4%B1lmas%C4%B1-cee17fd1d9cd (Erişim tarihi : 10 Mayıs 2019)

[3] **Ceyhan, V.,** 2020, “Doğrusal Olmayan Programlama”, https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/vceyhan/109842/Do%C4%9Frusal%20Olmayan%20Programlama%20PDF.pdf , (Erişim tarihi : 15 Ocak 2021)

. Badem Ağacı Odununun Fiziksel özelikleri ve Statik Sertlik Değerinin Belirlenmesi

Vedat Çavuş[1*] Bekir Cihad Bal[2]

[1]İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü İzmir, Türkiye. 0000-0002-3289-7831

[2]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş, 0000-0001-7097-4132

Özet: Endüstriyel olarak kullanılan ağaç malzemelerin mekanik, fiziksel ve kimyasal olarak özelliklerinin bilinmesi; o malzemenin kabul edilebilir direnç özelliklerini sağlayabilmesi ve şekillendirilme aşamasında kolaylık sağlaması açısından oldukça önemlidir. Genellikle ağaç malzemenin kullanım yerine göre şekillendirilmesi aşamasında hem mekanik birleştirme (Çivi, vida, bulon vb.) hem de ağaç malzemenin farklı şekillerde konstrüksiyonlarının (boy, en, dişli vb.) tutkal ile birleştirilmesi ile mümkün olmaktadır. Ağaç malzemenin bu iki şekilde birleştirilmesi; birleştirme yerlerinin mekanik özelliklerini belirlemekte ve bu özellikte ağaç malzemenin cinsine, yönüne, birleştirme tekniğine, tutkal cinsine ve mekanik bağlayıcıların performansına göre değişim göstermektedir. Aynı zamanda ağaç malzemenin sertliği de batma, sürtünme, kesme ve çizme gibi mekanik etkilere dayanımının önemli bir göstergesidir. Bu çalışmada, Denizli yöresinden elde edilen Badem ağacı (*Prunus dulcis*) odununun fiziksel özellikleri, statik sertlik değeri belirlenmiştir. Tam kuru yoğunluk değeri 905 kg/m^3, teğet genişleme %17,6, radyal genişleme %9,5, boyuna genişleme%0,3, Hacmen genişleme %27,4, Lif doygunluk noktası %30,4 ve su alma miktarı %58,5 olarak belirlenmiştir. Janka sertlik değeri teğet, radyal ve boyuna yön için sırasıyla 88 N/mm^2, 95 N/mm^2, 117 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir. Deney sonuçlarından elde edilen verilere göre; sertlik üzerine ağaç malzemenin yüzeylerinin önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, badem odununun oldukça yüksek yoğunluk değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.
Anahtar kelimeler: Badem ağacı odunu, statik sertlik (janka), yoğunluk

Determination of Physical Properties and Static Hardness of Almond Tree Wood

Abstract: To know the mechanical, physical and chemical properties of industrially used wood materials; It is very important in terms of providing acceptable resistance properties of the material and facilitating the shaping phase. Generally, in the process of shaping the wood material according to the place of use, it is possible both by mechanical joining (nails, screws, bolts, etc.) and by combining the constructions of the wood material in different shapes (radial tangential and longitudinal) with glue. Combining wood material in these two ways; It determines the mechanical properties of the joints and this feature varies according to the type of wood material, direction, joining technique, glue type and the performance of mechanical binders. At the same time, the hardness of the wood material is an important indicator of its resistance to mechanical effects such as sinking, friction, cutting and scratching. In this study, physical properties and static hardness of Almond tree (*Prunus dulcis*) woods obtained from Denizli region were determined. Oven dry density value 905 kg/m^3, tangential swelling 17.6%, radial swelling 9.5%, longitudinal swelling 0.3%, volumetric swelling 27.4%, fiber saturation point 30.4%, water absorption 58%. Janka hardness was determined on tangential, radial and transverse surfaces 88 N/mm^2, 95 N/mm^2, and 117 N/mm^2, respectively. According to the obtained data from the test results; It has been determined that the surfaces of the wood material have a significant effect on the hardness. In addition, it has been determined that almond wood has a very high density and hardness value.
Keywords: Almond wood, static hardness (Janka), density

1.Giriş

Badem ağacı, gülgiller (Rosaceae) familyasının Prunoideae alt familyasına ait, yaş iken meyvesi ve kurutulduktan sonra çekirdek içi yenebilen küçük bir ağaç türü olup yaklaşık 40 türü mevcut bulunmaktadır ve bunlardan 12'si Türkiye'de yetişmektedir. Yüksek besin değerine sahip olmasından dolayı Dünyanın hemen her bölgesinde yetiştirilebilmektedir (Soylu, 2003; Şimşek ve Gülsoy 2017; Tursun ve ark., 2022). Badem, kurak veya yarı kurak ortamlara adapte olmuş nispeten saf ve baskın bir meşcere olarak veya deniz seviyesinden 600 ila 2200 metre yüksekte dağılmış halde bulunurlar. Bu bitki 2 m yüksekliğinde, bazen 6 m yüksekliğe ve 5-20 cm gövde çapına ulaşan bir ağaç türüdür (Fathi ve ark.2022).

Dünya badem üretim alanı 2013 yılında 1,6 milyon ha'dır. Dünya badem üretiminde önde gelen ülkelerin üretim alanları göz önünde bulundurulduğunda; AB 636 bin ha ile ilk sırada yer alırken, ABD 339 bin ha ile ikinci, Avustralya ise 29 bin ha ile üçüncü sıradadır. ABD dünya badem üretiminin %21'ini karşılarken, AB %39'unu, Avustralya ve Türkiye ise %2'sini karşılamaktadır (Bars, 2016). Türkiye'de ise kuzeyden güneye, doğudan batıya, kadar her bölgemizde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Aslantaş, 2003; Beyhan ve Bostan, 1995). Türkiye'de Doğu Karadeniz'in kıyı hattı ile çok yüksek yaylalar hariç hemen hemen her yörede badem ağacı yetiştirilebilmektedir. Ülkemiz sahip olduğu iklim koşulları nedeniyle; Ege Bölgesi başta olmak üzere Marmara, Akdeniz, İç Anadolu Bölgelerinde ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde badem üretimi yapılabilmektedir. Tablo 1'de Türkiye'de il bazında badem üretim miktarı gösterilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'de il bazında badem üretim miktarı (Tursun ve ark., 2022).

İller	Üretim Payı (%) Miktarı	Alan (da)	Üretim (ton)
Mersin	15	31.497	22.929
Adıyaman	10	72.350	15.470
Muğla	7	22.253	9.955
Antalya	7	21.342	9.795
Manisa	6	47.518	8.030
Çanakkale	5	12.149	7.786
Denizli	4	14.901	6.316
Şanlıurfa	4	46.551	5.933
Diğer	42	202.320	63.786
Toplam	100	470.881	150.000

Badem, ağacının odun kısmının kış soğuklarına dayanıklı olması nedeniyle, kış soğuklarının fazla olduğu yerlerde de yetişebilmektedir (Küçük, 2019). Badem ağacı, derin köklere sahip, genellikle kıvrımlı gövde yapısında, odunu sert ve düzensiz tacı olan orta büyüklükte bir ağaçtır. Genel görünümü, gövde, yaprak, meyve ve çiçekleri Şekil 1'de gösterilen badem ağacının yaprakları hafif tırtıklı ve dikdörtgen şekilde, çiçekleri beş yapraklı olup, rengi beyaz veya pembedir (URL-1).

Badem ağacı genellikle kereste üretimi için yetiştirilmez. Çoğunlukla bu ağacın odunları odun satılan yerlerden veya hobi veya küçük özel kereste fabrikalarından satışa sunulmaktadır. En yaygın kullanımı, mükemmel, sıcak, uzun süre yanan, sınırlı kül üreten yakacak olarak değerlendirilmesidir. Ahşap işleme için kullanıldığında Badem odunu, tornalama işlerinde ve bazı mobilyaların üretiminde kullanılmaktadır. Literatürde badem ağacı türleri ile ilgili yapılan çalışmaların çoğu yayılışları, ekolojik gereksinimleri ve morfolojik özellikleri ile ilgili iken, fiziksel ve kimyasal özellikler gibi odun özellikleri üzerine yok sayılacak kadar az çalışma bulunmaktadır. Fathi ve ark., (2022) tarafından yapılan bir çalışmada İran'da yetişen 3 farklı badem ağacı türünün 0.91 gr/cm^3 ila 96 gr/cm^3 arasında yoğunluğa sahip orta derecede yoğunluğa sahip olduğu ve orta hacimde genişleyen türler olarak sınıflandırılabileceği

belirtilmiştir. Ayrıca bu ağaç türünün selüloz içeriği (%39,92-49.83), lignin içeriği (%17,96-25.71) ve ekstraktif madde içeriği (%3,89-5.12) aralığında belirlenmiştir.

Şekil 1. Badem ağacının genel görünümü, gövde, yaprak, meyve ve çiçekleri (URL-2-3)

Bu çalışmada Denizli bölgesinden temin edilmiş Tatlı badem ağacı (*Prunus dulcis*) odununun fiziksel özellikleri ve teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzeylerde statik sertlik değeri araştırılmış elde edilen veriler endüstriyel olan ve olmayan odun türleri ile karşılaştırılmıştır. Badem odununun bu özelliklerinin araştırılması, bu odun türünün özellikleri hakkında bilgi sağlayacak ve ahşap uygulamalarında malzeme seçimi sırasında ve odun kaynaklarından yararlanmak için bir bakış açısı sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. MATERYAL

Bu çalışmada Denizli ilinde bulunan bir kereste fabrikasından temin edilen yetiştirilen Tatlı badem ağacı (*Prunus dulcis*) odunu örnekleri kullanılmıştır. Deney numunelerinin hazırlanmasında TS 2470 (1976) standardında belirtilen esaslar dikkate alınmıştır. Deney numuneleri, diri odunun düz damarlı ve budak, çatlak, ahşap kusuru, renk farkı, reaksiyon odunu, mantar ve böcek hasarı olmayan kısımlarından alınmasına özen gösterilmiştir. Tomrukların öz kısmı tam ortada olacak şekilde parçalar kesildikten sonra geriye kalan kısımlardan 5,5 cm kalınlığında parçalar kesilmiş ve bu parçalar uygun bir şekilde istiflenerek laboratuvar ortamında 6 ay süreyle kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan badem odunları kesim sırasında deney numunelerinin teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzey kesitlerini sağlayacak şekilde olmasına özen gösterilerek deney numuneleri hazırlanmıştır. Deney numuneleri, havada kuruyana kadar 6 ay boyunca %65 ± 5 bağıl nem ve 20 ± 3 °C sıcaklıkta oda koşullarında şartlandırılmıştır. Tedarik edilen badem ağacının rengi açık sarı ve kahverengi renkte olup yıllık halkaları oldukça belirgin bir şekildedir.

2.2. METOT

2.2.1. Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Badem ağacı odununun Tam kuru yoğunluk tespitinde TS 2472 (1976) standartında belirtilen esaslara uyulmuştur. Deney numunelerinin ağırlıkları 0,01 gr duyarlıklı analitik terazide ve boyutları ise 0,01 mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri belirlenmiş ve tam kuru yoğunluk değeri 1 numaralı denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$D_0 = \frac{M_0}{V_0} = (kg/m^3) \quad (1)$$

Burada; Do: Tam kuru yoğunluk (kg/m^3), Mo: Tam kuru ağırlık (kg), Vo: Tam kuru hacimdir (m^3).

Hacmen, teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzeylerdeki genişleme lif doygunluk noktası ve su alma miktarının belirlenmesi için deney numuneleri 30 x 30 x 30 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Genişleme deneyleri TS 4083- 4084- 4085- 4086 standartlarındaki esaslara uygun yapılmıştır.

2.2.2. Statik Sertlik Değerinin Belirlenmesi

Badem ağacı odununun Janka sertlik değerleri TS 2479 (1976) standardına göre 3-6 mm/dk. hızla hareket eden yükleme ucu teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzeyler üzerinde yarım küre ucun yarıçapına (5.64 mm) eşit olan derinlikte bir oyuk açılarak belirlenmiştir. Yükleme hızı belirtilen derinliği ulaştığı andaki yük %1 duyarlıkta okunmuştur. Badem ağacı oldukça sert bir oduna sahip olduğundan deney hızı 5 m/dk, ön yük 20 Newton, dalma derinliği 2.82 mm olarak ayarlandı ve P_{max} 4/3 ile çarpılarak hesaplamalar yapılmıştır. Deney numunelerinin statik sertlik değerlerinin belirlenmesinde 2'numaralı denklemden yararlanılmıştır.

$$H_j = K \times P_{max} \ (N/mm^2) \qquad (2)$$

Burada: P_{max}: yükleme ucunun deney parçasının içerisinde belirli derinliğe girmesi sırasındaki yük N olarak, K: yükleme ucunun 5.64 mm derinliğe girmesi halinde 1'e, 2.82 mm derinliğe girmesi halinde ise 4/3'e eşit olan bir katsayıdır.

3. BULGULAR TARTIŞMA

Badem ağacı odunun fiziksel ve mekanik özellikleri ile ilgili literatürde çok az veri bulunmaktadır. Badem ağacı odun örneklerinin tam kuru yoğunluğu, teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzeyler, hacmen genişleme, lif doygunluk noktası ve su alma miktarları Tablo 2'de gösterilmiştir. Badem ağacı ortalama tam kuru yoğunluğu 905 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir. Farklı ağaç türleri ile yapılan bazı çalışmalarda tam-kuru yoğunluk değerleri şu şekilde belirlenmiştir: kayısı odunu 0.815 gr/cm^3 (Ayata ve Bal, 2019), kayısı 0.788 g/cm^3 (Çavuş,2020), Çınar 0.625 gr/cm^3, Doğu Kayını 0.602 gr/cm3, Sarıçam 0.515 gr/cm^3, (Bektaş ve ark. 2005); Kavak 0.375 gr/cm^3 (Tunçtaner, 2004); Okaliptüs 0.604, ceviz 0,78 gr/cm^3, Göknar 0,49 gr/cm^3, Karaçam 0,43 gr/cm^3, Kızılçam 0,46 gr/cm^3 ve Meşe 0.776 gr/cm^3 (Bal ve Bektaş, 2012; Bektaş ve ark., 2016). Badem ağacı odunun tam kuru yoğunluğu, bazı endüstriyel ağaç türlerinden daha yüksektir. Odun yoğunluğu hem masif odun hem de odun esaslı ürünler için önemli bir özelliktir (Okoh, 2014).

Tablo 2. Badem ağacı odununun fiziksel özellikleri

İstatistik değerler	Tam kuru yoğunluk (kg/m^3)	Teğet genişleme (%)	Radyal genişleme (%)	Boyuna genişleme (%)	Hacmen genişleme (%)	Lif doygunluk noktası (%)	Su alma miktarı (%)
x	905	17,6	9,5	0,3	27,4	30,4	58,5
ss	27	1,2	1,1	0,2	1,3	1,7	4,0
Mak.	961	19,6	12,2	1,0	30,0	34,4	63,6
Min.	863	15,4	8,1	0,1	24,4	25,6	47,7

X:ortalama değer, ss: standart sapma, Mak.: en yüksek değer, Min: en düşük değer.

Badem ağacı odunun teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzeylerde sertlik direnci incelenmiştir ve bu değerler şekil 2'de gösterilmiştir. Badem ağacı odunun ortalama janka sertlik değeri teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzeyler için sırası ile 88-95-117 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir. Literatürde yapılan sınıflandırmaya göre (Bozkurt ve Göker, 1996; Örs ve Keskin, 2001; Ayata ve Bal, 2019) badem ağacı odunun; sertlendirme sınıflandırmasına göre çok sert bir tür olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Badem odunundan hazırlanan örneklerin lif yönüne bağlı Janka sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark (P <0,05) olduğu tespit edilmiştir. Lif yönlerinin aralarındaki farkın Tukey testi sonucunda Teğet yüzey ve Radyal yüzey arasında anlamlı bir farkın olmadığı (P > 0,05) ancak boyuna yönün her iki lif yönüne göre anlamlı bir fark (P <0,05) oluşturduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar farklı odunlarla yapılan önceki çalışmalardan da elde edilmiştir. Bu nedenle elde edilen veriler literatürle uyumludur (Malkoçoğlu, 1994; Bal, 2011; Efe ve Bal, 2016; Ayata ve Ark., 2018; Ayata ve Bal, 2019).

Şekil 2. Badem ağacı odunun teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzeylerde Janka sertlik değerleri.

Badem ağacı (Prunus dulcis) odununa ait janka sertlik değerleri için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre (Tablo 2) Badem ağacı odunun sertlik değerleri için deney yönleri arasındaki fark önemli (P <0.001) olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Statik sertlik değerleri, ANOVA ve Tukey testi sonuçları

Yüzey	N	ort. (N/mm^2)	SS	Min	Max	F	P value (α)
Teğet yüzey	20	88**A**	15,07	68	116	31,5	0.000
Radyal yüzey	20	95**A**	15,4	73	117		
Enine yüzey	20	117**B**	2,29	110	120		

N: numune sayısı, Min: en küçük değer, Max: en yüksek değer, Ort: ortalama değer, SS: standart sapma

Badem ağacı odunun teğet yüzey, radyal yüzey ve enine yüzeylerde elde edilen sertlik değerleri daha önce sertlik üzerine yapılmış endüstriyel ve endüstriyel olmayan odun türleri ile karşılaştırılmış ve bu değerler tablo 4'te gösterilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde bütün odun türlerinde belirlenmiş olan enine yüzeylere ait janka sertlik değerleri, radyal yüzey ve teğet yüzeylerden daha yüksek değerler verdiği görülmektedir.

Tablo 4. Bazı ağaç türlerinin statik sertlik değerlerinin karşılaştırılması

Çalışma	Ağaç türü	T	R	E
Tespit	Tatlı badem *(Prunus dulcis)*	88	95	117
Çavuş (2020)	Çitlenbik *(Celtis australis* L.*)*	106	117	128
Çavuş (2021)	Kurtbağrı *(Ligustrum lucidum)*	82	83	101
Şahin ve ark., (2020)	Citrus limon ağacı (*Citrus limon* L.)	120	115	138
Ayata ve Bal (2019)	İğde ağacı (*Elaeagnus angustifolia* L.)	40	40	58
Ayata ve Bal (2019)	Amerikan ceviz (*Juglans nigra* L.)	89	85	101
Ayata ve Bal (2019)	Kızılağaç odunu (*Alnus barhata* C. A. Mey)	28	28	39
Ayata ve Bal (2019)	Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.)	65	74	80
Bal ve Ark., (2018)	Huş *(Betula pendula)*	52	46	62
Ayata ve Bal (2019b	Sapsız meşe (*Quercus petreae* L.)	62	57	69
Ayata ve Ark., (2019	Turunç (*Citrus aurantium* L.)	80	76	82
Ayata (2020)	Ayous (*Triplochiton scleroxylonK. Schum*)	21	17	28
Ayata ve Ark., (2018)	Dut (*Morus* Sp.)	77	73	93
Ayata ve Ark., (2018)	Doğu çınarı (*Platanusorientalis* L.)	45	41	62
Ayata ve Ark., (2018)	Kızılçam (*PinusbrutiaTen.*)	42	41	61
Ayata (2020)	Karabiber (*Piper nigrum* L.) ağacı	45	44	56
Ayata (2020)	Tespih (*Melia azedarach* L.)	54	60	72
Ayata (2020)	Erik (*Prunus domestica* L.)	103	103	124

T: Teğet yüzey, R: Radyal yüzey, E: Enine yüzey.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Badem ağacı odunun değerli konumu göz önüne alındığında, bu çalışma ile Denizli yöresinden elde edilen badem ağacı odunlarının fiziksel özellikleri ve statik sertliği üç farklı yüzeyde belirlenmiştir. Deney sonuçlarından elde edilen verilere göre:

- Tam kuru yoğunluk değeri 905 kg/m^3, teğet genişleme %17,6, radyal genişleme %9,5, boyuna genişleme %0,3, Hacmen genişleme %27,4, lif doygunluk noktası %30,4 ve 10 gün sonunda su alma yüzdesi %58,5 olarak belirlenmiştir.
- Deney sonuçlarından elde edilen verilere göre; statik sertlik değeri üzerine ağaç malzemenin yüzeylerinin (kuvvetin uygulandığı yönün) önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.
- Bu ağaç türünün özellikleri hakkında sınırlı verilere katkı sağlanarak badem ağacının ekonomik ömrünü tamamladıktan sonra sadece yakacak olarak değil aynı zamanda imalat işlerinde de kullanılmasının hakkında temel bilgiler sağlanmıştır. Bu ağaç türünün mantarlara, küflere, böceklere ve termitlere karşı lif boyutları ve doğal dayanıklılığı gibi diğer özelliklerinin de araştırılması gerekmektedir.
- Kullanım yerlerindeki birleştirmelerde ağacın yönlerinin dikkate alınarak yapılması ve basit mobilya üretimi ile yer döşeme uygulamalarında, küçük tornalı işlerin imalatında ve alet oyuncak olarak değerlendirilebileceği öngörülmüştür.

KAYNAKÇA

1. Aslantaş, R., M. Güleryüz, (2003). Bazı Badem Çeşit/Klonlarının Dona Dayanım Derecelerinin Tespiti ve Kimyasal İçerikleri Arasındaki İlişkiler, IV. Ulusal Bah.Bit. Kong.S:115-117, Antalya.
2. Ayata, Ü., 2020. İzmir yöresinde yetişen erik, karabiber ve tespih odunlarının statik sertliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 2(2),94-102

3. Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B.C., ve Efe, F.T., 2018. Dut, doğu çınarı, kızılçam ve sedir ağaç türlerinde Janka sertlik değerinin belirlenmesi, 2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 30 Kasım-2 Aralık, Samsun, Türkiye, 1490-1494.
4. Ayata, Ü. Bal, B. C., 2019. Yalancı Akasya Odununda Çivi Tutma Direnci Ve Janka Sertlik Değerinin Belirlenmesi, II. International Mediterranean Forest and Environment Symposium Imfes. 03-05 October- Kahramanmaraş.
5. Ayata, Ü., Bal, B. C., 2019. İzmir'de Yetişen İğde (Elaeagnus Angustifolial.) Odununda Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi,21(3): 751-757. Doı: 10.24011/Barofd.589247
6. Ayata, Ü., ve Bal, B.C., (2019c). Amerikan ceviz odununda yüzey pürüzlülüğü, janka sertlik değeri ve çivi tutma direncinin belirlenmesi, Çukurova 3. Uluslararası Yenilikçi Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 3-6 Ekim, Adana, Türkiye, 440-448.
7. Ayata, Ü., ve Bal, B.C., (2019d). Kızılağaç odununda statik sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve çivi tutma direncinin belirlenmesi, III. Uluslararası Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 3-5 Ekim, Kahramanmaraş, Türkiye, 921-926.
8. Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B.C., ve Efe, F.T., 2018. Dut, doğu çınarı, kızılçam ve sedir ağaç türlerinde janka sertlik değerinin belirlenmesi, 2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 30 Kasım-2 Aralık, Samsun, Türkiye, 1490-1494.
9. Ayata, Ü., Bal, B. C., 2019. Kayısı (Prunus Armenıaca L.) Odununda Çivi Tutma Direnci ve Janka Sertlik Değerinin Belirlenmesi. Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Yeni Ufuklar Gece Publishing. New york, USA.
10. Bal, B.C., 2011.Okaliptüs grandis (Eucalyptus grandisW. Hill ex maiden) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri ve lamine ağaç malzeme üretiminde kullanılması üzerine araştırmalar, KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi,Kahramanmaraş.
11. Bal, B.C., Bektaş, İ., 2012. The effects of some factors on the impact bending strength of laminated veneer lumber. BioResources, 7:5855-5863.
12. Bars, T., 2016. Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü Ürün Raporu Sert Kabuklu Meyveler. Tepge Yayın No: 272'ı Sbn: 978-605-9175-50-0
13. Bektaş, İ., Alma, H., Fidan, S., 2005. Doğu Çınarı (Platanus Orientalis)'nın Lambri Yapımına Uygunluğunun araştırılması. Sütçü İmam Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı, Proje Sonuç Raporu, PROJE NO:2003/1-5:17. Kahramanmaraş.
14. Bektaş, İ., Oruç, S., Bal, B.C., Ak, A., 2016. Saplı Meşe (Quercus robur L.) Odununun Fiziksel Özelliklerinin Toprak Değişkenleriyle İlişkisi. Ormancılık Dergisi, 12(1): 61-71.
15. Beyhan, Ö., Bostan, S. Z.,1995. "Darende bademlerinin (Prunus amygdalusL.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar.", Y.Y. Üniv., Zi. Fak. Derg., Cilt No: 4(2),123-132.
16. Bozkurt, Y.,Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü., Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite YayınNo:3944, İstanbul.
17. Çavuş, V. (2020). Determination of Some Physical and Mechanical Properties of Apricot Wood (Prunus armeniaca L.), Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22 (2): 457-464, DOI: 10.24011/barofd.729707
18. Çavuş, V., (2020c), Çitlembik (Celtis australis L.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, 1st International Hazar Scientific Research Conference, 18-20 September 2020, Baku, Azerbaijan, 912-927.
19. Efe, F.T., Bal, B.C., 2016.Yüksek Sıcaklıkta Isıl İşlem Görmüş Kızılçam (Pinus brutiaTen.) Odununun Sertlik Değerlerinde Meydana Gelen Değişmeler,Afyon KocatepeÜniversitesiFen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2016 (Özelsayı): 79-86.

20. Fathi, L., Hasanagić, R., Iranmanesh, Y., Dahmardeh G. M., Humar, M., Bahmani, M. 2022 Physıcal And Chemıcal Propertıes Of Three Wıld Almond Wood Specıes Grown In Zagros Forests Les/Wood, Vol. 71, No. 1, 23-30 DOI: https://doi.org/10.26614/les-wood.2022.v71n01a03
21. Küçük, E., 2019. Malatya Koşullarında Farklı Rakımlarda Yetiştirilen Ferragnes Ve Ferraduel Badem Çeşitlerinin Fenolojik Ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Malatya Turgut Özal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı.
22. Malkoçoğlu, A. 1994. Doğu Kayını (Fagus orientalisL.) Odununun Teknolojik Özellikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon
23. Okoh, E. T., 2014. Fibre, Physical and Mechanical Properties of Ghanaian Hardwoods. Journal of Energy and Natural Resources, 3(3):25-30.
24. Örs, Y., Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, Gazi Üniversitesi Ders Kitabı, S:77, Ankara.
25. Soylu, A. (2003). Ilıman İklim Meyveleri II. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No: 72, Bursa.
26. Şahin, S., Ayata, Ü., Bal, B.C., Esteves, B., Can, A., Sivrikaya, H., 2020. Determination of some wood properties and response to weathering of Citrus limon (L.) Burm wood. Bioresources, 15(3): 6840-6850. DOI: 10.15376/biores.15.3.6840-6850.
27. Şimşek, M., ve Gülsoy, E. (2017). “Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Badem (Prunus amygdalus L.) Potansiyeline Genel Bir Bakış”, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7/3, 19-29.
28. Tursun, M., Tursun, A. ve Kılıç, M. (2022). "Adıyaman İlinde Badem Üretiminin Maliyet ve Karlılık Analizi", Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 51, Denizli, ss. 305-315.
29. TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
30. TS 2471, 1976. Odunda. Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
31. TS 2472. 1976. Odunda, Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
32. TS 2479, 1976. Odunun statik sertliğinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.TS EN TS 4083, 1983. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, TSE. Ankara.
33. TS 4084, 1983. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TSE. Ankara.
34. TS 4085, 1983. Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, TSE. Ankara. TS 4086, 1983. Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, TSE. Ankara.
35. 13446, 2005. Ahşap esaslı levhalar – bağlayıcıların geri çıkma kapasitesinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
36. Tunçtaner, K., As, N., Özden, Ö., 2004. Bazı Kavak Klonlarının Büyüme Performansları, Odunlarının Bazı Teknolojik Özellikleri Ve Kağıt Üretimine Uygunlukları Üzerine Araştırmalar. Çevre ve Orman Bakanlığı, Teknik Bülten, No:239:196:29.
37. URL-1 https://tr.warbletoncouncil.org/almendro-12913 Son erişim tarihi: 02/11/2022
38. URL- 2 https://pixabay.com/tr/images/search/badem%20a%C4%9Fac%C4%B1/ Son erişim tarihi: 02/11/2022
39. URL-3 https://en.wikipedia.org/wiki/Almond#Distribution_and_habitat Son erişim tarihi: 02/11/2022

BİTKİSEL KÖKENLİ İLAÇLARIN PSİLİDLERİN (Hemiptera: Psyllidae) MÜCADELESİNDE KULLANIMI: ÇEVRE DOSTU BİR YAKLAŞIM

Cemile YAŞ[1], Halil DİLMEN[2]
[1]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biki Koruma Bölümü, Siirt-Türkiye,
ORCİD: 0000-0003-3249-3500
[2]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biki Koruma Bölümü, Siirt-Türkiye,
ORCİD: 0000-0002-3802-9947

ÖZET

Dünyada insan nüfusu her geçen gün artmaktadır. İnsan nüfusunu besleyebilmek için gıda ve ham maddeye olan gereksinimde bu yönde artmaktadır. Ancak gün geçtikte azalan tarım alanlarının bu ihtiyacı karşılaması mümkün değildir. Bu nedenle artan gıda ihtiyacını karşılamak için 1960'lı yıllara kadar yaygın olan ekstansif tarımdan, entansif tarıma geçilerek birim alanda verimi artırmak amaçlanmıştır. Bu dönemde verim kayıplarına neden olan bitki hastalıkları, zararlıları ve yabancı otlara karşı kimyasal ilaçların kullanımında büyük artışlar yaşanmıştır. Özellikle ekonomik kayıplara sebep olan bitki zararlılarına karşı kimyasal insektisitler bu süreçte yoğun kullanılarak baskı altında tutulmaya çalışılmıştır. Ancak tarımda aşırı ve rastgele kimyasal ilaçların kullanımı insan ve çevre sağlığı ile ilgili birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Bu nedenle kimyasal ilaçlara alternatif olabilecek zararsız ve çevreci yöntemlere olan ilginin artmasına yol açmıştır. Son yıllarda insan ve çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olmaması, sadece zararlı organizmaya etkili olması, kalıntı bırakmaması gibi birçok çevre dostu özelliğe sahip bitkisel kökenli ilaçların tercih edilip, kullanımı giderek artmıştır. Özellikle Neem (*Azadirachta indica*), sarımsak (*Allium sativum*), kekik (*Thymus vulgaris*), lavanta (*Lavandula stoechas*), Hint yağı bitkisi (*Ricinus communis*), tütün (*Nicotiana tabacum*), mısır (*Zea mais*) kolza (*Brassica napus*) aspir (Carthamus tinctorius) kadife çiçeği (*Tithonia diversifolia*), susam (*Sesasuin indicum*), kereviz (*Apium graveolens*), turunç (*Citrus aurantium*), limon (*Citrus limon*) nane (*Mentha piperita*) ve fesleğen (*Ocimum basilicum*) gibi birçok farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların farklı zararlı türleri üzerine etkinlikleri ayrı ayrı tespit edilmiştir. Bu çalışma mevcut literatür irdelenerek dünyada tarımsal ürünlerde verim ve kalite kayıplarına sebep olan psyllidae familyasına bağlı zararlı türlerine karşı kimyasal ilaçlar yerine şimdiye kadar kullanılan bitkisel kökenli ilaçların öneminden ve bu zararlılar üzerindeki potansiyel etkileri özetlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Azadirachtin, Biyoinsektisit, Bitkisel ilaçlar, Psyllidae,

USİNG OF THE BOTANICAL INSECTICIDES TO CONTROL PSYLIDS (HEMİPTERA: PSYLLİDAE): AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY APPROACH

The human population in the world is increasing day by day. The need for food and raw materials to feed the human population is increasing in this direction. However, it is not possible to meet this need in agricultural areas that are decreasing day by day. For this reason, in order to meet the increasing food need, it was aimed to increase the yield per unit area by switching from extensive agriculture, which was common until the 1960s, to intensive agriculture. In this period, modern agricultural methods and pesticides have been used against plant diseases, pests and weeds that cause yield losses. Especially against plant pests, which are known to have a significant effect on yield and quality losses, they were kept under pressure using insecticides intensively in this period. However, the use of excessive and random pesticides in intensive agriculture has brought many problems related to human and environmental health. For this reason, it has led to an increased interest in harmless and environmentalist methods that can be an alternative to pesticides. In recent years, the use of botanical insecticides, which have many environmentally friendly features such as not having negative effects on human and environmental health, being effective only on harmful organisms, and not leaving any residue, has increased gradually. Especially Neem (*Azadirachta indica*), garlic (*Allium sativum*), thyme (*Thymus vulgaris*), lavender (*Lavandula stoechas*), castor oil plant (*Ricinus communis*), tobacco (*Nicotiana tabacum*), corn (*Zea mais*) rapeseed (*Brassica napus*) safflower (*Carthamus tinctorius*) marigold (*Tithonia diversifolia*), sesame (*Sesasuin indicum*), celery (*Apium graveolens*), citrus (*Citrus aurantium*), lemon (*Citrus limon*), mint (*Mentha piperita*) and basil (*Ocimum basilicum*) The activities of the essential oils on different pest species were determined separately. This study summarizes the importance of botanical insecticides used so far instead of pesticiides against pests of the Psyllidae family, which cause yield and quality losses in agricultural products in the world, and their potential effects on these pests by examining the existing literature.

Keywords: Azadirachtin, Bioinsecticide, Botanical insecticides, Psyllidae

1.GİRİŞ

1958 yılında dünya nüfusu hızla artarak 2,8 milyara ulaşmıştır (Türkoğlu, 1958). Günümüzde 8 milyarı aşan dünya nüfusu, her yıl yaklaşık 67 milyon insanın daha katılımıyla hızla artmaktadır (Anonim, 2022a). Birleşmiş Milletler raporuna göre 2050 yılında dünya nüfusu 10 milyarı aşacak, hatta ABD Milli İlimler Akademisi'nde yapılan bir araştırmaya göre ise 2075 yılında dünya nüfusu 30 milyarı bulacağı tahmin edilmektedir (Çamurcu, 2005). Hızla artan dünya nüfusuna bağlı olarak insanların ihtiyaç duyduğu gıda ve hammadde miktarı da artmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılayabilmek için başvurulan ilk kaynak tarımsal üretim yapılan topraklardır. 2020 yılı FAO verilerine göre dünya üzerinde toplam 4,74 milyon hektar tarım arazisi ve 1,38 milyon hektar ekilebilir tarım arazisi mevcuttur (Anonim, 2022b). Ancak günümüzde erozyon, kuraklığa bağlı olarak çölleşme, tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı, rastgele ve tarımda aşırı kimyasal girdilerin ekilebilir arazilerin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum sonucunda mevcut tarım alanları artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılama konusunda yetersiz kalmaktadır.

1960 yılına kadar tamamen geleneksel ekstansif tarım yapılırken, ihtiyaç duyulan gıda ve hammaddeyi sağlamak için entansif tarıma geçilmiştir (Çetin, 2022). Entansif tarımda modern tüm teknikler kullanılarak birim alanda maksimum verimim alınabileceği tarım yöntemidir. Bu dönemde güçlendirilmiş bitki türleri, etkili sulama, yoğun gübreleme metotları uygulanmış; ayrıca kimyasal gübre ve ilaç, hormon, vitamin ve diğer birçok kimyasal girdi kullanılarak verimde ciddi oranda artış sağlamışlardır (Çetin, 2022). Özellikle tarımda verim ve kaliteyi artırmak için bitki hastalıkları, zararlıları ve yabancı otlara karşı kimyasal ilaçlar kullanılmaya başlanmıştır. 1939 yılında Paul Müller'in DTT keşfinin öncülük ettiği kimyasal ilaç kullanımı 1945 yılından 1970'li yılların sonuna kadar hızla artış göstermiştir (Akkuzu ve ark. 2001). Dünya çapında 2000-2018 yılları arasında kullanılan pestisit miktarı Görsel 1'de verilmiştir. Tarımsal alanlarda kullanılan pestisit miktarı 2000 yılında 3,000.000 ton iken, 2007 yılında 3,700.000 tona ve 2017 yılında ise 4,110.000 tona ulaşmıştır (Anonim, 2022c). Genel olarak dünyada kullanılan pestisitlerin paylarına bakıldığında, %53'ü herbisit, %18'i insektisit, %23'u fungusit ve bakterisit ve geriye kalan %6'sı ise diğer tarım ilaçları oluşturmaktadır (Anonim, 2022c) (Görsel 2).

Görsel 1. 2000-2018 yılları arasında dünyadaki pestisit kullanım miktarları (Anonim, 2022c).

Görsel 2. Dünyada pestisitlerin kullanım payları (Anonim, 2022c).

Ülkemizde ise kullanılan pestisitlerin miktarına bakıldığında 1990 yılı ile 2010 yılı arasındaki dönemde dalgalı değerler göstermişse de 2018 yılında 60020 ton ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Anonim, 2022c) (Görsel 3).

Görsel 3. 1990-2020 yılları arasında ülkemizdeki pestisit kullanım miktarları (Anonim, 2022c)

Ülkemizde kimyasal ilaçların kullanım payları incelendiğinde %38 oranda en fazla bitkilerde verim kayıplarına sebep olan hastalık etmenlerine karşı kullanılan fungusit ve bakterisitlerdir. Bunları %27 oranda zararlı böcek türlerine karşı kullanılan insektisitler ve %25 oranda yabancı otların kontrolünde kullanılan herbisitler takip etmektedir (Anonim, 2022c) (Görsel 4).

Görsel 4. Türkiye'de pestisitlerin kullanım payları (Anonim, 2022c).

Genel olarak halen dünyada ve ülkemizde tarımsal üretim esnasında kültür bitkilerinde verim ve kalite kayıplarına neden olan zararlılara, hastalıklara ve yabancı otlara karşı kimyasal ilaçlar yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak tarımda aşırı ve rastgele kimyasal ilaçların kullanımı çevre ve insan sağlığı ile ilgili birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Kimyasal ilaçlar insanlarda birçok akut ve kronik hastalığa, meyve üzerindeki kalıntıları nedeniyle zehirlenmelere, hedef olmayan organizmaları etkileyerek biyoçeşitliliği azalmasına, zararlı

organizmaların direnç kazanmasına, toprak mikroflorasına bozulmasına ayrıca su ve hava kirliliğine neden olmaktadır (Yadav ve Devi, 2017).

Tüm bu olumsuz gerekçelerden dolayı kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek çevre dostu yöntemler üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Bu yaklaşım ile birçok farklı bitkiden, farklı yöntem ve tekniklerle elde edilen bitkisel kökenli pestisitlere olan ilgi önemli ölçüde artmıştır. Tamamen çevre dostu bitkisel kökenli pestisitlerin kullanımı dünya genelinde ve özellikle de organik tarım yapılan yerlerde hızla artmaktadır (Isman, 1997). Bu amaçla ele alınan bu çalışmada, dünya genelinde kullanımı hızla artan bitkisel kökenli ilaçların Psyllidae familyası türlerine karşı kullanılanımı ve potansiyel etkileri literatür bilgiler ışığında özetlenmiştir.

2. BİTKİSEL KÖKENLİ İNSEKTİSİTLER

Bitkiler yaşamsal faaliyetlerini devam ettirmek için birçok organik birleşik sentezlerler. Bünyesinde sentezlediği primer metabolikler (nükleik asitler, proteinler, karbonhidratlar, yağlar ve lipitler) doğrudan yaşamsal faaliyetlerde rol oynarken, sekonder metabolitlerin yaşamsal faaliyetlerle doğrudan bir ilişkisi yoktur (Bakır, 2020). Sekonder metabolitlerin bitkilerdeki görevi ise virüs, mantar bakteri vb. mikroorganizmalardan kaynaklanan hastalıklara karşı direnç sağlama, bitki zararlılarından korunma ve abiyotik (UV, sıcaklık, su) faktörlerden kaynaklanan strese karşı dayanıklılık oluşturmaktır (Aydın ve Mamadov, 2017). 2000 yıl önce Çin, Hindistan, Mısır ve Yunanistan da bitkilerin sahip oldukları bu savunma mekanizmasından yararlanarak bitki zararlıları ile mücadele edilmiştir (Dougoud ve ark., 2019).

Son yıllarda kimyasal ilaçların çevre ve insan sağlığı üzerindeki birçok olumsuz etkileri nedeniyle bitkilerden elde edilen bazı uçucu yağların kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Bu kapsamda bitkisel kökenli ilaçların, birçok bitkide önemli zararlar meydana getiren böceklere karşı kullanımı ve potansiyel etkileri yapılan birçok çalışmada rapor edilmiştir (Durmuşoğlu ve ark., 2020; Kasap ve Kök, 2019; Shiberu ve ark., 2013; Kumar ve ark., 2015; Ahmed, 2022; Erler ve Tosun, 2017; Yang ve ark., 2010). Bitkisel insektisitler, bitki ekstraktları ya da çeşitli bitkilerden elde edilen saf bileşiklerin formlarından meydana gelmektedir. Bitkilerde bulunan sekonder metabolitlerden elde edilen bitkisel kökenli insektisitler zararlılar üzerinde kontak, kovucu (repellent), beslenmeyi engelleyici (antifeedant), gelişme ve çoğalmayı engelleyici gibi birçok etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Isman, 2017). Bitkinin kök, yaprak, gövde gibi çeşitli kısımlarından elde edilen bazı uçucu yağların da zararlılara karşı uzaklaştırıcı, toksik, beslenmeye ve büyümeyi engelleyici etkileri mevcuttur (Hikal ve ark.,2017). Bu uçucu yağlar temel olarak bitkilerde zararlı olan böceklerin nimf-lava dönmeleri için zehirler üretirken, çok sayıda doğal düşman türlerine karşı ise önemli bir zararı bulunmaktadır (Schmutterer, 1990).

Bitkisel kökenli insektisitler ayrıca güneş, nem ve rüzgârlı havada hızla çözünmektedir. Bu nedenle hasattan kısa bir süre önce bile kullanılabilir. Bu bileşikler böcekleri öldürmesi zaman alsa da beslenmelerini hızlı bir şekilde etkileyerek onların zarar oluşturmasını ve çoğalmalarını önemli oranda engellemektedir. Ayrıca bitkisel kökenli ilaçlar bitki üzerinde fitotoksisiteye neden olmadığı için ürünün gelişiminde ve kalitesinde herhangi bir olumsuz etkiye yol açmamaktadır. Bitkilerden elde edilen ve tamamen doğal ürünlerin zararlılar için umut verici alternatifler olduğu gibi zararlılarda direnç oluşturma riski de yoktur. Bitkisel kökenli ilaçların bu gibi birçok doğa dostu özelliği nedeniyle son yıllarda popülaritesi ve kimyasal insektisitlere

alternatif olarak kullanımı hızla artmıştır (Karakaş, 2018). Bu bağlamda ekonomik kayıplara neden olan birçok zararlı böcek türünün mücadelesinde farklı bitkilerden elde edilen özütlerin, uçucu yağların ve doğal bileşenlerinin insektisit kaynağı olabilme potansiyel etkileri birçok bilim insanı tarafından araştırılmıştır. Bu çalışmalar ile çok sayıda bitkiden ekstraktte edilen sekonder metabolitler zararlı böceklere karşı insektisit etkisinin olduğu saptanmıştır. Günümüzde zararlı böcek türlerinin mücadelesinde daha yaygın kullanılan bitkisel ürünler piretrum, rotenon, neem ve uçucu yağlardır. Daha sınırlı kullanımda olan diğer bitkisel ürünler ise ryania, nikotin ve sabadilla'dır (Dilmen ve Özgökçe, 2021). Bitkisel kökenli ilaçların üretiminde daha çok Myristicaceae, Rutaceae, Caesalpinaceae, Apiaceae, Caesalpinaceae, Sapotaceae, Cupressaceae, Piperaceae, Solanaceae ve Zingiberaceae familyalarına ait bitki türleri kullanıldığı belirtilmektedir (Ahmed ve ark., 2021). Sarımsak (*Allium sativum*), kekik (*Thymus vulgaris*), lavanta (*Lavandula stoechas*), neem (*Azadirachta indica*), acı biber (*Capsicum* spp.), siyam otu (*Chromolaena odorata*), tesbih ağacı (*Melia azedarach*), moringa (*Moringa oleifera*), tütün (*Nicotiana tabacum*), kadife çiçeği (*Tithonia diversifolia*), nane (*Mentha piperita*), fesleğen (*Ocimum basilicum*), Afrika fesleğeni (*Ocimum gratissimum*), limon okaliptüs, (*Corymbia citriodora*), çay ağacı (*Melaleuca alternifolia*), adi ardıç ağacı (*Juniperus communis* L.), çam (*Pinus* spp.), servi (*Cupressus* spp.), susam (*Sesasuin indicum*), kereviz (*Apium graveolens*), zakkum (*Nerium oleander*), defne (*Laurus nobilis* L.), dalmaçya papatyası (*Tanacetum cinerariaefolium*), *Lonchocarpus* sp., *Derris* sp., *Terphrosia* sp., *Ryania speciosa*, turunç (*Citrus aurantium*), limon (*Citrus limon*), *Schoenocaulon officinale*, *Quassia armara*, *Picrasma excelsa* gibi daha birçok bitkiden elde edilen ekstraktlar ve uçucu yağlar bitkisel kökenli ilaçların üretiminde kullanıldığı bildirilmektedir (Dougoud ve ark., 2019; Özdemir, 2021; Karakaş, 2018; Maia ve Moore, 2011).

Bu kapsamda özellikle zararlı böceklerin kontrolünde yaygın bir şekilde kullanılan *Azadirachta indica* bitkisinin yapraklarından ve tohumlarından elde edilen uçucu yağların, beslenmeyi engelleyici (antifeedant), uzaklaştırıcı (repellent), kısırlaştırıcı, yumurta bırakmayı önleyici, gelişme ve büyümeyi bozucu etkileri bulunmaktadır (Laxmishree ve Nandita, 2017). Ayrıca *Nicotiana tabacum* yapraklarından elde edilen sulu ekstraktların özellikle afitler ve diğer homoptera takımdaki bazı böceklere karşı yıllardır kullanılmaktadır. *Nicotiana tabacum* bitkisinde bulunan nikotin bileşiği, böceğin sinir sistemini etkileyerek önce felç bırakır daha sonra da ölümüne neden olur (Güncan ve Durmuşoğlu, 2004). Bunlara ilaveten *Schoenocaulon officinale* bitkisinin tohumlarının su, alkol veya petrol ile ekstraksiyonu ya da toz halinde öğütülmüş şekli direkt zararlı böceklere karşı kullanımı bildirilmiştir (Karakaş, 2018). Değme ve mide zehiri olan bu insektisit *Cydia pomonella*, *Ostrinia nubilalis* ve Homoptera takımına ait türlerin mücadelesinde etkili olduğu gösterilmiştir (Topuz, 2005).

Bitkisel kökenli ilaçlar dünyada birçok ülkede birçok farklı zararlının alternatif mücadelesinde başarıyla kullanılmaktadır (Durmuşoğlu ve ark., 2020; Kasap ve Kök, 2019; Shiberu ve ark., 2013; Kumar ve ark., 2015; Ahmed, 2022; Erler ve Tosun, 2017; Yang ve ark., 2010). Söz konusu bu ürünler dünya çapında yayılış gösteren ve birçok farklı kültür bitkisinde ciddi verim kayıplarına neden olduğu bilinen psyllid türlerinin mücadelesinde olumlu etkilerini gösteren çalışma yürütülmüştür.

3. PSYLLİDAE FAMİLYASINA BAĞLI ÖNEMLİ TÜRLER VE MÜCADELESİNDE KULLANILAN BİTKİSEL KÖKENLİ İLAÇLAR

Ağustos böceklerine benzeyen psyllid türlerinin erginleri 2-3 mm boyundadır. Genellikle soluk kahverengi- sarı renklidirler. Zıplamaya özelleşmiş arka ayaklara ve uzun antenlere sahip böceklerdir (Hodkinson ve Bird, 2015). Dünyanın çeşitli bölgelerinde yayılış gösteren psyllid türleri farklı kültür bitkilerinde önemli verim kayıplarına sebep olmaktadırlar. Psyllid türleri kültür bitkilerinin yapraklarında emgi yaparak zararlı olurlar. Ayrıca yaprak üzerinde psyllidler ürettikleri tatlımsı madde belli bir süre sonra saprofit funguslar yerleşmesi sonucu fumajine oluşmasına neden olur. Bu durum bitkilerin fizyolojik faaliyetlerini tam olarak yerine getirememesine ve yaprakların zamanından önce dökülmesine yol açar. Ayrıca psyllid türlerinin popülasyon yoğunluklarını yüksek olduğu dönemlerde sonraki yıl açılacak gözlerin zarar görmesine neden olur. Bunlara ilaveten bazı psyllid türlerin çeşitli hastalık etmenlerine vektörlük ettikleri rapor edilmiştir. Nitekim Hall, (2008) göre Asya turunçgil psyllidi (*Diaphorina citri*), turunçgillerde önemli bir hastalık olan Huanglongbing (HLB) hastalığını vektörü olduğunu bildirmiştir. Kültür bitkilerinde zarara neden olan Psyllidae familyasına ait en önemi türler ise *Agonoscena pistaciae* (Burckhardt & Lauterer, 1989), *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908), *Cacopsylla pyri* (Linnaeus, 1761), *Bactericera cockerelli* (Sulc), *Euphyllura* spp. *Heteropsylla cubana* Crawford, *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles), *Cardiaspina albitextura* Taylor şeklinde bildirilmiştir (Dilmen ve Özgökçe, 2021). Bu kapsamda psyllid türlerinin savaşımında kullanılan bitkisel özütlerin olumlu etkilerini gösteren çalışmalar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Psyllid türlerinin mücadelesinde kullanılan bitkisel kökenli ürünler

Zararlı Tür	Konukçu Bitki	Kullanılan ilaç\madde	Etki Şekli	Kaynak
Agonoscena pistaciae (Antep Fıstığı)	Antep fıstığı (*Pistacia vera*)	Tondexir (biber özü) Sirinol (sarımsak özü) Palizin (okaliptüs özü)	İnsektisidal ve repellent	Sheibani ve Hassani, (2014)
		ProAlexin PNS™ + Agrispray™	Yumurtlamayı engelleyici ve İnsektisidal	Tsagkarakis ve Margiotoudis, (2017)
		Kekik ekstraktı	İnsektisidal	Soheili ve ark., (2020)
		Tespih ağacı ekstraktı-sabun Tespih ağacı ekstraktı-sabun + diatomlu toprak	Yumurtlamayı engelleyici	Hasani ve ark., (2022)
Cacopsylla pyri (Armut psyllidi)	Armut	NeemAzal-T/S	Yumurtlamayı engelleyici	Marcic ve ark., (2015)

		Zea mais (Mısır yağı) *Ricinus communis* (Hint yağı) *Brassica napus* (Kolza yağı) *Carthamus tinctorius* (Aspir yağı)	Yumurtlamayı engelleyici	Erler ve Tosun, (2017)
		Acı kavun, hint yağı, keten tohumu, hardal, şeftali çekirdeği ve kuşburnu tohum yağları	İnsektisidal ve Yumurtlamayı engelleyici	Pehlevan ve Kovancı, 2018)
Diaphorina citri (Asya turunçgil psyllidi)	Turunçgiller	*Caulerpa sertularioides*, *Laurencia johnstonii* ve *Sargassum horridum*	İnsektisidal ve Repellent	González-Castro ve ark., (2019)
		Guava (*Psidium guajava*) bitkisinden elde edilen bitki özü	Repellent	Poerwanto ve Solichah,(2022)
Bactericera cockerelli (Domates\patates psyllidi)	Domates, patates ve Solonecea familyası	MOI-201 (bir Çin tıbbı bitki özü), Requiem (Chenopodium ambrosioides bitki özü), BugOil (dört bitki esansiyel yağının karışımı) ve SunSpray yağının (bir mineral yağ)	Repellent ve Yumurtlamayı engelleyici	Yang ve ark., (2010)
		Organik JMS, StyletOil®, Excel Oil®, Eco-Oil®, Neem 600 WP ve Sap Sucker Plus	Repellent ve İnsektisidal	Jorgensen ve ark., (2013)
Euphyllura spp. (Zeytin pamuklu biti)	Zeytin	Zeytin değirmeni atık suları	İnsektisidal	Larif ve ark., (2013)
		İğde (Oleaster) yapraklarından elde edilen sulu ekstrakt	İnsektisidal	Mestar ve ark., (2018)
		Thymus vulgaris, *Satureja calamintha nepeta* ve *Eucalyptus globulus* bitkilerinden elde edilen yağlar	Repellent ve İnsektisidal	Guessab ve ark., (2022)
Heteropsylla cubana (Leucaena psyllidi)	*Leucaena leucocephala*	*Sesasuin indicum* (Susam), *Apium graveolens* (Kereviz), *Heuea brasiliensis* (Kauçuk), *Acorus calamus* (Calamus) vb.	İnsektisidal	Sharma ve ark., (1992)

		Neem tohumu yağı	İnsektisidal	Haas ve ark., (2010)
Gyropsylla spegazziniana	Paraguay çayı			
		Organic Neem® (%94 neem yağı ve %6 organik yardımcı maddeler)	İnsektisidal	Formentini ve ark., (2016)

***Agonoscena pistaciae* (Burckhardt & Lauterer, 1989)**

Antep Fıstığı yaprak psyllidi olarak da bilinen *Agonoscena pistaciae* (Burckhardt & Lauterer, 1989) dünyada ve ülkemizde özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinde Antepfıstığı yetiştirilen alanlarda ciddi verim kayıplarına neden olan önemli bir zararlıdır. Genel olarak *Pistaciea* spp. türleri konukçuları arasında yer alır. Sahip oldukları sokucu-emici ağız yapısı ile bitki öz suyunu emerek beslenir. Bu emgi sonucunda yapraklar sararıp dökülmesine, meyvelerin yeteri kadar iç doldurmamasına ve bir sonraki yıl mahsul verecek gözlerin dökülmesine neden olur. Ayrıca salgıladıkları tatlımsı madde ile fumajin oluşturarak da zararlı olurlar. *Agonoscena pistacia*'nın mücadelesinde üreticiler genellikle kimyasal insektisitler kullanmaktadır. Fakat son yıllarda kimyasal insektisitlerin tespit edilen olumsuz etkileri üzerine, alternatif yöntemlere ilginin artmasına sebep olmuştur. Nitekim Sheibani ve Hassani (2014), *A. pistaciae* karşı Sirinol (sarımsak özü), Tondexir (biber özü) ve Palizin (okaliptüs özü) bitkisel kökenli ilaçların uygulamadan 7 gün sonra psyllid nimflerinin yaklaşık ölüm oranı yüzdeleri sırasıyla %95, %90 ve %96 olduğu çalışmaları sonucunda bildirilmiştir. Çalışma neticesinde *A. pistaciae* karşı mücadelede bitkisel kökenli olan bu üç ilacın etkinliği tespit edilmişti (Sheibani ve Hassani, 2014) (Çizelge 1).

Tsagkarakis ve Margiotoudis, (2017) yaptığı çalışmada ise narenciye ve palmiye ağacı ekstraktlarından üretilen, ticari adı ProAlexin PNS^{TM} ve Agrispray^{TM} olan bitkisel kökenli ilaçların *A. pistaciae* karşı etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda ProAlexin PNS^{TM}+ Agrispray^{TM} karışımı uygulanan ağaçlardaki *A. pistaciae* nimflerinin ölüm oranını ise yaklaşık % 93 olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma neticesinde tamamen doğal, bitki savunma sistemine katkısı olan ve özellikle de tozlayıcı olan arılara olumsuz etkisi olmayan bitkisel kökenli ProAlexin PNS^{TM}+ Agrispray^{TM} ilaç karışımı *A. pistaciae* mücadelesi için umut vadedici etkileri olduğu bildirilmiştir (Tsagkarakis ve Margiotoudis, 2017) (Çizelge 1).

Diğer başka bir çalışmada Soheili ve ark., (2020), kekik ekstraktının 3 farklı dozunu (2.5, 5 ve 7.5) *A. pistaciae*'nın yumurta ve nimflerine üzerinde etkisi tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda uygulanan tüm dozların yumurta sayısında düşüşe neden olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada uygulanan üç farklı dozun nimf bireyleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak kekik ekstraktının *A. pistaciae*'nın hem nimfleri hem de yumurtalarına karşı mücadelede olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir (Soheili ve ark., 2020) (Çizelge 1).

Bir başka çalışmada ise Hasani ve ark., (2022) Diyatomlu toprak ve tespih ağacından (*Melia Azedarach*) elde edilen iki farklı bitki ekstraktı ile oluşturulan bileşiğin *A. pistaciae* nimflerinin

ölüm oranı ve erginlerin yumurtlama oranı üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda kullanılan tespih ağacı ekstraktı-sabun ile tespih ağacı ekstraktı-sabun ve diyatomlu toprak karışımının nimf sayılarını azalttığı ve farklı zamanlarda yumurtlama oranını da azalttığı gözlemlenmiştir. Fakat zararlılar üzerinde etkinliğinin belirlenmesi için daha fazla çalışma yapılması önerilmiştir (Hasani ve ark., 2022) (Çizelge 1).

***Cacopsylla pyri* (Linnaeus, 1761)**

Armut psyllidi olarak da bilinen *Cacopsylla pyri*, armut üretimi yapılan bölgelerde en önemli zararlıdır (Kovancı ve ark., 2000). Armut psyllidi sahip olduğu sokucu emici ağız yapısı ile yaprak ve sürgünlerden bitki özsuyu emerek beslenmesi sonucunda ürettiği tatlımsı maddeler fumajine neden olur (Erler, 2004). Ayrıca beslenme esnasında yaprak dokusuna salgıladığı toksin maddeler nedeniyle yapraklarda psylla şoku da denilen siyah yanıklıklar oluşur (Koçak, 2017). Bu zararlarının yanında ateş yanıklığı etmenine ve bazı virüslere vektörlük yaparak dolaylı olarak önemli zararlara neden olur (Bozkurt, 2015). Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarla kimyasal ilaçlara alternatif olabilecek bazı bitki özütleri ve uçucu yağların armut psyllidin mücadelesinde potansiyel etkileri ortaya çıkarılmıştır. Bunlardan Marcic ve ark., (2015), Azadirachtin (NeemAzal-T/S) kullanarak yaptığı çalışma sonucunda, Azadirachtin ‘in yumurtlamayı engellediği ve birinci nesil armut psyllidine karşı etkili olduğu belirlenmiştir (Marcic ve ark., 2015) (Çizelge 1). Başka bir çalışmada ise *Zea mais* L. (Mısır), *Carthamus tinctorius* L. (Aspir), *Brassica napus* L. (Kolza), *Ricinus komün* L. (Hint yağı bitkisi) bitkilerinin tohumlarından elde edilen yağların yumurtlama üzerindeki etkileri incelenmiştir. Mısır ve kolza yağı uygulamasında 2 ve 3 hafta sonra kışlık formlarda yumurtlama görülürken, aspir yağı ve hint yağı uygulamasında ise armut psyllidinin kışlık formlarda yumurtlamayı 4 haftaya kadar engellendiği bildirilmiştir (Erler ve Tosun, 2017) (Çizelge 1).

Bir diğer çalışmada ise enginar, acı kavun, hint yağı, keten tohumu, hardal, şeftali çekirdeği ve kuşburnu tohumlarından elde edilen yağlar kullanarak *Cacopsylla pyricola*'nın yumurtaları ve nimfleri üzerindeki toksik etkilerini, yazlık ve kışlık dişiler üzerindeki yumurtlamayı caydırıcı etkisini belirlemek için incelemeler yapılmıştır. Sonuç olarak kullanılan yağların birçoğu hem yazlık hem de kışlık formdaki dişilerde yumurtlamayı caydırıcı etki gösterdiği bulunmuştur (Pehlevan ve Kovancı, 2018) (Çizelge 1).

***Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908)**

Asya turunçgil psyllidi (*Diaphorina citri*), dünya genelinde turunçgillerin en önemli hastalığı olarak kabul edilen Huanglongbing (HLB) hastalığının en önemli vektörüdür (Hall, 2008). HLB hastalığı acı, şekilsiz, tatsız ve meyvelerin oluşumuna neden olurken, hastalığa yakalan ağaçlar 5-8 yıl içinde ölür. Ayrıca Asya turunçgil psyllidi hastalık vektörlüğünün yanı sıra sürgün ve tomurcuklar üzerinde bitki özsuyu ile beslenerek bu kısımların kuruyup dökülmesine neden olmaktadır (Dilmen ve Özgökçe, 2021). Konukçu bitkilerinde büyük ekonomik kayıplara sebep olan bu önemli psyllid türünün mücadelesinde kimyasal ilaçların alternatifi olabilecek birçok bitkisel kökenli ilaç kullanılmıştır. Bu kapsamda dünyanın farklı bölgelerinde bu bitkilerden elde edilen doğal ürünlerin söz konusu zararlı üzerindeki etkileri yapılan bazı çalışmalarla tespit edilmiştir. González-Castro ve ark., (2019), *Caulerpa sertularioides*, *Laurencia johnstonii* ve *Sargassum horridum* olmak üzere üç farklı suyu yosunundan elde ettiği ekstraların, Asya turunçgil psyllidine (*Diaphorina citri*) karşı etkinliği incelenmiş sonuç olarak tüm yosun insektisit ve repellent özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle *Laurencia*

johnstonii'dan elde edilen ekstraktlar *Diaphorina citri*'ye karşı en yüksek uzaklaştırıcı ve öldürücü etkiye sahip olurken, *Caulerpa sertularioides*'ten elde edilen ekstraktlar ise en düşük öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (González-Castro ve ark., 2019) (Çizelge 1). Benzer başka bir çalışmada Poerwanto ve Solichah, (2022) yaptığı çalışmada ise Guava (*Psidium guajava*) bitkisin toprak üstü aksamlarından elde edilen bitki özlerinin, *Diaphorina citri*'nin erginlerine karşı repellent etki gösterdiği belirlenmiştir (Poerwanto ve Solichah, 2022) (Çizelge 1).

***Bactericera cockerelli* (Sulc)**

Bactericera cockerelli (Sulc), domates, patates ve bunların yanında Solonecea familyasına ait diğer bitkilerde de bitki özsuyu emerek zarar yapan bir böcektir. *Bactericera cockerelli* nimfleri doğrudan bitkilerde emgi yaparak "psyllid sarısı" ismi de verilen genç yapraklarda sararma ve zayıflığa, gelişme geriliğine ve meyvelerin kalitesinin düşük olmasına neden olmaktadır (Anonim, 2022e). Ayrıca patateslerde ciddi verim kayıplarına neden olan Zebra çip hastalığının etmeni *Candidatus Liberibacter psyllaurus* bakterisine vektörlük etmektedir (Nachappa ve ark., 2019). Bu zararlı psyllid türüne karşıda kimyasal ilaçların yerini alabilecek bazı bitkisel bileşiklerin potansiyel etkiler yapılan bazı çalışmalarla belirlenmiştir. Bu bağlamda Yang ve ark., (2010) yürüttükleri çalışmada MOI-201 (bir Çin tıbbı bitki özü), Requiem (*Chenopodium ambrosioides* bitki özü), BugOil (dört bitki esansiyel yağının karışımı) ve SunSpray yağının (bir mineral yağ) dört tane biyorasyonel insektisit kullanarak *Bactericera cockerelli* erginine karşı etkinliğini incelemiştir. Çalışma sonucunda bu dört insektisitin de *Bactericera cockerelli* erginine karşı repellent etki gösterdiği, MOI-201 (bir Çin tıbbı bitki özü) ve Requiem (*Chenopodium ambrosioides* bitki özü)'ının ise zararlının yumurtlaması üzerinde engelleyici bir etki gösterdiği belirtilmiştir (Yang ve ark., 2010) (Çizelge 1).

Diğer bir çalışmada Jorgensen ve ark., (2013), Organik JMS StyletOil®, Excel Oil®, Eco-Oil®, Neem 600 WP ve Sap Sucker Plus biyorasyonel insektisitlerini kullanarak *Bactericera cockerelli*'nin ergin, nimf ve yumurtaları üzerindeki biyosidal etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda her ne kadar bu biyorasyonel ilaçlar zararlı üzerinde repellent ve biyosidal etki gösterdiğini bildirilmiştir (Jorgensen ve ark., 2013) (Çizelge 1).

***Euphyllura* spp.**

Zeytin pamuklu biti olarak da bilinen *Euphyllura* spp., zeytin üretimi yapılan alanlarda önemli zararlara neden olur (Özgen ve Kavak, 2018). Nimfleri tomurcuk saplarından, sürgün uçlarından ve zeytin somaklarından bitki özsuyu emerek beslenir. Bu beslenme sonucunda çiçek ve tomurcukların dökülmesine, sürgünlerin zayıflayarak kurumasına neden olur (Kaptan ve ark., 2019). Ayrıca beslenme sırasında nimflerin salgıladığı tatlımsı maddeler fumajine neden olurken, zeytinin verim ve kalitesini de olumsuz etkiler. Zeytin pamuklu biti üzerine yapılan çalışmalarda birçok zararlı türün olduğu tespit edilmiş, bu zararlı türlerden *Euphyllura olivina* Costa ve *Euphyllura straminea* Loginova (Hemiptera: Psyllidae) türlerinin dünya çapında önemli zararlı türler olduğu bilinmektedir (Kaplan ve ark., 2016). Mücadelesinde yoğun olarak kimyasal insektisitler kullanılan zeytin pamuklu bitine karşı bazı bitki özleri ve uçucu yağların etkinliği üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmalar içerisinde Larif ve ark., (2013) tarafından yapılan bir çalışmada zeytin meyvesinden elde edilen polifenollerin farklı dozları *Euphyllura olivina* üzerinde etkileri

belirlenmiştir. Farklı dozlarda kullanılan polifenol ekstraktları uygulamadan 24 saat sonra etkili olduğu ve ölüm oranları zamanla arttığı bildirilmiştir (Larif ve ark., 2013) (Çizelge 1). Bir diğer çalışmada ise Mestar ve ark., (2018), kurutulmuş iğde (Oleaster) yapraklarından elde ettikleri sulu ekstraktın, *Euphyllura olivina*'ya karşı değişik dozlardaki etkisini test etmişlerdir. *Euphyllura olivina*'nın nimflerine 50 g/l ve 100 g/l değerlerindeki iki farklı konsantrasyon uygulanmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Uygulanan 100 g/l değerindeki konsantrasyon sonucunda %55,5 ile %100 arasında değişen ölüm oranı gösterirken, uygulanan 50 g/l değerdeki konsantrasyon sonucu %48,3 ile %100 arasında değişen ölüm oranı göstermiştir. Yapılan bu çalışma ile iğde (Oleaster) yapraklarından elde edilen sulu ekstraktın farklı konsantrasyonlarda *E. olivina*'nın nimflerine karşı etkinliği teyit edilmiştir (Mestar ve ark., 2018) (Çizelge 1). Diğer farklı bir çalışmada Guessab ve ark., (2022) *Thymus vulgaris*, *Satureja calamintha nepeta* ve *Eucalyptus globulus* bitkilerinden elde etikleri uçucu yağları, laboratuvar ortamında *Euphyllura olivina*'nın 4.ve 5. dönem nimflerine karşı kontakt insektisit olarak etkinliği gözlemlenmiştir. Çalışmada *Thymus vulgaris*, *Satureja calamintha nepeta* ve *Eucalyptus globulus* bitkilerinde elde edilen yağlar farkı konsantrasyonlarda test edilmiş ve çoğunlukla 2 mL/µL konsantrasyonları %100 oranında ölüm ile sonuçlanmıştır. Sonuç olarak bu üç bitkiden elde edilen uçucu yağların *Euphyllura olivina'*nın 4. ve 5. nimf dönemlerine karşı repellent ve biyosidal etkinliği doğrulanmıştır (Guessab ve ark., 2022) (Çizelge 1).

***Heteropsylla cubana* Crawford**

Leucaena leucocephala (Lamarck) Asya kıtasında yaygın şekilde ekilen, Tropikal Amerika'ya özgü çok amaçlı bir baklagil ağacıdır (Showier, 1995). *Leucaena leucocephala* bitkisinin genç sürgünleri ile beslen Leucaena psyllidi olarak da bilinen *Heteropsylla cubana* Crawford düşük popülasyonlarda yaprak bozulmalarına neden olurken, yüksek popülasyonlarda yaprak kaybına ve salgıladıkları tatlımsı madde ile sekonder enfeksiyonların oluşmasına neden olur (Shelton ve Brewbaker, 1994). Asıl anavatanı Orta Amerika olan *H. cubana*, 1984 yılında Tropik Pasifik adalarını, Avustralya'yı ve Güneydoğu Asya'yı işgal etti ve bu bölgelerde etkili doğal düşmanlarının olmaması nedeniyle önemli kayıplara neden olan salgınların başlamasına neden olmuştur (Shelton ve Brewbaker, 1994). Bu nedenle *H. cubana* karşı pratik ve kimyasal mücadeleye alternatif mücadele yöntemleri araştırılmıştır.

Bunun üzerine Sharma ve ark., (1992), 19 farklı bitkisel yağ (*Trachyspermum ainmi* (Ajwan), *Butea frondosa* (Palash), *Sesasuin indicum* (Susam), *Jatropha curcas* (Ratanjyot), *Calophylluin inriphyllum* (Undi), *Bassia latifolia* (Mohwa) *Aigelica glauca* (Angelica), *Docus carota* (Havuç) , *Apium graveolens* (Kereviz), *Valarian wallichi* (Valarian), *Saussurea lappa* (Costus), *Acorus calamus* (Calamus), *Cedrus deodara* (Deodara), *Heuea brasiliensis* (Kauçuk) *Juniper copertamus* (Juniper)) kullanarak bir çalışma yapılmıştır. Bu uçucu yağların farklı dozları *H. cubana* üzerindeki kontak ve fumigasyon etkinliği test edilmiştir. Çalışma sonucunda bazı yağların ve bileşenlerin *H. cubana*'ya karşı ciddi oranda toksisite gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin çok düşük konsantrasyonda (%0.0l) uygulanan kalamus yağı %60 oranında ölüme neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca test edilen yağların *H. cubana*'ya karşı neden toksit etkilerinin temas yolu ile olduğu da tespit edilmiştir (Sharma ve ark., 1992) (Çizelge 1).

***Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles)**

Paraguay çayının üretimi yapılan bölgelerde *Gyropsylla spegazziniana* ana zararlı durumundadır (Alves ve ark., 2009). Bu zararlının erginleri ve nimfleri Paraguay çayının özellikle genç sürgünleri üzerinde bitki özsuyu emerek beslenir. Beslenme sırasında bitki dokusuna toksik bir madde salgılayarak yapraklarda galler oluşumuna neden olur, nimfler bu korunaklı galler de bitki özsuyu ile beslenerek gelişimini tamamlar (Borges ve Lazzari, 2008). Bu zararlıya karşı ruhsatlı herhangi bir kimyasal ilaç olmadığından mücadelesi zorlaşmaktadır (Loeblein ve ark., 2019). Bu nedenle yapıaln alternatif mücadele yöntemleri bu zararlı için değerli ve bir o kadarda önemlidir.

Bunun üzerine Haas ve ark., (2010), %5 ve %10 olmak üzere iki farklı konsantrasyonda Neem tohumu yağından elde edilen ticari bir ilaç kullanılarak *Gyropsylla spegazziniana* üzerindeki etkinliği test etmişlerdir. Uygulanan %5'lik konsantrasyon sonucunda zararlıda %25 oranında ölüm gözlenirken, uygulanan %10 konsantrasyonda ise yaklaşık %50 oranında ölüm gözlemlenmiştir. Çalışmada sonucunda elde edilen veriler ışığında Neem tohum yağının, *Gyropsylla spegazziniana* karşı mücadelede umut vadedici olduğu belirlenmiştir (Haas ve ark., 2010) (Çizelge 1). Daha sonraki benzer bir çalışmada ise Formentini ve ark., (2016), Neem tohumu yağından elde edilen ticari ismi Organic Neem® (%94 neem yağı ve %6 organik yardımcı maddeler) olan bitkisel kökenli ilaç kullanarak, *Gyropsylla spegazziniana* karşı etkinliği araştırılmıştır. Çalışma neticesinde Neem yağını yüksek seviyede insektisidal etki gösterdiği gözlemlenmiştir. Bulaş sonrası sprey şeklinde uygulama sonucunda %80 ölüm oranı tespit edilirken, bulaş öncesi uygulamada ise %43 oranında ölüm gözlenmiştir. Sonuç olarak Neem yağının Paraguay çay fidelerinde *G.spegazziniana* nimflerine karşı mücadelede etkili bir madde olduğu belirlenmiştir (Formentini ve ark., 2016) (Çizelge 1).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkisel kökenli doğal böcek öldürücülerin birçoğu yüksek seçici özellikleri sebebiyle sadece hedef zararlı böceği etki göstermektedir. Aynı zamanda bu doğal bileşikler çevrede kalıcılık göstermezler. Ayrıca doğal düşmanlara ve çevreye zarar vermezler. Sahip oldukları bu özelliklerden dolayı günümüzde Entegre zararlı programlarında (EZY) kullanımları yaygınlaşmaktadır. Oysa üreticilerin daha çok kimyasal ilaçlara ulaşabilmeleri, doğal kaynaklarının sınırlı olması, ruhsat almalarındaki zorluklar, bitkisel kökenli ilaçların maliyetlerinin yüksek olması ve bu bileşikler hakkında üreticilerinin bilgi eksikliği gibi faktörler kullanımlarını kısıtlamaktadır.

Dünya üzerinde şimdiye böcek öldürücü özelliği olan yaklaşık 200'e yakın bitki bilinmektedir. Fakat ne yazık ki bunlardan sadece birkaçı günümüze ulaşabilmiş ve değerlendirilmiştir (Grdiša ve Gršić, 2013). Yukarıda da özetlenen çalışmalarda, bitkilerden ekstrakte edilen çeşitli uçucu yağların, tarımda ürün kayıplarına sebep olan zararlı böceklerin mücadelesinde etkili bir yol sağlayabildiğini göstermektedir.

Dünyanın farklı bölgelerinde yayılış gösteren ve çeşitli bitkilerde ekonomik anlamda büyük kayıplara sebep olan psyllid türleri, uygun koşullar olduğunda kısa zamanda popülasyon yoğunlukları yüksek seviyelere erişmektedir. Piyasada psyllidlerin kimyasal mücadelesinde kullanılan birçok ruhsatlı insektisit bulunmakta ve söz konusu zararlıların mücadelesinde halihazırda üreticiler daha çok bu kimyasal ilaçlara başvurmaktadır. Fakat aşırı ve gereksiz yapılan ilaçlı mücadelenin sonucu olarak bu zararlılarda direnç gibi olumsuzlukların ortaya

çıkabilir. Kimyasal ilaçların yüksek dozda aşırı şekilde kullanılması insan ve çevre sağlığı açısından gittikçe artan oranlarda sorunlara yol açabilmektedir. Sonuç olarak bu bilgiler ışığında bitkisel kökenli ilaçların, özellikle yüksek değerli meyve ve sebze ürünlerin EZY programlarına alınarak kullanımı artırılması ve yaygın hale getirilmesi son derece önemli olacağını düşünülmektedir. Ayrıca bitkisel kökenli insektisitlerin, zararlılar üzerinde etkinlik belirleme çalışmalarına hız verilmelidir. Bu konularda elde edilen sonuçların üreticilere aktarılması ve bilinçlendirilmesi değerli olacağının kanısındayız.

5.KAYNAKLAR

Ahmed, N., Alam, M., Saeed, M., Ullah, H., Iqbal, T., Al-Mutairi, K. A., ... & Salman, M. (2021). Botanical insecticides are a non-toxic alternative to conventional pesticides in the control of insects and pests. *In Global Decline of Insects. Intech Open*.

Ahmed, Q. (2022). Evaluation of tea tree extract formulation for the control of the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) on *Capsicum annuum* in the glasshouse. *Journal of Biopesticides*, 15(1), 31-38.

Akkuzu, E., Ayberk, H., Mol, T. (2001). Pestisit kullanımı ve faydalı arhropodlar üzerindeki etkileri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, *51*(2), 85-90.

Alves, L.F., Leite, L.G., & Oliveira, D.G. (2009). Primeiro registro de Zoophthora radicans (Entomophthorales: Entomophthoraceae) em adultos da ampola-da-erva-mate, Gyropsylla spegazziniana Lizer & Trelles (Hemiptera: Psyllidae), no Brasil. *Neotropical Entomology*, 38, 697-698.

Anonim, (2022a), Current world population, https://www.worldometers.info/world-population/#:~:text=Population%20in%20the%20world%20is,it%20was%20at%20around%202%25. (Erişim tarihi: 24.11.2022).

Anonim, (2022b), Land use, https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL (Erişim tarihi: 24.11.2022).

Anonim, (2022c). Dünyada pestisit kullanımı, https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP, (Erişim tarihi: 01.11.2022).

Anonim, (2022e). Patates psyllidi. https://www.koppert.com.tr/sorunlar/zararli-kontrolue/psillidler/patates-psillidi/#:~:text=Patates%20psillidi%20taraf%C4%B1ndan%20ta%C5%9F%C4%B1nan%20Candidatus,da%20%E2%80%9Ctedavi%E2%80%9Dsi%20yoktur. (Erişim tarihi: 07.12.2022).

Aydın, Ç. ve Mammadov, R. (2017). İnsektisit aktivite gösteren bitkisel sekonder metabolitler ve etki mekanizması. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(1), 30-37.

Bakır, Ö. (2020). Sekonder metabolitler ve rolleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(4), 39-45.

Borges, L. R. ve Lazzari, S.M.N. (2008). Flutuação populacıonal de *Gyropsylla spegazziniana* (LIZER Y TRELLES) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) em doıs sıstemas de cultıvo de erva-mate, *Ilex paraguariensis* A. ST.-HIL.(AQUIFOLIACEAE). *Floresta*, *38*(2).

Bozkurt, V. (2015). Ankara İli Armut Bahçelerinde Zararlı *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae)nin Alternatif mücadele Yöntemlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, 7-18.

Çamurcu, H. (2005). Dünya nüfus artışı ve getirdiği sorunlar. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (13), 87-105.

Çetin, S.C. (2022). Yeşil devrim: tamam mı? devam mı? *Uluslararası Turizm, Ekonomi ve İşletme Bilimleri Dergisi*, 6(2): 109-115.

Dilmen, H., Özgökçe, M.S., (2021). Psyllidlerin Kontrolünde Biyopestisit Kullanımı, *Doğal Kaynaklarımızın Geleceği: Sürdürülebilirlik ve İnovasyon,* s. 329-363.

Dougoud, J., Toepfer, S., Bateman, M., & Jenner, W. H. (2019). Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. *A review. Agronomy for sustainable development*, 39(4), 1-22.

Durmuşoğlu, E., Balcı, H., & Hassan, E. (2020). Bazı biyopreparatların Pamuk beyazsineği ve Domates güvesi ’ne laboratuvar koşullarında etkinliği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27-37.

Erler, F. (2004). Bazı armut çeşitlerinin Armut Psyllidi, *Cacopsylla pyri* (L.)(Hom., Psyllidae)’ye duyarlılık düzeyleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 121-125.

Erler, F. ve Tosun, H. S. (2017). Plant oils as oviposition deterrents against winterform females of pear psylla, *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae). *Phytoparasitica*, 45(4), 509-515.

Formentini, M. A., Alves, L. F. A., & Schapovaloff, M. E. (2016). Insecticidal activity of neem oil against *Gyropsylla spegazziniana* (Hemiptera: Psyllidae) nymphs on Paraguay tea seedlings. *Brazilian Journal of Biology*, 76, 951-954.

González-Castro, A. L., Muñoz-Ochoa, M., Hernández-Carmona, G., & López-Vivas, J. M. (2019). Evaluation of seaweed extracts for the control of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri*. *Journal of Applied Phycology*, 31(6), 3815-3821.

Guessab, A., Elouissi, M., Lazreg, F., Elouissi, A., Daikh, Z. (2022). Larvıcıdal actıvıtıes of essentıal oıls agaınst *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera: Psyllidae). *Analele Universităţiii din Oradea, Seria Relaţii Internaţionale şi Studii Europene*. Tom. XXIX. 140-148.

Güncan, A., ve Durmuşoğlu, E. (2004). Bitkisel kökenli doğal insektisitler üzerine bir değerlendirme. *HASAD*, 22, 26-32.

Grdiša, M., & Gršić, K. (2013). Botanical insecticides in plant protection. Agriculturae Conspectus Scientificus, 78(2), 85-93.

Haas, J., Tomkiel, M. V., Alves, L. F. A., & Fanti, A. L. P. (2010). Efeito de óleo de sementes de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) sobre *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles), na

cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, *5*(2), 194-199.

Hall, D. G. (2008). Biology, history and world status of *Diaphorina citri*. In *Proceedings of the International Workshop on Huanglongbing and Asian Citrus Psyllid*, 8, 1-11.

Hasani, M.J., Ahmadi, A., Valizadeh, B. (2022). Evaluation of The effect of diatomaceous earth and Two compounds derived from chinaberry tree (*Melia Azedarach*) extract on mortality of nymphs and spawning rate of common pistachio psyllid *Agonoscena pistaciae* Burkhardt & Lauterer (Hem.: Psyllidae) under field conditions. *Pistachio and Health Journal*, 5 (2): 58-66.

Hikal, W. M., Baeshen, R. S., Said-Al Ahl, H. A., 2017. Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology*, 3(1): 1404274

Hodkinson, I. D., ve Bird, M. J. (2015). Psyllidae (Jumping plant-lice, psyllids). *Greenland Entomofauna, 1st ed.; Bocher, J., Kristiensen, NP, Pape, T., Wilhelmson, L., Eds*, 113-119.

Isman M.B. (1997) Neem and other botanical ınsecticides: barriers to commercialization. *Phytoparasitica*, 25: 339- 44.

Isman, M. B. (2017). Bridging the gap: Moving botanical insecticides from the laboratory to the farm. Industrial crops and products, 110, 10-14.

Jorgensen, N., Butler, R.C., Vereijssen, J. (2013). Biorational insecticides for control of the tomato potato psyllid. *New Zealand Plant Protection*, 66, 333-340.

Kaplan, M., Özgen, İ. ve Tarkan, A.Y.A.Z. (2016). Mardin ili zeytin bahçelerinde Zeytin Pamuklubiti [*Euphyllura straminea* Loginova (Hemiptera: Psyllidae)]'nin doğal düşmanları ve önemli türlerin popülasyon değişimi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3), 175-182.

Kaptan, S., Akşit, T. ve Spodek, M. (2019). Zeytin pamuklubiti (*Euphyllura* spp., Hemiptera: Psyllidae) türlerinin İzmir ve Aydın illerinde yayılışı ve bulaşıklık oranları. *Plant Protection Bulletin*, *59*(3), 53-58.

Karakaş, M. (2018). Bitkisel insektisitler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11(2), 32-37.

Kasap, İ. ve Kök, Ş., (2019). Bazı bitki ekstraktlarının İki Noktalı Kırmızıörümcek, *Tetranychus urticae Koch* üzerine insektisit etkisinin belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 137-144.

Koçak, Ö. (2017). Hatay İlinde Yetiştirilen Elma ve Armut Ağaçlarında Zararlı *Cacopsylla* (Hemiptera: Psyllidae) Türlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü* Bitki Koruma Anabilim Dalı, Hatay. 1-16.

Kovancı B., Gençer N., Kaya M., Akbudak, B. (2000). Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi armut bahçesinde *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera: Psyllidae)' nin populasyon değişimi üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24(4), 289- 300.

Kumar, M.M., Sandeep, K., Prasad, C.S., Praveen, K. (2015). Management of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) in chickpea with botanical and chemical insecticide. *Journal of Experimental Zoology, India*, 18(2), 741-746.

Larif, M., Zarrouk, A., Soulaymani, A., & Elmidaoui, A. (2013). New innovation in order to recover the polyphenols of olive mill wastewater extracts for use as a biopesticide against the *Euphyllura olivina* and *Aphis citricola*. *Research on Chemical Intermediates*, 39(9), 4303-4313.

Laxmishree, C. ve Nandita, S., (2017). Botanical pesticides -a major alternative to chemical pesticides: A review, 5(4), 722-729.

Loeblein, J.S., Alves, L. F. A., Coracini, M. D. A., & Schapovaloff, M. E. (2019). Bioassay technique and maintenance of *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer, 1719) (Hemiptera: Psylloidea: Aphalaridae) in vitro conditions. Floresta e Ambiente, 26.

Maia, M. F., & Moore, S. J. (2011). Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. *Malaria journal*, 10(1), 1-15.

Marcic, D., Ogurlić, I., Prijović, M., Perić, P. (2009). Effectiveness of azadirachtin (NeemAzal-T/S) in controlling pear psylla (*Cacopsylla pyri*) and European red mite (*Panonychus ulmi*). *Pesticidi i fitomedicina*, 24(2), 123-132.

Mestar, N.G, Boudiaf, M.N, Lahcene, S., Abbaci, H., Aiche, G.I, Metna, B., ... & Houali, K. (2018). Bio-insecticidal effects of *Oleaster leaves* aqueous extracts against Psylla larvae (*Euphyllura olivina* (Costa)), a primary pest of *Olea europaea* L. *Cellular and Molecular Biology*, *64* (15), 35-40.

Nachappa, P., Levy, J., Pierson, E., Tamborindeguy, C. (2011). Diversity of endosymbionts in the potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae), vector of zebra chip disease of potato. *Current microbiology*, 62(5), 1510-1520.

Özdemir, N. (2021). Bazı orman bitkilerinin bitkisel kökenli pestisit olarak kullanım potansiyeli. *Theoretical and Applied Forestry*, 1(1), 5-16.

Özgen, İ. ve Kavak, A.E. (2018). Psyllidae (Hemiptera) familyasının ekonomik önemi ve mücadelesi. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 2(1), 15-21.

Pehlevan, B. ve Kovanci, O. B. (2018). Laboratory assay of toxicity and oviposition deterrence of selected vegetable seed oils against *Cacopsylla pyricola* (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Entomological Science*, 53(2), 192-204.

Poerwanto, M. E. ve Solichah, C. (2022). Potency of Guava shoot extract as a control means against *Diaphorina Citri*. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1018.

Schmutterer, H., 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual review of entomology*, 35(1): 271-297.

Sharma, R.N., Tare, V., Pawar, P., & Vartak, P.H. (1992). Toxic effects of some plant oils and their common constituents on the psyllid pest, *Heteropsylla cubana* (Homoptera: Psyllidae) of social forestry tree *Leucaena leucocephala*. *Applied Entomology and Zoology*, *27*(2), 285-287.

Sheibani, Z. ve Hassani, M. R. (2014). The toxicity investigation of the botanical insecticides on the common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae). *Journal of Nuts*, 5(1), 57-62.

Shelton, H. M., & Brewbaker, J. L. (1994). Leucaena leucocephala-the most widely used forage tree legume. *Forage tree legumes in tropical agriculture, (Eds. RC Gutteridge and HM Shelton). CAB International. Wallingford, UK*, 15.

Shiberu, T., Negeri, M., Selvaraj, T. (2013). Evaluation of some botanicals and entomopathogenic fungi for the control of onion thrips (*Thrips tabaci* L.) in West Showa, Ethiopia. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 4(1).

Showier, A. T. (1995). Leucaena psyllid, *Heteropsylla cubana* (Homoptera: Psyllidae), in Asia. *American Entomologist*, 41(1), 49-54.

Soheili, A., Biari, A., Aliannejadi, M., & Asadi, E. (2020). An Evaluation of Thyme Extract Effects on Controlling *Aganoscena pistaciae*. *Pistachio and Health Journal*, 3(2), 80-88.

Topuz, E. (2005). Tarımsal zararlılarla mücadelede kimyasal pestisitlere alternatif bazı yöntemler. *Derim*, 2(2), 53-59.

Tsagkarakis, A.E. ve Margiotoudis, A.D. (2017) Foliar applications with Plant-Derived extracts control pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae*. *Ad- vances in Entomology*, 5, 87-92. https://doi.org/10.4236/ae.2017.53008.

Türkoğlu, A. (1958). Dünya nüfusu ve beslenme problemi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, *20* (1-4).

Yadav, I.C., ve Devi, N.L. (2017). Pesticides classification and its impact on human and environment. *Environ Sci Eng*, *6*, 140-158.

Yang, X. B., Zhang, Y. M., Hua, L., Peng, L. N., Munyaneza, J. E., Trumble, J. T., & Liu, T. X. (2010). Repellency of selected biorational insecticides to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae). *Crop Protection*, 29, 1320e1324.

NESLİ TEHLİKE ALTINDAKİ AVRASYA SU SAMURU (*Lutra lutra*)'NIN GÖLLER YÖRESİNDE SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.

Bedirhan EKER[1], Dr Yasin ÜNAL[2], Dr Ahmet KOCA[3] , Aytekin SARIŞAHİN [4]

[1] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

0000-0002-2517-0108

[2] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi,

0000 0001-7180-133X

[3] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sütçüler Meslek Yüksek Okulu,

0000-0002-9567-6542

[4] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

0000-0002-1745-0054

ÖZET

Avrasya su samuru (*Lutra lutra* L). Dünya'da yayılış gösteren 13 su samuru türünün en yaygın olanıdır. Avrasya su samurları, Mustelidae ailesinin bir üyesidir. Avrasya su samurların ortalama boy uzunluğu 100 ila 130 santimetre arasında değişmektedir. 7 ila 9 kg arası ağırlığındadırlar. Ortalama yaşam süreleri 8-12 yıl arasındadır. Yarı sucul bir hayvandır. Türün günlük besin tüketim miktarı vücut ağırlığının %12-15 arasında değişebilir (Kruuk. 1995). Nokturnal bir tür olarak bilinmektedir. Bugün ki yayılış haritası birçok ülkeyi ve bölgeyi kapsamaktadır. IUCN (Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) kriterlerine göre 2000'li yılların başında "Vulnerable (duyarlı: neslinin doğada tükenme riskinin yüksek olan)" statüsündeyken, 2004 yılından itibaren "Near Threatened (tehdide yakın: yakın gelecekte tehdit altında olarak tanımlanma olasılığı olan)" olarak değiştirilmiştir. Ülkemizde de bu tür Near Threatened (NT), yani tehdide yakın kategorisinde yer almaktadır. Mevcut popülâsyonlar yaygın olmasına rağmen, özellikle Avrupa'da, Avrasya su samuru sayısı çevre kirliliği ve habitat kaybı gibi nedenlerden dolayı büyük düşüş göstermektedir.

Bu bildiride IUCN Kriterlerine nesli tehlike altında bulunan Avrasya su samuru(*Lutra lutra*) Popülâsyonu'nun maruz kaldığı kısıtlayıcı faktörler ve çözüm önerileri üzerine elde edilen bulgular paylaşılacaktır. Avrasya su samuru popülâsyonları kısıtlayan faktörler iki ana grupta incelenebilir. Bunlar doğal faktörler ve insan kaynaklı faktörlerdir. Doğal faktörler arasında yırtıcı hayvanlar (predatör), iklim koşulları, depremler vb gibi örneklendirilebilir. İnsan kaynaklı faktörler, insan nüfus artışı, tarım ilaçları ve endüstriyel atıklar, sulak alanlara bilinçsiz müdahale, aşırı ve yoğun madencilik, akarsu ve göllerde yoğun tahkimatlar ve doğal yaşam alanlarının kısıtlanması, aşırı ve yasadışı avlanma vb dir. Bu sınırlayıcı faktörlerin su samuru, yaban hayvanı türleri ve habitatları üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek için gerekli tüm önlemler alınmalıdır. Bu önlemler; Tarım ve Orman Bakanlığı ile ortaklaşa hareket, biyolojik ve biyoteknolojik kontrol yöntemlerinin uygulanması, Türkiye'de pestisit kullanımını azaltmaya yönelik çalışmalar, biyoçeşitlilik günü gibi özel günlerde kitap, broşür, gazete, televizyon başta olmak üzere tüm araçlarla paydaşları sulak alanların önemi, işlevi ve değeri hakkında bilgilendirmek vb şeklinde sıranalabilir.

Anahtar Kelimeler: Avrasya su samuru, Kısıtlayıcı faktörler, Habitat kaybı

1. GİRİŞ

Çağlar boyunca insan hayatının devamlılığında vazgeçilmez önemi olan canlı ve cansız kaynakların artan nüfus, gelişen tarım ve ekonomi ile birlikte bilinçsizce kullanılması; binlerce yılda oluşan ekolojik dengenin giderek bozulmasına ve birçok canlı türünün neslinin tükenmesine neden olmaktadır. (Kiziroğlu 1979). Türkiye palearktik bölgenin biyoçeşitlilik açısından en zengin ekosistem bütününe sahiptir. Dünyada yaşadığı belirlenen 43196 omurgalı türün 1541'i Anadolu'da saptanmıştır. Bunun da oransal değeri % 3,57'dir (Kiziroğlu, 2010). Tür çeşitliliğinin fazla olması zenginlik olarak kabul edilmektedir. Bu zenginliğin en önemli unsurlarından biri de yaban hayvanlarıdır. (Keten, 2012). İnsanoğlu 1600 yılından bu yana etkin avlanma baskısı ve doğayı bilinçsizce kullanması sonucunda 170 kuş ve 255 memeli hayvan türünü ortadan kaldırmıştır (Kiziroğlu 1979).Su samurları, sucul ekosistemlerin besin zincirinin en üstünde yer alan türlerden biridir nehirler, akarsular ve göller gibi sucul habitatların indikatörüdür. Su samurlarını kısıtlayıcı faktörlerin başında insan kaynaklı kısıtlayıcı faktörler gelmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, nesli tükenmekte olan su samuru (*lutra lutra)*'nın göller yöresinde sorunlarını tespit etmek ve çözüm önerileri sunmaktır.

2.İNSAN KAYNAKLI KISITLAYICI FAKTÖRLER

2.1. Zirai İlaçlar ve Sanayi Atıkları

Türkiye'nin karasal büyüklüğünün yaklaşık yüzde 31,1'ini tarım alanları oluşturmakta ve 2018 yılında 59000 ton tarımsal ilaç kullanıldığı bilinmektedir (URL, 2019).Bu durum göller yöresinde de farklı değildir. Toprak, su ve hava kirliliği günümüzde önemli çevre sorunları arasındadır. Özellikle kimyasal atıklar olan pestisitler toprak kirliliğinin başlıca nedenlerinden biridir. Tarımsal granül gübreler, çevresel etki değerlendirmesi yapılmayan kimyasal pestisitler ve zehirli tohumlar, özellikle kuşlar ve memeliler için ciddi zararlı etkilere neden olmaktadır. Tarım alanlarında pestisitlerin kullanılması sonucu; havaya, suya ve toprağa oradan da bu ortamlarda yaşayan diğer organizmalara bulaşır ve değişime uğrar. Kimyasal yapısı, fiziksel özellikleri, formülasyon tipi, uygulama yöntemi, iklim ve tarım koşulları gibi faktörler bir insektisitin çevredeki davranışını etkiler. Dünya genelinde tarım ürünlerini zararlılardan, hastalıklardan ve yabancı otlardan korumak ve kaliteli bir ürün elde etmek için insektisitler kullanılmaktadır ve bu kullanım insan, hayvan ve çevre sağlığı ile ilgili bir takım sorunlara neden olmaktadır. Örneğin, güneş böcekleri ve çimenler için zehirli tohumluk buğday yiyen kuşlar, daha sonra bu kuşu ve kuş yumurtalarını tüketen yırtıcı kuşlar ve tilki, çakal, Avrasya su samuru gibi yırtıcı hayvanlarda bu durumdan etkilenmektedir. Ülkemizde sulak alan ve ormanların dikkatsizce tarımsal faaliyetler için kullanılması yaban hayatını sınırlayan en önemli etkenlerden biridir.

2.2. Sulak alanlara müdahaleler

2.2.1. Tarım ya da yerleşim amaçlı kurutmalar

1950'li yıllarda sıtmayı önlemek için başlayan drenaj çalışmalarına sonraki yıllarda tarım arazisi elde etmek için devam edilmiştir. Birçok sulak alana yapılan müdahaleler sonucu ekolojik denge bozulmuştur. Bölgenin sulak alan ekolojisinin bozulması iklim değişikliğinin yanı sıra birçok canlı türünün yok olmasına veya neslinin tehlike altına girmesine sebep olmuştur.

2.2.2. Sanayi, tarım ve yerleşim alanlarından kaynaklanan kirlenmeler

Sanayileşmenin, hızlı ve plansız kentleşmenin yaşandığı sulak alanlar; Hem endüstriyel hem de evsel atıkların depolandığı depolama havuzları halinde gelmiştir. Ayrıca kimyasal gübre ve tarım ilaçlarının tarımda yaygınlaşmasıyla birlikte bu kimyasal maddelerin dikkatsiz kullanımı sulak alanları tehdit eden en ciddi sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Aşırı kirlilik nedeniyle birçok sulak alanda doğal denge bozulmuştur, balık ölümleri meydana gelmeye başlamıştır. Sonuç olarak, başta sulak alan hayvanları olmak üzere tüm canlı yaşamı ciddi şekilde zarar görmüştür.

Görsel 1.Beyşehir'de sulak alan kirliliği, 2011

2.2.3. Sazlıkların yakılması, tahribi, kontrolsüz saz kesimi

Geçmiş yıllarda olduğu kadar olmasa da altyapı ve turizm yatırımları, sulak alanları ve onları besleyen nehir yataklarından kum ve çakıl çıkarılması, sazlık alanların kontrolsüz kesilmesi, sazlık alanların yakılması vb. Habitat bozulmasına ve kaybına neden olmaktadır. Bitki örtüsünün insan eliyle yok edilmesi ve su akışının tamamen değişmesi su samurunu olumsuz etkilemektedir. Nehir yataklarından kum ve çakılların çıkarılması da büyük miktarda askıda tortu 'e neden olmaktadır ve bu da su samurunun ana besin maddeleri olan balık ve kabuklu canlıların ciddi şekilde azalmasına neden olmaktadır.

2.2.4. Sulak alanlardan aşırı miktarda su alınması

1994 yılında Türkiye'nin Ramsar Sözleşmesi'ne taraf olmasıyla sulak alan kurutma politikaları azalmıştır. Fakat sulak alanda aşırı miktarda su alınması, sistemi besleyen akarsuların barajlarda tutulması veya yönlerinin değiştirilmesi ya da yer altı sularının aşırı kullanımı gibi nedenlerle hala çok büyük boyutlarda sulak alan kayıpları yaşanmaktadır.

2.3. Aşırı ve Yoğun Madencilik Faaliyetleri

Doğal taş arama aşamasında, deneme üretimi, sondaj gibi çalışmalar ve bunlarla birlikte yapılan yol açma çalışmaları çevre tahribatına sebep olmaktadır (Aksan, 2018).Özellikle yaban hayvanlarının üreme ve beslenme alanı olarak belirlenmiş alanlarda, yaban hayatı potansiyeli dikkate alınmadan, yapılan maden faaliyetleri yaban hayvanı popülâsyonları için önemli bir sınırlayıcı faktör olmaktadır. Dağlık araziye sahip alanlarda hidroelektrik santraller ve barajlar çok yaygındır. Barajlar, su seviyesindeki hızlı değişimler nedeniyle, derin ve batık kenarları, dar kenarları ve setleri ile suda avlanmayı tercih eden su samurlarının yaşam alanlarını olumsuz etkilemektedir.

2.4. Dere ve Göllerde Yoğun Tahkimat Çalışmaları

Doğal akarsular ve göller, özellikle son yıllarda yapılan ve doğal su kaynaklarına ulaşmasını engelleyen çok sayıda tahkimatlar nedeniyle yaban hayatı habitatları ciddi şekilde bozulmaktadır. Bu etki sonucunda ülkemizde su samurları gibi suya bağımlı türleri besleyebilecek akarsular azalmıştır. Ekosistemin tamamının bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiğinden, bu türler üzerindeki olumsuz etkiler diğer türleri ve ekosistemleri de etkileyecektir. Sulak alan ekosistemi ile ilişkili su kuşları, tahkimatlarla kurutulan göl kıyılarında veya dere çevresinde beslenme alanı bulamamaları nedeniyle yaban hayvanı popülâsyonları için ciddi bir sorun oluşturmaktadır.

2.5.Aşırı ve Kaçak Avcılık

Ülkemizde yaban hayatı popülâsyonu nu sınırlayan en önemli faktörlerden biri aşırı ve kaçak avcılıktır. Son yıllarda Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü kaçak avcılıkla etkin mücadeleler yapmaya çalışmaktadır. Fakat bu çalışmalar istenilen sonuçları vermemiştir.

Görsel 2. Karabük'te kaçak avcılık ile öldürülen su samuru, 2021

2.6.Oto Yollar, Hızlı Tren Hatları

Yolların ve trafiğinin yaban hayatı üzerinde çok büyük olumsuz etkileri vardır (Tercan, 2017). Yaban hayvanı popülâsyonlarının bulunduğu bölgelerden geçen yollar ve tren hatları yaşam alanlarını yok etmektedir, yollarının inşa edilmesi, ekosistemdeki hayvanların yaşamını büyük ölçüde değiştiren bir bariyer etkisi oluşturur. Yaban hayvanı habitatları, yollarla ayrılmış adalara bölündüğünde, izole edilmiş hale gelir buda bir popülâsyonun genetik çeşitliliği büyük

ölçüde azaltmaktadır. Su samuruna trenler, nehir taşımacılığı gibi taşımacılık faaliyetleri büyük oranda zarar vermektedir. Bununla birlikte, doğrudan insan müdahalesi ile en büyük ölüm nedeni, araba kazalarıdır.

Görsel 3. Siirt-Şirvan kara yolunda ölü su samuru, 2022

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Su samuru ve sulak alanların sürdürülebilir olması için, bitkisel ürünlere zarar veren zararlı organizmaların kontrolü için dünya çapında kabul görmüş entegre kontrol faaliyetinin yaygınlaştırılması, alternatif kontrol yöntemlerinden biri olan biyolojik ve biyoteknolojik kontrol yöntemleri de dahil olmak üzere hasat öncesi pestisit araştırmalarının yapılması, yayım çalışmalarının desteklenmesi ve odaklanılması gerekmektedir. Orman Bakanlığı Türkiye'de pestisit kullanımını azaltmaya yönelik tedbirleri hızlandırmalıdır. Sektörel politikaların, özellikle su ve arazi kullanım politikalarının, Ramsar Sözleşmesi'nin akılcı kullanım konsepti ile uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Sulak alanların korunması, geliştirilmesi ve akılcı kullanımını gerektiren mevzuat güçlendirilmelidir. Eğitim, bu kadar yaygın bir omurgalı için koruma stratejisinin bel kemiğidir. Sulak alanların kaybolmasının ana nedenlerinden biri, sulak alanları kullanan halkın hala sulak alanların önemini tam olarak anlamamış olmalarıdır. Bu durumu değiştirmek için Biyoçeşitlilik Günü gibi özel günlerde kitap, broşür, gazete, televizyon başta olmak üzere tüm araçlarla paydaşları Sulak alanların önemi, işlevi ve değeri hakkında bilgilendirmek amacıyla seminer ve konferanslar düzenlenmelidir. İlgili kurumlar Ramsar Sözleşmesi Sulak Alan Yönetimi Planlama Rehberi'ni benimsemeli; Ramsar alanları başta olmak üzere öncelikli alanlar için yönetim planları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Yönetim planları, balıkçılar, avcılar, çiftçiler ve gönüllü kuruluşlar gibi sulak alanlarda yaşayan ve bunlardan yararlananlar da dahil olmak üzere tüm tarafların mümkün olan en geniş katılımını ve girdisini sağlamalıdır. Kanunda öngörülen tedbirlerin uygulanması için daha etkin kontrol mekanizmaları geliştirilmelidir. Sulak alanların ekolojik yapısındaki olası değişiklikleri tespit etmek ve gerekli tedbirleri zamanında uygulamak için izleme programları geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Daha önce korunan veya çeşitli nedenlerle zayıflatılan ekolojik karakteri yeniden kazandırmak ve eski haline getirmek için ilgili alanlarda eylem planları hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Mevcut Avrasya su samuru habitatlarının korunmasına ve restorasyon gayretlerine ek olarak, yerel olarak, balık havuzlarının düzenlenmesi ile samurların besin kaynağını artırma olanağı da mevcuttur.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Ülkemiz Avrasya su samuru ve yaban hayvanları popülâsyonlarını arttırmak ve yaşam alanlarını koruyabilmeleri için Tarım ve Orman Bakanlığı ile ortaklaşa hareket edilmeli ve tüm

araştırmaların yaban hayvanı popülâsyonları göz önüne alınarak planlanması gerekmektedir. Temel olarak Koruma stratejilerinin geliştirileceği çok sayıda araştırmaya ve koruma stratejilerine altlık oluşturacak daha verimli uluslararası işbirliklerine ihtiyacımız vardır. Bu bağlamda, yaban hayvanı türleri ve habitatlarının sınırlayıcı faktörlerinin en aza indirilmesine yönelik önerilerin dikkate alınmasında fayda vardır.

KAYNAKÇA

Kruuk, H.. 1995, *Wild otters predation and populations*. Oxford University Press, New York, 1995.

Kiziroğlu, İ., 2010, Ekolojik Avcılık Eğitimi kitabı. T.C. Çevre ve OrmanBakanlığı yayını, Ankara, 2010.

Aksan, Ş.. 2018. Maden ocaklarının yaban hayatına etkisinin belirlenmesi gerekliliği üzerine (necessity of determining the effect of mining on wild life) ISNOS-MED 2018. 1st International Symposium On Silvopastoral Systems And Nomadic Societies İn Mediterranean Countries, 22-24, Isparta, 2018.

Kiziroğlu, İ. Türkiye'de Yaban Hayatı Yaşam Ortamlarının Korunması ve Ekolojik Dengenin Bozulması Nedenleri, Tabiat ve İnsan, 13: 4, 3 – 8, 1979.

https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834, Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Verileri, 2019 (Erişim tarihi: 08.11.2021)

Tercan, E., (2017). Karayolu projelerinin hazırlanmasında yaban hayatı geçiş yapılarının değerlendirilmesi, Iğdır Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 7(3): 239-248 (Erişim tarihi:13.10.2022)

Keten, A.. (2012): "Düzce-Efteni Gölü Kuş Türleri." Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi 8.1 10-18. (Erişim tarihi:23.08.2020)

Görsel 1, http://bgrt.com.tr/haber-sulak_alanlarda_kirlilik_alarmi-5075.html. (Erişim tarihi:25.011.2022)

Görsel 2, http://www.ereglidemokratmedya.com/nesli-tukenmekte-olan-kuslari-vurdular-78196.html. (Erişim tarihi:18.10.2021)

Görsel 3, http://www.siirtpress.com/siirtte-olu-halde-su-samuru-bulundu-40500.html. (Erişim tarihi:02.09.2021)

İHATA DUVARLARI VE DİKENLİ TEL ÇİT KULLANIMININ YABAN HAYATI ÜZERİNDE ETKİSİ

Aytekin SARIŞAHİN [1], Dr Yasin ÜNAL [2] , Bedirhan EKER [3]

[1] Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 0000-0002-1745-0054

[2]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 0000 0001-7180-133X

[3]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 0000-0002-2517-0108

ÖZET

İnsanlar doğadan belli ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli müdahalelerde bulunmaktadır. Bu müdahalelerden bazıları da ihata duvarları ve dikenli tel örgü çitlerin kullanımıdır. Dünya ölçeğinde dikenli tel örgü çitleri ve ihataların artışı, insan nüfusuna bağlı olarak tarımsal alan ve orman alanlarından faydalanma ile doğru orantılı olmaktadır. Bu dikenli tel örgü çitleri ve ihata duvarları yaban hayvanları üzerinde birçok olumsuz etkiye sahiptir. Örneğin, bir yaban hayvanının göç yolunun iki ülke arasındaki sınırdan geçmesi ve ülke sınırının güvenlik amaçlı ihata duvarıyla kapatılması ülkedeki popülasyonları ve ekolojik dengeyi etkilemektedir kısaca dolaşma alanlarını (mobilite) kısıtlamaktadır ve aynı zamanda dikenli tel örgü çitleri bireylerin geçerken ya da yangın gibi afetlerden kaçarken takılarak yaralanmalarına ve ölümlerine neden olması gibi yaban hayatı için istenmeyen sonuçlar çıkartabilir. Ormancılık faaliyetleri, tarımsal faaliyetler, ülke sınırlarını koruma gibi alanlarda kullanımı ihtiyaç gibi görünse de yaban hayatı üzerinde tehlike oluşturduğu kabul edilmesi gerektiği yönünde düşünceler belirtilmektedir.
Türkiye'de özellikle Memeliler (Mammalia) sınıfına mensup İçi Boş Boynuzlugiller (Bovidae) ve İçi Dolu Boynuzlugiller (Cervidae) familyasına ait türler doğal habitatlarını kısıtlamış olan tel örgü, çit ve ihatalardan en fazla zarar gören canlı gruplarındandır. Dolaşma alanlarının genişliği ve habitat tercihlerinin çoğunlukla ormanlık alanlar olması sebebiyle en fazla etkilenen türler bu iki familyadan olmaktadır. Ormancılık faaliyetleri kapsamında rehabilitasyona ve tensile alınan orman alanlarının tel örgülerle çevrilmesi ve akabinde işleri son bulan bu tellerin sahadan alınmaması popülasyonların birbirinden kopmasına, atlarken yaralanmalarına ve ölmelerine veya yırtıcılara kolayca yem olmalarına sebep olmaktadırlar. Dikenli tel ve ihataların etkilerini en aza indirip bununla ilgili önlemler alınması yaban hayatı için hayati önem taşımaktadır.
Bu bildiride, özellikle uluslararası yaban hayatı hukukuna odaklanarak, tel örgü çitlerin ve ihata duvarlarının yaban hayatı üzerindeki Dünya'dan ve Türkiye'den örneklerle analiz edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaban hayatı, kısıtlayıcı faktörler, ihata duvarları, dikenli tel örgü çiti, mobilite.

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze alanları korumak için savunma duvarları, ihatalar ve çeşitli çitler kullanılmıştır. Bunun en popüler örneklerinden biri Çin Seddi'dir. Ülkelerin politikaları, dışardan gelen tehlikeler ve ülke içerisinde meydana gelen karışıklıklar bu duvarların kullanımını yaygınlaştırmıştır (Yıldız vd., 2018). Sınırlara yapılan bu ihata duvarlarının güvenlik açısından ülkeler için önem taşısa da ülke sınırları arasında göç eden hayvanlar için kısıtlayıcı bir faktördür. Bununla birlikte insan ve hayvan etkisini azaltmak için tarım

alanlarında ve özellikle ormanlardaki gençleştirme sahaları dikenli tel örgü çitleri çevrilmektedir. Bu alanlarda kullanılan dikenli tel örgü çitleri de hayvanların geçişlerini engellediği için ve habitatları sınırlandırdığı için yaban hayatı için önemli kısıtlayıcı faktörler arasındadır (Ünal, 2019).

İnsan nüfusunun artışına bağlı olarak ormanlardan faydalanma arttığı için orman yetiştirme, koruma gibi konular günümüzde daha da önem kazanmıştır. Bundan dolayı dikenli tel örgü çit kullanımı artmıştır. Ormancılıkta, gençleştirme sahalarında alanı dikenli tel örgü çiti ile çevirerek genç ağaçları yaban hayvanları ve diğer faktörlerden koruma amaçlanmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda amaç ağaçları korumak olduğu için yaban hayatı için oluşturduğu tehditler göz ardı edilmektedir (Yıldırım vd., 2020). Ormancılık faaliyetleri kapsamında rehabilitasyona ve tensile alınan orman alanlarının tel örgülerle çevrilmesi ve akabinde işleri son bulan bu tellerin sahadan alınmaması popülasyonların birbirinden kopmasına, atlarken yaralanmalarına ve ölmelerine veya yırtıcılara kolayca yem olmalarına sebep olmaktadırlar. Dikenli tel örgü çiti ve ihataların etkilerini en aza indirip bununla ilgili önlemler alınması yaban hayatı için hayati önem taşımaktadır.

Memeliler (Mammalia) sınıfına mensup İçi Boş Boynuzlugiller (Bovidae) ve İçi Dolu Boynuzlugiller (Cervidae) familyasına ait türler doğal habitatlarını kısıtlamış olan tel örgü, çit ve ihatalardan en fazla zarar gören canlı gruplarındandır. Dolaşma alanlarının genişliği ve habitat tercihlerinin çoğunlukla ormanlık alanlar olması sebebiyle en fazla etkilenen türler bu iki familyadan olmaktadır. Ölümlerinin büyük bir çoğunluğu iki dikenli tel arasına sıkışmadan kaynaklandığı ve yavruların sütten kesildiği dönemlerde daha yoğun olduğu yapılan çalışmalarca tespit edilmiştir (Harrington vd., 2006)

Bu çalışmada ihata duvarları ve dikenli tel örgü çit kullanımının ne gibi tehditler oluşturduğuna dikkat çekip oluşturduğu olumsuz etkileri en aza indirmek için çözüm önerileri yer almaktadır.

2. İHATA VE DİKENLİ TEL ÇİTLERİNİN YABAN HAYATINDA OLUŞTURDUĞU TEHLİKELER

2.1. Habitat Alanları Üzerinde Oluşturduğu Tehlikeler

Ülke sınırlarını korumak için ihata duvarları güvenlik açısından önem taşıyabilir fakat bu bölgelerde yaşayan yaban hayvanı türleri için büyük bir tehdit oluşturduğu belirtilmektedir. Mevsimsel göç eden türlerin faaliyetini engellemesi, hareket alanlarının kısıtlanması ya da değişmesi gibi tür üzerinde stresi arttıracak faktörler doğrudan türün popülasyonunu olumsuz yönde etkileyen faktörler arasındadır (Cohn, 2007).

Çift toynak takımına ait otçul türlerin popülasyonlarındaki artış türlerin yayılış alanlarında daha fazla besin tüketileceği anlamına gelmektedir. Bundan dolayı tarımla uğraşan çiftçiler zarar görmemek için tarlalarını dikenli tel örgü çitlerle çevirip türlerin yaşam alanlarını kısıtlayıp besine ulaşmasını engellemektedir. Bu da özellikle nesli tehlike altında olan türlerin popülasyonu açısından önemli bir tehlike oluşturmaktadır (Sözen, 2021).

Yarasa türleri, gececil yırtıcı kuş türleri öncelikli olmak üzere birçok kuş türü üzerinde de dikenli tel örgü çitleri ciddi tehlike oluşturmaktadır. Gececil yırtıcı kuşlar dikenli tel örgü çitleri çoğu zaman göremedikleri için uçuş esnasında takılabiliyorlar (Booth, 2006).

2.2 Orman Yangınlarında Oluşturduğu Tehlikeler

Orman yangınlarının Dünyadaki etkisi son yıllarda ciddi olarak arttığı bilim insanları tarafından belirtilmektedir (Ertuğrul, 2005). Yaban hayvanları orman yangınlarından doğrudan etkilenmektedir. Hareket kabiliyeti sınırlı olan türler yangından daha fazla zarar görse de büyük memeli olarak belirtilen (geyik, ayı, yaban domuzu vb.) türler için zarar nispeten az olduğu belirtilmektedir (Gündoğdu vd., 2021). Nispeten daha az zarar gördüğü belirtilen büyük memeli türler için yangından kaçarken dikenli tel örgü çitlerine takılmaları yaralanmalarına, ölümlerine neden olabileceği için yaban hayvanları açısından risk taşımaktadır.

2.3 Av-Avcı İlişkisinde Oluşturduğu Tehlikeler

Doğada av-avcı ilişkisi vardır. Yırtıcı türler genellikle kolay avlayabileceği türleri avlamayı tercih eder aksi taktirde avı için daha fazla enerji harcamak zorunda kalacaktır. Bundan dolayı her yırtıcı türün avlanma yöntemi farklılık gösterebilir. Dikenli tel örgü çitleri ve ihata duvarları yaban hayvanlarının hareket alanlarını kısıtladığı için özellikle Memeliler (Mammalia) sınıfına mensup İçi Boş Boynuzlugiller ve İçi Dolu Boynuzlugiller familyasına ait türler yırtıcı türlerden kaçamayarak daha kolay av olabilmektedir. Yaban hayvanlarının dolaşma alanlarının kısıtlanması ve buna dayalı olarak av-avcı ilişkisindeki doğallığın zarar görmesi yaban hayatı için istenmeyen tehlikeler arasında yer almaktadır.

Görsel 1. Dikenli tel örgü çitine takılıp yaralanmış baykuş, 2016 (Url-1)

Görsel 2. Dikenli tel örgü çitine takılan geyik, 2016 (Url-1)

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yaban hayvanlarına zarar veren faktörlerin çoğunluğu insan kaynaklı olduğunu görmekteyiz. Doğaya uyumlu hareket edip ekolojik yapılar inşa edersek yaban hayatına daha az zararımız dokunacaktır. Bu yüzden ihata duvarlarının ve dikenli tel örgü çitlerinin verdiği zararı azaltmak yaban hayvanları için hayati önem taşımaktadır. Bu uygulamalar yerine ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte alternatif uygulamalar üretmek ya da zararı en aza indirmek için çözümler üretip bunları uygulamaya geçirmek gerekmektedir. Dikenli tel örgü çit ve ihata duvarlarının kullanımı belli sınırlandırmalara tabi tutularak eğer zorunlu değilse kullanılmamalı, kullanılacaksa da eğer arazinin şartlarını ve o bölgede yaşayan yaban hayvanı türlerini göz önünde bulundurarak uygulanması önem arz etmektedir. Ormancılıkta gençlik sahalarında kullanılan dikenli tel örgü çitleri ve ihata duvarları ağaçlar yeterli uzunluğa ulaştıktan sonra araziden toplanması yaban hayatı için oluşturacağı zararı azaltacaktır (Ünal, 2019). Dikenli tel örgü çitleri kullanılması önem arz ediyorsa gececil kuş türlerinin ve göremediği için zarar gören türlerin daha rahat görebilmesi açısından emniyet şerit bantlarıyla ya da alüminyum levhalar ile görünürlüğü arttırılması daha uygun olacaktır. Dikenli tel örgü çitleri yerine dikensiz tel çitleri kullanılması atlarken ve geçerken yaralanmaları önleyecektir (Booth, 2006). Yangına hassas ormanlık alanlarda dikenli tel örgü çiti ve ihata duvarlarının kaldırılması ya da azaltılması yangın esnasında kaçan hayvanlar için engel olmayarak yaban hayvanlarının yangından zarar görmesini azaltacaktır.

KAYNAKÇA

Yıldız, A., Soyluk, A., Sarıcıoglu, P. *Geçmişten Günümüze Sınır Duvarları. Asia Minor Studies*, *6*(Agp Sempozyum Özel Sayısı1), 1-17.

Sözen, M. *Hatay İli Memeli Çeşitliliği Ve Koruma Önerileri*. *Doğanın Sesi*, (7), 40-53.

Ünal, Y. *Yaban Hayvanı Türleri Ve Yaşama Ortamları Üzerindeki Kısıtlayıcı Faktörler*. *PROCEEDING BOOK*, 261, 2019.

Yıldırım, N., Turna, İ., & Yıldırım, N. *Sakallı kızılağaç (Alnus glutinosa subsp. barbata) meşceresinin doğal yolla gençleştirilmesi (Harşit Orman İşletme Şefliği örneği).* Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 21(2), 154-163, 2020.

Ertuğrul, M. *Orman Yangınlarının Dünyadaki Ve Türkiye'deki Durumu.* Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7(7), 43-50, 2005.

Gündoğdu, E., Sari, U. A., & Kavzoglu, T. *The Effect Of Forest Fires On Wildlife And Habitat Restoration After Fire.* Forest Fires, 2021.

Cohn, J. P. *The environmental impacts of a border fence.* BioScience, *57*(1), 96-96, 2007.

Booth, C. (2006). Barbed wire action plan. *Queensland Conservation Council, Brisbane*, *2*, 1-17.

Harrington, J. L., Conover, M. R. *Characteristics of ungulate behavior and mortality associated with wire fences.* Wildlife Society Bulletin, *34*(5), 1295-1305, 2006.

Görsel 1. https://www.featheredphotography.com/blog/2018/11/13/some-of-the-reasons-i-despise-barbed-wire/ (Erişim tarihi: 10.12.2022)

Görsel 2. https://www.featheredphotography.com/blog/2018/11/13/some-of-the-reasons-i-despise-barbed-wire/ (Erişim tarihi: 10.12.2022)

ONOSMA ARGENTATA HUB.-MOR. (GÜMÜŞ EMCEK) VE *ONOSMA DİSCEDENS* HAUSSKN. EX BORNM. (FIRAT EMCEĞİ) TÜRLERİNİN MORFOLOJİK KARAKTERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

SELAHATTİN KARACAN[1], Doç. Dr. MUSTAFA KORKMAZ[2], SERCAN ÇORLU[3]

[1]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, 0000-0002-5295-4821
[2]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, 0000-0001-6732-7874
[3]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, 0000-0001-5783-8670

ÖZET

Bu çalışmada, *Onosma* L. (Boraginaceae) cinsine ait ülkemiz için endemik olan *Onosma argentata* Hub.-Mor. *ve Onosma discedens* Hausskn. ex Bornm. türleri, vejatatif ve generatif dönemleri dikkate alınarak araziden toplanmış, preslenmiş ve herbaryum örneği haline getirilerek teşhis edilmiştir. Daha sonra bu türler morfolojik özellikleri bakımından incelenmiştir. Çalışmaya konu olan *O. argentata* ve *O. discedenes* "*Flora of Turkey and the East Aegean Islands*" (Davis 1978)'da da birbirine yakın (14. ve 15.) türlerdir. Bu türler sıklıkla karıştırıldığı için ayırt edici karakterlerin ortaya konulması gerekmektedir. Morfolojik karakterlerin ölçümlerinde her türden 15'er birey incelenmiştir. Morfolojik çalışmalarda; kök, gövde, yaprak ve çiçeklerin genel morfolojik karakterleri ortaya konmuştur. Türler morfolojik olarak karşılaştırıldığında; kök boyutları, gövde tüy tipi, yaprak rengi, yapraktaki tüy yoğunluğu, brakte eni, flament boyu bakımından farklılıklar göstermektedir. Ancak bu türlerin kök yapısı, çok gövdeli oluşları, gövde boyutları, taban yaprak boyutları, brakte boyutları, kaliks özellikleri, pedisel boyu, anter, flament ve stillus özellikleri, meyve tipi, meyve rengi, yaprak boyutları, korolla rengi ve tipi ve nutlet ornamentasyonu bakımından birbirine benzer oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle morfolojik özelliklere bakılarak iki türü birbirinden ayırt etmenin mümkün olamayacağı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, iki türün kesin olarak ayırt edilmesi ve sistematikteki yerinin tam olarak belirlenebilmesi diğer biyosistematik çalışmalarla mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Boraginacea, *Onosma*, Erzincan, Endemik, Morfoloji

THE COMPARİSON OF THE MORPHOLOGİCAL FEATURES OF ONOSMA ARGENTATA HUB.- MOR.(GÜMÜŞ EMCEK) AND ONOSMA DİSCEDENS HAUSSKN. EX BORNM. (FIRAT EMCEĞİ

Abstract

In this study, we identified the morphological features of *Onosma argentata* Hub.-Mor. and *Onosma discedens* Hausskn. ex Bornm., which are endemic to our country and belong to genus *Onosma* L. (Boraginaceae) were identified. It was stated that these two *Onosma* species were closely related (14th and 15th) species in "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" (Davis 1978). Since these species are often confused with each other, revealing their distinctive characters constitutes the reason for our study. First, samples of the species were collected in the field by considering their vegetative and generative stages, then they were pressed into

herbarium specimens and identified. Later, these species were studied for their morphological characteristics. In the morphological studies, the general morphological characteristics of roots, stems, leaves, and flowers of 15 individuals of each species were measured and examined. According to our results, these two species differ in terms of root size, type of stem pubescence, leaf color, density of leaf pubescence, width of bracts, and length of stamens. However, in terms of root structure, multi-stemmedness, stem size, basal leaf size, bracts size, calyx characteristics, pedicel length, stamen, filament and stillus characteristics, fruit type, fruit color, leaf size, corolla color and type, and nutlet ornamentation, they were found to be similar. For this reason, it was concluded that it would not be possible to distinguish between the two species by looking at the morphological features we investigated. As a result, it has been concluded that it is possible to determine the exact place of these two species in the systematic with other bio-systematic studies.
Key Word: Boraginaceae, Onosma, Erzincan, Endemic, Morphology

1. GİRİŞ

Onosma ismi Yunanca “onos” ve “osme” kelimelerinden türemiştir. Koku, parfüm, güzel koku saçmak, rayiha, mis kokulu anlamına gelmektedir (Stearn, 1993). İngiltere’de “Golden drop” olarak bilinen bu bitkiye ülkemizde şincar, emzikotu, emcek, yalancı havaciva ve altındamla gibi isimler verilmiştir (Viney, 1994; Öztürk ve Özçelik, 1991; Baytop,1994).

Boraginaceae familyası Avrupa, Asya ve özellikle Akdeniz Bölgesi’nde yayılış gösteren ve dünya çapında 148 cins ve 2700’den fazla tür içeren geniş bir familyadır (Özcan T. ve Süzerer V., 2020). Ülkemizde Boraginaceae familyası farklı habitatlara yayılmış 44 cins ve 375 tür barındırmaktadır. Endemizm oranının yüksekliği (%35) ile de dikkati çekmektedir (Sezer O., 2021).

Onosma L. cinsi İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin karakteristik üyelerinden biridir. Boraginacea familyası içinde çalışılması oldukça zor olan bir cinstir (Aytaç Z ve Türkmen Z., 2011). Cinsin deskripsiyonu Rield (1978) tarafından yapılmıştır. Rield *Onosma* cinsini; *Protonosma, Podonosma* ve *Onosma* olmak üzere 3 seksiyona, *Onosma* seksiyonunu da *Haplotricha* ve *Asterotricha* olmak üzere 2 alt seksiyona ayırmıştır. *Haplotricha* ve *Asterotricha* alt seksiyonu üyeleri yapraklarındaki tüy tiplerinde farklılık gösterirler. Ayrıca nutletlerin yapısı ile çiçeklenme ve meyve dönemindeki kaliks özellikleri ayırt edici karakterlerdendir. Bu çalışmada incelenen *Onosma argentata* ve *Onosma discedens* türleri, *Onosma* seksiyonun *Haplotricha* alt seksiyonun da yeralmaktadır. Türkiye’ de yayılış gösteren *Onosma* L. cinsi 117 takson’ a (108 tür, 2 alttür, 6 varyete, 1 hibrid) sahiptir. *Onosma* cinsi Flora Of Turkey’ de revize edilmiş (Riedl, 1978), sonraki yıllarda yeni kayıtlarla üye sayısı a,rtmıştır. *O.beyazoğlui* Kandemir & Türkmen, *O. erzincanica* Binzet & Eren, *O. malatyana* Binzet, *O. propontica* Aznav., *O. kaheirei* Teppner, *O. taurica* Palas ex Willd. var. *viridis* Borbas, *O. mirabilis* A.P. Khokhr, *O. nydeggeri* Hub.-Mor., *O. mersinana* Riedl, Binzet & Orcan *O. riedliana* Binzet & Orcan. yeni tanımlanan türlerden bazılarıdır.

Özgen ve ark., (2004) tarafından *Onosma argenatata* kökleri extrakte edilmiş ve bazı noftakinon bileşikleri elde edilmiştir. *Onosma argentata* türünün morfolojik karakterlerinin incelendiği bir araştırmada (Özkan ve ark.,2016), bazı karakterlerin “*Flora of Turkey and the East Aegean Islands*” dakinden farklı oldukları ortaya konulmuştur. Selvi ve ark. (2019) tarafından

gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise içinde *Onosma argentata*' nın da bulunduğu bazı *Onosma* taksonlarının yaprak anatomileri ve tohum mikromorfolojileri karşılaştırılmış, türlerin sınıflandırılmasındaki taksonomik problemlerin çözümünde kullanılabileceği sonucu ortaya konulmuştur. Teke H.İ., (2012) tarafından yapılan çalışmada Onosma discedens' e ait morfolojik karakterler belirlenmiştir. Güven ve ark. (2013), *Onosma discedens*'in de yeraldığı bazı *onosma* taksonlarını anatomik olarak karşılaştırmışlar ve *Onosma discedens* ile *Onosma raussaei* türlerinin benzerliğine dikkat çekmişlerdir. Hilağlu ve ark., (2016) *Onosma discedens* tohumlarını in-vitro koşullarda çimlenme başarılarını incelemiş ve türün ex-situ korunmasında yönelik önerilerde bulunmuşlardır. Öte yandan Teke ve ark. (2017)'nın yapmış olduğu çalışmada *Onosma discedens*'in morfolojik, anatomik ve palinolojik özellikleri ortaya konmuş; *Onosma nana* ve *Onosma sorgerae* var. *subglabriflora* türleri ile polen ve nutlet yapıları karşılaştırılmıştır.

Litaratür araştırmasında, çalışmaya konu olan *O. argentata* ve *O. discedenes* türlerinin morfolojik karakterleri ayrı ayrı ortaya konsada her iki türün birbiriyle kıyaslanmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu çalışmada, sistematik taksonomide önemli yere sahip morfolojik karakterlerin iki tür için de ortaya konularak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma konusunu oluşturan bitki materyalleri 2012-2014 yılları vejetasyon dönemlerinde, yayılış gösterdikleri alanlardan vejetatif ve generatif dönemleri dikkate alınarak toplanmıştır. Arazi çalışmaları esnasında bitki türlerine ait toplanan her bir örneğin genel görünüşleri ve makro fotoğraf çekimleri yapılmıştır. Örneklerin koordinatları ve yükseklikleri GPS yardımıyla alınmıştır. Örnekler araziden toplanırken özellikle korolla özellikleri gibi sistematik karakterleri arazi defterine not edilmiştir. Daha sonra toplanmış olan örnekler preslenerek kurutulmuştur. Öncelikli olarak *Onosma* türleri için ayırt edici karakterler daha önce yapılmış olan çalışmalardan yararlanılarak tespit edilmiştir. Son aşamada ise herbaryum örnekleri "*Flora of Turkey and the East Aegean Islands*" (Davis 1978) yardımıyla teşhis edilerek herbaryum materyali haline getirilen örnekler Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumu'nda koruma altına alınmıştır. Teşhiste kullanılan morfolojik karakterler Stereo-binoküler mikroskop altında incelenmiştir. Morfolojik çalışmalar herbaryum materyali üzerinden yapılmıştır. Takson isimleri *"The International Plant Names Index"* (IPNI, 2022)'e göre güncellenmiştir.

3. BULGULAR

Bu çalışmada morfolojik özellikleri incelenen *O. argentata ve O. discedens* türleri Erzincan ilinde yayılış gösteren endemik türlerimizdendir. Literatür taramasında *O. argentata* türünün B8 karesine dahil Bingöl ve Elazığ arasından da toplandığı görülmüş, *O. discedens* türün de ise Erzincan dışında bir kayda rastlanılmamıştır. Ayrıca yapılan botanik gezilerinde her iki tür de Çizelge 1' de verilen lokaliteler dışında görülmemiştir. *O. argentata* türü Erzincan ili Refahiye ilçesinde ve Erzincan-Refahiye arasında iki lokalitede yayılış göstermektedir. *O. discedens* türü ise Kemaliye ve Kemah ilçelerinde iki lokalitede yayılış göstermektedir. *O. argentata* türü 1569 ve 1890 m yüksekliklerde, *O. discedens* türü ise 1467 ve 1550 m yüksekliklerde yetişmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma Materyali Olan Türler ve Toplandığı Lokaliteler

TÜR	LOKALİTE
O. argentata Hub. Mor	**B7 Erzincan:** Refahiye, Refahiye-Sivas karayolu 1.km, 37 479301 E 4419247 N, 1569 m.
	B7 Erzincan: Erzincan-Refahiye arası, Sakaltutan-Koçyatağı çevresi, 37 516180 E 4415696 N, 1891 m.
O. discedens Hausskn. ex Bornm.	**B7 Erzincan**: Kemaliye, Salihli Köyü'nden Erzincan'a doğru 7. km, 37 455503 E 4354136 N, 1467 m.
	B7 Erzincan: Kemah, Yücebelen Köyü, maden Mevkii, 37 492645 E 4374920 N, 1550 m.

3.1. Onosma argentata Hub.-Mor. (Gümüş Emcek)

Görsel 1. *Onosma argentata* Genel Görünümü

Çok yıllık, 7-24 cm boyunda, kazık köklü bitkiler. *Kökler* dik, kahverengi. 20-30 cm boyunda, 9-80 mm çapında, gövdeye yakın 2'ye dallanmış. Gövde 2-5, yükselici, dallanmamış, 5-19 cm boyunda, 1-3 mm çapında, yeşilimsi beyaz, beyazımsı villos tüylü, tabana yakın seyrek, üst kısımlarda yoğun tüylü. Taban yaprakları sapsız, tabanda daralıcı, linear-lanseolat, 3-7,5 cm boyunda, 1,4-8 mm eninde, yoğun yatık tüylü, tüyler üst kısımda daha yoğun; gövde yaprakları gümüş gri, ilerleyen dönemde açık sarı yeşil, 2-7 cm uzunluğunda, 1-3 mm eninde, linear-lanseolat, orta damarı belirgin, kenarları düz ve rivolat, uç kısımları akut veya kusbudat, tüy durumu taban yapraklarına benzer. Çiçek durumu çok çiçekli kimoz. Brakte linear- lanseolat; 12-21 x 1-3 mm, tabanı kısa tüylü. Pedisel boyu 3-9 mm. Kaliks lobları 12-15 x 2 mm, uzun ve yoğun tomentos tüylü. Korolla beyazdan kreme, tübülat, 16- 23 x 2,1-2,7 mm, tüysüz. Anter dorsifiks, boyu 2-3 mm. Flament uca doğru daralan, boyu 8-10 mm. Stigma klavat. Stillus kondublikat, boyu 13-15 mm. Ovaryum üst durumlu. Meyve nutlet, 1-4 adet, ovoit, akuminat, boyu 4,1 mm, eni 2,6 mm; yüzey düz, parlak, yeşil zemin üzerine kahverengi lekeli.

Çiçeklenme zamanı: Haziran-Temmuz

Habitat: Akıntılı yamaçlar
Dağılımı: B7 Erzincan
Elementi: İran-Turan
Endemik (VU)

Type: Turkey, B7 Erzincan: Kalkgereöll 1 km nördlich von Refahiye, 1540-1570 m, 2 vii 1953, Huber-Morath12533 (holo. Hb. Hub.-Mor., iso. E).

Çizelge 2 . *Onosma argentata* Morfolojik Ölçümleri

		BOY(mm)				EN(mm)			
Bitki Kısımları	**Ölçüm sayısı**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart sapma**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart sapma**
Bitki	15	70	240	151	±18,4	-	-	-	
Kök	15	200	300	257	±10,8	9	80	41,7	±7,6
Gövde	15	50	190	120	±15,2	1	3	2,2	±0,2
Bazal Yaprak	15	30	75	50.5	±4,5	1,4	8	1,58	±0,04
Gövde Yaprak	15	20	70	45.8	±6,5	1	3	1,9	±0,2
Brakte	15	12	21	16.7	±0,9	1	3	1,8	±0,2
Pedisel	15	3	9	5.8	±0,6	-	-	-	

Çizelge 2 . *Onosma argentata* Morfolojik Ölçümleri (devam)

	BOY(mm)	EN(mm)

Bitki Kısımları	Ölçüm sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Kaliks	15	12	15	13.3	±0,3	2	2	2	±0
Korolla	15	16	23	18.8	±0,7	2.1	2,7	2,29	±0,05
Anter	15	2	3	2.3	±0,1	-	-	-	
Flament	15	8	10	8.9	±0,2	-	-	-	
Stillus	15	13	15	13.9	±0,2	-	-	-	
Meyve	15	4.1	4.1	4.1	±0,0	2.6	2.6	2.6	

3.2. *Onosma discedens* Hausskn. Ex Bornm. (Fırat Emceği)

Görsel 2. *Onosma discedens* Genel Görünümü

Çok yıllık, 9-25 cm boyunda, kazık köklü bitkiler. Kökler dik, kahverengi. 14-19 cm boyunda, 8-60 mm çapında, gövdeye yakın 2'ye dallanmış. Gövde 3-5, yükselici, dallanmamış, 6-18 cm boyunda, 1-6 mm çapında, yeşilimsi beyaz, beyazımsı villos tüylü, Tüyler tabana yakın seyrek, üst kısımlarda yoğun. Taban yaprakları sapsız, tabanda daralıcı, linear-lanseolat, 2.5-6,5 cm boyunda, 1-7 mm eninde, yaprağın tamamı yoğun yatık hispid tüylü, üst kısımda daha yoğun, kenarları seyrek hirsut tüylü; gövde yaprakları gümüş-gri, ilerleyen dönemde açık sarı yeşil, 2,5-5 cm uzunluğunda, 2-7 mm eninde, linear-lanseolat, orta damarı belirgin, kenarları düz ve

rivolat, uç kısımları akut veya kusbudat Çiçek durumu çok çiçekli kimoz. Brakte linear-lanseolat; 11-19 x 3-4 mm, tabanı kısa tüylü. Pedisel 4-8 mm boyunda. Kaliks lobları 13-17 x 2 mm, yoğun tomentos tüylü. Korolla beyazdan kreme, tubülat, 18-20 x 2,3-2,5 mm, yoğun hispid tüylü, uçları akut dişli, dişler 1 mm kadar. Anter dorsifiks, boyu 3-4 mm. Flament uca doğru daralan, boyu 9-15 mm. Stigma klavat. Stillus kondublikat, boyu 10-12 mm. Ovaryum üst durumlu. Meyve nutlet, 1-4 adet, ovoit, akuminat, boyu 3,9 mm, eni 2,1 mm; yüzey düz, parlak, yeşil zemin üzerine kahverengi lekeli.
Çiçeklenme zamanı: Haziran-Temmuz
Habitat: Akıntılı yamaçlar
Dağılımı: B7 Erzincan
Elementi: İran-Turan
Endemik (EX)

Type: Turkey, B7 Erzincan: Kalkgereöll 1 km nördlich von Refahiye, 1540-1570 m, 2 vii 1953, Huber-Morath12533 (holo. Hb. Hub.-Mor., iso. E).

Çizelge 3 . *Onosma discedens* Morfolojik Ölçümleri

		Boy (mm)				En (mm)			
Bitki Kısımları	**Ölçüm sayısı**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart sapma**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart sapma**
Bitki	15	90	250	151	±18,4	-	-	-	–
Kök	15	140	190	161	±4,8	8	60	37	±6,3
Gövde	15	60	180	117,7	±12,7	1	6	3,9	±0,6

Çizelge 3 . *Onosma discedens* Morfolojik Ölçümleri (devam)

	Boy (mm)	En (mm)

Bitki Kısımları	Ölçüm sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Bazal Yaprak	15	25	65	45,5	±3,1	1	7	4,9	±0,5
Gövde Yaprak	15	25	50	30,9	±2,8	2	7	5,2	±0,5
Brakte	15	11	19	14,8	±0,9	3	4	3,8	±0,1
Pedisel	15	4	8	6,2	±0,5	-	-	-	
Kaliks	15	13	17	14,9	±0,4	2	2	2	±0
Korolla	15	18	20	19,1	±0,2	2,3	2,5	2,36	±0,03
Anter	15	3	4	3,4	±0,1	-	-	-	
Flament	15	9	15	11	0,6	-	-	-	
Stillus	15	10	12	10,8	±0,2	-	-	-	
Meyve	15	3,9	3,9	3,9	±0	2,1	2,1	2,1	±0

4. SONUÇLAR VE GENEL DEĞERLENDİRME

Çizelge 4. *O. argentata* ve *O. discedens*'in Morfolojik Olarak Karşılaştırılması

Çizelge 4. *O. argentata* ve *O. discedens*'in Morfolojik Olarak Karşılaştırılması (devam)

Hayat formu	Çok yıllık	Çok yıllık
Bitki boyu	7-24 cm	9-25 cm
Kök tipi	Kazık kök	Kazık kök
Kök rengi	Kahverengi	Kahverengi
Kök boyu	20-30 cm	4-19 cm
Kök çapı	9-80 mm	8-60 mm
Gövde boyu	5-19 cm	6-18 cm
Gövde sayısı	2-5	3-5
Gövde çapı	1-3 mm	1-6 mm
Gövde rengi	Yeşilimsi beyaz	Yeşilimsi beyaz
Gövde Dallanma	Yok	Yok
Gövde tüy tipi	Villos	Hispit
Taban yaprak boyu	3-7,5 cm	2.5-6.5 cm
Taban yaprak eni	1,4-8 mm	1-7 mm
Taban yaprak şekli	Linear-lanseolat	Linear-lanseolat
Gövde yaprak boyu	2-7 cm	2,5-5 cm
Gövde yaprak eni	1-3 mm	2-7 mm
Gövde yaprak şekli	Linear-lanseolat	Linear-lanseolat
Yaprak kenarı	Düz	Düz
Yapak tabanı	Dipte daralıcı	Trunkat
Yaprak ucu	Akut / kusbudat	Akut / kusbudat
Yaprak orta damarı	Belirgin	Belirgin
Yaprak rengi	Açık sarı-yeşil	Pastel yeşili
Brakte boyu	12-21 mm	11-19 mm
Brakte eni	1-3 mm	3-4 mm
Çiçek durumu	Çok çiçekli kimoz	Çok çiçekli kimoz
Pedisel boyu	3-9 mm	4-8 mm
Kaliks boyu	12-15 mm	13-17 mm
Kaliks eni	2 mm	2 mm
Kaliks tüylenme	Tomentos	Tomentos

Özellik	***O. argentata***	***O. discedens***

Korolla boyu	16-23 mm	18-20 mm
Korolla eni	2,1-2,7 mm	2,3-2,5 mm
Anter boyu	2-3 mm	3-4 mm
Flament boyu	8-10 mm	9-15 mm
Stillus boyu	13-15 mm	10-12 mm
Meyve boyu	4,1mm	3,9 mm
Meyve eni	2,6 mm	2,1 mm

İki tür de çok yıllık, kazık köklü ve kök rengi kahverengidir. Bu karakterler bakımından ortak özellik gösterseler de kök boyutları bakımından birbirlerinden farklıdırlar. Bitki boyu *O. argentata*'da 7-24 cm, *O. discedens*'de 9-25 cm'dir. *O. discedens* diğer türe nazaran daha boyludur. Kök; *O. argentata*'da 200-300 x 9-80 mm, *O. discedens*'de 140-190 x 8-60 mm'dir. Her iki türün kök boyutları birbirine kısmen yakın olsa da *O. argentata* kökü daha büyüktür. *O. argentata* yanlamasına büyürken, *O. discedens* kökü yere dik olarak büyümektedir.

İki türde de taban yapraklar petiolsüz; yaprak şekli linear- lanseolat, boyutları; *O. argentata* 30-75 x 1,4-8, *Onosma discedens* 25-50 x 1-7 mm'dir. İki türün bazal yaprak boyutlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ancak *Onosma argentata*' daha uzun olan yapraklar mevcuttur.

Gövde yaprakları İki türde de petiolsüz, yaprak şekli linear- lanseolat, yaprak kenarı düz ve rivolat, yaprak tabanı trunkat ancak *O. argenta*'da dipte daralıcı, yaprak ucu akut veya kusbudat, yaprak orta damarı belirgin. Yaprak rengi; *O. argentata'*da *açık* sarı-yeşil, *Onosma discedens'*de pastel yeşili. Yaprak boyutları; *O. argentata* 20-70 x 1-3 mm, *O. discedens* 25-50 x 2-7 mm'dir. Yaprak morfolojik karakterlerinin büyük bölümü iki türde de birbiriyle aynıdır. Ancak yaprak renkleri iki türde de birbirinden farklıdır. Yaprak tüyleri her iki türde de yaprağın üst tarafında yaprak altına göre daha fazladır. *O. discedens*'de tüyler diğer türden farklı olarak yaprak ucuna doğru seyrekleşmektedir.

Brakte boyutları; *O. argentata* 12-21 x 1-3 mm, *O. discedens* 11-19 x 3-4 mm'dir. Brakte boyları bakımından türler birbirine yakındırlar ancak *O. discedens* braktesi diğer türe kıyasla daha enli bir yapıya sahiptir.

Çiçek durumu; her iki türde de çok çiçekli kimoz. *O. discedens*' de çiçekler daha çok uçta kümelenmiş durumdadır.

Pedisel boyu; *O. argentata*' da 3-9 mm, *O. discedens*' de 4-8 mm. Pedisel boyu, iki türde de birbirine oldukça yakındır.

Kaliks iki türde de yoğun tomentos tüylüdür. Kaliks boyutları; *O. argentata*' da 12-15 x 2 mm, *O. discedens*'de 13-17 x 2 mm'dir. Kaliks büyüklüğü bakımından türler arasında belirgin bir fark yoktur. İki türde de bitki meyveye geçtiğinde kaliks boyutları değişmemektedir.

Korolla tipi; İki türde de tübulat. Korolla rengi; *O. argentata*'da krem-beyaz, *Onosma discedens*'de sarımsı-beyaz. Korolla boyutları; *O. argentata*' da 16-23 x 2,1-2,7 mm, *O. discedens*'de 18-20 x 2,3-2,5 mm'dir. Korolla tipi her iki türde de aynıdır. Korolla rengi her iki

türde de birbirine yakındır. Korolla büyüklüğü bakımından türler arasında bariz bir fark görülmemekle birlikte *O. argentata*'da korolla *O. discedens*'den bazı bireylerde daha büyüktür.

Anter tipi iki türde de dorsofiks. Filament boyu; *O. argentata*'da 8-10 mm, *O. discedens*'de 9-15 mm'dir. Her iki türde de flamentler, çiçek tabanına doğru geniş, uca doğru daralan bir yapı gösterir. Filament, *O. discedens*'de genel olarak daha uzundur.

Stigma tipi iki türde de klavat, stillus kondublikat, ovaryum üst durumlu. Stillus boyu; *O. argentata*'da 13-15 mm, *O. discedens*' de 10-12 mm'dir. Stillus *O. argentata*'da genel olarak daha uzundur.

Meyve tipi iki türde de nutlet, şekli ovoit, akuminat ve gagalı; yüzey düz ve parlaktır. Meyve *O. argentata* ve *O.* discedens' 1-4 adettir. Meyve rengi; *O. argentata*'da yeşil zemin üzerine kahverengi lekeli, *O. discedens*'de gri zemin üzerine kahverengi lekelidir. Meyve boyutları; *O. argentata'*da 4,1 x 2,6 mm, *O.* discedens'de 3,9 x 2,1 mm'dir. Meyve rengi iki türde de birbirinden farklıdır. Ayrıca *O. discedens* meyvenin uç kısmı diğer türe kıyasla daha sivridir.

O. argentata ve *O. discedens* türleri morfolojik özellikleri bakımından kıyaslandığında kök, çok gövdeli oluşları, gövde boyutları, taban yaprak boyutları brakte, kaliks, pedisel, anter, flament, stillus, meyve tipi, meyve rengi, yaprak, korolla rengi, korolla tipi ve tohum gibi morfolojik karakterler birbirlerine yakın tip ve ölçülerdedir. Bu nedenle bu özelliklere bakılarak türleri birbirinden ayırmak oldukça zordur.

Bazı morfolojik özellikler iki türde de birbirlerinden farklıdır. Bu özellikler; Yaprak renkleri, çiçek durumları, korolla rengi ve meyve rengi'dir. Bazı morfolojik özellikler ise iki türde de aynı veya birbirine benzemektedir. Bunlar: Kök (Kazık), kök rengi (Kahverengi), gövde rengi (Açık-yeşil), bazal yaprak tipi (Linear- lanseolat), gövde yaprak tipi (Linear- lanseolat), yaprak kenarı (Düz), yaprak tabanı (Trunkat), yaprak ucu (Akut veya kusbudat), yaprak damarı durumu (Belirgin), yaprak tüy tipi (Seriseus), brakte boyu, kaliks tüy tipi (Tomentos), kaliks büyüklüğü, korolla büyüklüğü, anter tipi (Dorsifiks veya versatil), stigma tipi (Klavat), ovaryum durumu (Üst durumlu), meyve tipi (Nutlet).

Onosma cinsi sistematik açıdan problemli cinsler arasında yer almaktadır. *O. argentata* ve *O. discedens* türleri birbirine çok yakın özellikler göstermesi nedeniyle de sıklıkla karıştırılabilmektedir. Bu araştırma ile *O. argentata,* ve *O. discedens* türlerinin morfolojik özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında Erzincan ilinde yayılış gösteren bu iki takson karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu çalışmanın, cinsin sistematik problemlerinin çözümüne katkı yapması hedeflenmiştir. Ancak *O. argentata ve O. discedens* türlerinin morfolojik yapılarının birbirlerine benzer bulunması bu iki türün sınıflandırılmasında diğer biyosistematik çalışmaları zorunlu kılmaktadır. Her iki türünde endemik, dar alanlarda yayılışları bulunması (Kandemir, 2009) ve tehlike altındaki türlerimizden olması türlerin önemini artırmakta ve korunmasına yönelik çalışmaları zorunlu kılmaktadır. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Ekim vd., 2000)'na ve göre *O. argentata* türünün tehlike kategorisi VU (Vulnarable: zarar görebilir) *O. discedens* türünün tehlike kategorosi ise EX (Extinct: yok

olmuş)'dir. IUCN (2001) kriterlerine göre de her iki türün tehlike durumları yeniden gözden geçirilmelidir.

KAYNAKÇA

[1] APG II., *Orders and Families of Flowering Plants*, Botanical Journal of the Linnean Society, 14, 399-406, 2003.

[2] Aytac, Z. ve Türkmen, Z. *A new Onosma (Boraginaceae) species from southern Anatolia Turkey,* Turkish journal of botany, 35(3), 269-274, 2011.

[3] Baytop, T., *Türkçe Bitki Adları Sözlüğü*, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dili Kurumu Yayınları, Ankara, 508 s., 1994.

[4] Binzet R. *Doğu Akdeniz Bölgesinde Yayılış Gösteren Onosma L.(Boraginaceae) Türlerinin Morfolojik ve Palinolojik Özelliklerinin Nümerik Taksonomisi*, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.

[5] Davis P H., *Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Vol: I-IX*, Edinburgh University Press., 1965.

[6] Davis P H, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (suppl. 1). Vol. 10, Edinburgh University Press., 1988.

[7] Güven S., Makbul S., Beyazoğlu O., Türkmen Z. ve Kandemir A., *Anatomical features of six Onosma L.(Boraginaceae) species from Turkey*, The Iranian Journal of Botany, 19(1) 94-103, 2013.

[8] Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ankara, 2000.

[9] Hilooğlu, M., Yücel E., Kandemir A. ve Sözen E., *In vitro seed germination study in endemic plant Onosma discedens*, Biological Diversity and Conservation, 9(1), 2016.

[10] IPNI, *The international Plant Names Index*, 2022.

[11] IUCN (2001). IUCN Red List categories and criteria, version 3.1. – Gland & Cambridge: IUCN Survival Commission. Koenigstein, 446-447., 1994.

[12] Kandemir A., The rediscovery of some taxa thought to have been extinct in Turkey. Turk J Bot 33: 113-122. 2009.

[13] Kandemir A. and Türkmen Z., *A New species of Onosma (Boraginaceae) from eastern Turkey,* Turk. J. Bot., 34: 277-282, 2010.

[14] Kandemir A., Sevindi C., Korkmaz M., ve Çelikoğlu Ş., *Erzincan (Türkiye)' a özgü endemik bitki taksonlarının IUCN tehdit kategorileri*, Bahçe Bilim Dergisi, 2(1): 43-65, 2015.

[15] Özcan, T., and Süzerer V., *Variation of some seed oil components at altitidunal range in a widely distributed species, Echium italicum L.(Boraginaceae) from Turkey,* Journal of Materials and Environmental Science 11(4), 540-550, 2020.

[16] Özhatay N., Kültür Ş. and Aksoy N., *Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey III*, Turksh Journol of Botany, 23, 151-169, 1999.

[17] Özhatay N. and Kültür, S., *Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey III*, Turksh Journol of Botany, 30, 281-316, 2006.

[18] Özgen U., Coşkun M. ve Kazaz C., *Naphthoquinones from the roots of Onosma argentatum Hub.-Mor.(Boraginaceae),* Turkish Journal of Chemistry, 28(4), 451-454, 2004.

[19] Özkan M., Kariptaş E., Özdemir C. ve Kandemir A., *Morphological and anatomical characterization and trace elements composition of Onosma argentata Hub. Mor.(Boraginaceae) endemic to Turkey*, Pak. J. Bot., 48(1), 187-191, 2016.

[20] Öztürk M. ve Özçelik H., *Doğu Anadolu'nun Faydalı Bitkileri, Doktora Tezi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1991.

[21] Riedl H., *Onosma L. in: Flora of Turkey and the East Aegean Island"ed. P. H. Davis.* Edinburg University. 6: 326-378, 1978.

[22] Riedl H., Binzet R. and Orcan N., *A New Species of Onosma (Boraginaceae Lithospermeae) from Southern Turkey*, Edinburgh Journal of Botany, 61, 127-130, 2004.

[23] Selvi S., Polat R., Babacan E.Y. ve Rahman M.M., *Micromorphological and anatomical investigation on six species of Onosma L.(Boraginaceae) from Turkey,* Bangladesh Journal of Plan Taxonomy, 26(18), 69-81, 2019.

[24] Stearn, William T. "*Onosma (Boraginaceae) jenerik adının cinsiyeti." Takson :* 679-681, 1993.

[25] Selvi Selami, et al. "Micromorphological and anatomical investigation on six species of Onosma L.(Boraginaceae) from Turkey." Bangladesh Journal of Plan Taxonomy, 26(18), 69-81, 2019.

[26] Teke, H.İ. and Binzet R., *Anatomical, morphological and palynological studies of some Onosma L.(Boraginaceae) taxa endemic to Anatolia*, Pak. J. Bot 49(2), 579-588, 2017.

[27] Viney D.E., *An Illusrrated Flora of North Cyprus*, Koeltz Selentific Books,

ERZİNCAN İLİNİN GIDA AMAÇLI KULLANILAN ODUNSU BİTKİLERİ

Sercan ÇORLU[1], Doç. Dr. Mustafa KORKMAZ[2], Selahattin KARACAN[3]

[1]Erzincan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 0000-0001-5783-8670
[2]Erzincan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 0000-0001-6732-7874
[3]Erzincan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 0000-0002-5295-4821

ÖZET

Bu çalışma Doğu Anadolu bölgesinde, Erzincan ili sınırları içerisinde halkın gıda amacıyla kullandığı doğal odunsu bitkilerin listesinin oluşturulması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Erzincan ilinin odunsu bitkilerinin gıda amaçlı kullanımını ortaya koymak için bölgede yapılan floristik ve etnobotanik çalışmalardan ve çeşitli kaynaklardan yararlanılarak bir liste oluşturulmuştur. Bu kapsamda bitkilerin bilimsel ve yöresel adlarının, bu bitkilerden faydalanılan kısımlarının ve faydalanma yöntemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda ilde yetişen bitki taksonları belirlenerek bir çizelge halinde verilmiştir. Çizelgede her bitkinin familyası, bilimsel adı, yöresel adı, kullanılan kısmı ve kullanım şekli verilmiştir. Araştırma sonucunda gıda amaçlı kullanımı olan 16 familyaya ait 42 tür ve tür altı odunsu takson belirlenmiştir. Çalışma alanında gıda amaçlı kullanımı olan odunsu taksonların familyalara dağılımı şu şekilde bulunmuştur; Anacardiaceae (2 takson), Berberidaceae (2 takson), Cannabaceae (1 takson), Cornaceae (2 takson), Elaeagnaceae (1 takson), Fabaceae (1 takson), Fagaceae (4 takson), Juglandaceae (1 takson), Lamiaceae (1 takson), Moraceae (2 takson), Paeoniaceae (1 takson), Rhamnaceae (1 takson), Rosaceae (20 takson), Sapindaceae (1 takson), Salicaceae (1 takson) ve Viticeae (1 takson). Takson sayısı bakımından en büyük familyalar; Rosaceae, Fagaceae, Anacardiaceae, Berberidaceae, Cornaceae ve Moraceae'dir. Araştırma sonuçları bölgede Rosaceae taksonlarının yaygın olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bitkilerin kullanılan kısımlarının; meyve (35 kullanım), yaprak (7 kullanım), tohum (5 kullanım), çiçek (3 kullanım), dal (2 kullanım), çekirdek (2 kullanım), meyve sapı (2 kullanım), kabuk (2 kullanım) ve kök (1 kullanım) olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda bitkilerin en çok meyvelerinin çiğ ya da pişirilerek kullanıldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu, Erzincan, Etnobotanik, Gıda, Odunsu Taksonlar.

ABSTRACT

This study was carried out in the Eastern Anatolia region, within the borders of the province of Erzincan, in order to create a list of natural woody plants used by the people for food. In order to reveal the food use of woody plants of Erzincan province, a list was created by using floristic and ethnobotanical studies and various sources in the region. In this context, it is aimed to determine the scientific and local names of the plants, the parts that are used from these plants and their utilization methods. As a result of the study, the plant taxa growing in the province were determined and given in a table. In the table, the family, scientific name, local name, used part and usage form of each plant are given. As a result of the research, 42 species and subspecies woody taxa belonging to 16 families that are used for food were determined. The distribution of woody taxa, which are used for food in the study area, to families was found as follows; Anacardiaceae (2 taxa), Berberidaceae (2 taxa), Cannabaceae (1 taxon), Cornaceae (2 taxa), Elaeagnaceae (1 taxon), Fabaceae (1 taxon), Fagaceae (4 taxa), Juglandaceae (1 taxon), Lamiaceae (1 taxon), Moraceae (2 taxa), Paeoniaceae (1 taxon), Rhamnaceae (1 taxon), Rosaceae (20 taxa), Sapindaceae (1 taxon), Salicaceae (1 taxon) and Viticeae (1 taxon). The

biggest families in terms of taxa number are; Rosaceae are Fagaceae, Anacardiaceae, Berberidaceae, Cornaceae and Moraceae. Research results reveal that Rosaceae taxa are widely used in the region. Used parts of plants; fruit (35 uses), leaf (7 uses), seed (5 uses), flower (3 uses), twigs (2 uses), seeds (2 uses), fruit stalk (2 uses), bark (2 uses) and root (1 use) was observed. As a result of the research, it was seen that the fruits of the plants were mostly used raw or cooked.

Keywords: Eastern Anatolia, Erzincan, Ethnobotany, Food, Woody Taxa.

GİRİŞ

Etnobotanik kelimesinin kökü olan etno insanların çalışılması, botanik de bitkilerin çalışılması ya da bitki bilimi anlamına gelir. Etnobotanik, geniş anlamda, farklı insan topluluklarındaki bitki-insan ilişkilerini ifade etmektedir. Bitkilerin insanlar tarafından kullanım amaçları çeşitlilik göstermektedir. Bazı bitkiler gıda ve baharat olarak kullanılırken; bazıları halk ilacı, eşya, yakacak, yem, tütsü ve nazara karşı kullanılmaktadır.[7]

Yurdumuzda beslenme amacıyla bitki toplamacılığının önemli bir geçmişi vardır. Halk ihtiyacını, civar dağ ve ormanlardan kendisi toplayarak karşılar. Bu gelenek kırsal kesimlerde hala sürmektedir. Birçok yabani bitkinin toprak üstü kısmı veya kökleri sebze olarak kullanılmaktadır. Bunlar çiğ veya pişmiş olarak yenildiği gibi kurutularak, salamura halinde veya turşu şeklinde de tüketilmektedir. Ülkemizde, Ege ve Karadeniz bölgelerindeki zengin bitki örtüsüne paralel olarak "ot kültürü" nün de varlığı bilinmekteyse de bu kültürün çok iyi araştırıldığı söylenemez. Bununla beraber bazı bölgelerde (bilhassa Batı ve Güney Anadolu), sebze olarak kullanılan bitkiler, mevsimi geldiğinde, semt pazarlarına getirilerek satışa sunulmaktadır. Yabani bitkilerin koku ve tad verici olarak kullanılışı da oldukça yaygındır. Bazı bitkiler (Allium, Origanum, Mentha, Thymus cinslerine ait değişik türler) yemeklere tad ve koku vermek için kullanılır. Bazı türlerin (bilhassa Salvia ve Sideritis türleri) yaprakları veya çiçek durumları "adaçayı", "dağçayı", "yaylaçayı" gibi isimler altında tanınmakta ve bunlardan elde edilen infüzyon, sıcak içecek olarak tüketilmektedir. Bu şekildeki kullanılış Batı ve Güney Anadolu'nun dağ köylerinde olduğu gibi şehirlerde de oldukça yaygındır.[7]

Eskiden kumaş veya dokumaların boyanmasında genellikle bitkisel kökenli boyar maddeler kullanılmakta idi. 100 sene kadar önce boyar maddelerin sentetik olarak yapılma olanaklarının bulunması ve bunların ucuz olarak piyasaya çıkartılması, bütün dünyada olduğu gibi memleketimizde de sentetik boyar maddelerin geniş bir oranda kullanılmasına neden olmuştur. [7]

Anadolu halkının yabani bitkileri tıbbi amaçla kullanması çok eski devirlere kadar uzanmaktadır. Hitit dönemi tabletlerinde bulunan bazı reçete formüllerinde kayıtlı bitki adları bunun bir kanıtıdır. Bu dönemlerde yabani bitkilerden yararlanıldığı gibi, bazı önemli tıbbi bitkiler drog elde etmek için yetiştirilmekteydi. Ayrıca Hititler ve sonrasında Bizans döneminde Anadolu'dan elde edilen bazı drogların dış ülkelere satıldığı da bilinmektedir. Hitit döneminde kullanılan bazı bitki adları ile bugün Anadolu'da kullanılan bazı bitki adları arasında büyük bir benzerlik görülmektedir (haşşika= haşhaş; samama= susam; tarmus= tirmis; zertun= zeytin). [7]

Bu kullanım alanlarının dışında Anadolu'da bitkiler, süs ve ev eşyası hazırlamak, tütsü olarak ve nazara karşı korunmak, ayrıca sabun hazırlamak için de kullanılmaktadır. Örneğin Bartın'da ağaç işlerinde kullanılan bitki türleri vardır. Evliya Çelebi Seyahatname'sinde Amasra halkının, dağlardan kestiği mis kokulu ıhlamur ağaçlarını oyarak ve çeşitli eşyalar yaparak geçimlerini sürdürdüklerini yazmaktadır. Amasra'da, ıhlamur, şimşir, dişbudak, ceviz, kızılağaç, kayın, porsuk gibi ağaçlar kullanılarak havan, ceviz takımı, isimlik, anahtarlık, resimlik, vazo, tahta kaşık, kuş figürleri, güzel sözler yazılı levhalar, hasır işlemeleri ve kaşağı gibi eşyalar

yapılmaktadır. Pinus pinea testa ve kozalaklarından, Taxus baccata odunundan kolye ve tespih yapılmaktadır. Mısırın kurutulmuş "koçan yaprakları" olarak adlandırılan brakteleri, hasır yapmada ve çanta yapımında kullanılmaktadır. Tütsü ve nazara karşı kullanılan bitkiler de vardır. Örneğin Peganum harmala (üzerlik otu) evlere nazardan korunmak için asılır. [7]
Araştırma alanı olan Erzincan il merkezi 39° 45' 12" kuzey paralelleri ile 30° 20' 28" doğu meridyenlerinin kesiştiği noktada yer almaktadır. 11.903 km² olup, deniz seviyesinden yüksekliği ise 1185 m. dir. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Erzincan'ı, doğudan Erzurum, batıdan Sivas, güneyinden Tunceli, güney-doğusundan Bingöl, güney-batısından Elazığ-Malatya, kuzeyden Gümüşhane-Bayburt ve kuzey-batıdan Giresun ili çevreler. [1]

Görsel 1.Türkiye grid kareleme sistemi haritasında Erzincan'ın konumu (Davis, 1965)

Erzincan İl'i genellikle dağlar ve platolarla kaplıdır. Dağlar çeşitli yönlerde, belli bir sıra içerisinde uzanır. Güney-batıdan Munzur, kuzeybatıdan Refahiye Dumanlı dağları ilin alanına girer. Doğudan Erzurum'dan gelerek, batıya doğru uzanan Karasu ve Kop Dağları, İl alanını derinlemesine, aralarında geniş düzlükler bırakacak şekilde böler. Dağ sıraları arasındaki çukurlarda yer alan ovalar ve düzlükler boğazlarla birbirine bağlanmış durumdadır. Ovalar ve dağ sıraları arasına akarsular yarılmış, dalgalı platolar yerleşmiştir.[1]
Erzincan Ovası'nda yıllık ortalama sıcaklık, Doğu Anadolu'nun kuzeydeki bir coğrafî bölümünde, yani Yukarı Fırat Bölümü kuzeyinde yer almış bulunmasına rağmen, oldukça yüksektir. Ovanın ortalama yükseltini 1200 m. olarak kabul edersek, gerek kuzey ve gerekse güneyini çevreleyen dağlarla (Esence Dağları 3537 m., Munzur Dağları 3462 m.) arasında 2200 - 2300 m. yükselti farkı vardır. Bu yükselti farkı ise, ovanın çevresine nazaran korunaklı bir durumda olmasını sağlamıştırır. Erzincan'da yıllık yağış ortalaması, (1929-1990) 366.9 mm' dir. Ova hemen her yönden yüksek dağlarla çevrili bulunduğundan, depresyonik yağışlardan çok az etkilenmektedir. [1]

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini, Erzincan ilinde yapılmış çalışmaların incelenmesi sonucu belirlenen gıda amaçlı kullanılan odunsu bitkiler oluşturmaktadır. Çalışma sonuçları bulgular bölümünde Çizelge 2'de verilmiştir. Burada önce familyalar sonrada tür adları alfabetik sırada verilmiştir. Daha sonra bitkilerin kullanılan kısımları ile kullanım şekilleri belirtilmiştir. Bitkilerin

kullanılan kısımlarına göre oranları Görsel 2'de grafik halinde verilmiştir. Bitki taksonlarının geçerli bilimsel adları URL / 1'den kontrol edilerek verilmiştir. Bitkilerin Türkçe adları URL / 4 'den belirlenmiştir.

BULGULAR

Erzincan, Türkiye'nin 13 endemik bitki merkezinden 2'sine ve 6 önemli bitki alanına sahip olup bitki zenginliği açısından Türkiye'nin en önemli alanlarının başında gelmektedir[12]. Erzincan'da birçok mikro iklim görülmesi, dağların uzanış yönleri ve oluşma şekillerinden dolayı farklı habitatlara sahip olması nedeniyle bitki çeşitliliği bakımından çok zengin bir bölgedir. Avrupa-Sibirya ve İran-Turan fitocoğrafi bölgelerinin ve Anadolu Çaprazı'nın (Anadolu Diyagonali) geçiş noktaları üzerinde bulunmaktadır. Bu durum Erzincan'ın birçok endemik türe ev sahipliği yapmasına imkan sağlamıştır. Araştırma alanı ile ilgili yapılan çalışmalar Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 2'de ise gıda amacıyla kullanılan odunsu bitki taksonlarına ait veriler sunulmuştur.

Çizelge 1. Araştırma alanı ile ilgili incelenen literatür

S. No	Çalışma adı	Yazar, yayın yılı
1	Ergan Dağı (Erzincan-Türkiye)'nın Etnobotanik Özellikleri	Korkmaz ve Alparslan, 2014
2	Erzincan ve Çevresinde Yayılış Gösteren Doğal Gül (Rosa L.) Taksonları	Korkmaz ve ark., 2013
3	Floristical Diversity and Endemic Plants Of Çayırlı District (Erzincan/Turkey)	Korkmaz, 2015
4	Dumanlı Dağları (Refahiye-Erzincan) Florası	Onkaş, 2016
5	The Flora of Üzümlü-Sakaltutan (Erzincan-Gümüşhane)	Kandemir, 2008
6	İliç-Kemah (Erzincan) Jips Florası	Çakır Dindar ve Duman, 2020
7	Kemaliye İlçesinin (Erzincan) Florası	Özbek ve ark., 2018
8	Erzincan (Türkiye)'a Özgü Endemik Bitki Taksonlarının IUCN Tehdit Kategorileri	Kandemir ve ark., 2015
9	Erzincan'a Özgü Bitki Taksonlarının Tohum ve Meyve Morfolojileri	Yıldız, 2016
10	Üzümlü (Erzincan) İlçesinin Etnobotanik Özellikleri	Tekin, 2011

Çizelge 2. Gıda Amacıyla Kullanılan Odunsu Bitkilere Ait Etnobotanik Veriler

Familya adı, Tür Adı	Yöresel Adı/ Türkçe Adı	Kullanılan Kısım	Kullanım Şekli
ANACARDIACEAE/ MENENGİÇGİLLER	Menengiç/ Menengiç	Meyve	Meyvelerinden menengiç kahvesi yapılır [URL/2].

Pistacia terebinthus L.			
Rhus coriaria L.	Sumak/ Sumak	Meyve, Tohum	Yemeklere baharat olarak kullanılır [URL/2].
BERBERIDACEAE/ KARAMUKGİLLER *Berberis crataegina* DC.	Kızamuk, Kızambuk/ Karamuk	Yaprak, Meyve	Yapraklarından çorba yapılır. Yaprakları bulgur pilavına ve çorbalara lezzet vermek için katılır. Meyvesi çiğ yenilir. Meyvesinden marmelat ve hoşaf yapılır [3].
Berberis vulgaris L.	Karamuk/ Kızılkaramuk	Meyve	Meyveleri gıda sanayisinde, reçel, tatlı ve çay olarak tüketilir [3].
CANNABACEAE/ KENEVİRGİLLER *Celtis tournefortii* Lam.	Dağum/ Dardağan	Meyve	Meyveleri lezzetli, besleyici olduğu için çiftlik hayvanları için yeşil yem olarak kullanılır [11].
CORNACEAE/ KIZILCIKGİLLER *Cornus sanguinea* L.	Kızılcık, Kuzulcuk/ Kiren	Meyve	Meyvesinden marmelat ve hoşaf yapılır. Meyvesi çiğ tüketilir [9].
Cornus sanguinea L. subsp. *australis* (CAMey.) Jáv.	Kızılcık/ Kan siğdiren	Meyve, Tohum	Meyveleri çiğ ya da pişirilerek tüketillir. Tohumundan ede edilen yağ rafine edilerek tüketilir [11].
ELAEAGNACEAE/ İĞDEGİLLER *Elaeagnus angustifolia* L.	İğde/ İğde	Meyve	Meyveleri çiğ tüketilir [4].
FABACEAE/ BAKLAGİLLER *Robinia pseudoacacia* L.	Akasya/ Yalancı akasya, Beyaz salkım	Çiçek	Çiçekleri demlenerek çayı içilir [URL/2].
FAGACEAE/ KAYINGİLLER *Quercus brantii* Lindl.	Meşe/ Karameşe, İran palamut meşesi	Meyve	Palamutundan hayvanlara yem yapılır [URL/2].
Quercus cerris L.	Meşe/ Saçlımeşe	Tohum	Tohumları pişirilerek tüketilir [URL/2].
Quercus infectoria Olivier subsp. *boissieri* (Reuter) O. Schwarz	Meşe/ Mazı Meşesi	Tohum	Tohumları pişirilerek tüketilir [URL/2].
Quercus robur L. subsp. *pedunculiflora* (C.Koch) Menitsky	Meşe/ Saplı meşe	Tohum	Tohumlar pişirilerek tüketilir [URL/2].
JUGLANDACEAE/ CEVİZGİLLER *Juglans regia* L.	Ceviz	Meyve	Meyvesi çiğ ya da pişirilerek tüketilir [8].
LAMIACEAE/ BALLIBABAGİLLER *Origanum acutidens* (Hand.-Mazz.) Ietsw.	Anıg, Anuk/ Zemul	Yaprak	Yaprakları kurutulup baharat olarak çorbalara katılır [9].
MORACEAE/ DUTGİLLER	Dut, Tuye/ Beyaz dut	Meyve, Yaprak	Pekmezi ve reçeli yapılır.

Morus alba L.			Yaprağından sarma yemeği yapılır [9].
Morus nigra L.	Dut, Tuye/ Kara Dut	Meyve, Yaprak	Meyvelerinden pekmez ve reçel yapılır. Yaprağından sarma yemeği yapılır [9].
PAEONIACEAE/ AYIGÜLÜGİLLER *Paeonia mascula* (L.) Miller subsp. *arietina* (Anders.) Cullen & Heywood	Ayı Gülü, Şakayık/ Ayı gülü	Yaprak ve Dal	Yaprak ve dallarından yemek yapılır [9].
RHAMNACEAE/ ÇEHRİGİLLER *Paliurus spina-christi* P. Mill.	Karaçalı/ Karaçalı	Meyve	Meyvesi çiğ ya da kurutularak tüketilir [URL /2].
ROSACEAE/ GÜLGİLLER *Amygdalus communis* L.	Badem/ Badem	Tohum, Meyve	Tatlı badem şekerlemelerde ve pastacılıkta kullanılır. Çiğ veya kavrularak yenir. Meyvesi tazeyken çiğ olarak yenir [10].
Armeniaca vulgaris Lam.	Kayısı, Herik/ Kayısı	Meyve, Çekirdek,	Meyveleri çiğ ya da kurutularak tüketilir. Komposto, reçel yapımında kullanılır. Çekirdeklerinden tatlı olanları çerez olarak tüketilmekte, acı olanları ise kozmetik sanayinde hammadde olarak değerlendirilmektedir [10].
Cerasus angustifolia (Spach) Browicz	Kiraz/ Taş kirazı	Meyve	Meyveleri çiğ tüketilir. Hoşaf, reçel, marmelat yapımında kullanılır [2].
Cerasus vulgaris Mill.	Vişne/ Vişne	Meyve, Çekirdek, Meyve sapı	Meyveleri çiğ tüketilir. Komposto, reçel, marmelat yapımında kullanılır. Çekirdek ve sapları kurutulup çayı yapılarak içilir [2].
Cotoneaster nummularia Fisch. & Mey.	Lilik/ Dağ muşmulası	Meyve	Meyveleri çiğ tüketilir [3].
Crataegus monogyna Jacq. subsp. *monogyna*	Alıç/ Yemişen	Çiçek Meyve	Çiçekleri kaynatılıp çay olarak içilir. Meyveleri yemiş olarak yenir [9].
Crataegus orientalis Pallas ex Bieb. var. *orientalis*	Alıç/ Alıç	Meyve, Çiçek	Meyveleri yemiş olarak yenir Çiçekleri kaynatılıp çay olarak içilir [2].
Crataegus tanacetifolia (Poir.) Pers.	Alıç/ Kotanalıcı	Meyve	Meyveler çiğ ya da pişirilerek tüketilir [2].
Malus sylvestris (L.) Mill. subsp. *orientalis*	Elma/ Acıelma	Meyve	Meyvesi taze olarak tüketilir. Ayrıca reçel, meyve suyu, marmelat yapımında da kullanılır [13].

Persica vulgaris Mill.	Şeftali / Şeftali	Meyve	Meyvesi taze olarak tüketillir. Reçel, meyve suyu, marmelat yapımında kullanılır [9].
Prunus cerasus L.	Vişne/ Vişne	Meyve	Meyvesi taze olarak tüketilir. Reçel, meyve suyu, marmelat yapımında kullanılır [9].
Prunus domestica L.	Karatamas/ Erik	Meyve	Meyvesi gıda olarak tüketilir [9].
Prunus spinosa L.	Erik/ Çakaleriği	Meyve, Yaprak	Meyvelerinden pekmez yapılır. Meyveleri çiğ ya da pişirilerek tüketilir. Kurutulmuş meyvelerinden ve yapraklarından çay yapılır [9].
Pyrus communis L.	Armut, Moru/ Armut	Meyve	Meyvesi çiğ olarak tüketilir [8].
Pyrus elaeagnifolia Pallas subsp. *elaeagnifolia*	Ahlat/ Ahlat	Meyve	Meyveler çiğ , kurutularak ya da pişirilerek tüketilir [URL/3].
Rosa canina L.	Gül, Köpek gülü/ Kuşburnu	Meyve	Çayı ve marmelatı yapılır [9].
Rosa pulverulenta Bieb.	Kuşburnu, Dağ kuşburnu/ Bodur gül	Meyve, Dal, Kök	Meyvesi marmelat yapılır, Meyvesi dalı ve kökü kaynatılıp çayı içilir [9].
Rubus caesius L.	Karabüken/ Büküzümü	Meyve	Meyvesi tüketilir, reçeli ve kompostosu yapılır [URL/2].
Rubus sanctus Schreb.	Böğürtlen/ Böğürtlen	Meyve	Meyvesi, reçeli ve kompostosu yapılır [5].
Sorbus umbellata (Desf.) Fritsch	Yaban Ayvası, Dağ Elması/ Geyik elması	Meyve	Meyvesi çiğ olarak tüketilir [9].
SALICACEAE/ SÖĞÜTGİLLER *Salix fragilis* L.	Söğüt/ Gevrek söğüt	Kabuk	İç kabuğu çiğ ya da pişirilerek tüketilir [11].
SAPINDACEAE/ AKÇAĞAÇGİLLER *Acer negundo* L.	Akçaağaç/ Dişbudak yapraklı akçaağaç	Kabuk	Şerbeti yapılır, çeşitli gıdalara tatlandırıcı olarak eklenir. İç kabuğu çiğ ya da pişirilerek tüketilir [8].
VITACEAE/ ASMAGİLLER *Vitis vinifera* L.	Asma, Üzüm / Üzüm	Meyve, Yaprak	Meyvesi taze olarak veya kurutularak tüketilir. Yapraklarından sarma yapılır [14].

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, İran-Turan bölgesinde bulunmakla birlikte Avrupa – Sibirya fitocoğrafik bölgesinin de sınırında yer alan, Anadolu Çaprazı'nın geçiş noktası üzerinde bulunan ve B7 karesi içinde yer alan Erzincan ilindeki etnobotanik kullanımı olan odunsu bitkiler araştırılmıştır. Araştırma sonucunda gıda amaçlı kullanımı olan 16 familyaya ait 42 tür ve tür altı odunsu takson belirlenmiştir. Araştırma sonuçları bölgede Rosaceae taksonlarının yaygın olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bitkilerin kullanılan kısımlarının; meyve (35 kullanım), yaprak (7 kullanım), tohum (5 kullanım), çiçek(3 kullanım), dal (2 kullanım), çekirdek(2 kullanım), meyve sapı (2 kullanım), kabuk (2 kullanım) ve kök (1 kullanım) olduğu

görülmüştür (Görsel 2). Araştırma sonucunda bitkilerin en çok meyvelerinin çiğ ya da pişirilerek kullanıldığı görülmüştür.

Görsel 2. Bitkilerin Kullanılan Kısımları

Çalışma alanında gıda amaçlı kullanımı olan odunsu taksonların familyalara dağılımı şu şekilde bulunmuştur; Anacardiaceae (2 takson), Berberidaceae (2 takson), Cannabaceae (1 takson), Cornaceae (2 takson), Elaeagnaceae (1 takson), Fabaceae (1 takson), Fagaceae (4 takson), Juglandaceae (1 takson), Lamiaceae (1 takson), Moraceae (2 takson), Paeoniaceae (1 takson), Rhamnaceae (1 takson), Rosaceae (20 takson), Sapindaceae (1 takson), Salicaceae (1 takson) ve Viticeae (1 takson). Takson sayısı bakımından en büyük familyalar; Rosaceae, Fagaceae, Anacardiaceae, Berberidaceae, Cornaceae ve Moraceae'dir (Çizelge 3). ***Cornus sanguinea* L. subsp. *australis* (CAMey.) Jáv.** meyvelerinin çiğ ya da pişirilerek tüketilmesinin dışında tohumlarından yağ elde edilerek tüketildiği, ***Acer negundo* L.** şerbetinin yapılıp çeşitli gıdalara tatlandırıcı olarak eklendiği, ***Robinia pseudoacacia* L.** çiçek başlarından çayının demlendiği**,** ***Paliurus spina-christi* P. Mill.** meyvelerinin çiğ ya da pişirilerek tüketildiği, ***Salix fragilis* L.** kabuğunun pişirilerek tüketildiği, ***Paeonia mascula* (L.) Miller subsp. *arietina* (Anders.) Cullen & Heywood** yaprak ve dallarından yemek yapıldığı belirlenmiştir.

Rosaceae taksonlarının meyvelerinin araştırma alanımızda genellikle reçel, marmelat, komposto; çekirdek ve meyve saplarının ise çay olarak tüketildiği belirlenmiştir.

Çizelge 3. Tür sayısının familyalara göre dağılımı

Araştırma alanında gıda olarak tüketilen cinslerin; Acer (1 kullanım), Amygdalus (1 kullanım), Armeniaca (1 kullanım), Berberis (2 kullanım), Celtis (1 kullanım), Cerasus (2 kullanım), Cornus (2 kullanım), Cotoneaster (1 kullanım), Crataegus (3 kullanım), Elaeagnus (1 kullanım), Juglans (1 kullanım), Malus(1 kullanım), Morus (2 kullanım), Origanum (1 kullanım), Paeonia (1 kullanım), Paliurus (1 kullanım), Persica (1 kullanım), Pistacia (1 kullanım), Prunus (3 kullanım), Pyrus (2 kulanım), Quercus (4 kullanım), Rhus (1 kullanım), Robinia(1 kullanım), Rosa (2 kullanım), Rubus (2 kullanım), Salix (1 kullanım), Sorbus (1 kullanım) ve Vitis (1 kullanım)'dir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Tür sayısının cinslere göre dağılımı

Cins Adı	Kullanım Sayısı	Cins Adı	Kullanım Sayısı
Acer	1	Paeonia	1
Amygdalus	1	Paliurus	1
Armeniaca	1	Persica	1
Berberis	2	Pistacia	1
Celtis	1	Prunus	3
Cerasus	2	Pyrus	2
Cornus	2	Quercus	4
Cotoneaster	1	Rhus	1
Crataegus	3	Robinia	1
Elaeagnus	1	Rosa	2
Juglans	1	Rubus	2
Malus	1	Salix	1
Morus	2	Sorbus	1
Origanum	1	Vitis	1

Bitkilerin en çok kullanım şeklinin; çay (9 kullanım), marmelat (6 kullanım) ve reçel (6 kullanım) olduğu görülmüştür (Çizelge 5).

Çizelge.5. Türlerin Kullanım Şekillerine Göre Dağılımı

Kullanım Şekli	Kullanım Sayısı	Kullanım Şekli	Kullanım Sayısı
Baharat	2	Reçel	6
Çay	9	Şeker	1

Çorba	2	Şerbet	1
Hoşaf	4	Tatlı	1
Kahve	1	Yağ	1
Marmelat	6	Yem	2
Pasta	1	Yemek	4
Pekmez	3	Yemiş	2

KAYNAKÇA

[1] Akkan, E. (1963). Erzincan Ovası'nın iklim özellikleri, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi Dergisi, 21(3,4), 79-112. https://dergipark.org.tr/ (Erişim Tarihi : 27.11.2022)

[2] Baytop, T., *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 1999.

[3] Berktaş, S.Ç. (2020). İğde (Elaeagnus angustifolia L.) meyve ve yapraklarının antioksidan ve antidiyabetik özellikleri, Akademik Gıda,18(3), 271-274. https://dergipark.org.tr/ (Erişim Tarihi : 28.11.2022)

[4] Çakılcıoğlu, U., Khatun, S., Türkoğlu, İ. ve Hayta, Ş. (2011). Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Maden (Elazig-Turkey), Journal of Ethnopharmacology, 137: 469-486. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21704144/ (Erişim Tarihi: 29.11.2022)

[5] Çakır-Dindar, E. G. ve Duman, H. (2020). İliç-Kemah (Erzincan) jips florası, Bağbahçe Bilim Dergisi, 7(1), 16-46. https://dergipark.org.tr/ (Erişim Tarihi : 28.11.2022)

[6] Gülsoy, E. K. (2021). Bazı ceviz (Juglans regia L.) çeşitlerinin antioksidant aktiviteleri ve fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 36(1), 55-62. https://dergipark.org.tr/ (Erişim Tarihi : 27.11.2022)

[7] Kendir, G. ve Güvenç, A. (2010). Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış, Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 30(1), 49-80. https://dergipark.org.tr/ (Erişim Tarihi : 24.11.2022)

[8] Korkmaz, M., Kandemir, A., Karacan, S. (2014). A Survey on determining the plant taxa of zetrin spice used in Kemaliye district (Erzincan, Turkey), Bothalia, 46(43), 539-543. https://www.researchgate.net/ (Erişim Tarihi: 24.11.2022)

[9] Korkmaz, M. ve Alpaslan, Z. (2014). Ergan Dağı (Erzincan- Türkiye)'nın etnobotanik özellikleri, Bağbahçe Bilim Dergisi, 1(3), 1-31. https://www.researchgate.net/ (Erişim Tarihi: 24.11.2022)

[10] Korkmaz, M. (2015). Floristical diversity and endemic plants of Çayırlı district

(Erzincan/Turkey), Biological Diversity and Conservation, 8(3), 223-247.

https://dergipark.org.tr/ (Erişim Tarihi : 24.11.2022)

[11] Özbek, M., Yüzbaşıoğlu, S., Altınözlü, H., Kandemir, A. (2018). Flora of Kemaliye (Erzincan) district, Hacettepe J. Biol. & Chem., 46(4), 533–557.

https://www.acarindex.com/ (Erişim Tarihi : 23.11.2022)

[12] Özhatay, N. (2006). Türkiye'nin BTC Boru Hattı Boyunca Önemli Bitki Alanları, 125- 127.

[13] Onkaş, İ., *Flora of Dumanlı Mountain (Refahiye-Erzincan)*,Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan, 2016.

[14] Tekin, S., *Üzümlü (Erzincan) İlçesinin Etnobotanik Özellikleri*,Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan, 2011.

[URL /1] http://www.theplantlist.org/ Erişim tarihi: 29.11.2022.

[URL/2] http://www.bizimcicekler.org.tr/ Erişim tarihi: 28.11.2022.

[URL/3] https://kocaelibitkileri.com/ Erişim tarihi: 24.11.2022.

[URL/4] https://www.bizimbitkiler.org.tr/ Erişim tarihi: 29.11.2022.

Trichogramma pintoi YUMURTALARININ DEPOLANMA OLANAKLARI

Prof. Dr. Nihal ÖZDER [1], Araş. Gör. Dr. Esra TAYAT [2]

[1]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

0000-0002-4637-5364

[2]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

0000-0002-4023-7753

ÖZET

Trichogramma türleri, dünya çapında biyolojik kontrol programları için en yaygın kullanılan doğal düşman gruplarından birini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, saha başarısı, laboratuvar toplu yetiştirme koşullarından etkilenebilecek performanslarına bağlıdır. Bu nedenle, *Trichogramma* türlerinin en uygun kitlesel üretim tekniklerine ilişkin tüm bilimsel bilgilerin gözden geçirilmesi, başarılı biyolojik zararlı kontrol için son derece önemlidir. 200'den fazla *Trichogramma* türü de dahil olmak üzere yumurta parazitoitleri, ekonomik öneme sahip çok çeşitli lepidoptera'ya karşı, esas olarak baskın salınımlar yoluyla zaten test edilmektedir. Yüksek kaliteli parazitoitleri elde etmek için *Trichogramma* türlerinin ve alternatif konukçularının düşük maliyetli uygun yemler kullanılarak etkili toplu yetiştirme teknikleri kullanılmaktadır. Bu nedenle *Trichogramma* türlerinin salımları, genel olarak *Ephestia kuehniella* gibi doğal konukçu yumurtaları kullanılarak laboratuvarda yetiştirilmektedir. Türkiye'de tarımsal ürünlerde ekonomik açıdan önemli Lepidoptera zararlıları kontrol etmek için *Trichogramma*'ların kullanılmasındaki büyük başarılar göz önüne alındığında, bu türlerin biyolojisi ve ekolojisi, başarılı biyolojik kontrole katkıda bulunan özellikleri belirlemek için yoğun bir şekilde incelenmektedir. Yapılan bu çalışmada da laboratuvar ortamında yetiştirilen *Trichogramm pintoi* yumurtalarının 3, 5 ve 7 °C'lerde depolayarak dişilerin parazitleme performansları ve ömür uzunlukları incelenmiştir. Denemeler 26°C, 70% RH; 16 saat aydınlık:8 saat karanlık koşullarda gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan dişiler 24 saat yaşta, beslenmiş ve çiftleşmiş olarak kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Trichogramma, Trichogramma pintoi*, kitle üretimi

1. GİRİŞ

Günümüzde, Trichogramma türleri dünyada biyolojik mücadele alanında kullanımı en yaygın olan parazitoitler olup tarım açıısından zararlı bir çok böcek türünü parazitlemektedirler. *Trichogramma* cinsine ait 200'den fazla türü ile, ekonomik öneme sahip bir çok lepidoptera'ya karşı salımları yapılarak kullanılmaktadırlar [1], [2], [3], [4], [5], [6]. *Trichogramma* cinsine ait parazitoidler 11 takıma ait böcek yumurtalarını parazitleyebilmekte olup en çok tercih ettiği konukçular ise Lepidoptera takımına ait olanlardır [7]. Türkiye'de *Trichogramma* türleriyle ilgili yapılan çalışmalar; daha çok *Trichogramma* türlerinin kitle üretimlerinin başarılı bir şekilde yapılabilmesi, kitle üretiminde kullanılacak uygun konukçunun belirlenmesi üzerine olmuştur. Son yıllarda ise bu çalışmaların büyük kısmını parazitoiterin kitle üretimi için uygun konukçu yaşının belirlenmesi, depolanmış olan konukçu yumurtalarının kullanılabilmeleri oluşturmaktadır [8], [9], [10], [11], [12]. *Trichogramma* cinsine ait türler mısır, pirinç, şeker kamışı, pamuk, sebzeler, şeker pancarı, meyve ağaçları ve çam ve ladin ağaçlarına saldıran yaklaşık 28 farklı tırtıl zararlısını kontrol etmek için salımları yapılmaktadır. Salınımların çoğu mısır kurdu, şeker kamışı kurdu ve pamuk kurdunu kontrol etmek içindir. [******]. Zararlıların yapmış olduğu salgınlar, pestisitlere karşı olan direnç, insan sağlığı ve çevre kalitesi ile ilgili endişeler, biyolojik kontrolü vurgulayan Entegre Zararlı Yönetimi programlarına olan ilgiyi de ayrıca arttırmıştır. *Trichogramma*'ların Avrupa'da mısır kurdunu kontrol etmek için salımları yapılarak ve ticari olarak başarılı olması, bu yaklaşımın potansiyelini göstermektedir [13], [9], [14].

2. BİYOLOJİK ÖALIŞMALAR

2.1. *Ephestia kuehnilla* Zeller'nın Yetiştirilmesi

E. kuehniella 25±1°C sıcaklık, % 60-70 oransal nem içeren karanlık koşulların sağlandığı iklim odasında buğday unu, kaba buğday kepeği ve mısır üzerinde yetiştirilmiştir [19], [20]. Yetiştirme odalarına alınan küvetler zaman zaman kontrol edilerek ergin çıkışları takip edilmiştir. Çıkan un güvesi erginleri her gün toplanarak yüzeyleri naylon tül ile kaplı yumurtlatma kaplarına geçirilmiştir. Yumurtlatma kapları plastik küvetlere yerleştirilerek karanlık odaya alınmıştır. Yumurtlatma kaplarındaki yumurtalar günlük olarak toplanmıştır. [15].

2.2. *Trichogramma pintoi* Voegele'nin Yetiştirilmesi

Trichogramma türlerinin üretimi uygun bir konukçu olan *Ephestia kuehniella* Zeller kullanılarak geliştirilmiştir. Stok parazitoit kültürleri 25°C±1°C'de % 65-70 orantılı neme sahip laboratuvarda, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ortamda geliştirilmiştir. Yumurta kaplarından toplanan *E. kuehniella* yumurtaları üzerindeki yabancı maddelerden arındırılmıştır. Sonra şeritler halinde kesilmiş olan % 10'luk arap zamkı sürülmüş beyaz kağıtlara yumurtalar serpilerek aktarılmış ve ergin parazitoitlerin beslenebilmeleri için kağıdın kenarlarına sulandırılmış bal damlaları sürülerek parazitoitlere verilmiştir. [15].

2.3. Parazitlenmemiş *Ephestia kuehniella* Zeller yumurtalarının depolanması

Konukçu yumurtaları (<24 saat) yumurtlatma kaplarından toplandıktan sonra hazırlanan arap zamkı yardımı ile 1x10 cm'lik kağıt şeritlere, her bir şeritte ortalama 100 adet yumurta olacak şekilde yapıştırılarak ve parazitoitlerin beslenmesi için birer damla bal sürülmüştür. Yapıştırılan yumurtalar kuruduktan sonra kağıt küçük şeritler halinde kesilmiştir. Şeritler halinde kesilen konukçu yumurtaları kuruduktan sonra tüplere yerleştirilerek, tüpler içine *T. pintoi* erginleri geçirilerek parazitlenmeye bırakılmıştır. *T. pintoi* tarafından parazitlenen yumurtalar, parazitoite verildikten 4 gün sonra (parazitoit konukçu yumurtası içinde prepupa dönemindeyken) 3, 5 ve 7 ºC sıcaklıklarda ve %60-70 orantılı nem koşullarında depolanmıştır. Haftada bir kez 100'er adet parazitlenmiş konukçu yumurtası klima odasına alınarak, parazitoit çıkışı incelenmiş ve yapılan sayımlarla her örnekte parazitoit çıkış sayıları belirlenmiştir [15].

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Araştırma sonuçlarına göre farklı 3 sıcaklık dercesinde depolanmış olan parazitlenmiş *E. kuehniella* yumurtalarından elde edilen dişi *T. pintoi* bireylerinin parazitleme performansları incelendiğinde depolama sıcaklıklarının etkisi olduğu belirlenmiştir 7°C'de depolanmış *T. pintoi* yumurtalarına baktığımızda en yüksek parazitleme performansının 1 ve 2 hafta boyunca depo edilen yumurtalarda (92,38±1.59 ve 89,27±0.37) olduğu görülmektedir (Çizelge.1). Depolama olanakları üzerine yapılan bir çalışmada 31 gün süreyle depolanan olduğu *E. kuehniella* yumurtalarında en düşük parazitlenmenin 0 °C'de %78.20, en yüksek 8°C'de %97.8 olarak tespit etmiştir [17]. Yapılan başka bir çalışmada ise 27.5°C sıcaklıkta *T. evanescens*'in 59.33± 1.60 adet *Sesamia nonagrioides* yumurtası parazitlediğini tespit etmişlerdir [18].

Çizelge 1. Sıcaklıklara ve depolama sürelerine göre *T.pintoi*'nin parazitleme performansı

Depolama Süresi			
Sıcaklık	1 Hafta	2 Hafta	3 Hafta

3 derece	75,82±0,69 a	70,16±0.71 ab	68,45±0.42 ab
5 derece	90,27±0.57 a	80,21±0.59 b	75,52±0.12 bc
7 derece	92,38±1.59 a	89,27±0.37 ab	81,26±0.17 bc

Parazitoit depolama süresinin artmasıyla dişi ömür uzunluğunun azaldığı, en uzun ömür 7°C'de 1 hafta süre ile depolanan yumurtalarda 13,4±0.30 gün iken en kısa ömür 3°C'de 3 hafta süre ile depolanmış yumurtalarda 7,3±0,36 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Parazitoitlerin ömür uzunluğu üzerinde sıcaklığın önemli bir etkisi olduğu bilinmektedir [16]. Yapılan bir çalışmada 0, 4 ve 8 °C'de *E. kuehniella* yumurtalarını depolayarak elde ettiği *T. cacoeciae*'nın dişi ömür uzunluklarını incelenmiş ve en uzun ömür süresinin 8 °C'de iki hafta boyunca depolanan yumurtalarda olduğunu bildirmiştir [17].

Çizelge 2. Sıcaklıklara ve depolama sürelerine göre *T.pinto*i'nin ömür uzunluğu

Depolama Süresi			
Sıcaklık	1 Hafta	2 Hafta	3 Hafta
3 derece	10,4±0.73 a	8,7±0,30 ab	7,3±0,36 bc
5 derece	12,3±0.21 a	10,5±0.55 ab	10,7±0,65 ab
7 derece	13,4±0.30 a	11,2±0.32 b	11,4±0,50 bc

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışma sonucunda *T. pintoi* tarafından parazitlenmiş *E. kuehniella* yumurtalarının depolanmasında, her üç sıcaklık derecesinde de depolama süresi uzadıkça parazitlenen yumurta sayılarında ve ergin dişi ömründe azalmalar meydana gelmiştir. *T. pintoi* tarafından parazitlenmiş konukçu yumurtalarının 5°C sıcaklıkta bir ve iki hafta boyunca depolanması sonucu parazitlenme oranının %80'nin üzerinde olduğu, ayrıca 7°C sıcaklıkta bir, iki ve üç hafta boyunca depolanma sonucu parazitleme performansının yine %80'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak 5 ve 7°C sıcaklık derecelerinin bu çalışma için en uygun sıcaklıklar olduğu düşünülmektedir. Ekonomik getiriler, çevresel faktörler ve laboratuvar ortamında üretilen yumurta parazitoidlerinin biyolojik mücadelenin uygulanabilir bir alternatif olduğunu göstermektedir. Doğal düşmanların, özellikle parazitoidlerin kullanılması, böcek zararlılarından kaynaklanan hasarı azaltmada her geçen gün umut verici sonuçlar elde etmektedir. Biyolojik kontrol kullanımındaki olumlu sonuçlar, yeni ticari böcekler geliştirmek için araştırma fırsatlarını kolaylaştırmakta ve çeşitli doğal düşman kullanımını doğrudan ticari olarak da mevcut hale gelmiştir. Ticari olarak *Trichogramma*'nın serbest bırakılması için emeğin nispeten düşük olması, kimyasal kullanımıyla karşılaştırıldığında bile teknolojiyi

oldukça uygulanabilir kılmaktadır. Ayrıca Ekonomik rekabete ek olarak, biyolojik mücadele sonucu elde edilen çevresel faydalar, yumurta parazitoidi *Trichogramma*'ların kullanımını destekler niteliktedir [21].

KAYNAKÇA

[1]Cabello, T., Gallego, J. R., Fernandez, F. J., Gamez, M., Vila, E., Del Pino, M., Hernandez–Suarez, E. Biological control strategies for the South American tomato moth (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomatoes. Journal of Economic Entomology, 105, 2085–2096, 2012.

[2] Iqbal, A., Hou, Y. Y., Chen, Y. M., Ali, A., Monticelli, L. S., Desneux, N., Zhang, L. S. Impact of parasitoid age on the outcome *Trichogramma* of multiparasitism in the factitious host eggs of Chinese oak silkworm, Antheraea pernyi. Journal of Pest Science, 2020.

[3] Mansour, R., Cherif, A., Attia-Barhoumi, S., Zappalà, L., Grissa-Lebdi, K. (2019). *Tuta absoluta* in Tunisia: Ten years of invasion and pest management. Phytoparasitica, *47*, 461–474, 2019.

[4] Mansour, R., Biondi, A. Releasing natural enemies and applying microbial and botanical pesticides for managing *Tuta absoluta* in the MENA region. Phytoparasitica, 2020.

[5] Mills, N. J. Egg parasitoids in biological control and integrated pest management. In F. L. Cônsoli, J. P. R. Parra, & R. A. Zucchi (Eds.), Egg parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma, 389–411, 2010.

[6] Smith, S. M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. Annual Review of Entomology, 41, 375–406,1996.

[7] Sorokina A.P. Trophic links of species of the genus Trichogramma West. (Hym. Trichogrammatidae) of the world fauna. Entomological Review,79: 125–132,1999.

[8] Bulut, H., *Yumurta Parazitoiti Trichogramma türleri için uygun konukçu yumurtası yaşının belirlenmesi ve erginlerin bazı davranışları üzerine araştırmalar*. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, Ankara Ünv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl., 37 – 51, Ankara, 1990.

[9] Özder (Aydın), N., Kılınçer N. *Agrotis segetum* (Denis and Schiff) (Lepidoptera, Noctuidae) ile *Trichogramma embryophagum* (Hartig) ve *T. turkeiensis* Kostadinov (Hymenoptera; Trichogrammatidae) arasındaki bazı

biyolojik ilişkiler üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 20 (1); 49, 1996.

[10] Özder, N. Parasitization performance of *Trichogramma cacoeciae, T. evanescens* and *T. brassicae* (Hym: Trichogrammatidae) reared on the embryos of *Ephestia kuehniella* Zell. (Lep: Pyralidae) killed by freezing. The Great Lakes Entomologist.107 p, 2002.

[11] Özder, N., Sağlam O. Derin dondurucuda depolanmış *Ephestia kuehniella* Zell. (Lep.; Pyralidae) yumurtalarından elde edilen *Trichogramma cacoeciae* March. (Hym.; Trichogrammatidae)' nin bazı biyolojik özellikleri. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri. Atatürk Ünv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl., 181 – 188, Erzurum, 2002.

[12] Kara G., *Cadra (Ephestia) cautella Walk ve Ephestia kuehniella Zell. (Lepidoptera: Pyrallidae) ile yumurta parazitoitleri Trichogramma brassicae Bedzenko, Trichogramma cacoeciae Marchal ve Trichogramma evanescens Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) arasındaki biyolojik ilişkiler*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 2006.

[13] Anonymous Beyond Pesticides: Biological Approaches to Pest Management in California. Div. Agr. Natural Resources. University of California. ANR Publications, Oakland, California, 1992.

[14] Board of Agriculture, National Research Council. Ecologically Based Pest Management: New Solutions for a New Century. National Academy Press, Washington, D. C, 1996.

[15] Yaz M., Özder N. *Trichogramma pintoi* Voegele Tarafından Parazitlenmiş *Ephestia kuehniella* Zeller Yumurtalarının Farklı Sıcaklıklarda Depolanması Üzerine Araştırmalar Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 13:(03), 2016.

[16] Melton, C.W., Browning H.W. Life history and reproductive biology of Allorhogas pyralophagus (Hym.: Braconidae), a parasite imported for release against Eoreuma loftini (Lep.: Pyralidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 79: 402–406, 1986.

[17] Özder, N., Effect of differet cold storage periods on parasitization performance of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of Ephestia kuehniella (Lepidoptera:Pyralidae). Biocontrol Science and Technology (Agust 2004). Vol. 14 No 5, 441-447.

[18] Sertkaya, E., Kornoşor S., *Sesamia nonogrioides* Lef. (Lep., Noctuidae) Yumurtaları Üzerinde *Trichogramma evanescens* West. (Hymenoptera,

Trichogrammatidae)'in Bazı Biyolojik Özelliklerinin İncelenmesi. MKU Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (1 – 2): 73 – 80, 2002.

[19] Bulut, H., ve N., Kılınçer, 1987. *Yumurta paraziti Trichogramma spp. (Hymenoptera; Trichogrammatidae)'nin Ungüvesi (Ephestia kuehniella Zell.) (Lepidoptera, Pyralidae) yumurtalarında üretimi ve konukç –parazit ilişkileri*. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, Ege Ünv. Atatürk Kültür Merkezi, 563–572, İzmir, 1987.

[20] Özder, N., Effect of differet cold storage periods on parasitization performanceof *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of Ephestia kuehniella (Lep: Pyralidae). Biocontrol Science and Technology August Vol. 14 No:5 441-447, 2004.

[21] Parra JRP, Zucchi RA. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. Neotrop Entomol 33:271–281, 2004.

KARAKAŞ 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

ÖZET

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı, TÜİK ve Bilimsel kaynaklar dikkate alınarak yerli koyun ırklarımızdan ,Türkiye'de sayıca birinci sırada olan Akkaraman koyununun bir varyetesi olan Karakaş 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 belirlenmesi 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 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. Karakaş koyunu; Van, Bitlis, Malatya, Batman, Siirt, Bingöl, Elazığ ve Diyarbakır illerinde bulunmakla birlikte, çoğunlukla Çüngüş, Çermik ve Ergani ilçelerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır . Karakaş koyunları, morfolojik olarak, kaba karışık yapağılı, açık krem, beyaz beden rengine sahip; beyaz ve siyah olmak üzere farklı renklerde baş rengi bulunmaktadır. Kuyruk yapısı bakımından yağlı kuyrukludur. Kuyruk, S şeklinde bir görünüme sahiptir Tırnak yapısı sert ve sağlamdır. Koçlar da helezonik boynuzlar ve bazen gelişmemiş boynuzlar görülebilmekte, koyunlar ise boynuzsuzdur. . Barınak yapısı olarak, düşük maliyetli, yöresel özellikteki ağıllarda barındırılabilirler. Aile, köy veya bireysel sürülerde 50 ila 500 başlık gruplar halinde yetiştiricilikleri yapılmaktadır. Sonuç olarak ; Karakaş koyunu potansiyeli bakımından ülke hayvancılığında önemli bir yere sahiptir.

Şekil1. Karakaş koç ve koyunu.(Anonim 3-4)

Anahtar Kelimeler :Türkiye, Karakaş, Koyun , Yerli Irk

1. 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) 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 (TİGEM,2022). 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). 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 yere 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). 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 önemini daha da artırmaktadır (Ayvazoğlu Demir ve ark. 2015). 2021 yılında Dünyada 1milyar 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(TÜİK,2021). Küçükbaş sayımız 2022 Haziran sonu , 58 milyon 448 bin başa yükselerek artışına devam etmiştir(TÜİK,TİGEM 2022). 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(Anonim 1-4). Ülkemizdeki koyunların %95,27'si yerli, %4,73'lük bölümü ise kültür ve melez ırklardan oluşmaktadır(Anonim 1). 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). Türkiye koyun varlığının %22.5'i Doğu Anadolu Bölgesindedir(Aydemir, 2019). Akkaraman ırkının bir tipi olan Karakaş koyunu kombine verim yönlü olup; Van, Bitlis, Malatya, Batman, Siirt, Bingöl, Elazığ ve Diyarbakır illerinde bulunmakla birlikte, çoğunlukla Çüngüş, Çermik ve Ergani ilçelerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim 2, 3). Karakaş koyunları, morfolojik olarak, kaba karışık yapağılı, açık krem, beyaz beden rengine sahiptir. Beyaz ve siyah olmak üzere farklı renklerde baş rengi bulunmaktadır. Karakaş koyunlarda ağız çevresi, gözler ve çene bölgesi ile ön ve arka bacaklar incikten yukarıya doğru, kesik kesik siyah bir renge sahip olması ve karın altının çıplak bir görünüm arz etmesiyle, bölgede yetiştiriciliği yapılan öteki koyunlardan ve bunların varyetelerinden kolaylıkla ayırt edilebilirler. Genelde vücutları açık renkli olan Karakaş koyunlarında göz etrafı yanak, burun ve tırnaklarda siyah renk ile bazı hayvanlarda bu siyahlıkların beden üzerinde olduğu da görülmektedir (Bingöl ve Aygün 2014). Kuyruk yapısı bakımından yağlı kuyrukludur. Kuyruk, S şeklinde bir görünüme sahiptir (Anonim 3, Bingöl ve Aygün 2014) .Karakaş koyunların vücut yapısı uzun ve dar, sırt düz olmakla birlikte bazı koyunlarda çukur olabilir. Baş uzun ve dar, boyun uzun ve çıplaktır yine yüz çıplaktır. Erkek koyunlarda, koç başlılık görülmektedir. Bacak ve kulaklar uzun yapılı, kulaklar sarkıktır. Tırnak yapısı sert ve sağlamdır .Karakaş koçlar da helezonik boynuzlar ve bazen gelişmemiş boynuzlar görülebilmekte, koyunlar ise boynuzsuzdur. (Anonim 3). Farklı iklim koşullarına adaptasyon kabiliyeti yüksek, hayvanların sevki ve sürülerin idaresi kolaydır. Analık içgüdüsü ve sürü tutma kabiliyeti iyidir. Koyunlar, uzun mesafeleri yürümeye dayanıklıdırlar. Dudak yapısından dolayı, fakir, bitki örtüsü zayıf meralardan iyi bir şekilde yararlanmaktadırlar. Yapılan bir çalışmada kuzular 90. günde ortalama 17.30 kg canlı ağırlık gösterip, 37.06 kg olan koyunlara da rastlanmaktadır. Barınak yapısı olarak, düşük

maliyetli, yöresel özellikteki ağıllarda barındırılabilirler. Aile, köy veya bireysel sürülerde 50 ila 500 başlık gruplar halinde yetiştiricilikleri yapılmaktadır (Anonim 3). Köy koşullarında yetiştirilen Karakaş koyunlarında bazı verim özelliklerini inceledikleri bir araştırmalarında, laktasyon süresi, bir laktasyondaki süt verimi, ve günlük ortalama süt verimlerini sırasıyla 155.2±3.43 gün, 59.0±3.47 l, ve 376.2±20.56 ml olarak belirlemişlerdir (Gökdal ve ark,2000). Karakaş koyunu doğum, aşım ve kırkım dönemlerinde canlı ağırlık ortalamalarını ise sırasıyla, 45.43±0.72, 46.45± 0.85 ve 43.94±0.64 kg, koç altı koyun başına doğan kuzu sayısını 0.98±0.04, koyun başına doğan kuzu sayısını 1.07±0.03 ve hayvanların kirli yapağı ağırlık ortalamasını ise 1.79±0.06 kg olarak bulmuşlardır (Gökdal ve ark, 2000).

2.SONUÇ

Sonuç olarak; Ülkemizin çayır-mera koşulları , geleneksel yetiştiricilik anlayışı ve halkımızın beslenme alışkanlıkları gibi sebepler, küçükbaşbaş hayvan yetiştiriciliğinin gelişmesine ve sürekliliğine katkı sağlamıştır. Bu olumlu durumun sürdürülebilir hale gelmesi için , özellikle yetiştiricilerimize yönelik , konu ile ilgili eğitimler verilmeli ve köylere dönüşleri teşvik edilerek, devlet desteklemelerinin devamı sağlanıp, yerinde denetim mekanizması yapılması gerekmektedir. Karakaş koyununun yetiştirme alanı, mevcut durumu ve önemini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, bölgeye uyum sağlamış, hastalıklara ve kötü şartlara dirençli olan bu yerli koyun ırkımız, değerli bir gen kaynağımızdır. Bundan dolayı, Karakaş koyunu potansiyeli ve özellikleri bakımından ülke hayvancılığında önemli bir yere sahiptir.

Şekil1. Karakaş koç ve koyunu.(Anonim 3-4)

KAYNAKÇA

Akçapınar, H. (1994). Koyun Yetiştiriciliği. Ankara. Türkiye

Akçapınar, H. (2000). Koyun Yetiştiriciliği. Yenilenmiş 2. Baskı, İsmat Matbaacılık, ISBN: 975-96978-1-5, Ankara. Türkiye

Akçapınar,H.,Özbeyaz, C.(1999). Hayvan Yetiştiriciliği Temel Bilgileri. Kariyer Matbaacılık. Ankara. Türkiye

Anonim1.(2022). Tarım ve Orman Dergisi. Erişim: www.turktarım.gov.tr. Erişim tarihi:05.12.2022

Anonim 2.(2022). Karakaş Koyunu. Erişim: www.hayvancılıkbilgi.com.tr. Erişim:05.12.2022

Anonim 3.(2022).Karakaş Koyunu. Erişim: www. Koyun keçi. org.tr. Erişim tarihi:05.12.2022

Anonim 4.(2022). Türkiye Yerli koyun ırkları .Erişim: www.tarımdanhaber.com.tr. Erişim tarihi:05.12.2022

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 ,Aygün T.(2014).Hakkari'de yetiştirilen karakaş koyunlarında büyüme gelişme özellikleri. Iğdır Üniversitesi. Fen Bilimleri Dergisi.4(3),65-73

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

Demir P, Derbentli Ö, Sakarya E.(2012). Kars ilinde bulunan mandıraların etkinliğinin veri zarflama analizi ile ölçülmesi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.18(2).169-176

Gökdal Ö, Ülker H, Oto M. M, Temur C, Budağ C.(2000). Köylü koşullarında yetiştirilen karakaş koyunlarının çeşitli verim özellikleri ve vücut ölçüleri. YYÜ. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi.10(1). 103-111

Öztürk Y, Odabaşıoğlu F. (2011). Van ve yöresinde Hamdani koyunlarının verimleri morfolojik özelliklerinin araştırılması I.koyunların çeşitli verim özellikleri. YYÜ. Veteriner Fakültesi Dergisi.22(2). 75-80

Sakarya E, Aydın E. (2011). Dünya sığır eti üretim, tüketim ve ticareti ile Türkiye'nin canlı hayvan ve sığır ithalatı. Ankara Ticaret Borsası. Ankara .Türkiye

Stern D, Marshall Bach A, Calsamiglia S.(1997). Alternative techniques for 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.

TİGEM (2022). Erişim: www.tigem.gov.tr . Erişim tarihi: 05.12.2022.

TÜİK (2021).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim: www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 05.12.2022.

TÜİK (2022).Türkiye İstatistik Kurumu. Tür ve ırklarına göre hayvan sayısı. Erişim: www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 05.12.2022

SÜVARİ ÇAYI HAVZASI KURAKLIK DURUMUNUN STANDART YAĞIŞ İNDİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Suat KARADAŞ [1], Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU [2]

[1] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 0000-0002-9425-8680

[2]Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, 0000-0001-9197-1029

ÖZET

Kuraklık, canlıların yaşamı üzerinde olumsuz etkileri olan, insan etkinliklerini sınırlayan, ekolojik problemlere sebep olan, meteorolojik bir tehlikedir. Kuraklık diğer afetlere nazaran başlangıç ve bitiş sürelerinin belirsizliği ve artan etkisiyle birçok doğal ve beşeri unsurları olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Kuraklığa karar vermek için o yerdeki sıcaklık, yağış miktarı ve yağış rejimi ile zemin özelliğine bağlı buharlaşma koşulları, birlikte dikkate alınmalıdır. Kuraklık hesaplamaları farklı yöntemler kullanılarak yapılabilmektedir. Bu yöntemler sahanın doğal ortam özelliklerine göre farklılıklar göstermekle birlikte uygun yöntemler çarpıcı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Bu araştırma olarak İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya Bölümü'nde Süvari Çayı Havzasında gerçekleştirilmiştir. Süvari Çayı Havzası'nın coğrafi konumu 40° 7′ 0″ Kuzey ile 32° 4′ 59″ Doğu koordinatlarıdır. Süvari Çayı Havzası hidrografik havza özelliği göstermektedir. Kaynağını Saray ve Karaşar yaylalarından alan Süvari Çayı, kaynak noktasından güneye doğru Eşme ve Delikli Derelerini bünyesine katarak genel hatlarıyla kuzey-güney doğrultuda akmaktadır. Araştırmada Standart Yağış İndisi (SPI) Yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta sahanın Kuraklık analizi kapsamında elde edilen bulgulara göre; Beypazarı istasyonu ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri 3'er aylık SPI indis değerlerine göre yörede, çoğunlukla normal civarı ve hafif kurak sınıfı görülmektedir. Zaman zaman ise hafif nemli, orta nemli, çok nemli, aşırı nemli, olağanüstü nemli, orta kuraklık, şiddetli kuraklık gibi dönemler olduğu görülmektedir. Hesaplanan 12 aylık indis değerleri sonucunda, 1997 yılı (Hafif Nemli) dönem hariç tüm yıllarda normal civarı kuraklık yaşanmıştır. Çalışmada kullanılan 51 yıllık verilere göre sahada normal civarı kuraklığın sürekli olarak görüldüğü, zaman zaman ise, hafif kurak, orta kurak, şiddetli kuraklık ve hafif nemli, orta nemli, aşırı nemli, olağanüstü nemli dönemlerin yaşandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Kuraklık, Standart Yağış İndisi, Süvari Çayı

Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezi olan Süvari Çayı Havzası'nın Doğal Ortam Sorunları isimli tezden üretilmiştir.

ABSTRACT

THE EVALUATION OF DROUGHT STATUS OF THE SÜVARİ RIVER BASIN WITH STANDARD PRECİPİTATİON INDEX

Drought is a meteorological hazard that has negative effects on the life of living things, limits human activities and causes ecological problems. Drought can have negative consequences in some parts of the world with its increasing impact. Compared to other disasters, drought can adversely affect many natural and human factors with the uncertainty and increasing effect of the start and end times.). In order to decide on the drought, the temperature, precipitation amount and precipitation regime and the evaporation conditions depending on the soil feature should be considered together. Drought calculations can be made using different methods. Although these methods differ according to the natural environment characteristics of the field, suitable methods produce striking results. This research was carried out in the Süvari Stream Basin in the Upper Sakarya Section of the Central Anatolia Region. The geographical location of Süvari Stream Basin is 40° 7′ 0″ North and 32° 4′ 59″ East coordinates. Süvari Stream Basin shows the characteristics of a hydrographic basin. Süvari Stream, which takes its source from Saray and Karaşar plateaus, flows in the north-south direction in general terms by incorporating Eşme and Delikli Streams from the source point to the south. Standard Precipitation Index (SPI) Method was used in the study. As a result, according to the findings obtained within the scope of the drought analysis of the field; According to the 3-month SPI index values of Beypazarı station in spring, summer, autumn and winter seasons, mostly normal and slightly arid classes are seen in the region. From time to time, it is seen that there are periods such as slightly humid, moderately humid, very humid, extremely humid, extremely humid, moderate drought, severe drought. As a result of the calculated 12-month indices values, drought around normal has been experienced in all years except the 1997 (Mildly Humid) period. According to the 51-year data used in the study, it has been determined that drought around normal is seen constantly in the field, and from time to time, mild arid, moderately arid, severe drought and slightly humid, moderately humid, extremely humid and extraordinarily humid periods are experienced.

Key Words: Drought, Standard Precipitation Index, Süvari Stream

Giriş

Kuraklık, canlıların yaşamı üzerinde olumsuz etkileri olan, insan etkinliklerini sınırlayan, ekolojik problemlere sebep olan, meteorolojik bir tehlikedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2003). Bu nedenle, kuraklık oluşumunu gözlemlemek ve değişen iklim etkilerini daha iyi anlamak için, uzun vadeli yağış verilerini incelemek faydalı olacaktır. Çünkü kuraklık, giderek artan etkisiyle olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Kuraklık bölgeler arasında farklılık gösterdiği için tanımı da bölgeye ve sektörlere göre farklılaşmaktadır. Kuraklığın tanımı her disiplin için de farklıdır. En genel anlamda kuraklık, arz ve talep ilişkisinde, "su arzının talebi karşılayamaması durumu" olarak tanımlanmaktadır (Kadıoğlu, 2012). Kuraklık günümüzde küresel bir sorun haline gelmiştir. Kuraklık, başlangıç ve bitiş sürelerinin belirsizliği ve giderek artan etkisiyle birçok doğal ve beşeri unsurları olumsuz etkilemektedir (Karadaş ve İmamoğlu, 2019). Kuraklık yağış ve buharlaşma ile doğrudan ilişkilidir. Bölgesel ve zamansal olarak büyük ölçüde değişmeler gösteren yağış, birçok kuraklık indisinde kullanılan temel esastır (Pamuk vd. 2004). Fakat tek başına yağışın azalması, kuraklığa neden olabilir demekyanlıştır (Şahin ve Sipahioğlu, 2003). Kuraklığa karar vermek için o yerdeki sıcaklık, yağış miktarı ve yağış rejimi ile zemin özelliğine bağlı buharlaşma koşulları, birlikte dikkate alınmalıdır (Şahin ve Sipahioğlu, 2003). Yapılan çalışmalarda Karaer ve Gültaş (2018) Standart Yağış İndisi ile Bilecik ili için 1980-2014 yılları arası yağış verileri kullanılarak kuraklığın en fazla 6 ve 12 aylık periyotlarda hissedildiğini ve çok şiddetli kuraklık ise 1985 yılında olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Başka bir iklim bölgesinde yapılan Topçuoğlu vd. (2008) araştırmasında ise Ege bölgesinde SPI yöntemini kullanarak kuraklık analizi yapmışlardır. Analiz sonucunda bölgede bazı yıllarda kuraklık gözlendiği sonucuna ulaşmışlardır.

Araştırma Sahası Yeri ve Sınırları

Süvari Çayı Havzası Beypazarı ve Güdül ilçeleri sınırlarında yer almaktadır. Havza, İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya Bölümü'nde ve Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü içerisinde bulunmakta, havzanın büyük bir bölümü Beypazarı ilçe sınırları içinde kalmaktadır (Karadaş ve İmamoğlu, 2022). Havzanın kuzey sınırını Bolu iline bağlı Kıbrısçık ilçesi, güney ve batı sınırını Beypazarı ilçesi ve doğu sınırını Güdül ilçesi oluşturmaktadır (Şekil 1).

Hidrografik bir havza olan, Süvari Çayı Havzası'nın coğrafi konumu 40° 7′ 0″ Kuzey ile 32° 4′ 59″ Doğu koordinatlarıdır. Süvari Çayı kaynağını Saray ve Karaşar yaylalarından almaktadır. Güneye doğru Eşme ve Delikli Derelerini bünyesine katarak yaklaşık kuzey-güney doğrultuda akmaktadır. Süvari Çayı, kaynak noktasından yaklaşık olarak 40 km yol kat ederek Akçakavak

köyü yakınlarındaki Sakarya Nehri'nin yan kolu olan Kirmir Çayı'na dökülmektedir. Havzanın toplam alanı yaklaşık olarak 429 km²'dir.

Şekil 1: Çalışma sahası lokasyon haritası

Kuraklık

Farklı iklim bölgeleride kuraklık belirlemek için yağış parametresini sayısal bir değere döünşütüren Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) McKee ve arkadaşları (1993) tarafından kuraklık tanımlama ve izleme amacıyla geliştirilmiştir.

Standart Yağış İndisi (SPI) Yöntemi

Bu yöntem ilk olarak Mckee vd. (1993) tarafından geliştirilmiştir. Yöntem seçilmiş bir zaman dilimi içinde yağışın (Xi) ortalamadan (Xiort) olan farkının standart sapmaya (σ) bölünmesi ile aşağıdaki eşitlik ile elde edilir.

Mckee vd. (1993) Formül;

$$SPI = \frac{X_i - X_i^{ort}}{\sigma}$$

Tablo 1: SPI Kuraklık Şiddeti Sınıfları

SPI değerleri	**Kuraklık Kategorisi**
2.0 fazla	Olağanüstü Nemli
1.60 ile 1.99	Aşırı Nemli
1.30 ile1.59	Çok Nemli
0.80 ile 1.29	Orta Nemli
0.51 ile 0.79	Hafif Nemli
0.50 ile -0.50	Normal Civarı
-51 ile -0.79	Hafif Kurak
-0.80 ile -1.29	Orta Kurak

-1.30 ile -1.59	Şiddetli Kurak
-1.60 ile -1.99	Çok Şiddetli Kurak
-2.0 ve düşük	Olağanüstü Kurak

Tabloya göre SPI değerinin 0'ın altına düşmesi kurak periyodu, -2.0'ın altına düşmesi ise olağanüstü kurak periyodu göstermektedir. Değerin 0'dan yüksek olması ise normal civarı kuraklık dönemini göstermektedir. SPI değeri 2.0'dan fazla olursa ise olağanüstü nemlilik ortaya çıkmaktadır.

Süvari Çayı Havzası'nda Kuraklık Analizi

Çalışma alanının önemli bir kısmı Beypazarı sınırlarında yer aldığı için uygun meteoroloji istasyonu da Beypazarı istasyonu seçilmiştir. Yakında Güdül meteoroloji istasyonu olsa da uzun yıllar verilerine sahip olmaması burada analiz yapılmasını engellemektedir. Beypazarı meteoroloji istasyonuna ait toplam 51 yıllık aylık yağış verisi kullanılmıştır. Beypazarı istasyona ait bilgiler Tablo 2'te yer almaktadır.

Tablo 2: Beypazarı istasyonuna ait bilgiler

Adı	**No**	**Rakım (m)**	**Rasat Yılı**	**Enlem**	**Boylam**
Beypazarı	17680	682	1960-2011	40.1608	31.9172

Beypazarı istasyonuna ait uzun yıllar yağış verileri DrinC programı ile gamma dağılımına uydurulup, standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) yöntemi ile normalize edilmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuçta elde edilen SPI değerleri zamansal değişim ve mevsimsel olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3: 3 aylık SPI indis değerleri ve kuraklık sınıflandırması

Yıllar	SPI (M-N-M) Değerleri 3 Aylık	Kuraklık Sınıflandırma	SPI (H-T-A) Değerleri 3 Aylık	Kuraklık Sınıflandırma	SPI (E-E-K) Değerleri 3 Aylık	Kuraklık Sınıflandırma	SPI (A-O-Ş) Değerleri 3 Aylık	Kuraklık Sınıflandırma
1960	0,49	Normal Civarı	0,84	Orta Nemli	-0,58	Hafif Kurak	0,26	Normal Civarı
1961	-0,51	Hafif Kurak	0,27	Normal Civarı	-0,09	Normal Civarı	0,01	Normal Civarı
1962	-0,34	Normal Civarı	0,02	Normal Civarı	-0,30	Normal Civarı	0,62	Hafif Nemli
1963	0,13	Normal Civarı	-0,12	Normal Civarı	-0,23	Normal Civarı	1,37	Çok Nemli
1964	-0,47	Normal Civarı	0,73	Hafif Nemli	-0,26	Normal Civarı	-1,38	Şiddetli Kuraklık
1965	0,66	Hafif Nemli	-0,43	Normal Civarı	-0,20	Normal Civarı	0,67	Hafif Nemli
1966	0,60	Hafif Nemli	-0,03	Normal Civarı	-0,70	Hafif Kurak	0,45	Normal Civarı
1967	0,00	Normal Civarı	-0,20	Normal Civarı	-0,67	Hafif Kurak	-0,48	Normal Civarı
1968	0,60	Hafif Nemli	-0,03	Normal Civarı	-0,09	Normal Civarı	0,80	Orta Nemli
1969	0,50	Normal Civarı	-0,86	Orta Kurak	-0,62	Hafif Kurak	1,15	Orta Nemli
1970	-0,11	Normal Civarı	0,24	Normal Civarı	-0,15	Normal Civarı	0,88	Orta Nemli
1971	0,79	Hafif Nemli	-0,23	Normal Civarı	0,21	Normal Civarı	-0,30	Normal Civarı
1972	-0,55	Hafif Kurak	1,69	Aşırı Nemli	0,39	Normal Civarı	-1,12	Orta Kurak
1973	-0,42	Normal Civarı	-0,35	Normal Civarı	-0,46	Normal Civarı	-0,59	Hafif Kurak
1974	0,72	Hafif Nemli	0,38	Normal Civarı	-0,09	Normal Civarı	-0,58	Hafif Kurak
1975	1,55	Çok Nemli	0,43	Normal Civarı	-0,43	Normal Civarı	-0,03	Normal Civarı
1976	0,47	Normal Civarı	-0,51	Hafif Kurak	0,07	Normal Civarı	-0,08	Normal Civarı
1977	-0,66	Hafif Kurak	-0,47	Normal Civarı	-0,21	Normal Civarı	-0,40	Normal Civarı

1978	-0,21	Normal Civarı	-0,94	Orta Kurak	0,40	Normal Civarı	0,90	Orta Nemli
1979	-0,63	Hafif Kurak	0,19	Normal Civarı	0,45	Normal Civarı	0,41	Normal Civarı
1980	0,05	Normal Civarı	-0,64	Hafif Kurak	0,04	Normal Civarı	-0,16	Normal Civarı
1981	-0,25	Normal Civarı	-0,07	Normal Civarı	-0,24	Normal Civarı	1,47	Çok Nemli
1982	-0,08	Normal Civarı	0,66	Hafif Nemli	-0,74	Hafif Kurak	-0,32	Normal Civarı
1983	-0,46	Normal Civarı	2,30	Olağanüstü Nemli	0,55	Hafif Nemli	-0,45	Normal Civarı
1984	-0,03	Normal Civarı	0,40	Normal Civarı	-0,85	Orta Kurak	-0,58	Hafif Kurak
1985	-0,60	Hafif Kurak	-0,86	Orta Kurak	-0,16	Normal Civarı	0,28	Normal Civarı
1986	-0,68	Hafif Kurak	-0,03	Normal Civarı	-0,26	Normal Civarı	0,97	Orta Nemli
1987	0,15	Normal Civarı	0,29	Normal Civarı	-0,65	Hafif Kurak	0,28	Normal Civarı
1988	0,44	Normal Civarı	-0,17	Normal Civarı	0,49	Normal Civarı	-0,67	Hafif Kurak
1989	-0,91	Orta Kurak	0,27	Normal Civarı	0,95	Orta Nemli	-0,68	Hafif Kurak
1990	0,04	Normal Civarı	-0,51	Hafif Kurak	0,14	Normal Civarı	-0,91	Orta Kurak
1991	0,22	Normal Civarı	0,22	Normal Civarı	-0,11	Normal Civarı	0,02	Normal Civarı
1992	-0,10	Normal Civarı	-0,03	Normal Civarı	0,45	Normal Civarı	-1,02	Orta Kurak
1993	-0,10	Normal Civarı	-0,85	Orta Kurak	0,00	Normal Civarı	-0,36	Normal Civarı
1994	-0,44	Normal Civarı	-0,50	Normal Civarı	0,24	Normal Civarı	-0,11	Normal Civarı
1995	0,17	Normal Civarı	0,07	Normal Civarı	0,76	Hafif Nemli	-0,46	Normal Civarı
1996	0,28	Normal Civarı	-0,29	Normal Civarı	0,54	Hafif Nemli	0,41	Normal Civarı
1997	0,36	Normal Civarı	1,86	Aşırı Nemli	0,32	Normal Civarı	-0,18	Normal Civarı

1998	1,03	Orta Nemli	-0,08	Normal Civarı	0,26	Normal Civarı	-0,19	Normal Civarı
1999	-0,41	Normal Civarı	1,07	Orta Nemli	-0,41	Normal Civarı	0,27	Normal Civarı
2000	0,73	Hafif Nemli	-0,66	Hafif Kurak	-0,54	Hafif Kurak	-0,36	Normal Civarı
2001	0,49	Normal Civarı	0,03	Normal Civarı	0,02	Normal Civarı	0,59	Hafif Nemli
2002	0,51	Hafif Nemli	0,81	Orta Nemli	0,32	Normal Civarı	-0,68	Hafif Kurak
2003	-0,37	Normal Civarı	-0,62	Hafif Kurak	-0,52	Hafif Kurak	0,18	Normal Civarı
2004	-0,39	Normal Civarı	-0,05	Normal Civarı	-0,29	Normal Civarı	-0,21	Normal Civarı
2005	0,51	Hafif Nemli	0,09	Normal Civarı	-0,22	Normal Civarı	-0,45	Normal Civarı
2006	-0,77	Hafif Kurak	-0,08	Normal Civarı	0,87	Orta Nemli	0,16	Normal Civarı
2007	-0,67	Hafif Kurak	0,13	Normal Civarı	-0,14	Normal Civarı	0,17	Normal Civarı
2008	-0,06	Normal Civarı	-0,74	Hafif Kurak	0,88	Orta Nemli	-0,95	Orta Kurak
2009	0,26	Normal Civarı	-0,76	Hafif Kurak	-0,12	Normal Civarı	1,82	Aşırı Nemli
2010	-0,64	Hafif Kurak	-0,09	Normal Civarı	1,41	Çok Nemli	0,75	Hafif Nemli
2011	0,46	Normal Civarı	-0,34	Normal Civarı	-0,37	Normal Civarı	-0,42	Normal Civarı

Tabloda, ilkbahar mevsimi 3 aylık SPI yağış değerlerine göre havzanın genel olarak normal civarı kuraklık sınıfında olduğu görülmüştür. Uç değer olarak 1975 yılı çok nemli dönemdir. İlkbahar mevsiminde zaman zaman kısa süreli, hafif kurak ve hafif nemli dönemler yaşanmıştır.

Yaz mevsimi 3 aylık SPI yağış değerlerine göre yörede, çoğunlukla normal civarı kuraklık yaşanmıştır. Yaz ayı içerisinde bazı dönemlerde uç değer olarak nemli dönemler gözlemlenmiştir. Bunların içerisinde önemli olarak (1972) aşırı nemli, (1983) olağanüstü nemli, (1997) aşırı nemli olarak görülmüştür. Normal dışı bu değerler havzada yaz ayında ekstrem yağış olarak görülmektedir. Yazın bazı dönemlerde de kısa süreli, hafif ve orta kurak dönemler görülmektedir.

Sonbahar mevsimi 3 aylık SPI indis değerlerine göre, çoğunlukla normal civarı kuraklık hissedildiği ve bazı dönemlerde kısa süreli nemli dönemler hafif, orta ve çok nemli (2010) dönemler görülürken, sonbahar döneminde nemli dönemlere oranla kurak dönemlerin daha çok yaşandığı görülmektedir.

Kış mevsimi 3 aylık SPI indis değerlerine göre, genel olarak normal civarı kuraklık görülmektedir. Bazı dönemlerde ise kış aylarında hafif kurak ve orta kurak dönemler de görülmüştür. Kışın 1964 yılında şiddetli bir kış kuraklığı yaşanmıştır.

Tablo 4: 6 - 12 aylık SPI indis değerleri ve kuraklık sınıflandırması

Yıllar	**SPI (M-N-M-H-T-A) Değerleri 6 Aylık**	**Kuraklık Sınıflandırma**	**SPI (E-E-K-A-O-Ş) Değerleri 6 Aylık**	**Kuraklık Sınıflandırma**	**SPI (O-Ş-M-N-M-H-T-A-E-E-K-A) Değerleri 12 Aylık**	**Kuraklık Sınıflandırma**
1960	0,67	Hafif Nemli	-0,16	Normal Civarı	0,25	Normal Civarı
1961	-0,12	Normal Civarı	-0,04	Normal Civarı	-0,08	Normal Civarı
1962	-0,16	Normal Civarı	0,16	Normal Civarı	0,00	Normal Civarı
1963	0,00	Normal Civarı	0,57	Hafif Nemli	0,29	Normal Civarı
1964	0,13	Normal Civarı	-0,82	Orta Kurak	-0,35	Normal Civarı
1965	0,12	Normal Civarı	0,23	Normal Civarı	0,17	Normal Civarı
1966	0,29	Normal Civarı	-0,13	Normal Civarı	0,08	Normal Civarı
1967	-0,10	Normal Civarı	-0,57	Hafif Kurak	-0,34	Normal Civarı
1968	0,29	Normal Civarı	0,36	Normal Civarı	0,32	Normal Civarı
1969	-0,18	Normal Civarı	0,27	Normal Civarı	0,04	Normal Civarı
1970	0,07	Normal Civarı	0,36	Normal Civarı	0,21	Normal Civarı
1971	0,28	Normal Civarı	-0,05	Normal Civarı	0,12	Normal Civarı

1972	0,57	Normal Civarı	-0,37	Normal Civarı	0,10	Normal Civarı
1973	-0,38	Normal Civarı	-0,53	Hafif Kurak	-0,45	Normal Civarı
1974	0,55	Hafif Nemli	-0,34	Normal Civarı	0,11	Normal Civarı
1975	0,99	Orta Nemli	-0,23	Normal Civarı	0,38	Normal Civarı
1976	-0,02	Normal Civarı	0,00	Normal Civarı	-0,01	Normal Civarı
1977	-0,57	Hafif Kurak	-0,31	Normal Civarı	-0,44	Normal Civarı
1978	-0,58	Hafif Kurak	0,65	Hafif Nemli	0,04	Normal Civarı
1979	-0,22	Normal Civarı	0,43	Normal Civarı	0,10	Normal Civarı
1980	-0,30	Normal Civarı	-0,06	Normal Civarı	-0,18	Normal Civarı
1981	-0,16	Normal Civarı	0,62	Hafif Nemli	0,23	Normal Civarı
1982	0,29	Normal Civarı	-0,53	Hafif Kurak	-0,12	Normal Civarı
1983	0,92	Orta Nemli	0,05	Normal Civarı	0,48	Normal Civarı
1984	0,18	Normal Civarı	-0,72	Hafif Kurak	-0,27	Normal Civarı
1985	-0,73	Hafif Kurak	0,06	Normal Civarı	-0,33	Normal Civarı
1986	-0,35	Normal Civarı	0,36	Normal Civarı	0,00	Normal Civarı
1987	0,22	Normal Civarı	-0,18	Normal Civarı	0,02	Normal Civarı
1988	0,13	Normal Civarı	-0,09	Normal Civarı	0,02	Normal Civarı
1989	-0,32	Normal Civarı	0,13	Normal Civarı	-0,09	Normal Civarı
1990	-0,24	Normal Civarı	-0,39	Normal Civarı	-0,31	Normal Civarı
1991	0,22	Normal Civarı	-0,04	Normal Civarı	0,09	Normal Civarı

1992	-0,06	Normal Civarı	-0,29	Normal Civarı	-0,17	Normal Civarı
1993	-0,48	Normal Civarı	-0,18	Normal Civarı	-0,33	Normal Civarı
1994	-0,47	Normal Civarı	0,07	Normal Civarı	-0,20	Normal Civarı
1995	0,12	Normal Civarı	0,15	Normal Civarı	0,14	Normal Civarı
1996	0,00	Normal Civarı	0,48	Normal Civarı	0,24	Normal Civarı
1997	1,11	Orta Nemli	0,07	Normal Civarı	0,59	Hafif Nemli
1998	0,47	Normal Civarı	0,03	Normal Civarı	0,25	Normal Civarı
1999	0,33	Normal Civarı	-0,07	Normal Civarı	0,13	Normal Civarı
2000	0,04	Normal Civarı	-0,45	Normal Civarı	-0,21	Normal Civarı
2001	0,26	Normal Civarı	0,31	Normal Civarı	0,28	Normal Civarı
2002	0,66	Hafif Nemli	-0,18	Normal Civarı	0,24	Normal Civarı
2003	-0,49	Normal Civarı	-0,17	Normal Civarı	-0,33	Normal Civarı
2004	-0,22	Normal Civarı	-0,25	Normal Civarı	-0,23	Normal Civarı
2005	0,30	Normal Civarı	-0,34	Normal Civarı	-0,02	Normal Civarı
2006	-0,42	Normal Civarı	0,51	Hafif Nemli	0,05	Normal Civarı
2007	-0,27	Normal Civarı	0,02	Normal Civarı	-0,13	Normal Civarı
2008	-0,40	Normal Civarı	-0,04	Normal Civarı	-0,22	Normal Civarı
2009	-0,25	Normal Civarı	0,85	Orta Nemli	0,30	Normal Civarı
2010	-0,37	Normal Civarı	1,08	Orta Nemli	0,36	Normal Civarı
2011	0,06	Normal Civarı	-0,40	Normal Civarı	-0,17	Normal Civarı

Tabloya göre, Beypazarı meteoroloji istasyonu (1960-2011) iklim verilerine göre hesaplanan 6 aylık indis değerleri sonucunda, çoğunlukla normal civarı kuraklık yaşandığı, bazı dönemlerde ise hafif ve orta nemli dönemler ve hafif kurak dönemler olduğu görülmektedir. 6 aylık indis değerleri ayları sonucunda, çoğunlukla normal civarı kuraklık yaşandığı görülmektedir. Bqazı dönemlerde ise hafif, orta kurak ve hafif orta nemli dönemler olduğu tespit edilmiştir. 12 aylık SPI sonuçlarına göre ise tüm yıllarda normal civarı kuraklık görülmektedir (1997 yılı hariç).

Sonuç

Bu çalışmada kuraklığın değişimini tespit etmek için Standart Yağış İndisi yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri 3'er aylık SPI indis değerlerine göre havzada, çoğunlukla normal civarı ve hafif kurak sınıfı kuraklık değerleri görülmektedir. Sık yaşanmamakla birlikte ise hafif nemli, orta nemli, çok nemli, aşırı nemli, olağanüstü nemli, orta kuraklık, şiddetli kuraklık dönemleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 6 aylık değerlere bakıldığında ise her iki periyotta da kuraklığın normal civarı seyrettiği, zaman zaman ise hafif nemli, ortan nemli, hafif kurak gibi dönemler görülmüştür. Hesaplanan 12 aylık indis değerleri sonucunda, 1997 yılı (Hafif Nemli) dönem hariç tüm yıllarda normal civarı kuraklık yaşanmıştır. Araştırmanın 51 yıllık veri sonuçlarına göre, normal civarı kuraklığın havzada sürekli olarak görüldüğü, bazen de hafif kurak, orta kurak, şiddetli kuraklık ve hafif nemli, orta nemli, aşırı nemli, olağanüstü nemli dönemlerin yaşandığı tespit edilmiştir.

Kaynakça

Kadıoğlu, M. (2012) *Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi*. Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 172 sf.

Karadaş, S. ve İmamoğlu, A. (2019) Standart Yağış İndeksi (SPI) Yöntemi ile Gaziantep İstasyonu'nun Kuraklık Analizi. I. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi, 20-22 Haziran 2019, İstanbul.

Karadaş, S. ve İmamoğlu, A. (2022). Akarsu Havzalarında Doğal Ortam İncelemesi, LAP Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-5-51946-2.

Karaer, M., ve Gültaş, H. T. (2018). Kuraklık Oluşumunun Bilecik İli'nde Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 303-308.

McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8 th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, pp. 179-184.

Pamuk, G., Özgürel, M., Topçuoğlu, K. (2004) Standart yağış indisi (SPI) ile Ege bölgesinde kuraklık analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1).

Şahin, C. ve Sipahioğlu, Ş. (2003). Doğal Afetler ve Türkiye (Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara).

Topçuoğlu, K., Pamuk Mengü, G., ve Anaç, S. (2008). Ege Bölgesi meteorolojik kuraklık analizi. Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı, 1, 11-12.

SÜVARİ ÇAYI HAVZASI MORFOMETRİ ANALİZİ

Suat KARADAŞ [1], Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU [2]

[1] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 0000-0002-9425-8680
[2]Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi 0000-0001-9197-1029

ÖZET

Havza çalışmalarında önemli bir yeri olan morfometrik araştırmalar, sahanın jeomorfolojisi hakkında bilgi verdiği gibi, geleceğe yönelik sürdürülebilir kullanım ve doğru planlama noktasında önemli veriler ortaya çıkarmaktadır. Havzaların hidrografik özellikleri, morfometrik ölçümler kullanarak sayısal değerlerle daha ayrıntılı şekilde incelenmektedir. Akarsu havzalarında morfometrik ölçümler yapılması, insanların doğal, sosyal, ültürel ve ekonomik faaliyetlerini devam ettirdikleri, doğal ortamlar olmasından kaynaklanmaktadır. İnsan yaşadığı ortamda meydana gelebilecek her türlü değişikliği ve mevcut riskleri bilmek, bunlara karşı coğrafi bir yönetim gerçekleştirmek, ortamın uygun arazi kullanımları konusunda bilinçli kullanımı gibi önemli işler sayısal değerler ile hareket eden, morfometri çalışmaları ile mümkün etkili olmaktadır.

Bu araştırma olarak İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya Bölümü'nde Süvari Çayı Havzasında gerçekleştirilmiştir. Süvari Çayı Havzası'nın coğrafi konumu 40° 7′ 0″ Kuzey ile 32° 4′ 59″ Doğu koordinatlarıdır. Süvari Çayı Havzası hidrografik havza özelliği göstermektedir. Kaynağını Saray ve Karaşar yaylalarından alan Süvari Çayı, kaynak noktasından güneye doğru Eşme ve Delikli Derelerini bünyesine katarak genel hatlarıyla kuzey-güney doğrultuda akmaktadır. Bu araştıma da sayısal yükselti modeli oluşturulmuş ve bu model üzerinde, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin ArcGIS program aracı olan Hydrology Tool kullanılarak Süvari Çayı Havzası'nın akış yönleri (Flow Direction) belirlenmiştir. Bu işlem sonucunda elde edilen akış doğrultuları havzadaki akarsu ağı oluşturulmuş ve Analiz kapsamında drenaj yoğunluğu, drenaj sıklığı, çatallanma oranı ve akarsu uzunluk oranları hesaplanmıştır. Drenaj yoğunluğu hesaplama sonucunda 1.48 değer bulunmuştur. Süvari Çayı Strahler e göre 5 evrede çatallanmıştır. Süvari Çayı'nın daimi akışa sahip yatak kolu ile kuzey güney doğrultulu profil çizgisi arasındaki farklılık, akarsuyun kıvrımlı karakterde olduğunun kanıtıdır. Elde edilen veriler sonucunda sahanın erozyon kuraklık gibi problemlere duyarlı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Morfometri, Süvari Çayı, Çatallanma Oranı

Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezi olan Süvari Çayı Havzası'nın Doğal Ortam Sorunları isimli tezden üretilmiştir.

MORPOMETRIC ANALYSIS OF THE SÜVARİ STREAM BASİN

ABSTRACT

Morphometric structures, which have an important place in basin studies, contain information about the geomorphology of the field, as well as reveal the important features of sustainable use and correct planning for the future. The hydrographic features of the basins are examined in more detail with numerical values using morphometric measurements. Making morphometric measurements in river basins is hosting natural environments where people continue their natural, social, cultural and economic activities. The realization of human life, knowing all kinds of transportation and existing risks, realizing a geographical management against them, using certificates for appropriate land uses of the environment, are carried out effectively with morphometry studies that act with digital values.

This research was carried out in the Süvari Stream Basin in the Upper Sakarya Section of the Central Anatolia Region. The geographical location of Süvari Stream Basin is 40° 7′ 0″ North and 32° 4′ 59″ East coordinates. Süvari Stream Basin shows the characteristics of a hydrographic basin. Süvari Stream, which takes its source from Saray and Karaşar highlands, flows in the north-south direction in general terms by incorporating Eşme and Delikli Streams towards the south of its source location. In this search, a digital elevation model was created and the flow direction (Flow Direction) of Süvari Stream Basin was aimed by using Hydrology Tool, which is the ArcGIS program tool of Geographic Information Systems. The flow directions obtained as a result of this process, the river network in the basin was created and the leakage density, leakage weight, bifurcation rate and river lengths were calculated within the scope of the analysis. As a result of the calculation of the drainage density, a value of 1.48 was obtained. According to Strahler, Süvari Stream has bifurcated in 5 universes. The distance between the bed branch of Süvari Çay, which has a permanent flow, and the north-south oriented profile line is the curved course of the stream. He appreciates that the historical result obtained is that the site is susceptible to problems such as erosion, drought.

Key Words: Morpometri, Süvari Stream, Bifurcation Ratio

Giriş

Taşkın, akarsuyun dış etkenlere bağlı yatağından taşarak çevre alanlara, beşeri yapılara ve canlılara zarar vermesi, etki bölgesinde normal sosyo-ekonomik faaliyeti kesintiye uğratacak ölçüde akışa ulaşması olarak tanımlanmaktadır (Uşkay ve Aksu, 2002). Taşkınlar her ne kadar atmosferik kökenli bir doğal afet olarak gözükseler de, yüzeye düşen su miktarını belirlemede

ortamdaki litolojik özellikler, arazi kullanımı, bitki örtüsü durumu gibi birçok faktör taşkının anlaşılması açısından önemlidir (Özdemir, 2001). Ayrıca havzalar içerisinde sürekli yapılan beşeri yapılar (yol, köprü, tesis) hızlı bir şekilde doğayı tahrip etmekte ve afetlerin etkisini arttırmaktadır (Özcan, 2007).

Taşkınların nedenini oluşturan birçok etkenin anlaşılmasında ve sağlıklı analizlerin yapılmasında jeomorfolojik bir etken olan havza morfometrisi büyük bir öneme sahiptir. Bu yüzden araştırma da sahanın morfometrik özelliklerinden bazıları incelenmiş ve akarsuyun risk durumu ortaya konulmuştur.

Araştırma Sahası Yeri ve Sınırları

Süvari Çayı Havzası idari olarak Ankara iline bağlı Beypazarı ve Güdül ilçeleri sınırlarında yer almaktadır. Havza, bölge olarak İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya Bölümü'nde ve Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü içerisinde bulunmaktadır. Havzanın büyük bir bölümü Beypazarı ilçe sınırları içinde kalmaktadır (Karadaş ve İmamoğlu, 2022). Havzanın kuzey sınırını Bolu iline bağlı Kıbrısçık ilçesi, güney ve batı sınırını Beypazarı ilçesi ve doğu sınırını Güdül ilçesi oluşturmaktadır (Şekil 1).

Süvari Çayı Havzası'nın coğrafi konumu 40° 7′ 0″ Kuzey ile 32° 4′ 59″ Doğu koordinatlarıdır. Süvari Çayı Havzası hidrografik havza özelliği göstermektedir. Kaynağını Saray ve Karaşar yaylalarından alan Süvari Çayı, kaynak noktasından güneye doğru Eşme ve Delikli Derelerini bünyesine katarak genel hatlarıyla kuzey-güney doğrultuda akmaktadır. Süvari Çayı, kaynak noktasından yaklaşık olarak 40 km yol kat ederek Akçakavak köyü yakınlarındaki Sakarya Nehri'nin yan kolu olan Kirmir Çayı'na dökülmektedir.

Şekil 1: Çalışma sahası lokasyon haritası

Yöntem

Süvari Çayı ve kollarına morfometri analizi uygulanmıştır. Çalışma sahasının Sayısal Yükseklik Modeline, normalden fazla olan yüksekliklerin giderilmesi için Düzeltilmiş SYM işlemi uygulanmıştır. Araştırma sahasının hidrografik özelliklerini belirlemede Düzeltilmiş

SYM altlık veri olarak kullanılmıştır. SYM görüntüsü üzerinde ArcGIS programının Hydrology aracı ile hidrografik analizler yapılmıştır. Hidrografik analiz sonucunda akarsu ağı belirlenmiştir. Morfometri analizi kapsamında drenaj yoğunluğunu belirlemek için Horton (1932) ait formül kullanılmıştır. Bu formül akarsu ve kollarının toplam uzunluğunun (L), havza alanına (S) bölünmesi ile elde edilir. Formül; (Drenaj Yoğunluğu = L / S)

Akarsu sıklığını belirlemek için ise Scheideegger, (1961) ait formül kullanılmıştır. Formül; (Drenaj yoğunluğunun karesi (D2) x (0.694) Sabit katsayı)

Akarsuyun çatallanma oranı belirlenirken ise Strahler (1952) yöntemi kullanılmıştır.

Süvari Çayı Morfometrik Analizleri

Akarsu ağı ve relief özelliklerinin belirlenmesinde Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) görüntüsü kullanılarak akarsu ağı oluşturulmuştur. SYM'den üretilecek olan akarsuların gerçeğe yakın olması için SYM'nin iyi çözünürlükte olması gerekmektedir (Maidment, 2002). Aksi takdirde gerçekte olmayan bir drenaj ağı oluşabilir. SYM'nin içerisindeki çukurluk ve normalden fazla olan yükseklikler giderilmesi için Düzeltilmiş SYM işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun giderilmesinin sebebi akarsu ağında oluşacak kesiklikleri engellemektir (Tarboton vd., 1991). Elde edilen SYM görüntüsü akarsu özelliklerini belirlemede temel katman olarak kullanılmıştır (Şekil 2).

Şekil 2: Düzeltilmiş SYM (Fill Skins)

SYM üzerinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin ArcGIS program aracı olan Hydrology Tool kullanılarak Süvari Çayı Havzası'nın akış doğrultuları (Flow Direction) belirlenmiştir (Şekil 3). Bu işlem sonucunda elde edilen akış doğrultuları havzadaki akarsu ağını oluşturmaktadır.

Şekil 3: Doğal akış yönü (Flow Direction)

Akarsuyun Boyuna Profili

Akarsuların boyuna profillerinde görülen dış bükeylikler sahanın tektonizma sonucu yükseldiğini, iç bükeylikler ise akarsu ve diğer dış etmenler tarafından aşındırılarak

alçaldığının göstergesidir (Keller ve Pinter, 2002). Süvari Çayı boyuna profilinde kuzeye doğru dış bükeylikler oluşturmaktadır.

Şekil 4: Süvari çayı boyuna profili

Drenaj yoğunluğu, herhangi bir bölgede, birim alanda yer alan akarsuların toplam uzunluğudur (Hoşgören, 2015). Drenaj yoğunluğu akarsuyun sürekli ve süreksiz yan kollarının toplam uzunluğunun havza yüzölçümüne bölünmesi ile hesaplanır (Fural, 2016). Drenaj yoğunluğu üzerinde, iklim, zeminin litolojik özellikleri, jeomorfolojik özellikler, bitki örtüsü, süre ve insan faktörü gibi çeşitli etmenlerin rolleri bulunmaktadır (Hoşgören, 2015). Sahada drenaj yoğunluğunu belirlemek için Horton (1945) ait formül kullanılmıştır. Bu formül akarsu ve kollarının toplam uzunluğunun (L), havza alanına (S) bölünmesi ile elde edilir. Süvari Çayı'nın sürekli ve süreksiz kollarının toplam uzunluğu (L) 636 km, havza alanı (S) ise 429 km2 bulunmuştur.

Formül (Horton, 1945);

Drenaj Yoğunluğu = (L) 636 km / (S) 429 km2 = 1.48

Hesaplamalar sonucunda elde edilen değer Süvari Çayı Havzası'nın 1 km2'lik kısmında 1.48 km uzunluğunda vadi olduğunu göstermektedir (Şekil 5). Drenaj yoğunluğu haritası incelendiğinde sahanın güney kesimi drenaj yoğunluğu bakımından kuzeye göre daha yüksektir. Bu durum kuzeydeki ormanlık sahalar ile güneydeki çıplak kayalık sahalar ile ilişkilidir. Havzada bitki örtüsünün gür olduğu sahaların drenaj yoğunluğu, bitki örtüsünden yoksun ve cılız sahalara oranla daha düşüktür. Hoşgören (2015) göre bitki örtüsü yağış ile birlikte akışa geçen su miktarını azaltacağından drenaj yoğunluğunu da etkileyeceğini belirtmiştir.

Şekil 5: Çalışma sahası drenaj yoğunluğu haritası.

Bir akarsuyun sıklık derecesi, birinci derecede oluşumundan itibaren geçen zamanın uzunluğuna daha sonra yağış, sahanın eğim ve geçirimlilik özelliklerine bağlıdır (Turoğlu,

1997). Süvari Çayı ve kollarının havza içinde birim alandan (km2) geçen yatak (kanal) sayısı onun drenaj sıklığını ifade eder. Drenaj sıklığı harita üzerinden hesaplanacağı gibi Scheideegger (1961) tarafından uygulanan formülle de hesaplanır (Turoğlu, 1997).

Formül (Scheideegger, 1961);

F: Drenaj yoğunluğunun karesi (D2) x 0.694 (Sabit katsayı)

F: 1.482 x 0.694 = 1.52 (km2)'de

Hesaplama sonucunda Süvari Çayı Havzası'nın 1 km2'sinde 1,52 km sıklığında akarsu bulunduğu görülmektedir. Bulunan drenaj sıklığı değeri, Süvari Çayı'nın kolları ile birlikte havzayı önemli ölçüde drene ettiğini göstermektedir. Bir akarsuyun sıklık derecesi, birinci derecede oluşumundan itibaren geçen zamanın uzunluğuna daha sonra yağış, sahanın eğim ve geçirimlilik özelliklerine bağlıdır (Turoğlu, 1997).

Çatallanma Evresi

Akarsularda çatallanma oranı havzanın büyüklüğü, yarılma, eğim derecesi ve bulunduğu sahanın iklim özellikleri gibi etkenlere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (İmamoğlu, 2016). Bu bağlamda yeni kurulan akarsu şebekesi, başlangıç olan ana yataktan itibaren birinci derece kolları, daha sonra ikinci, üçüncü derece ve diğerleri ile artan bir sıklık göstererek gelişir ve dallanır (Turoğlu, 1997). Buna o akarsuyun ''Çatallanma oranı (genişleme safhaları) '' adı verilir. Düşük Rb akım değerine sahip akarsular daha keskin ve yüksek olurken, yüksek Rb değerine sahip akarsular ise daha düşük ve devamlı olabilmektedir (Strahler, 1964). Ayrıca genel olarak dizin çatallanma oranı (Rb) değeri 3-5 arasında değer alan havzaların jeolojisi daha homojen bir yapıya sahiptir (Verstappen, 1983; Ritter, 2002). Süvari Çayı için çatallanma oranı, Strahler metodu uygulanarak, 5 evre olarak bulunmuştur (Tablo 1). Süvari Çayı'nın çatallanma evresi incelendiğinde 1. evre çatallanma gösteren yan kol 307, 2. evre çatallanma gösteren 104, 3. evre 23, 4. evre 4 ve son olarak 5. evre 1 çatallanma gösteren ana akarsu kolunun varlığı tespit edilmiştir (Şekil 6, Tablo1). Burada dikkat çekici fark 1. ve 2. evre çatallanmalar arasında görülmektedir.

Tablo 1: Çalışma sahası çatallanma evresi

Dizin[1]	**Dizin[2]**	**Dizin[3]**	**Dizin[4]**	**Dizin[5]**
307	104	23	4	1

Şekil 6: Çalışma sahasının çatallanma eğrisi haritası.

Akarsu Uzunluk Analizi

Uzunluk oranı, akarsu kollarındaki suyun uzunluklarına bağlı olarak tutulma oranları hakkında fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır (Özdemir, 2011). Süvari Çayı'nın ana kol uzunluğu 40 km'dir (Şekil 7).

Havzaya kuzey güney doğrultulu profil çekildiğinde kuş uçuşu uzaklığı 35 km'dir. Direkt eğim çizgisi ve akarsu kollarının gerçek uzunluğu arasındaki mesafe farkının azalması ise genellikle eğimin artıp menderes ve kancalanmanın azaldığını gösterir (Fural, 2016). Havzanın kuzey güney doğrultulu profili ile Süvari Çayı'nın ana kol uzunluğu arasındaki fark 5 km'dir. Bu fark akarsuyun aşağı havzasında eğim değerlerinin düşmesine bağlı olarak çizdiği mendereslerden, yukarı havzada ise eğim değerlerinin artışıyla yaptığı kancalanmalardan kaynaklandığının kanıtını gösterir.

Şekil 7: Süvari çayı ana kol uzunluk haritası.

Sonuç

Araştırma sahasında yer alan akarsulara yönelik morfometri analizi yapılmıştır. Burada detaylı morfometrik analizlerden ziyade sahayı tanımlayabilecek olan; çatallanma oranı, drenaj yoğunluğu, drenaj sıklığı ve akarsu uzunluk oranları inceelnmiştir. Drenaj yoğunluğu hesaplama sonucunda 1.48 değer bulunmuştur. Bu değer havzanın yoğun drenaj ağına sahip olduğunu göstermektedir. Drenaj sıklığı hesaplama sonucunda 1.52 değer bulunmuştur. Bu değere göre Süvari Çayı ve kolları havzayı önemli ölçüde drene ettiğini anlaşılmaktadır. Süvari Çayı için çatallanma oranı, Strahler metodu uygulanarak, 5 evre olarak bulunmuştur. Çatallanma miktarında özellikle 1., 2., ve 3. dizinlerdeki segmentlerin sayısal artışı dikkat çekmektedir. Bu artış akarsuyun gelişimindeki süreç değişimlerini göstermektedir. Süvari Çayı'nın daimi akışa sahip yatak kolu ile kuzey güney doğrultulu profil çizgisi arasındaki farklılık, akarsuyun kıvrımlı karakterde olduğunun kanıtıdır.

Kaynakça

Fural, Ş. (2016) Köprü Çayı Havzası'nın (Antalya-Isparta) jeomorfolojik özelliklerinin morfometrik yöntemleri ile analizi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Balıkesir.

Horton, R. E. (1945) Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological society of America bulletin, 56(3), 275-370.

Hoşgören, M. Y. (2015) Hidrografya'nın Ana Çizgileri I (Çantay Kitabevi, İstanbul).

Karadaş, S. ve İmamoğlu, A. (2022). Akarsu Havzalarında Doğal Ortam İncelemesi, LAP Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-620-5-51946-2.

Keller, E. A., Pinter, N. (2002) Active Tectonics: Upper Saddle Rivers.

Maidment, D. R., Morehouse, S. (2002) Arc Hydro: GIS for water resources. ESRI, Inc.

ÖZCAN, O., 2007." Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Bilişim Enstitüsü, İstanbul.

ÖZDEMİR, H., 2001. Havza Morfometrisi ve Taşkınlar, Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve Bölgesel Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, Sayı: 6 S: 507-526.

Özdemir, H. (2011) Havza morfometrisi ve taşkınlar. Fiziki Coğrafya Araştırmaları, 457-474.

Ritter, D. F., Kochel, R. C., Miller, J. R. (2002) Process geomorphology (No. 04; GB402, R5 2002.).

Scheidegger, A. E. (1961) Theoretical geomorphology, Berlin: Göttingen, Heidelberg. Springer-Verlag.

Turoğlu, H. (1997) İyidere havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. Türk Coğrafya Dergisi, (32), 355-364.

Strahler, A. N. (1952) Hypsometric (Area-Altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, 63(11), 1117-1142.

Strahler, A. N. (1964) Part II. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. Handbook of Applied Hydrology: McGraw-Hill, New York, 4-39.

Tarboton, D. G., Bras, R. L., Rodriguez-Iturbe, I. (1991) On the extraction of channel networks from digital elevation data. Hydrological processes, 5(1), 81-100.

UŞKAY, S., AKSU, S., 2002. "Ülkemizde taşkınlar, nedenleri, zararları ve alınması gereken önlemler.", Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-422, 133-136.

Verstappen, H. T. (1983) Applied geomorphology: geomorphological surveys for environmental development (No. 551.4 VER).

İNEKLERDE NEGATİF ENERJİ DENGESİNİN ÜREME ÜZERİNE ETKİSİ

Semra KAYA[1], Gökhan KOÇAK[2]

[1] Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, 36300, KARS

[2] Iğdır Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, 76000, IĞDIR

Özet

Enerji dengesinin sağlanması sağlıklı bir hayvan yetiştiriciliği için elzemdir. Özellikle peripartum dönemde enerji açığının artması hayvanda negatif enerji dengesi oluşturmaktadır. Geçiş döneminde yavrunun hızla büyümesi, annenin doğum stresine girmesi, iştahın azalması ve laktasyonun başlaması gibi faktörler enerji ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Negatif enerji dengesi folikül gelişimini yavaşlatarak, oosit kalitesinin azalmasına, östrus dış belleklerinin daha az görülmesine ve gebelik oranının azalmasına neden olmaktadır. Enerji yetersizliği aynı zamanda embriyonun uterusa tutunmasını ve gebeliğin devamlılığını risk altına sokmaktadır. Bu hem yetiştirici hem de ülke ekonomisi için önemli oranda ekonomik kayıp olacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle peripartum dönemde beslenme koşullarının düzeltilmesi oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Üreme, sığır, negatif enerji dengesi**.**

Negatif enerji dengesinin tanımı ve üreme üzerine etkisi

Beslenmenin üreme üzerine etkisi oldukça karışıktır. Folikül gelişimi ve oosit-embriyo kalitesi üzerine endokrin ve metabolik değişiklikler yaparak etki oluşturmaktadır (Santos ve ark. 2008). Beslenme, üreme sistemi üzerine doğrudan etkilerini glikoz, amino asitler, vitaminler ve bazı esansiyel elementler aracılığıyla yapmaktadır. Bu besin maddeleri, oosit olgunlaşmasına, ovulasyona, embriyo gelişimine, fetal büyümeye, yeni doğan yavrunun canlılığına ve canlılığını etkileyen hormonal fonksiyonların değişmesine neden olarak etkilerini gösterirler (Robinson ve ark. 2001).

Enerji dengesi, alınan enerji ile tüketilen enerji arasındaki dengeyi ifade etmektedir (Huzzey ve ark. 2007, Patton ve ark. 2007).Vücut için gerekli enerji miktarının diyetle alınan enerji miktarından fazla olması durumunda negatif enerji dengesi (NEBAL) söz konusu olmaktadır (Butler 2000, Kadakowa ve Martin 2006). Doğumdan 3 hafta önce ve 3 hafta sonraki süreci içeren geçiş döneminde NEBAL oluşması kaçınılmazdır (Huzzey ve ark. 2007, Patton ve ark. 2007). Bu dönemde yavrunun hızla büyümesi ve laktasyonun başlaması enerji ihtiyacını artırmaktadır (Butler 2000). NEBAL durumunda ilk olarak vücuttaki yağ depoları kullanılarak

enerji yetersizliği telafi edilmeye çalışılmaktadır. Aşırı lipolizis neticesinde vücutta ağırlık kaybı oluşmaktadır ve karaciğerde yağlanma (trigliserid birikimi) riski artmaktadır (Lopez Gaitus ve ark. 2002, Weber ve ark. 2013). Bu dönemde inekler yağ dokularının büyük bir kısmını (%60 veya daha fazlasını) kaybetmektedir (Kadakowa ve Martin 2006).

Negatif enerji dengesine sahip hayvanlarda kan NEFA düzeyi artarken, folikül sıvısında glikoz düzeyinin azaldığı bildirilmektedir. Glikoz seviyesindeki azalma özellikle serbest oksijen radikallerini nötralize eden glutatyon gibi ajanların azalmasına neden olmaktadır ve oosit maturasyonunda rol oynayan elementler üzerine olumsuz etki yaratarak oosit gelişimine önemli oranda zarar vermektedir. Ayrıca NEBAL oosit ve embriyodaki lipid metabolizmasında rol oynayan gen ekspresyonunu etkilemektedir (Abdelatty ve ark. 2018).

Yetersiz besleme gelişime başlayan ve ovüle olacak folikül sayısının azalmasına neden olmaktadır. Beslenme sadece yumurtlayan oosit sayısını değil, kalitelerini de etkilemektedir (Ashworth ve ark. 2009). Glikozun yeterli oosit olgunlaşması için kritik olduğu, kümülüs genişlemesini, nükleer olgunlaşmayı, bölünmeyi ve blastosist gelişimini etkilediği açıklanmaktadır (Bisinotto ve ark. 2012).

Yetersiz enerji, protein, vitamin ve mikro ve/veya makro mineral alımı, yetersiz üreme performansı ile ilişkilendirilmiştir. Enerji harcanması metabolik öncelikler dikkate alınarak, hayati fonksiyonların sürdürülmesi ve süt üretiminin karşılanmasına yönlendirildiği için üreme işlevi tehlikeye girmektedir (Brindari ve ark. 2013). Hipotalamo-hipofizyal-ovaryan yolak beslenmeye oldukça hassastır. Beslenme yetersizliğinde gonadotropin üretimi azalarak, folikül büyümesi ve steroid üretimi etkilenmektedir (Bridges ve ark. 2012). Beslenmenin üreme üzerindeki etkileri; 1) ya doğrudan hipotalamus seviyesindeki GnRH sekresyonundaki değişiklikler veya ön hipofizden gonadotropların [luteinleştirici hormon (LH) ve folikül gelişimini uyarıcı hormon(FSH)] salınmasıyla ilgili değişiklikler yoluyla (Bridges ve ark. 2012)2) ya da dolaylı olarak metabolik hormonlardaki [insülin, büyüme hormonu (GH), insülin benzeri büyüme faktörü (IGF)-I ve leptin gibi] değişiklikler yoluyla gösterir (Bridges ve ark. 2012, Lake 2013). Metabolik hormonlar gelişen foliküllerin gonadotropinlere duyarlılığını değiştirebilmektedir (Bridges ve ark. 2012). Negatif enerji dengesinin dolaşımda insülin, IGF-1 ve LH düzeyinde azalmaya neden olarak folikülde steroid hormon üretimini azaltmakta (Bridges ve ark. 2012, Wiltbank ve ark. 2014) ve gelişen korpus luetumun aktivitesini etkileyebilmektedir. Bu durum foliküler büyümeyi, oositin kalitesini ve devamında embriyonun sağ kalımını değiştirebilmektedir (Bridges ve ark. 2012).Besin kısıtlaması sonucu oluşan NEBAL, embriyo büyümesi ve gebeliğin sürdürülmesi için gerekli olan oviduktal ve uterinal

desteği değiştirdiği bildirilmektedir (Bridges ve ark. 2012). Beslenmenin folikülogenezis üzerine indirekt etkilerinin yukarıda anlatıldığı gibi insülin, IGF-1 ve leptin gibi metabolik hormonlar aracılığıyla gösterirken, direkt etkilerini karaciğer sistemi üzerinden göstermektedir. Steroid hormonların hepatik klirens hızını değiştirerek hormonların dolaşımdaki düzeylerini değiştirmek suretiyle folikül gelişimini etkileyebileceği bildirilmiştir (Do ve Taylor-Robinson 2015).

Laktasyon döneminde karaciğer tarafından üretilen glikozun çoğu süt üretimi için kullanılmaktadır. Doğum sonrası erken dönemdeki geçici bir insülin direnci, meme bezi için kullanılabilirliğini güvence altına almak için periferik dokular tarafından glikoz kullanımını azaltır. Foliküller kandaki glikoz düzeyindeki dalgalanmaları daha fazla tolere etme potansiyeline sahiptir (Bisinotto ve ark. 2012). Oosit direkt enerji kaynağı olarak glikozu kullanamamaktadır. Adenozin trifosfat (ATP) üretimi için oositin tercih ettiği glikoliz ürünleri olan pirüvat ve laktata kümülüs hücrelerinin kolayca ulaşması gerekmektedir. Besin kaynağında hipoglisemiye veya hiper glisemiye yol açan değişiklikler lipid metabolizmasını etkileyebilir ve foliküler sıvının bileşimini değiştirebilir (Bisinotto ve ark. 2012).

Doğuma yakın dönemde meydana gelen NEBAL vücut kondüsyonun düşmesine neden olmaktadır. Kondüsyon skoru düşük olan ineklerde leptin düzeyinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (Meikleve ark. 2004). Temelde yağ dokudan sentezlenen leptin, pulsatil LH salınımını kontrol eden merkezi sinir sisteminin metabolik sinyalinde görev almaktadır. Ovulasyonların başlamasında leptin-IGF-I işbirliği söz konusu olması muhtemeldir (Kadokawa ve Martin 2006, Knopve Cernescu 2009). Doğumdan sonra leptin düzeyinde yükselme gecikirse ilk ovulasyon görülme zamanında da gecikme görülmektedir. Postpartum ilk ovulasyon öncesi periyotta pulsatil LH salınımı ile leptin düzeyi arasında bir bağlantı olduğu düşünülmektedir (Kadokawa ve Martin 2006, Knop ve Cernescu 2009).

Kuru dönemin doğuma yakın olan periyodunda vücut kondüsyon skorunda meydana gelen düşüş (5 puan sistemine göre 1-1,5 puan düşüş) doğum sonrası ovulasyonun gecikmesine (Kadakowa ve Martin 2006), doğum-ilk östrus aralığının artmasına (Kim ve Suh 2003), tohumlanan ineklerde gebelik oranının düşmesine (Carvalho ve ark. 2014, Moreira ve ark. 2000), doğum-gebe kalma aralığının uzamasına (Lopez Gaitus ve ark. 2003) ve erken embriyonik ölümlerin oluşmasına neden olmaktadır (Lopez Gaitus ve ark. 2002).

Sonuç olarak, ineklerde üreme fizyolojisi beslenmeden oldukça fazla düzeyde etkilenmektedir.

Enerji açığının oluşma derecesine bağlı olarak metabolik problemler sonucu üreme aktivitesinin bozulması, doğum östrus aralığının uzaması, tohumlama başına gebelik oranının

düşmesi ve postpartum dönemde anöstrus süresinin uzaması gibi bir çok probleme neden olabilmektedir. Sürdürülebilir hayvan yetiştiriciliği için özellikle peripartum dönemde hayvanlarda bakım beslemenin çok önemli olduğu unutulmamalıdır.

Kaynaklar

1. Abdelatty AM, Iwaniuk ME, Potts SB, Gad A.Influence of maternal nutrition and heatstress on bovine oocyte and embryo development. International Journal of Veterinary Science and Medicine 6: S1-S5, 2018.
2. Ashworth CJ, Toma LM, Hunter MG. Nutritional effects on oocyte and embryo development in mammals: implications for reproductive efficiency and environmental sustainability. Phil. Trans. R. Soc. B 364: 3351-3361, 2009.
3. Bisinotto RS, Greco LF, Ribeiro ES, Martinez N, Lima FS, Staples CR, W.W. Thatcher WW, Santos JEP. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. Anim Reprod 9(3): 260-272, 2012.
4. Bindari YR, Shrestha S, Shrestha N, Gaire TN. Effects of nutrition on reproduction- A review. Advances in Applied Science Research, 4(1):421-429, 2013.
5. Bridges GA , Kruse SG, Funnell B , Perry GA,Gunn PJ, Arias RP, Lake SL. Changesin body condition on oocyte quality and embryo survival. Proceedings, Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle December Sioux Falls, 3-4,2012.
6. Butler WR. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Anim Reprod Sci 60-61: 449-457, 2000.
7. Carvalho PD, Souza AH, Amundson MC, Hackbart KS, Fuenzalida MJ, Herlihy MM, Ayres H, Dresch AR, Vieira LM, Guenther JN, Grummer RR, Fricke PM, Shaver RD, Wiltbank MC. Relation ships between fertility and post partum changes in body conditionand body weight in lactating dairy cows. J Dairy Sci 97: 3666-3683, 2014.
8. Do VH, Taylor-Robinson AW. Influence of Maternal Nutritional Factors on Ovarian Folliculogenesis in Cattle. Influence of Maternal Nutritional Factors on Ovarian Folliculo genesis in Cattle. 3(3): 301, 2015.
9. Huzzey JM, Veira DM, Weary DM, Keyserlingk MAG. Prepartum behavior and dry matterın take ıdentify dairy cows at risk formetritis. J Dairy Sci 90: 3220-3233, 2007.
10. Kadakowa H, Martin GB. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. J Reprod Develop 52(1): 161-168, 2006.
11. Kim III-H, Suh G-H. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of post partum

diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. Theriogenology 60: 1445-1456, 2003.

12. Knop R, Cernescu H. Effects of negative energy balance on reproduction in dairycows. Lucrări Stiiniifice MedicanăVeterinară 42(2): 198-205, 2009.
13. Lake SL, Arias R, Gunn P, Bridges GA. Nutritional Management Post-AI to Enhance Pregnancy Out comes. Range Beef Cow Symposium, 317, 2013.
14. López-Gatius F, Santolaria P, Yániz J, Rutllant J, López-Béjar M. Factors affecting pregnancy loss from gestation day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd. Theriogenology 57: 1251-1261, 2002.
15. López-Gatius F, Yániz J, Madriles-Helm D. Effects of body condition score and sccore change on the reproductive performance of the dairy cows: a meta-analysis. Theriogenology 59: 801-812, 2003.
16. Meikle A, Kulcsar M, Chilliard Y, Febel H, Delavaud C, Cavestany D, Chilibroste P. Effects of parityand body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. Reproduction 127: 727-737, 2004.
17. Moreira F, Risco C, Pires MFA, Ambrose JD, Drost M, DeLorenzo M, Thatcher WW. Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cow sreceiving a timed insemination. Theriogenology 53: 1305-1319, 2000.
18. Patton J, Kenny DA, McNamara S, Mee JF, O'mara FP, Diskin MG, Murphy JJ. Relationships among milk production, energy balance, plasma analytes, and reproduction in Holstein-Friesian cows. J DairySci 90: 649-658, 2007.
19. Robinson JJ, McEvoy TG, Ashworth CJ. Nutrition in the expression of reproductive potential. Journal of Animal and Feed Sciences, 10(1): 15-27, 2001.
20. Santos JEP, Cerri RLA, Sartori R. Nutritional management of the donor cow. Theriogenology, 69:88-97, 2008.
21. Weber C, Hametner C, Tucscherer A, Losand B, Kanitz E, Otten W, Singh SP, Bruckmaier RM, Becker F, Kanitz W, Hammon HM. Variation in fat mobilization during early lactation differently affects feedin take, body condition, and lipid and glucose methabolism in high-yielding dairy cows. J Dairy Sci 96: 165-180, 2013.
22. Wiltbank MC, Garcia-Guerra A, Carvalho PD, Hackbart KS, Bender RW, Souza AH, Toledo MZ, Baez GM, Surjus RS, Sartori R. Effects of energy and protein nutrition in the dam on embryonic development. Anim. Reprod11(3):168-182, 2014.

The Use of α-Al_2O_3 Material as an Interfacial Layer in Schottky Diode Applications and the Effect of Radiation on Diode Characteristics

Assistance Prof. Ali Rıza DENİZ [1]

[1] Hakkari University, Çölemerik Vocational High Scholl, Electric and Energy,

0000-0003-3019-0522

ABSTRACT

In the production phase of the diodes, p-Si semiconductor crystal was used as the base material. After this crystal was cleaned with chemical cleaning procedures, Al metal was coated on its back side by thermal evaporation method. The α-Al_2O_3 material was coated on the front surface of this crystal by spin coating method. On the α-Al_2O_3 layer, Ni metal was evaporated. Thus, Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode and Au/*p*-Si/Al reference diode were obtained. The ideality factor (n) and barrier height (Φ_b) values were calculated using thermionic emission theory (TE) from the current-voltage (I-V) measurements of the diodes at room temperature. The n value was calculated as 1.63, while the Φ_b value was calculated as 0.82 eV for the Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode. These values were calculated as n=2.03 and Φ_b=0.75 eV for the reference Ni/*p*-Si/Al diode. Considering that the n value is 1 for an ideal diode, we can say that the α-Al_2O_3 material improves the electrical properties of the diode. Also, it was determined that the α-Al_2O_3 material increased the diode capacity from the capacitance-voltage (C-V) measurements of the diodes at room temperature. In order to examine the variation of capacitance with frequency, C-V measurements were carried out for different frequency values for Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al. From these measurements, some basic diode parameters such as fermi energy level (E_f), carrier concentration (N_a), diffusion potential (V_d) and Φ_b were calculated. It was determined that the capacity decreased with increasing frequency.

Different doses of X-Ray radiation were used to examine the change of electrical properties of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al with radiation. I-V measurements of the diode were performed after each irradiation. The n and Φ_b values of the diode were calculated for each irradiation. It was determined that n value increased and Φ_b value decreased with increasing dose amount.

Key Words : α-Al_2O_3, Schottky diode, Current-Voltage, Capacity-Voltage, X-Ray Radiation

1. INTRODUCTION

The interface materials used in the technological development process of Schottky diodes are of great importance. These interface materials cause the barrier height to change artificially in metal-semiconductor (MS) contacts. These interlayers used in MS contacts balance the charge exchange at the contact interface. The regular charge exchange occurring at the interface reduces the resistance of this layer. For these reasons, various interface materials are used in MS contacts. These materials contribute to the current conduction and capacitance of the diode according to their properties. In general, materials such as organic, inorganic, metal oxide and polymer are used as interface materials in diodes **[1]**.

In this study, α-Al_2O_3 material, which is a metal oxide, was used. Al_2O_3 is a compound of aluminum and oxygen. This material is available as a white powder. It has no odor and is not a toxic material. This material is insoluble in water and has a very high melting temperature of 2000 ℃. Normally this material is electrically insulating. However, the α-Al_2O_3 derivative of this compound shows conductive properties **[2]**.

Since this material has a low expansion coefficient, it is a temperature resistant material. It is a hard material that is also very resistant to mechanical pressure **[3]**. Al_2O_3 is one of the most used raw materials in the world. This material can be obtained in different grain sizes and different degrees of purity. This material is used in industry as catalyst support, chemical sensors, heat resistant materials and electronic applications. Due to all these properties, Al_2O_3 material can be used in diode production. The fact that this material is cheap and easily available in nature is an important factor.

2. EXPERIMENTAL DETAILS

Fort his study, *p*-Si crystal was used as the base material. This crystal was first cleared by the chemical cleaning procedure. Especially RCA1 and RCA2 solutions were used for this cleaning process **[4]**. The lower part (rough surface) of this crystal was coated with Al metal. The coating process of Al metal was carried out in a thermal evaporation unit under 10-5 torr pressure. The sample was annealed in the annealing furnace at 580 °C for 3 minutes. The α-Al_2O_3 material was coated on the front surface (smooth surface) of the *p*-Si crystal using a spin coating device. Ni metal was coated on the α-Al_2O_3 layer using a thermal evaporation unit. Thus, Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al and reference Ni/*p*-Si/Al diodes were obtained. The diode parameters calculated from the *I-V* measurements of these diodes at room temperature were compared. The schematic representation of diodes is given in **Fig. 1**.

Fig.1 The schematic representation of diodes

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. Analyzing *I-V* Characteristics of Diode

The thermionic emission (TE) theory is the most general theory used to analyze *I-V* characteristics in diodes. The ideality factor (n) and barrier height (Φ_b) values of the diodes can be calculated using this theory. The n value is calculated using Eq 1 and the Φ_b value using Eq 2 **[5]**.

$$n = e/kT*dV/d(lnI) \quad (1)$$

$$e\Phi_b = kT\ ln(AA^*T^2/I_0) \quad (2)$$

The *I-V* characteristics of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al and Ni/*p*-Si/Al diodes are given in **Fig. 2.** The n value was calculated as 1.63, while the Φ_b value was calculated as 0.82 eV for the Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode. These values were calculated as n=2.03 and Φ_b=0.75 eV for the reference Ni/*p*-Si/Al diode. Considering that the n value is 1 for an ideal diode, we can say that the α-Al_2O_3 material improves the electrical properties of the diode.

Fig. 2 The *I-V* plots of diodes

3.2. Analyzing *C-V* Characteristics of Diodes

The charge-free layer on the Schottky contacts behaves like a capacitor. For this reason, *C-V* characterization in diodes is very important. The *C-V* graphs of the diodes are given in **Fig. 3.** As seen in this graph, the use of α-Al_2O_3 increases the capacity.

Fig. 3 The *C-V* plots of diodes

The *C-V* graphs for different frequency (*f*) values of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al are given in **Fig. 4**. In this graph, it is observed that the diode capacitance decreases with the increase of *f* value. This is attributed to the inability of AC signals to follow the interface states at high *f* values **[6]**. In addition, using the following equations, V_d, N_a, E_f and Φ_b values were calculated for different *f* values of the diode **[7]**. These values are given in **Table 1**.

$$N_a = N_v \exp\left(\frac{E_f - E_v}{kT}\right) \tag{3}$$

$$E_f = kT \ln (N_a/N_v) \tag{4}$$

$$\Phi_b = V_d/n + E_f \tag{5}$$

Fig. 4 The *C-V-f* graph of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode

Table 1 The diode parameters of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode

f (kHz)	$V_d(V)$	$N_a\,(cm^{-3})x10^{13}$	$E_f\,(eV)$	$V_d+E_f\,(eV)$
200	0.54	0.85	0.26	0.80
500	0.58	0.92	0.26	0.84
1000	0.63	0.97	0.26	0.89

As seen in **Table 1**, the ionized acceptor concentration (N_a) increased with the increase of *f* value. The reason for this increase is explained by whether the interfacial state charges on the diode can contribute to the capacity of the diode **[8]**. In addition, Φ_b values calculated from *I-V* and *C-V* characteristics are different from each other. The reason for this situation is methodological difference **[9]**.

3.3.Analyzing X-Ray Effetct on *I-V* Characteristics of Diode

All diodes are prone to radiation damage. They are often exposed to radiation in the circuit. Radiation causes two types of damage on diodes. These are displacement and ionization. Depending on the amount of radiation applied, lattice defects occur in the diodes. In this case, it adversely affects the electrical and optical properties of the diodes. In order to investigate the effect of radiation on *I-V* characteristics and diode parameters of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al, the diode was exposed to X-rays at different doses (25 and 50 Gray). X-rays are generally preferred in experimental studies because their penetration is high and homogeneously dispersed. *I-V* graphics obtained as a result of irradiation are given in **Fig. 5**. In addition, *n* and Φ_b values calculated from these graphs are given in **Table 2**.

Fig. 5 The *I-V* graphs of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode depending on the irradiation

Table 2. The *n* and Φ_b values depending on the the amount of irradiations

Amount of Irradiation	*n*	$\Phi_b(eV)$
Unirradiation	1.63	0.82
25 Gray	2.01	0.76
50 Gray	2.64	0.69

The *n* value of the diode increases with increasing dose amount. This is due to the increased probability of recombination of carriers at trap centers within the intrinsic region **[10]**. The Φ_b value decreases with the applied dose. This is explained by the decrease in free carrier concentration at the α-Al_2O_3/*p*-Si interface **[11]**.

4. CONCLUSIONS

The *I-V* characteristics of the Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al obtained by using α-Al_2O_3 material have a better structure than the reference diode. With the use of this material, the *n* value decreased and the Φ_b value increased. The α-Al_2O_3 material, one of the *C-V* characters of the diodes, caused an increase in the capacity of the diode. There is an inverse relationship between frequency and diode capacitance. This is due to the inability of the interface states to follow high frequency AC signals. In addition, deteriorations in the *I-V* characteristics of the diode were detected with the amount of radiation applied.

ACKNOWLEDGE

This study was financed from Hakkari University Scientific Research Projects budget numbered ‘‘**FM22BAP2**’’.

REFERENCES

[1] Deniz, A. R., Taş, A. İ., Çaldıran, Z., İncekara, Ü., Biber, M., Aydoğan, Ş., Türüt, A. Effects of PEDOT:PSS and crystal violet interface layers on current-voltage performance of Schottky barrier diodes as a function of temperature and variation of diode capacitance with frequency, Current Applied Physics, 39, 173-182, 2022.

[2] Filatova, E. O., Konashuk, A. S. Interpretation of the changing the band gap of Al_2O_3 depending on its crystalline form: connection with different local symmetries, The Journal Physicsal and Chemistry C, 119, 20755-20761, 2015.

[3] Jeong, J-A., Kim, H-K. Al_2O_3/Ag/Al_2O_3 multilayer thin film passivation prepared by plasma damage-free linear facing target sputtering for organic light emitting diodes, Thin Solid Films, 547, 63-67, 2013.

[4] Mahato, S., Puigdollers, J. Temperature dependent current-voltage characteristics of Au/*n*-Si Schottky barrier diodes and the effect of transition metal oxides as an interface layer, Physica B: Physics of Condensed Matter, 530, 327-335, 2018.

[5] Orak, İ., Ejderha, K., Sönmez, E., Alanyalıoğlu, M., Türüt, A. The effect of annealing temperature on the electrical characterization of Co/*n* type GaP Schottky diode, Materials Research Bulletin, 61, 463-468, 2015.

[6] Gülnahar, M., Efeoğlu, H., Şahin, M. On the studies of capacitance-voltage-temperature and deep level characteristics of an Au/*p*-GaTe Schottky diode, Journal of Alloys and Compounds, 694, 1019-1025, 2017.

[7] Deniz, A. R. The analyzing of *I*-*V* performance of PbO_2/*n*-Si heterojunction in the wide temperature range, Journal of Alloys and Compounds, 888, 161523, 2021.
[8] Chen, J., Wang, Q., Lv, J., Tang, H., Li, X. Current-voltage-temperature and capacitance-voltage-temperature characteristics of TiW alloy/*p*-InP Schottky barrier diode, Journal of Alloys and Compounds, 649, 1220-1225, 2015.
[9] Tataroğlu, A., Altındal, Ş. Characterization of current–voltage (*I*–*V*) and capacitance–voltage–frequency (*C*–*V*–*f*) features of Al/SiO_2/*p*-Si (MIS) Schottky diodes, Microelectronic Engineering 83, 582–588, 2006.
[10] Deniz, A. R., Çaldıran, Z., Taşyürek, B. Electrical characteristics of Al_2O_3/*p*-Si heterojunction diode and effects of radiation on the electrical properties of this diode, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, doi 10.1007/s10854-022-09359-3, 2022.
[11] Çaldıran, Z., Deniz, A. R., Şahin, Y., Metin, Ö., Meral, K., Aydoğan, Ş. The electrical characteristic of the Fe_3O_4/Si junctions, Journal of Alloys and Compounds, 552, 437-442, 2013.

Investigation of I-V-T Characteristic of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al Diode

Assistance Prof. Ali Rıza DENİZ [1]

[1] Hakkari University, Çölemerik Vocational High Scholl, Electric and Energy,

0000-0003-3019-0522

ABSTRACT

The Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode was produced by using α-Al_2O_3 material as the interface layer. The current-voltage (I-V) measurement of this diode was carried out in 20 K steps in the temperature range of 100 - 300 K. The ideality factor (n) and barrier height (Φ_b) values of the diode were calculated for each temperature value using the thermionic emission (TE) model. While the n value increased between 4.67 and 1.63 with decreasing temperature value, the Φ_b value increased between 0.83 eV and 0.38 eV. Especially with decreasing temperature, the n value, whose ideal value is 1, moves away from ideality. hese changes are due to the inhomogeneous barrier structure of the diode. The series resistance (R_s) values of the diode were calculated using the Cheung functions. The R_s values decrease between 9410 Ω and 1805 Ω with increasing temperature. This occurs as a result of the increase in free carrier density with increasing temperature. In addition, using the modified Richardson equation, the Richardson constant (A^*) of the diode was calculated as 6.89 A/K^2 cm^2. It was determined that this value was considerably smaller than the theoretical value of 32 A/K^2 cm^2 for p-Si. Finally, the mean barrier height ($\bar{\Phi}_b$), standard deviation (σ_i) and voltage coefficients (ρ) of the diode were calculated using the single Gaussian equation. It was determined that the n and Φ_b values of the diode showed a double Gaussian distribution depending on the temperature. All these values show that the basic diode parameters of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode are strongly dependent on temperature.

Key Words : α-Al_2O_3, Schottky diode, Current-Voltage, Thermionic Emission Theory, Cheung Functions

1. INTRODUCTION

Schottky Diode is a type of metal-semiconductor (MS) diode with low forward voltage drop and very fast switching speed. Schottky diodes, like other diodes, are a type of semiconductor that can be used in a variety of applications such as shaping, switching and clipping **[1]**. These diodes still form the basis of many integrated circuit elements today.

As a result of the understanding of the effects of the interface materials on the current-voltage (*I-V*) characteristics of the diode, many materials such as organic, inorganic, polymer, metal oxides and nanoparticles began to be used as interface materials **[2]**. These interface materials are especially used to artificially raise the potential barrier and increase the efficiency of the diode. In addition, depending on the nature of the interface material, these diodes show good capacitor properties.

In this study, the electrical properties of the Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al structure, about which there is little study in the literature, were investigated. The most valid theory for analyzing current-voltage characteristics in diodes is thermionic emission theory (TE). The process of electron

transport across a potential barrier in MS contacts is explained by this theory. The *n* and Φ_b values of the diodes are calculated using this theory **[3]**.

Diode parameters are strongly dependent on temperature. In particular, the *n* and Φ_b values change with the increase in temperature. The variation of the barrier height depending on the temperature obtained from *I-V* measurements in Schottky contacts and the ideality factor being greater than 1 are explained in different ways. The non-uniformity of the metal/semiconductor interface will cause different spatial variations of the barrier height, resulting in an inhomogeneous distribution. Changes in metal thickness as well as atomic structure, dislocations, and grain boundaries in the metal can cause the interface to become rough **[4]**.

The changes in the diode parameters with the increase in temperature depend on the amount of energy that the electrons will have as a result of thermal excitation. As a result of thermal excitation, the potential height that electrons with high energy can pass through will also increase. In addition, as the temperature increases, the resistance effect of the neutral zone will decrease. Thus, the bending in the *I-V* characteristic of the diode will occur at higher voltage values **[5]**.

2. EXPERIMENTAL DETAILS

In the fabrication process of the diode, *p*-Si crystal was used as the base material. This crystal was first cleared by the chemical cleaning procedure. Especially RCA1 and RCA2 solutions were used for this cleaning process **[6]**. The lower part (rough surface) of this crystal was coated with Al metal. The coating process of Al metal was carried out in a thermal evaporation unit under 10^{-5} torr pressure. The sample was annealed in the annealing furnace at 580 °C for 3 minutes. The α-Al_2O_3 material was coated on the front surface (smooth surface) of the *p*-Si crystal using a spin coating device. Ni metal was coated on the α-Al_2O_3 layer using a thermal evaporation unit. Thus, Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode was obtained. The *I-V* measurements of this diode were performed by using the temperature control unit between 100 K and 300 K temperature value.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The most general theory used to analyze *I-V* characteristics in diodes and to calculate basic diode parameters is thermionic emission (TE) theory. The ideality factor (*n*) and barrier height (Φ_b) values of the diodes can be calculated using this theory. The *n* value is calculated using Eq 1 and the Φ_b value using Eq 2 **[7]**.

$$n = e/kT * dV/d(\ln I) \quad (1)$$

$$e\Phi_b = kT \ln(AA^*T^2/I_0) \quad (2)$$

The *I-V* characteristic of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode depending on the temperature is given in **Fig. 1**. In addition, the calculated *n* and Φ_b values for this diode are given in **Table 1**. When the Fig. 1 is examined, it is seen that the *I-V* curves change in accordance with the temperature., The *n* values decrease with increasing temperature and the Φ_b value increase when the data in Table 1 are examined. The value of *n* is 1 for an ideal diode. The changes in the n value of the diodes are due to the series resistance effect, the inhomogeneous barrier height and the structure of the interfacial layer **[8]**. As a result of increasing temperature, electrons are thermally excited.

Electrons pass through lower or higher potential barriers depending on the energy which they have. Therefore, the Φ_b value will be higher at high temperature values **[9]**.

Fig. 1 The *I-V-T* graph of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode

Tablo 1 The *n* and Φ_b values of Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode

T (K)	*n*	Φ_b (eV)
300	1.63	0.83
280	1.81	0.79
260	2.17	0.74
240	2.45	0.68
220	2.94	0.64
200	3.21	0.59
180	3.46	0.53
160	3.70	0.48
140	4.05	0.44
120	4.33	0.41
100	4.67	0.38

One of the commonly used methods to calculate the series resistance (R_s) value in diodes is the Cheung functions. In addition, *n* and Φ_b values are also calculated with this method. The equations giving the Cheung functions are as follows **[10]**.

$$I = I_0 \, exp\left[\frac{q(V-IR_s)}{nkT}\right] \quad (3)$$

$$\frac{dV}{d(lnI)} = \frac{nkT}{q} + IR_s \quad (4)$$

$$H(I) = V - \left(\frac{nkT}{q}\right) ln\left(\frac{I}{AA^*T^2}\right) \quad (5)$$

$$H(I) = n\Phi_b + IR_s \quad (6)$$

The *dV/d(lnI)* - *I* and *H(I)* - *I* graphs of diode is given respectively in **Fig. 2** and **Fig.3**. Also the R_s, *n* and Φ_b values of diode are given in **Table 2**. When the variation of R_s values with temperature is examined, the values calculated from both curves are compatible with each other. As the temperature increases, the value of R_s decreases. This can be explained by the increase in the amount of electrons released as a result of thermal excitation **[11]**. As the amount of free electrons increases, the conductivity increases and the series resistance effect decreases.
There is a difference between the *n* values calculated from the Cheung and TE methods. The TE method is applied to the all forward bias *I-V* curve. Cheung functions, on the other hand, are applied to high voltage regions where bending is evident. This region coincides with the series resistance region in the *I-V* curves. Therefore, the *n* value calculated from the Cheung method is higher **[12]**.

Fig. 2 The *dV/d(lnI)* - *I* graph of diode

Fig. 3 The *H(I)* – *I* graph of diode

Table 2 The R_s, *n* and Φ_b values of diode

Temperature (K)	*dV/dln(I)*		*H(I)-I*	
T (K)	***n***	**R_s(Ω)**	**Φ_b(eV)**	**R_s(Ω)**
100	6.51	7327	0.28	7027
120	5.94	6682	0.33	6521
140	5.36	6085	0.39	5945

160	4.71	5644	0.46	5416
180	4.17	5014	0.52	4288
200	3.64	4499	0.58	3754
220	3.31	3951	0.63	3311
240	2.87	3407	0.70	2947
260	2.44	2870	0.76	2651
280	2.07	2350	0.81	2104
300	1.89	2024	0.85	1802

The following modified equation is used to calculate the effective Richardson constant (A^*) for diodes.

$$ln\left(\frac{I_0}{T^2}\right) - \left(\frac{e^2\sigma_0^2}{2kT^2}\right) = ln(AA^*) - \frac{e\bar{\varphi}_b}{kT} \quad (7)$$

The A^* value calculated using this equation gives information about the homogeneity of the distribution in the potential barrier of the diode. The $ln(I_0/T^2) - 1/T$ graph of diode is given in **Fig. 4**. The data obtained from the slope of this graph was used in Eq 7 and the A^* value of the diode was calculated as 6.89 A/K^2 cm^2. This value is 32A/K^2 cm^2 for *p*-Si in theoretical studies **[3]**. The reason why the experimental value is different from the theoretical value is that the potential barrier of the diode is not homogeneous. The potential barrier of the diode consists of patches of different energy levels **[13]**.

Fig. 4 The $ln(I_0/T^2) - 1/T$ graph of diode

The single Gaussian equation given in Equations 8 and 9 is used to calculate the standard deviation (σ_i) values of the Φ_b and n values for the diodes. Thanks to these equations, besides the average barrier height ($\bar{\Phi}_b$) of the diode, the voltage coefficients (ρ_2, ρ_3) are also calculated. The $[(1/n) - 1] - 1/2kT$ and $\Phi_b - 1/2kT$ graphs of diode are given in **Fig. 5**. As seen in this graph, the n and Φ_b values of the diode have two different distribution regions around 185 K. In other

words, these parameters of the diode show a dual Gaussian distribution depending on the temperature **[14]**. Also the $\overline{\Phi}_b$, σ_i, ρ_2 and ρ_3 values are given in **Table 3**.

$$\Phi_b = \overline{\Phi_b} - \frac{q\,\sigma_1^2}{2kT} \tag{8}$$

$$\left[\frac{1}{n} - 1\right] = -\rho_2 + \frac{e\rho_3}{2kT} \tag{9}$$

Fig. 5 The [(*1/n*) *-1*] – *1/2kT* and Φ_b – *1/2kT* graphs of diode
Table 3 The $\overline{\Phi}_b$, σ_i, ρ_2 and ρ_3 values of diode

T (K)	$\overline{\Phi}_b$ *(eV)*	σ_i	ρ_2	ρ_3
100 K - 185 K	0.59	-0.0034	-0.002	-0.47
185 K - 300 K	0.91	-0.028	-0.013	-0.009

4. CONCLUSIONS

The basic electrical parameters of the Ni/α-Al_2O_3/*p*-Si/Al diode, whose fabrication process has been completed, are strongly dependent on temperature. The *n* and R_s values of the diode decrease as the temperature value increases. The Φ_b value increases with increasing temperature. In addition, the Φ_b of the diodes and the temperature-dependent distribution of *n* values show a double Gaussian distribution. This is due to the inhomogeneity that exists along the potential barrier.

ACKNOWLEDGE
This study was financed from Hakkari University Scientific Research Projects budget numbered ‘‘**FM22BAP2**’’.

REFERENCES

[1] Sevgili, Ö., Orak, İ., Tiras, S.H. The examination of the electrical properties of Al/Mg_2Si/*p*-Si Schottky diodes with an ecofriendly interfacial layer depending on temperature and frequency, Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, 144, 115380, 2022.

[2] Durmuş, H., Tataroğlu, A., Altındal, Ş., Yıldırım, M. The effect of temperature on the electrical characteristics of Ti/*n*-GaAs Schottky diodes, Current Applied Physics, 44, 85-89, 2022.

[3] Deniz, A. R., Taş, A. İ., Çaldıran, Z., İncekara, Ü., Biber, M., Aydoğan, Ş., Türüt, A. Effects of PEDOT:PSS and crystal violet interface layers on current-voltage performance of Schottky barrier diodes as a function of temperature and variation of diode capacitance with frequency, Current Applied Physics, 39, 173-182, 2022.

[4] Duman, S., Gürbulak, B., Şata, M. Analysis of temperature dependent current-voltage characteristics of Sn/ *p*-GaTe/In Schottky diode. Optical Materials, 125, 112138, 2022.

[5] Jang, J., Song, J., Lee, S. S., Jeong, S., Lee, B. J., Kim, S. Analysis of temperature-dependent *I-V* characteristics of the Au/*n*-GaSb Schottky diode, Materials Science in Semiconductor Processing, 131, 105882, 2021.

[6] Çaldıran, Z. Fabrication of Schottky barrier diodes with the lithium fluoride interface layer and electrical characterization in a wide temperature range, Journal of Alloys and Compounds, 816, 152601, 2020.

[7] Marıl, E. The effect of (PVP-Cu_2Te) organic interlayer on the electrical parameters of Al/*p*-Si Schottky barrier diodes (SBDs) at room temperature, Physica B: Physics of Condensed Matter, 604, 412732, 2021.

[8] Mahato, S., Puigdollers, J. Temperature dependent current-voltage characteristics of Au/*n*-Si Schottky barrier diodes and the effect of transition metal oxides as an interface layer. Physica B: Physics of Condensed Matter, 530, 327-335, 2018.

[9] Yüksel, Ö. F., Tuğluoğlu, N., Çalışkan, F., Yıldırım, M. Temperature dependence of current-voltage characteristics of Al/rubrene/*n*-GaAs (100) Schottky barrier diodes, Materials Today: Proceedings, 3, 1271-1276, 2016.

[10] Oussalah, S., Filali, W., Garoudja, E., Zatout, B., Lekoui, F., Amrani, R., Sengouga, N., Henini, M. Analysis of *I-V-T* characteristics of Be-doped AlGaAs Schottky diodes grown on (100) GaAs substrates by molecular beam epitaxy, Microelectronics Journal, 122, 105409, 2022.

[11] Yıldırım, M., Tuğluoğlu, N., Yüksel, Ö. F., Erdoğan, A., Kuş, M. Electrical Characterization of Au/Fluorene-Carbazole (FC)/*p*-Si Schottky Barrier Diodes, Materials Today: Proceedings 3, 1255 -1261, 2016.

[12] Deniz, A. R. The analyzing of *I-V* performance of PbO_2/*n*-Si heterojunction in the wide temperature range, Journal of Alloys and Compounds, 888, 161523, 2021.

[13] Gülnahar, M. Temperature dependence of current-and capacitance–voltage characteristics of an Au/4H-SiC Schottky diode, Superlattices and Microstructures, 76, 394-412, 2014.

[14] Baydilli, E. E., Kaymaz, A., Uslu Tecimer, H., Altındak, Ş. On the Multi-parallel Diodes Model in Au/PVA/n-GaAs Schottky Diodes and Investigation of Conduction Mechanisms (CMs) in a Temperature Range of 80–360 K. Journal of Electronics Materials, 49, 12, 2020.

WIND ENERGY IN TURKEY: 2023 UPDATE

Öğretim Görevlisi, CİHAN GÖKÇÖL
Kirklareli University, Luleburgaz Vocational School, ORCID ID: 0000-0003-0810-6056

ABSTRACT

The use of clean energy resources - renewable energy - has increased in the last 15 years in Turkey as well as in the rest of the world. This increase is still very insufficient when considering the renewable energy potential in the world. In this context, Turkey is one of the countries that can be considered lucky in terms of renewable energy resources. However, it is obvious that the place reached in terms of the use of renewable energy sources is not at the desired point. Among the renewable energy sources available in Turkey, wind energy comes first in terms of usage intensity. The theoretical wind energy potential value of Turkey is estimated as 115129 MW for wind values of 6.8 m/s and above (wind turbine installable land area) at 50 meters altitude. The installed power capacity of the wind turbines in operation is 10907 MW, which corresponds to approximately 11% of the total theoretical wind energy potential. However, these values are still far from the wind energy targets, which are to reach 30% of the total installed power within the framework of the 2023 vision. In this study, in the first stage, different estimates and calculations regarding Turkey's wind energy potential will be mentioned, which will provide us with an important idea in the context of Turkey's wind energy wealth. In the next stage, there has been a significant growth in the use of wind energy over the years, especially after 2005, and the reasons behind this will be stated. Finally, it will be underlined whether the point reached in the context of wind energy and the targets overlap.

Keywords : Renewable energy, Turkey, Wind Energy, 2023, Energy targets

INTRODUCTION

The demand for energy in the world, of course in Turkey, is increasing every year, and therefore the most important problem of all the countries of the world is to supply this increasing energy demand in a healthy way, with the least cost and without harming the environment. Figure 1 shows how the energy demand in the World and Turkey has changed over the years, based on the change/increase in the electrical energy consumed by people individually over the years. From past to present, this energy demand has been met by making use of different energy sources at different rates. Figure 2 shows in detail the development trend of energy production in the world and in Turkey for more than 20 years, as well as the share of energy resources in this electrical energy production.

Figure 1. Energy use per person in the World and Turkey (Ritchie, Roser, & Rosado, 2022)

Figure 2. (a) Electricity generation in the World and Turkey from 1985 to 2021 and (b) electricity production by source (Ritchie, Roser, & Rosado, 2022)

Since the beginning of the 2000s, the effects of the approach to environmental pollution in the world and in Turkey, as well as the combination of reasons such as the depletion of traditional energy sources and the outdated electricity production ways making countries dependent on energy, have caused a radical change in the forms of energy production. In this context, renewable energy sources have started to make a splash because it allows to be a solution to many problems that have plagued the world in terms of energy supply, thanks to its good features. The developments in renewable energy technologies in the last 10-15 years have enabled renewable energy sources to become economically competitive with fossil-based energy sources. Figure 3 highlights in detail how electricity generation costs in different renewable energy technologies have developed over the years. According to Figure 3, renewable energy has decreased at incredible rates, so much so that the unit costs of electricity obtained with fossil-based energy sources were 6-7 cents, while it decreased to 4 cents and 3 cents for solar and wind energy, respectively.

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 3. Electricity generation costs in different renewable energy technologies have developed over the years (IRENA, 2022; Gökçöl, Solar Energy In Turkey: 2018 Update, 2018; Gökçöl, Current Situation Of Renewable Energy İn The Marmara Region, 2019; Gökçöl, The potential and utilization of renewable energy resources in the Thrace region, 2018)

In this study, the details of the current situation of wind energy in Turkey will be examined. First of all, Turkey's wind energy potential will be mentioned. Then, the current capacities of wind power generation plants used to produce electricity, which have been revealed as a natural result of investments made over the years, especially since 2005, will be mentioned. Finally, an answer will be sought to the question of whether the point reached in terms of wind energy use is at a desirable level or not in the context of the goals to be achieved.

WIND ENERGY POTENTIAL OF TURKEY

Turkey is a country that can be considered lucky in terms of renewable energy resources and is home to many types of renewable energy resources that are abundant within its land and sea borders. Here, wind energy is an indigeneous energy source with high potential in Turkey. In addition, Turkey ranks first in Europe in terms of wind energy potential and is among the few privileged countries in the world (Dursun & Gökçöl, 2014; Cihan, 2019).

There are two estimates made by REPA (Repa- Türkiye Geneli, 2022; Uğurlu & Gökçöl, 2017) for Turkey's wind energy potential, taking into account the areas suitable for certain wind speeds. In the first estimation, areas with wind speed of 6.5m/s and above were taken into account and the wind energy potential was calculated as 114GW. In the second estimation, this time, the cases where the wind speed is 7 and above are taken into consideration and the wind energy potential is calculated as 48GW.

Figure 4 and Figure 5 shows the estimated annual average wind speed for Turkey at 100m altitude and the estimated annual average power density distribution for Turkey at 100m altitude, respectively. As can be seen in Figure 4, blue color is dominant according to the color scale representing the average wind speeds across Turkey in general, which indicates that the average wind speed is 4.5m/s. In addition, wind speed values in the western parts of Turkey, especially in the Aegean Region and Sea, and also in the Marmara Sea and its region, have the highest values, approximately 7.5m/s. In Figure 5, the average wind power density in Turkey is represented in blue and is estimated as 200 W/m^2. On the map, the region with the highest average wind power density is the Aegean region and the Aegean Sea, located in the west of Turkey with approximately 500W/m^2.

Figure 4. Map of the estimated annual average wind speeds for Turkey at 100m altitude (Repa- Türkiye Geneli, 2022)

Figure 5. Map of the estimated annual average power density distribution for Turkey at 100m altitude (Repa- Türkiye Geneli, 2022)

WIND ENERGY UTILIZATION IN TURKEY BY THE END OF 2022

Wind energy installed power in Turkey, starting from 20MW in 2004, over the years, with the increasing interest in renewable energy sources and the positive outlook, has become one of the key actors currently playing a vital role in meeting Turkey's electricity, although it is not at a very good place compared to the targets to be achieved.

Figure 6 shows how the installed power based on wind energy has developed over the years (Enerji Bakanlığı - Wind, 2022). Accordingly, as of June 2022, Turkey's installed wind power has exceeded the 10000MW limit and reached 10,976MW. In addition, according to the information obtained from GENSED, as of August 2022, the total installed wind power reached 11,137.1MW (GENSED, 2022).

Figure 6. Installed wind power plant capacity of Turkey by years, 2011- June 2022 (Enerji Bakanlığı - Wind, 2022)

Figure 7 shows the contribution of wind-based power generation plants within the 2011-June 2022 period among the total installed power plants. As can be seen, the share of wind has increased from about 3% to 11%.

Figure 7. Shares of wind power plants in Turkey’s total installed power plants by years (Enerji Bakanlığı - Wind, 2022)

Now let's take a look at the amount of electricity produced by this wind installed power. Figure 8 shows the amount of electricity produced in all wind farms in Turkey over the years. If we look at the point reached, the last electricity produced (at the beginning of 2022) has reached 31.137 GWh. Especially between 2020 and 2021, there is an increase of approximately 30% in the total amount of electricity provided by wind.

Figure 8. Annual electricity production from wind by years (Enerji Atlası-Electric production- Wind, 2022; Enerji Atlası - wind, 2022)

In Figure 9, there is another parameter evaluation regarding the electricity obtained from the wind. Here, it is expressed how much of the total electricity production is met by the electricity supplied from the wind over the years. As can be seen, this rate increased to 9.45% at the end of 2021. It means 9.45% of the total produced electricity in Turkey is met by using all the wind power plants.

Figure 9. The ratio of wind energy to meet the total electricity consumption (Enerji Atlası-Electric production- Wind, 2022; Enerji Atlası - wind, 2022)

According to the ENERGY ATLAS (Enerji Atlası - wind, 2022), (i) some of the 284 power plants that have been commissioned have not yet reached the installed capacity as much as the licensed installed capacity, and the construction continues. In this context, with the

commissioning of partially operating power plants at full capacity, an additional wind turbine with a capacity of 1,157 MW will become operational and the installed power will reach a capacity of 12,087 MW. (ii) the license capacity of 54 power plants, of which no units have been commissioned yet, but progress has been made in their installation (ie, excluding inactive licenses), is 131 MW. In this context, it is seen that the installed power of Turkey's wind power plants will rise to the level of 12,218 MW when all of the partially commissioned and progressed projects are completed.

Table 1 lists the ten wind power plants with the highest capacity operating in Turkey. Accordingly, the wind power plant with the highest capacity generating electricity in Turkey is the Soma Wind Power Plant with a capacity of 288MW, operated by Polat Enerji in Manisa. It is followed by the Karaburun Wind Farm with a capacity of 227MW. A total of 284 wind power plants of different sizes operates in Turkey.

Table 1. Top ten wind power plants in Turkey

	Name of Plant	*City*	*Company*	*Capacity*
1)	**Soma Rüzgar Santrali**	Manisa	Polat Enerji	288 MW
2)	**Karaburun Rüzgar Santrali**	İzmir	Alto Holding	227 MW
3)	**Dinar Rüzgar Santrali**	Afyonkarahisar	Güriş Holding	200 MW
4)	**İstanbul RES**	İstanbul	Universal Wind Enerji	200 MW
5)	**Geycek Rüzgar Santrali**	Kırşehir	Polat Enerji	168 MW
6)	**Balıkesir Rüzgar Santrali**	Balıkesir	Enerjisa Elektrik	143 MW
7)	**Osmaniye Gökçedağ RES**	Osmaniye	Zorlu Enerji	135 MW (150.6 MW)
8)	**Saros RES**	Çanakkale	Borusan EnBW Enerji	133 MW (137.997 MW)
9)	**Kangal Rüzgar Santrali**	Sivas	Ece Tur İnşaat	128 MW
10)	**Şamlı Rüzgar Santrali**	Balıkesir	Fernas Enerji	127 MW

The wind turbine brands used in the installed wind power plants in Turkey, the countries they belong to or where they were first established, the number of turbines and their installed power by turbine brands and their ratio to the total wind farm installed power in Turkey, ie their market shares, are given in Table 2 (Enerji Atlası - wind, 2022).

As can be seen from Table 2, the most preferred wind turbine brand in wind power plants in Turkey was NORDEX with 24.49%, followed by ENERCON with 15.69%. The share of the first five brands in the list in the total installed wind power plants is around 81%.

Table 2. The mostly used wind turbine brands (Enerji Atlası - wind, 2022)

Turbine Brand	Country	Number	Inst. Pow. Cap.	Share, %
Nordex	Germany	908	2.671 MW	24,49
Vestas	Denmark	608	1.634 MW	14,98
Enercon	Germany	904	1.712 MW	15,69
GE	USA	534	1.398 MW	12,82
Si. Ga.	Ger. Spa	512	1.397 MW	12,81
Sinovel	China	77	116 MW	1,06
Suzlon	India	52	106 MW	0,97
Acciona	Spain	20	58 MW	0,53
Alstom	France	29	77 MW	0,70
Senvion	Germany	1	3,00 MW	0,03

RESULTS AND DISCUSSION

It is also worth remembering that the total amount of electricity produced in Turkey is 334.7 GWh. As of the end of October 2022, Turkey's installed power reached 103,276 MW (TEIAS, October 2022). As a result of the analysis of the historical data on Turkey's electricity consumption, the following can be easily obtained: The electricity consumption in Turkey is increasing by approximately 9% every year, which indicates that the electricity consumption will double approximately every ten years. All these data reveal the fact that this need is increasingly supplied every year. It is beneficial in many ways to do this in its proper form, using its own domestic energy sources. Especially after 2005, there have been tremendous increases in the use of many renewable energy sources, especially wind.

According to the most recent data, the installed wind power capacity in Turkey has reached 10,976MW, which corresponds to 10,81% of Turkey's total installed power. In addition, electricity generation using wind has reached 9.45% of the total electricity production. Although all these data, of course, have shown that there have been significant increases over the years, which means there has been an increase of approximately 550 times since 2005, the position Turkey has reached is not very satisfactory taking into consideration two realities which are wind energy potential of Turkey and the 2023 wind energy targets (Dursun & Gökçöl, 2014).

Within the scope of Turkey's 2023 targets, there is a target to increase the installed wind power capacity to 20,000MW (Dursun & Gökçöl, 2014). In terms of the capacity values reached at the moment, it does not seem very likely to reach this target. Only about 50% of the wind energy target has been achieved. This corresponds to only about 25% of the total wind energy potential (lower wind energy potential estimate of 48 GW). Although the current position

reached in terms of wind energy utilization capacity is not very good, this does not prevent us from being hopeful because we are the ones who brought wind energy investments to this stage from zero level. If the idle wind energy potential is evaluated and put into operation, Turkey's energy dependency will also decrease significantly, so that billions of dollars spent on oil and natural gas each year will be able to stay in the country. For example, between May 1, 2021 and April 30, 2022, wind and solar power plants produced 46.3 GWh of electricity. If this electricity was produced by natural gas power plants, an additional $7 billion would have to be imported (iklimhaber, 2022).

CONCLUSION

In conclusion, in the light of the most up-to-date data obtained from the Ministry of Energy and some energy institutions, the points reached within the framework of Turkey's wind energy potential, wind energy usage capacity and energy targets, while the year 2023 is very close, have been revealed. To summarize briefly, in order to meet the increasing energy demand in Turkey, approximately 5% is added to the total installed power capacity every year. As of June 2022, Turkey's installed wind power capacity has reached 10,976MW and corresponds to 10,81% of its total installed power capacity. The amount of electricity produced by wind energy corresponds to 9.45% of the total electricity produced in Turkey. It is a fact that the potential use of wind energy has increased a lot compared to ten years ago. However, the point we have reached within the framework of Turkey's total wind energy potential and 2023 energy targets is not perfect. In fact, approximately 25% of the wind energy potential has been reached at the moment, and about half of the target has been achieved in the wind energy target. If the idle wind energy potential is used, Turkey will reduce its energy dependency and an average of 7 Billion Dollars paid for energy imports per month will be able to stay in the country.

REFERENCES

Cihan, G. (2019). Current situations of solar energy in Turkey: Updated data. *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, (pp. 1163-1167). Kocaeli.

Dursun, B., & Gökçöl, C. (2014). Impacts of the renewable energy law on the developments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 318-325.

Enerji Atlası - wind. (2022, September 18). *www.enerjiatlasi.com*. Retrieved from www.enerjiatlasi.com: https://www.enerjiatlasi.com/ruzgar/

Enerji Atlası-Electric production- Wind. (2022, September 10). *www.enerjiatlasi.com*. Retrieved from www.enerjiatlasi.com: https://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/ruzgar

Enerji Bakanlığı - Wind. (2022, October 11). *enerji.gov.tr*. Retrieved from enerji.gov.tr: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-ruzgar

GENSED. (2022). *2022 Ağustos Ayı Kurulu Güç Raporu Yayınlandı.* Retrieved December 11, 2022, from 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.

Gökçöl, C. (2018). Solar Energy In Turkey: 2018 Update. *5th Internatıonal Symposıum On Multıdıscıplınary Studıes* , (pp. -).

Gökçöl, C. (2018). The potential and utilization of renewable energy resources in the Thrace region. *IV. Uluslararası Katılımlı Anadolu Enerji Sempozyumu*, (pp. 1222-1229). Edirne.

Gökçöl, C. (2019). Current Situation Of Renewable Energy İn The Marmara Region. *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi* , (pp. 828-833). Kocaeli.

iklimhaber. (2022, May 24). *www.iklimhaber.org*. (iklimhaber) Retrieved December 11, 2022, from https://www.iklimhaber.org/ruzgar-ve-gunes-1-yilda-turkiyenin-7-milyar-dolarlik-enerji-ithalatini-engelledi/

IRENA. (2022). *Renewable Power Generation Costs in 2021*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

Repa- Türkiye Geneli. (2022, November 21). *Repa*. Retrieved from repa.enerji.gov.tr: https://repa.enerji.gov.tr/REPA/bolgeler/TURKIYE-GENELI.pdf

Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2022). *Energy*. Retrieved from https://ourworldindata.org/energy

TEIAS. (October 2022). *KURULU GÜÇ RAPORU-EKİM 2022.* Ankara: TEIAS.

Uğurlu, A., & Gökçöl, C. (2017, December 29). An overview of Turkey's renewable energy trend. *Journal of Energy Systems, 1*(4), pp. 148-158.

POTENTIAL AND UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE THRACE REGION: 2023 UPDATE

Lecturer, CİHAN GÖKÇÖL

Kirklareli University, Luleburgaz Vocational School, ORCID ID: 0000-0003-0810-6056

ABSTRACT

Renewable energy resources – more widely known as wind, solar, biomass, geothermal etc.- and its exploitation have become much more important both in the world and in Turkey in recent years due to its features such as being completely domestic, being more sensitive to the environment, having a low cost and also having an ability to eliminate energy dependence. While the use of renewable energy resources (excluding hydroelectric resources) was almost zero in Turkey until 2005, today (as of the end of October 2022) this rate is around 20% in total for wind, solar and geothermal resources. Many cities and geographical regions in Turkey are rich in terms of various renewable energy sources, and the Thrace region, which will be discussed in this study, is also home to very rich renewable energy reserves. In this study, first of all, what types of renewable energy sources exist in the Thrace region and their potentials will be discussed. Then, how much of these existing potentials have been used so far and the renewable energy projects planned for the future will be mentioned. Finally, within the framework of Turkey's 2023 energy targets, the contribution of Thrace's renewable energy wealth on the way to this goal will be discussed.

Keywords : Renewable energy, Turkey, Thrace region, 2023

INTRODUCTION

In the last 30 years, in order to produce clean and environmentally friendly electricity in the world and in Turkey, the necessity of going beyond traditional production methods and the importance of energy production approaches based on the evaluation of alternative and purely own resources have started to be noticed. In order for the future of people and our world to be safe, trust in renewable energy sources that meet the criteria just defined has increased, and as a result of the investments made in recent years, renewable energy sources have given the message that I am seriously involved in electricity generation. Both clean and economical forms of energy production are needed to meet the increasing electricity demands around the world. In this context, renewable energy is one of the alternatives that will do this job best because it is indigenous and green. Figure 1 shows how the energy consumption values in the world behave over time (Gökçöl, 2018; Uğurlu & Gökçöl, 2017).

Figure 1. Global primary energy consumption by source between 1950-2021 (Ritchie, Roser, & Rosado, 2022)

The reason why renewable energy sources are used much more today is that renewable energy technology has reached a level that can compete with traditional electricity generation technologies. Figure 2 unquestioningly stated this situation by revealing the change in electricity generation costs with renewable energy technologies in the last ten years. While electricity production in fossil energy-based power plants is about 7 cents/kwh today, the costs of electricity produced with renewable energy technologies have been reduced to 3 cents/kWh. This clearly demonstrates the level of competitiveness of renewable energy. In Table 1, the shares of renewable energy sources (excluding hydroelectricity) in electricity generation starting from 2007 are given and it is seen that the contribution of renewable energy increased by 10% to 28.5%.

Figure 2. Electricity unit costs depending on energy technologies (IRENA, 2022)

Table 1. Worldwide share of renewable power in the total energy generation from 2007 to 2021

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

While the use of renewable energy resources (excluding hydroelectric resources) was almost zero in Turkey until 2005, today (as of the end of October 2022) this rate is around 20% in total for wind, solar and geothermal resources. Many cities and geographical regions in Turkey are rich in terms of various renewable energy sources, and the Thrace region, which will be discussed in this study, is also home to very rich renewable energy reserves. In this study, first of all, what types of renewable energy sources exist in the Thrace region and their potentials will be discussed. Then, how much of these existing potentials have been used so far and the renewable energy projects planned for the future will be mentioned. Finally, within the framework of Turkey's 2023 energy targets, the contribution of Thrace's renewable energy wealth on the way to this goal will be discussed.

RENEWABLE ENERGY IN THE THRACE REGION: ITS POTENTIAL AND UTILIZATION

The Thrace region is located in the northwest of Turkey and borders the European Union countries Greece and Bulgaria. Thrace is also a region located in the Northern Marmara region and is home to the cities of Kırklareli, Tekirdağ and Edirne. Figure 3 shows a map of Thrace. Table 2 contains the electric consumption and production and installed power plant capacity values for the Thrace cities, Kırklareli, Edirne and Tekirdağ.

Figure 3 shows a map of Thrace (Wikipedia_Thrace, n.d.)

Table 2. Electric consumption and production and installed power plant capacity values for the Thrace region (Enerji Atlası_Sehir)

Cities	Installed Power Capacity, MW	Annual Electric Production, GWh	Ratio of Production to Consumption, %
Edirne	187	1,367.327	42
Kırklareli	1,866	3,407.474	263
Tekirdağ	1,415	9,629.165	65

As in many regions of Turkey, the Thrace region has abundant energy resources. Renewable energy sources are also available in the region. Many projects and activities are continuing to increase the amount of use of renewable energy resources and their share in total electricity production in Thrace, as in the rest of Turkey. In this study, we will try to determine the status of regions and cities in line with Turkey's renewable energy targets, which is defined as increasing its share in the total installed power to 30%.

WIND ENERGY

As of June 2022, Turkey's installed wind power capacity was 10,976MW. According to the low estimate of REPA, which takes into account the areas where the wind speed is 7m/s and above, the theoretical wind energy potential of Turkey is 48,000MW (Repa- Türkiye Geneli, 2022). Additionally, also note that renewables constitute 23% of Turkey's total installed power plant capacity, approximately 103.000MW as of today (TEIAS, October 2022; Enerji Bakanlığı - Elektrik, 2022; Enerji Bakanlığı - Solar, 2022; Enerji Bakanlığı - Wind, 2022; Enerji Bakanlığı - Biomass, 2022).

According to Table 3, the average wind speed values of all three cities of the Thrace region are very close to each other and can be said to be approximately 5.5m/s. Like the average wind value, the average wind power density is almost the same in the three cities and is approximately 210W/m^2. In terms of theoretical wind energy potential, Tekirdağ comes first and has a wind energy potential of 4,626.64 MW. The total wind energy potential of the region is 11,176.08 MW. The distribution of this total wind energy potential is as following: 42% for Tekirdağ, 31% for Edirne and 27% for Kırklareli (Gökçöl, 2018).

Table 3. Theoretical Wind Energy Potentials and wind characteristics of Thrace (Repa-Türkiye Geneli, 2022; Gökçöl, 2018)

Cities	Average Wind Speed, m/s	Avg. Wind Power Dens., W/m^2	Avg. Capacity Factor, %	Total Windy Area, m^2	Theoritically Wind Energy Potential, MW
Tekirdağ	**5.67**	**205.71**	29	925.33	4,626.64
Edirne	**5.58**	**216.74**	28.2	694.02	3,470.08
Kırklareli	**5.51**	**212.17**	27.08	615.87	3,079.36
Total				2,235.22	**11,176.08**

In addition, detailed maps of average wind speed, average wind power density, and capacity factors (obtained by considering the technical values of a 3 MW wind turbine) for the

three cities were prepared by REPA in Figure 4 using color scale. These maps provide important information about the wind potentials of the regional cities.

Figure 4. detailed maps of average wind speed, average wind power density, and capacity factors for the three cities (Repa- Türkiye Geneli, 2022)

After expressing the details of the wind energy potential of the Thrace region, let's now explain the evaluation status of wind energy in these cities, that is, the usage levels. Possible wind energy use activities for the three cities are mentioned in detail in Table 4. According to Table 4, Kırklareli has the highest installed wind power capacity with 391.2MW among these three cities. The installed powers of the others are also included in the Table, while the total installed wind power capacity of the three is 763.31MW. The total installed wind power capacity of the Thrace region corresponds to only about 7% of the total theoretical potential of

11,176.08 MW. In addition, with the addition of other unfinished or under construction wind projects, the total installed wind power capacity of the region will increase to 1,572.52 MW. Then, the total wind installed capacity will correspond to 14% of the total wind energy potential. By the way the total installed wind power in Turkey corresponds to approximately 23% of the theoretical wind energy potential. This shows that the usage level of the wind potential in the Thrace region is still low and even below the Turkey averages. In addition, it must be said that new projects should be carried out urgently in order to use the wind energy potential of the region more, and this potential should be recovered from the idle state without losing more time while going through the processes where it is difficult and expensive to obtain energy.

Table 4. Installed wind power plant capacities for the three cities (Enerji Atlası_Sehir)

Cities of Thrace	Installed Wind Power Plant Capacity, MW	Licensed Wind Power Plant Capacity, MW	Under-Construction Wind Power Plant Capacity, MW	Pre-Licensed and Planned Wind Power Plant Capacity, MW	Total
Kırklareli	391.20	150	-	475	866.20
Edirne	189.41	15	2.41	295	486.82
Tekirdağ	182.70	16	36.80	61	219.50
Total	763.31	181	39.21	831	**1572.52**

SOLAR ENERGY

Turkey has an important solar energy potential due to its geographical location. According to the Solar Energy Potential Atlas of Turkey (GEPA) prepared by Turkish Energy Ministry, the average annual total sunshine duration is 2.741 hours and the average annual total radiation value is calculated as 1.527.46 kWh/m^2. As shown in Figure 5, (Enerji Bakanlığı - Solar, 2022; Gepa - Solar , 2022; Gökçöl, 2018).

Figure 5. Solar map of Turkey (Gepa - Solar , 2022)

The solar energy potential of the Thrace region is below the Turkey average. Compared to other regions of Turkey, it has a relatively low solar energy potential. According to GEPA, the average sunshine duration and average global solar irradiation value of Thrace are 1,328.6 kWh/m^2-year and 7.25 hours, respectively. Meanwhile, the average global solar irradiation value of Thrace is approximately 13% less than the average of Turkey. It is also seen from the solar energy map that the solar energy potentials in the three cities are very close to each other.

After talking about the solar energy potential of the region, let's see how much of this potential is being used. In the study (Gökçöl, 2018) conducted by Cihan Gökçöl, the solar energy use of the region was determined in 2018. In this study, it was stated that the total installed solar power capacity of Thrace was 0.49MW, and this would increase to 2.49MW with the 2MW solar power plant built in Edirne in those years. In the current study, there is a small growth in the solar installed capacity of Thrace, but it is insufficient. The total installed solar power of these three cities has increased to 20.69MW in the last four years. However, the point reached is still far below the values that should be, because although the solar energy potential of the region is below Turkey's average, it is still in a much better condition than many other countries. For example, although Germany's sunshine duration is as low as 4.5 hours, it has installed solar power of 58,461MW, Turkey has about one-seventh of this. In solar energy, in recent years, approximately 9.000MW installed power has been reached in terms of solar energy use in Turkey. This indicates that the positive developments experienced throughout Turkey did not occur much in the Thrace region.

BIOMASS

Considering the Biomass Energy Potential Atlas (BEPA) prepared by the Ministry of Energy, the Biomass data of the Thrace region was obtained, and the biomass energy potential of the region was estimated with the transformation processes performed after the compilation of these data. The total energy potential that Thrace can obtain from waste is determined as 2,603,274 TOE. The distribution of this among the cities is as follows: 665,284 TEP for Kırklareli, 921.957 TEP for Edirne and 1,016.033 TEP for Tekirdag. The answer to the question of how big a biomass power plant is needed to generate electricity for such an energy potential is approximately 3,447MW.

Table 5. The installed biomass power plant capacity values for the Thrace region (Enerji Atlası - Biomass, 2022)

Cities of Thrace	Biomass Power Plant Capacity, MW	Number of Plants
Kırklareli	22.27	4
Tekirdağ	14.49	2
Edirne	0	0
Total	**36.76**	**6**

According to Table 5, the total Biomass installed power plant capacity of the Thrace region is 36.76MW. This corresponds to about 1% of the total biomass energy potential. That is, the use of biomass is at very low levels and there is normally around 3400MW of biomass potential waiting to be exploited.

GEOTHERMAL ENERGY

Turkey ranks 4th in the world in terms of the use of geothermal energy in electricity generation. The probable geothermal heat potential of Turkey is estimated as 35500 MWt and the electricity generation potential as 4500 Mwe. Approximately 7% of this potential is found in the Marmara Region. Looking at the underground temperature distribution map of Turkey in Figure 6, it is clearly seen that the underground temperature of the Thrace region is found between 30-60^{0}C, that is, there is no suitable geothermal reserves to generate electric in the region (Enerji Bakanlığı - Geothermal, 2022; Enerji Atlası - Geothermal, 2022). No electricity generation from geothermal energy sources is obtained here, but there are three geothermal reserves with low temperatures below 60^{0}C: Kırklareli-Asılbeyli, Tekirdağ-Saray, Kırklareli-Vize.

Figure 3. The distribution of geothermal resources in Turkey *(Enerji Bakanlığı - Geothermal, 2022)*

CONCLUSION

With this study, which deals with the situation of renewable energy sources in the Thrace region, it has been determined that three other renewable energy sources besides geothermal have the potential to be used to generate electricity. As a result of the research on the region, geothermal reserves with high temperature hot water suitable for electricity generation are not found in the region. In terms of wind energy, the region has been identified as having a great potential of 11,176MW, but only 7% of this has been used so far. Although it has potentials that can be considered important in terms of Solar Energy and Biomass, its usage

amounts are quite low as of now. In addition, the share of Thrace's renewable energy-based power plants in the total installed power capacity is approximately 24%. The unused parts of these renewable energy potentials should be evaluated urgently to generate electricity with the construction and commissioning of new power generation plants. In this way, both Thrace and Turkey will reduce their energy dependency and the monthly average of 7 billion dollars spent for energy imports will be kept within the country.

REFERENCES

Enerji Atlası - Biomass. (2022, November 7). www.enerjiatlasi.com. Retrieved from www.enerjiatlasi.com: https://www.enerjiatlasi.com/biyogaz/

Enerji Atlası - Geothermal. (2022, November 3). www.enerjiatlasi.com. Retrieved from www.enerjiatlasi.com: https://www.enerjiatlasi.com/jeotermal/

Enerji Atlası_Sehir. (n.d.). Enerji Atlası. Retrieved December 11, 2022, from https://www.enerjiatlasi.com/sehir/

Enerji Bakanlığı - Biomass. (2022, November 28). enerji.gov.tr. Retrieved from enerji.gov.tr: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle

Enerji Bakanlığı - Elektrik. (2022, October 13). enerji.gov.tr. Retrieved from Enerji Bakanlığı: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik

Enerji Bakanlığı - Geothermal. (2022, July 21). enerji.gov.tr. Retrieved from enerji.gov.tr: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal

Enerji Bakanlığı - Solar. (2022, November 10). enerji.gov.tr. Retrieved from enerji.gov.tr: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes

Enerji Bakanlığı - Wind. (2022, October 11). enerji.gov.tr. Retrieved from enerji.gov.tr: https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-ruzgar

Gepa - Solar . (2022, November 28). Gepa - Solar Map. Retrieved from gepa.enerji.gov.tr: https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/

Gökçöl, C. (2018). The potential and utilization of renewable energy resources in the Thrace region. IV. Uluslararası Katılımlı Anadolu Enerji Sempozyumu, (pp. 1222-1229). Edirne.

IRENA. (2022). Renewable Power Generation Costs in 2021. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

Repa- Türkiye Geneli. (2022, November 21). Repa. Retrieved from repa.enerji.gov.tr: https://repa.enerji.gov.tr/REPA/bolgeler/TURKIYE-GENELI.pdf

Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2022). Energy. Retrieved from https://ourworldindata.org/energy

TEIAS. (October 2022). KURULU GÜÇ RAPORU-EKİM 2022. Ankara: TEIAS.

Uğurlu, A., & Gökçöl, C. (2017, December 29). An overview of Turkey's renewable energy trend. Journal of Energy Systems, 1(4), pp. 148-158.

Wikipedia_Thrace. (n.d.). wikipedia. (wikipedia) Retrieved December 2, 2022, from https://en.wikipedia.org/wiki/East_Thrace#/

BENZİN YAKITI İÇERİSİNE KATILAN ETANOL VE METANOLÜN MOTOR PERFORMANS VE EMİSYONLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Dr. AHMET YAKIN[1*], Prof.Dr. RASİM BEHÇET[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojisi Bölümü,Van, ORCID: 0000-0001-6716-2811

[2]İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya , ORCID: 0000-0002-6897-3066

ÖZET

Gelişen teknoloji hayatımızda bir takım kolaylıklar sunarken, aynı zamanda hayatımızda geri getirilmesi veya telafisi mümkün olmayan bazı hasarları da beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtların çevreye verdiği zararlardan biri de küresel ısınmaya sebep olması ve canlıların sağlığını tehlikeye atmalarıdır. Bu etkiyi azaltmak için yapılması gereken işlemlerden biride fosil yakıtlara çeşitli katkı maddelerinin eklenmesidir. Bu çalışmada, benzin yakıtı içerisine her biri ayrı ayrı olmak üzere hacimsel olarak %10 etanol ve %10 metanol ilave edilerek sırasıyla EB10 ve MB10 olarak isimlendirilen edilen karışım yakıtlar oluşturulmuştur. Elde edilen karışım yakıtların her biri ayrı ayrı benzinli bir motorda test dilmiş ve yakıtların motor performans ve egzoz emisyon etkileri araştırılmıştır. Karışım yakıtların deney sonuçları benzinli motorun test sonuçları ile kıyaslandığında, EB10 ve MB10 karışım yakıtların CO emisyonlarında sırasıyla, %11,89 ve %70,1 azalma meydana gelirken HC emisyonlarında da sırasıyla %2,60 azalma ve %4,75 artma gerçekleşmiştir. Bununla beraber, CO_2 emisyonları ise %3,95 ve %23,31 artış göstermiştir. Karışım yakıtların motor momentleri dikkate alındığında, benzin yakıtına kıyasla EB10 ve MB10 yakıtlarının kullanılmasıyla sırasıyla %1,05 ve %4,36 artmıştır. Ayrıca, EB10 yakıtının özgül yakıt tüketimi %3,55 artarken MB10 yakının özgül yakıt tüketiminde ise %4,55 azalma meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Benzin, Etanol, Metanol, Emisyon, Performans

THE EFFECT OF ETHANOL AND METHANOL INTO GASOLINE FUEL ON ENGINE PERFORMANCE AND EMISSIONS

Dr. AHMET YAKIN[1*], Prof.Dr. RASİM BEHÇET[2]

[1]Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies, Van Vocational School, Van Yuzuncu Yıl University, 65080, Van, Turkey , ORCID: 0000-0001-6716-2811

[2]Mechanical Engineering Department, İnonu University, 44280, Malatya, Turkey ,

ORCID: 0000-0002-6897-3066

ABSTRACT

While developing technology offers some convenience in our lives, it also brings with it some irreparable or irreparable damages in our lives. One of the damages caused by fossil fuels to the environment is that they cause global warming and endanger the health of living things. One of the processes to reduce this effect is to add various additives to fossil fuels. In this study, mixed fuels called EB10 and MB10 were formed by adding 10% ethanol and 10% methanol by volume, each separately, into gasoline fuel. Each of the obtained blended fuels was tested separately in a gasoline engine and the engine performance and exhaust emission effects of the fuels were investigated. When the test results of the blended fuels are compared with the test results of the gasoline engine, the CO emissions of EB10 and MB10 blended fuels decreased by 11.89% and 70.1%, respectively, while the HC emissions decreased by 2.60% and increased by 4.75%, respectively. However, CO2 emissions increased by 3.95% and 23.31%. Considering the engine torques of the blended fuels, it increased by 1.05% and 4.36%, respectively, with the use of EB10 and MB10 fuels compared to gasoline fuel. In addition, the specific fuel consumption of EB10 fuel increased by 3.55%, while the specific fuel consumption of MB10 decreased by 4.55%.

Keywords: Gasoline, Ethanol, Methanol, Emission, Performance

1. GİRİŞ

Otomotiv sektörü karayolu taşıtı olarak elektrikli taşıtları ön plana çıkarsa da, günümüzde fosil yakıt kullanan içten yanmalı benzinli ve dizel araçların kullanımı halen devam etmektedir. Benzinli ve dizel araçların karayollarında kullanımı esnasında çevre taşıt kaynaklı zararlı egzoz emisyonlarına maruz kalmaktadır. Sadece kara taşıtları değil deniz ve hava taşıtlarında da fosil kökenli yakıtlar kullanıldığından bu taşıtlarda çevreyi önemli miktarda kirletmektedirler. Taşıt kaynaklı çevre kirliliği hem insanlara hem de diğer canlılar ve eko sisteme önemli miktarda zarar vermekte ve küresel ısınmaya sebep olmaktadırlar. Fosil yakıtlara eklenen yakıt katkı maddeleri ve nano katkı maddeleri fosil yakıtlardan kaynaklı egzoz emisyonlarını azaltmakta

ve motor performansını arttırmaktadır. Konu ile ilgili literatürde yer alan çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır.

Yakın ve ark., (2022) yaptıkları çalışmada, benzin yakıtı içerisine hacimsel olarak %5 oranında etanol ve metanolde çözünmüş sodyum borhidrür çözeltisini ayrı ayrı ekleyerek elde ettikleri karışım yaptıkları benzinli bir motorda denemişlerdir. Yapılan deneysel çalışmada benzin yakıtına kıyasla karışım yakıtların zararlı egzoz emisyonlarını azalttıkları ve motor performansını da arttırdıklarını belirtmişlerdir.

Balki ve Sayın (2014) sıkıştırma oranı 8.5:1 olan, buji ateşlemeli hava soğutmalı ve tek silindirli bir motorda benzin, metanol ve saf etanol karışım yakıtlarını kullanarak, sıkıştırma oranı, motor performansı, yanma ve emisyon özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek için deneysel bir çalışma yapmışlardır. Deney sonuçlarına göre, tüm sıkıştırma oranlarında, etanol ve metanol yakıt karışımlarının fren efektif verimi ve fren özgül yakıt tüketimi değerlerinin benzin yakıtıyla kıyaslandığında daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Benzin, etanol-benzin ve metanol-benzin karışımlarının bir araçta yakıt olarak kullanıldığı çalışmada Özsezen ve Çanakçı (2011), yakıtların araç performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Şasi dinamometresinde yapılan deney sonuçlarına göre, benzin ile çalışan araca göre alkol-benzin karışımları ile çalışan aracın tekerlek gücü ve özgül yakıt tüketiminde hafif bir artış meydana geldiği gözlenmiştir. Kurşunsuz benzine düşük oranlarda etanol ve metanolün ilave edilmesiyle elde edilen karışım yakıtlar, benzinli bir taşıtta şasi dinamometresinde egzoz emisyonları, yanma karakteristiği ve motor parformansı deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre karışım yakıtı kullanımının egzoz emisyonunu azalttığı, ısı dağılımını ve silindir gaz basıncını erken yükselmeye başlattığı, özgül yakıt tüketimini ise arttırdığı gözlemlenmiştir (Eyidoğan ve ark., 2011).

Bu çalışmada, saf benzin, EB10 (hacimsel olarak %10 etanol %90 benzinden oluşan karışım yakıtı) ve MB10 (hacimsel olarak %10 metanolde ve %90 benzinden oluşan karışım yakıt) karışım yakıtların her biri 1400d/d, 1800d/d, 2200d/d, 2600d/d ve 3000d/d olmak üzere beş farklı motor devrinde ayrı ayrı test yapılmıştır. Elde edilen veriler benzin yakıtıyla elde edilen verilerle kıyaslanarak yorumlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Deney Yakıtları

Deney yakıtı olarak test motorunda ilk olarak saf benzin, ardından EB10 karışım yakıtı son olarak ta MB10 karışım yakıtların her biri ayrı ayrı test yapılmıştır. EB10 ve MB10 test yakıtların akış şeması Şekil 2.1'de verilmiştir.

Şekil 2.1 Deney yakıtları ve deney düzeneği

2.2 Motor Testleri

Deneyler ilk olarak saf benzin yakıtı ardından EB10 karışım yakıtı ve son olarak MB10 karışım yakıtları için ayrı ayrı yapılmıştır. Saf benzinden elde edilen verilerle diğer karışım yakıtlardan elde edilen emisyon ve performans değerleri benzin yakıtının değerleriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Deney düzeneği Şekil 2.1'de verilmiştir. Emisyon ölçümü için, Bosch firmasının BEA 060 Model egzoz gaz analiz cihazı kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 3.1 Motor momentinin motor devrine bağlı değişimi

Şekil 3.1 Motor momentinin motor devrine bağlı değişimini göstermektedir. Grafik incelendiğinde EB10 ve MB10 karışım yakıtların momentleri B100 yakıtından elde edilen momente göre daha yüksektir. Tüm motor devirleri için MB10 yakıtının momenti, B100 ve EB10 yakıtlarının momentine göre daha yüksek olmuştur. Motor hızı arttıkça taşıt için gerekli olan motor gücü artacağından motor momenti azalmaktadır. Alkollerin gizli buharlaşma ısıları ve oksijen içeriğinin yüksek olması, ayrıca volümetrik verimin iyileşmesinden dolayı EB10 ve MB10 karışım yakıtlar benzine nazaran daha yüksek tork değeri göstermiştir. Literatürde incelendiğinde, alkol-benzin karışımları ile ilgili Masum ve ark., (2014) yapılan çalışmada da görüleceği gibi yüksek oktan sayısına sahip olan alkoller, tutuşma gecikmesinden dolayı silindirlerdeki ısı transferi miktarının azalması nedeniyle benzine nazaran alkol katkılı yakıtların motor momenti artmaktadır.

Şekil 3.2 Özgül yakıt tüketiminin motor devrine bağlı değişimi

Özgül yakıt tüketiminin motor devrine bağlı değişim grafiği Şekil 3.2'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde, EB10 karışım yakıtının özgül yakıt tüketimi saf benzine göre %3,55 artarken MB10 karışım yakının özgül yakıt tüketiminde ise %4,55 azalma meydana gelmiştir.

Şekil 3.3 CO emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

Eksik yanma ürünü olan CO emisyonu içten yanmalı motorlarda tam yanmama sonucu oluşmaktadır. Şekil 3.3 CO emisyonunun motor devrine bağlı değişimini göstermektedir. Grafik incelendiğinde MB10 karışım yakıtı tüm motor devrilerinde diğer yakıtlara göre düşük çıkmıştır.

Şekil 3.4 HC emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

HC emisyonu silindir içerisindeki yakıtın tam olarak yanmaması veya eksik yanmadan kaynaklanmaktadır. Şekil 3.4 HC emsiyonunun motor devrine bağlı değişimini göstermektedir.

Grafiğe göre, MB10 karışım yakıtın HC emisyonu benzine göre, %4,75 artarken EB10 yakıtının ise %2,60 azalmıştır.

Şekil 3.5 CO_2 emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

Tam yanma ürünü olan karbondioksit emisyonu Şekil 3.5'de motor devrine bağlı değiş grafiği olarak verilmiştir. Grafiğe göre MB10 ve EB10 karışım yakıtları CO_2 emisyonu tüm motor devirlerinde benzin yakıtına kıyasla yüksek çıkmıştır. Yakin ve Behçet (2021) yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar bulmuşlarıdır.

4. SONUÇLAR

Etanol-benzin, Metanol-benzin ve saf benzinin deney motorunda test edilmesi ile elde edilen sonuçlar dikkate alındığında; EB10 ve MB10 karışım yakıtların motor momentleri benzin yakıtına göre artmıştır. Tüm motor devirlerinde ölçülen momentlerin ortalaması alındığında meydana gelen artış miktarı EB10 ve MB10 karışım yakıtlarda sırasıyla %1,05 ve %4,36 olmuştur. Motor tam gaz altında çalışırken minimum özgül yakıt tüketimi 2600 d/d'da MB10 yakıtının kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. Ayrıca EB10 ve MB10 karışım yakıtların egzoz emisyonları benzin yakıtının emisyonları ile karşılaştırıldığında, CO emisyonlarında sırasıyla, %11,89 ve %70,1 azalma meydana gelirken HC emisyonlarında da sırasıyla %2,60 azalma ve %4,75 artma gerçekleşmiştir. Bununla beraber, CO_2 emisyonları ise sırasıyla %3,95 ve %23,31 artış göstermiştir.

KAYNAKÇA

Eyidoğan M, Canakci M, Ozsezen A, Alptekin ERTAN, Turkcan ALİ, Kilicaslan I, 2011. Investigation of the effects of ethanol-gasoline and methanol-gasoline blends on the combustion parameters and exhaust emissions of a spark ignition engine.

M. K. Balki, C. Sayin, "The effect of compression ratio on the performance, emissions and combustion of an SI (spark ignition) engine fueled with pure ethanol, methanol and unleaded gasoline", Energy, vol. 71, pp. 194–201, 2014.

Masum B.M., Kalam M.A., Masjuki H.H., Palash S.M., Fattah I.M.R. 2014. Performance and Emission Analysis of a Multi Cylinder Gasoline Engine Operating at Different Alcohol–Gasoline Blends, RSC Advances, 4: 27898-27904.

Özsezen AN, Canakci M, 2011. Performance and combustion characteristics of alcohol–gasoline blends at wide-open throttle. Energy, 36(5): 2747-2752.

Yakın, A., & Behçet, R. (2021). Effect of different types of fuels tested in a gasoline engine on engine performance and emissions. *International Journal of Hydrogen Energy*, *46*(66), 33325-33338.

Yakın, A., Behcet, R., Solmaz, H., & Halis, S. (2022). Testing sodium borohydride as a fuel additive in internal combustion gasoline engine. *Energy*, 124300.

BENZİNLİ BİR MOTORDAKİ YAKIT KATKI MADDELERİNİN (ETANOL, SODYUM BOR HİDRÜR) PERFORMANS VE EMİSYON ANALİZİ

Dr. AHMET YAKIN[1*], Prof.Dr. RASİM BEHÇET[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojisi Bölümü,Van, ORCID: 0000-0001-6716-2811

[2]İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya ,

ORCID: 0000-0002-6897-3066

ÖZET

İçten yanmalı motorlarda kullanılan benzin ve dizel yakıtlarına katkı maddeleri eklenerek motorun performansının arttırılması ve zararlı emisyonların ise azaltılması sağlanmaktadır. Bu çalışmada, saf benzin, EB15 (hacimsel olarak %15 etanol ve %85 benzin) ve ESB15 (hacimsel olarak %15 etanolde çözünmüş sodyum borhidrür çözeltisi ve %85 benzin) olmak üzere üç adet yakıt tek silindirli benzinli bir motorda test edilerek yakıtların performans ve emisyon etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırıldığında, benzin yakıtına kıyasla, EB15 ve ESB15 yakıtların CO emisyonlarında sırasıyla, %20,83 ve %25,95 azalma; HC emisyonlarında sırasıyla, %14,33 azalma ve 21,24 azalma; CO_2 emisyonlarında ise sırasıyla, %10,95 ve %12,79 artma meydana gelmiştir. Bununla beraber, benzine kıyasla EB15 ve ESB15 yakıtlarının motor momentlerinde sırasıyla %1,45 ve %1.85 artma meydana gelirken motor güç değerlerinde ise EB15 yakıtının kullanılmasıyla %0,63 artma ve ESB15 yakıtının kullanılmasıyla da %3,10 azalma meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yakıt katkı maddesi**,** Etanol, Sodyum borhidrür, Emisyon, Performans

PERFORMANCE AND EMISSION ANALYSIS OF FUEL ADDITIVES (ETHANOL, SODIUM BORON HYDRIDE) IN A GASOLINE ENGINE

Dr. AHMET YAKIN[1*], Prof.Dr. RASİM BEHÇET[2]

[1]Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies, Van Vocational School, Van Yuzuncu Yıl University, 65080, Van, Turkey , ORCID: 0000-0001-6716-2811

[2]Mechanical Engineering Department, İnonu University, 44280, Malatya, Turkey ,

ORCID: 0000-0002-6897-3066

ABSTRACT

By adding additives to gasoline and diesel fuels used in internal combustion engines, the performance of the engine is increased and harmful emissions are reduced. In this study, pure gasoline, EB15 (15% ethanol and 85% gasoline by volume) and ESB15 (volume 15% sodium borohydride solution dissolved in ethanol and 85% gasoline) fuels were tested in a single cylinder gasoline engine and the engine performance and emission effects of the fuels were investigated. . When the results obtained in the experimental study are compared with each other; 20.83% and 25.95% reduction in CO emissions of EB15 and ESB15 fuels, respectively, compared to gasoline fuel; 14.33% reduction and 21.24% reduction in HC emissions, respectively; CO_2 emissions, on the other hand, increased by 10.95% and 12.79%, respectively. In addition, EB15 and ESB15 fueled engine torques were 1.45% and 1.85%, respectively, compared to gasoline, while engine power values increased by 0.63% with the use of EB15 fuel and decreased by 3.10% with the use of ESB15 fuel.

Keywords: Fuel additive, Ethanol, Sodium borohydride, Emission, Performance

1. GİRİŞ

Fosil yakıtların hem çevreye ve canlılara verdiği zararlar hem de yakın zamanda tükenecek olması bilim adamlarının farklı yakıtlar üzerindeki çalışmalarını yoğunlaştırmıştır. Fosil yakıtlar yerine biyoyakıtlar, hidrojen yakıtı, nano katkı maddeleri ve yakıt katkı maddeleri üzerine çalışmalar bulunmaktadır. fosil yakıtlara eklenen katkı maddeleriyle ilgili literatürde yapılan çalışmalara baktığımızda,

Yaman ve Yesilyurt'un benzinli bir motorda n-pentanol yakıtını hacimsel olarak %5, %10, %15, %20 oranlarında kurşunsuz benzin içine karıştırmış elde edilen karışım yakıtı tek silindirli, dört zamanlı, su soğutmalı motorda, motor performansı, yanma ve egzoz

emisyonlarını belirlemek için yaptıkları deneysel çalışmada, Testlerden elde edilen veriler, n-pentanolün benzine infüzyonunun HC, CO, CO_2 ve NOx emisyonlarını benzine göre azalttığını, fakat O_2 seviyelerinin daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır (Yaman, 2021;Yesilyurt, 2021).

Yakın ve Behçet (2021), yaptıkları çalışmada ilk olarak saf benzini ardından benzin yakıtına hacimsel olarak %20 etanol yakıtı ekleyerek E20 olarak adlandırdıkları yakıtı ve son olarak etanolde çözünmüş sodyum borhidrür çözeltisini hacimsel olarak %20 oranında benzine ekleyerek ES20 olarak adlandırdıkları karışım yakıtları ayrı ayrı tek silindirli buji ateşlemeli su soğutmalı motorda denemişlerdir. Karışım yakıtlarıyla elde ettikleri verilerle benzin yakıtının denenmesinde elde ettikleri verilerle kıyasladıklarında benzin yakıtına göre zararlı emisyonlarda azalma ve motor performansında ise iyileşmeler tespit etmişlerdir.

Etanol, içerisinde bulundurduğu oksijenden dolayı iyi bir yanma verimi oluşturup ayrıca darbelere karşı dirençli olması ve yüksek gizli buharlaşma ısısına sahip olması gibi özelliklerinden dolayı da son zamanlarda hidrokarbon yakıtlarına katkı maddesi olarak ilave edilen alkoller arasında yer almaktadır (Surisetty, 2011).

Metanol ve etanolün katkı maddesi olarak içten yanmalı motorlarda kullanılması ve içten yanmalı motorlarda yanma olayıyla ilgili olarak literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Hsieh ve ark. (2002), farklı oranlardaki etanol-benzin karışımlarını benzinli bir motorda test ederek karışım yakıtların motor performans ve egzoz emisyonları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Elde edilen test sonuçlarına göre karışım içerisindeki etanol miktarının artması ile motor torku ve özgül yakıt tüketimi (ÖYT) artarken karışım içerisindeki etanol miktarının artması ile oluşan fakir karışımdan dolayı yanmamış HC (hidrokarbon) ve CO (karbon monoksit) emisyonlarının azaldığı gözlenmiştir

Yapılan araştırmalarda nano boyuttaki yakıt katkı maddeleri yanma esnasında yakıtın katalitik rolünü iyileştirilerek verimli bir tam yanma sağlandığı ve motor performansının iyileştiği ifade edilmektedir. Aynı zamanda sıvı yakıttaki nano katkı maddelerinin ikinci enerji taşıyıcıları olarak hareket etmeleri nedeniyle yakıtın tutuşma ve yanma özelliklerinin iyileştiği belirtilmektedir. Bor minareli, diğer katkı maddelerine göre Türkiye için hem yerel bir kaynak olması ve bol miktarda bulunması hem de daha yüksek gravimetrik ve hacimsel enerji yoğunluklarına sahip olması umut vaat eden bir katkı maddesi olduğu düşünülmektedir (Gürü ve ark, 2002; Kasper ve ark, 1998;Lissianski ve ark, 2001; Gan ve Qiao, 2011; Huang ve ark; 2009; Huang ve ark, 2005; Risha ve ark, 2003)

Yapılan çalışmada, 1400d/d, 1800d/d, 2200d/d, 2600d/d ve 3000d/d olmak üzere beş farklı motor devrinde üç farklı yakıt saf benzin, EB15 (hacimsel olarak %15 etanol %85 benzinden oluşan karışım yakıtı) ve ESB15 (hacimsel olarak etanolde çözünmüş sodyum borhidrür çözeltisi %15 ve %85 benzinden oluşan karışım yakıt) karışım yakıtların her biri ayrı ayrı test yapılmıştır. Elde edilen veriler benzin yakıtıyla elde edilen verilerle kıyaslanarak yorumlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Deney Yakıtları

Deney yakıtı olarak test motorunda ilk olarak saf benzin, ardından etanol ve benzin karışımı, son olarak da etanolde çözünmüş sodyum borhidrür çözeltisi ve benzin karışımı kullanılmıştır. Hacimsel olarak %15 etanol %85 benzinden oluşan homojen karışım yakıtı EB15 olarak isimlendirilmiştir. Hacimsel olarak %15 etanolde çözünmüş sodyum borhidrür ve %85 benzin karışım yakıtı ESB15 olarak isimlendirilmiştir. Deney yakıtları Şekil 2.1'de gösterilmiştir.

Şekil 2.1 Deney Yakıtları

Şekil 2.2 Deney Düzeneği

2.2 Motor Testleri

Deney motorunda testler motorun beş farklı devrinde yapılmıştır (1400devir/dakika, 1800d/d, 2200d/d, 2600d/d, 3000d/d). ilk olarak saf benzin yakıtı için ardından EB15 yakıtı ve ESB15 yakıtları için ayrı ayrı yapılmıştır. Saf benzinden elde edilen verilerle diğer karışım yakıtlardan

elde edilen emisyon ve performans değerleri benzin yakıtının değerleriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Deney düzeneği Şekil 2.2'de verilmiştir. Emisyon ölçümü için, Bosch firmasının BEA 060 Model egzoz gaz analiz cihazı kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 3.1 Motor gücünün motor devrine bağlı değişimi

Motor gücü motor momentine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Şekil 3.1 motor gücünün motor devrine bağlı değişimini göstermektedir. grafiğe göre karışım yakıtların motor güçleri bir birine yakın çıkmıştır ve motor devri arttıkça tüm karışım yakıtların motor güçleri artmıştır.

Şekil 3.2 Motor momentinin motor devrine bağlı değişimi

Motor momentinin motor devrine bağlı değişim grafiği Şekil 3.2'de verilmiştir. Motor momentinin taşıtın ilk harekete geçmesi ve direnç kuvvetlerini yenmesi için yüksek olması istenir. Grafiğe göre moment bütün karışım yakıtlarda motor devrine bağlı olarak artmış ardından belli bir motor devrinde maksimumu ve motor devrinin artmasıyla azalmıştır. EB15 karışım yakıtı motorun tüm devrilerinde diğer yakıtlara kıyasla yüksek çıkmıştır.

Şekil 3.3 CO emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

Motor devrine bağlı olarak CO emisyonunu değişim grafiği Şekil 3.3'de verilmiştir. Grafiğe göre tüm motor devirlerinde benzin yakıtına kıyasla ESB15 yakıtının CO emisyonu en düşük çıkmıştır. Bunun nedeni sodyum borhidrürün benzine kıyasla daha fazla hidrojen bulundurmasıdır buda yanma olayını iyileştirmektedir. Yakın ve Behçet (2021) yaptıkları çalışmada bunu desteklemişlerdir.

Şekil 3.4 HC emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

Şekil 3.4'de HC emisyonunun motor devrine bağlı değişimini göstermektedir. Şekil 3.4 incelendiğinde sodyum borhidrür katkılı ESB15 yakıtı en düşük çıkmıştır. İçten yanmalı motorlarda, uygun hava/yakıt oranının oluşmaması ve dolayısıyla yanma için yeterli oksijenin sağlanamaması nedeniyle yanma işlemi hiçbir zaman tam olarak geçekleşememektedir. Yanma esnasında hava-yakıt karışımı içerisinde yakıt miktarının artması ve azalması ile HC emisyonları artmaktadır.

Şekil 3.5 CO_2 emisyonunun motor devrine bağlı değişimi

Karbondioksit emisyonu diğer emisyonlar gibi eksik yanma ürünü değil tam yanma sonucu oluşan ve küresel ısınmaya sebep olan emisyondur. Şekil 3.5 Karbondioksit emisyonunu motor devrine bağlı değişimini göstermektedir. Grafiğe göre sodyum borhidrür katkılı ESB15 emisyonu diğer yakıtlara göre yüksek çıkmıştır.

4. SONUÇLAR

Tek silindirli ve dört zamanlı benzinli bir motorda yakıt olarak test edilen saf benzin, EB15 ve ESB15 karışım yakıtların motor performansı ve egzoz emisyonları deneysel olarak incelenmiş olup elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Hacimsel olarak %15 etanol saf benzin ile karıştırılıp EB15 olarak isimlendirilen yakıt ile yine hacimsel olarak %15 etanolde çözünmüş sodyum borhidrür çözeltisi saf benzin ile karıştırılıp ESB15 olarak isimlendirilen yakıt oluşturulmuş ve bu karışım yakıtlar deney motorunda test edilmiştir.

2. Etanol ve metanolün oksijen içeriği ve oktan sayısı saf benzine göre yüksek olmasından dolayı EB15 karışım yakıtının motor momenti saf benzine göre artış göstermiştir.

3. Tüm motor hızlarının ortalaması alındığında, 2600 motor devrine kadar tüm test yakıtların motor gücü benzer özellikler göstermiş ancak bu devirden sonraki motor hızlarında EB15 ve ESB15 yakıtların motor gücü B100 yakıtına göre artmıştır.
4. Test motoru EB15 ve ESB15 karışım yakıtları ile çalıştırılıp ölçülen HC emisyonları B100 yakıtının HC emisyonu ile kıyaslandığında sırasıyla, %14,33 ve 21,24 azalma meydana gelmiştir.
5. EB15 ve ESB15 karışım yakıtların CO emisyonları, saf benzin ile yakıtlı motorun CO emisyonlarına göre önemli oranlarda azalmıştır. Bu azalma miktarı EB15 yakıtında %20,83 ve ESB15 karışım yakıtında da %25,95 olarak gerçekleşmiştir.
6. CO_2 emisyonuna bakıldığında EB15 ve ESB15 karışım yakıtların CO_2 emisyonları B100 yakıtıyla kıyaslandığında, saf benzine göre sırasıyla %10,95 ve %12,79 artış meydana gelmiştir.

KAYNAKÇA

G.A. Risha, B.J. Evans, E. Boyer, R.B. Wehrman, K.K. Kuo, N. Engineering, Nanosized aluminum-and boron-based solid-fuel characterization in a hybrid rocket engine, in: 39th AIAA/ASME/SAE/ASEE Jt. Propuls. Conf. Exhib, 2003, pp. 1–14.

Hsieh WD, Chen RH, Wu TL, Lin TH, 2002. Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol–gasoline blended fuels. Atmospheric Environment, 36(3): 403-410.

M. Gürü, U. Karakaya, D. Altıparmak, A. Alıcılar, Improvement of Diesel fuel properties by using additives, Energy Convers. Manag. 43 (2002) 1021–1025.

M. Kasper, K. Sattler, K. Siegmann, U. Matter, H.C. Siegmann, The influence of fuel addititive on the formation of carbon during combustion, J. Aerosol Sci. 30 (1998) 217–225.

Surisetty VR, Dalai AK, Kozinski J, 2011. Alcohols as alternative fuels: An overview. Applied Catalysis A: General, 404(1-2): 1-11.

V.V. Lissianski, P.M. Maly, V.M. Zamansky, W.C. Gardiner, Utilization of iron additives for advanced control of NOx emissions from stationary combustion sources, Ind. Eng. Chem. Res. 40 (2001) 3287–3293.

Y. Huang, G.A. Risha, V. Yang, R.A. Yetter, Effect of particle size on combustion of aluminum particle dust in air, Combust. Flame 156 (2009) 5–13.

Y. Gan, L. Qiao, Evaporation characteristics of fuel droplets with the addition of nanoparticles under natural and forced convections, Int. J. Heat Mass Tran.54 (2011) 4913–4922.

Y. Huang, G.A. Risha, V. Yang, R.A. Yetter, Analysis of nano-aluminum particle dust cloud combustion in different oxidizer environments, in: 43rd Aerosp. Sci. Meet. Exhib, 2005, pp. 1–14.

Yakın, A., & Behçet, R. (2021). Effect of different types of fuels tested in a gasoline engine on engine performance and emissions. *International Journal of Hydrogen Energy*, *46*(66), 33325-33338.

Yaman, H., Yesilyurt, M. K. 2021. The influence of n-pentanol blending with gasoline on performance, combustion, and emission behaviors of an SI engine.Engineering Science and Technology, an International Journal,24(6):1329-1346.

ARAZİ YÖNETİMİNDE 3 BOYUTLU DENİZ KADASTROSU

Dr, GÜL USLU [1], Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur USLU[2]

[1] gulluslu@gmail.com- ORCID ID: 0000-0002-3691-2111

[2] Sinop Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: 0000-0001-5103-9405

ÖZET

Denizler, geçmişten günümüze kadar insanların beslenmesi, göç etmesi, hammadde çıkarması ve bunların ticaretinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca günümüzde deniz diplerinde bulunan doğalgaz ve petrol araştırmaları ve yeraltı kaynaklarının kıtalar arası taşınımı için ülke sınırlarının ve denizlerin güvenliği oldukça önem kazanmaktadır. Bunun yanısıra denizel alanda sürdürülebilirliğin devam etmesi açısından ekolojik sistemin korunması da bir o kadar önemlidir. Fakat, teknolojinin gelişmesiyle toplumların kullandıkları üretim teknolojileri ekolojik dengeyi tahrip etmekte ve insanoğlunun denizel alandan faydalanacağı birçok kaynağı yok etmektedir. Kadastro, taşınmazların boyutlarını ve konumlarını belirlemek için kullanılan yasal bir belgedir. Hakların, sınırlamaların ve sorumlulukların birleşimi olan mülkiyet yerel yönetim yetkilileri için arazi yönetiminde önemli rol oynamaktadır. Günümüzde denizlerin ve arazilerin yatay ve dikey boyutunda yer alan bireysel ve kamusal hakların ve kısıtlamaların sürekli ve kapsamlı bir şekilde kayıt altına alınarak planlanması gerekmektedir. Çeşitli kullanımlara sahip kıyı ve deniz alanları, su yüzeyinde ve deniz tabanında düzenli olarak çakışan hak sorunlarına ve ayrıca teknik, yasal ve paydaş yönetiminde çatışmalara yol açar. Deniz alanının bazı bölümleri kara alanı olarak kabul edilmesi nedeniyle, deniz alanının yönetimi için mevcut arazi standardı veri modeli, Arazi Yönetimi Modeli (LADM) kullanılmaktadır. Bu standardın kara ve deniz ortamıyla ilgili 3 boyutlu kadastroda olduğu kanıtlanmıştır. Bu çalışmada, deniz kadastrosunun gelişmiş ülkelerdeki ve ülkemizdeki durumu irdelenerek, deniz kadastrosunu üç boyutlu kadastro gözönüne alınarak arazi yönetimine entegre etme olasılıkları gözden geçirilmeye çalışılacaktır. Ayrıca kıtalar arası petrol ve doğalgaz taşınımı sırasında boru hatlarının geçebileceği ülkelerde ne gibi sorunlarla karşılaşılabileceği ve ülkelerin sorumlulukların tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler : Deniz, Kadastro, Mülkiyet, Arazi Yönetimi Modeli (LADM)

1. GİRİŞ

Denizler ve kıyı alanları, geçmişten günümüze bu alanlarda yaşayan insanların yaşam standardını artması için büyük katkıda bulunan sosyal, ekonomik ve doğal fonksiyonlar sağlarlar. Çünkü bu alanlar dünya yüzeyinin yaklaşık olarak üçte ikisini kapladığı için ortak yaşam alanlarının birbiriyle ve insanlıkla ilişkilendirilen önemli alanları haline gelir. Ayrıca tüm dünyada iklim hareketleri için de etkili alanlardır. Kıyı ve deniz alanları; yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan türler için doğal bir ortam olmakla beraber, bu türlerin yetiştirildiği ve saklandığı alanlar olma özelliğine de sahiptirler. Kıyı alanlarında bulunan ülkelerin denizlerdeki sınırlarını ve haklarını kontrol edebilmesi ülke ekonomisi büyük katkı sağlamaktadır [1]. Denizlerin dibinden geçen kablolar ve boru hatları gibi ülkeler arası enerji nakil hatları dahil olmak üzere turizm, tatil alanları, deniz diplerinde bulunan doğal kaynaklar (petrol, doğalgaz), balıkçılık, deniz taşımacılığı gibi çok çeşitli alanlarda ülkelere ekonomik kazanç getirmektedir. Özellikle hassas bölgelerin ortaya konması ve bu bölgeler arasındaki bağlantı ve çeşitli istatistiklerin araştırılması biyo çeşitliliğin korunması açısından önemlidir [2]. Bu tür politikaların ve çalışmaların idare ve yönetimi ancak doğru karar destek programlarıyla olur. Bu bağlamda konumsal veri, doğru karar verme kapasitesini artırırken sürdürülebilir çevre için de önemli katkı sağlar. Bu nedenle, ülkelerin verimli bir yönetim sistemine, örneğin üç ekosistem (kara, kıyı ve deniz) arasındaki deniz veri entegrasyonunu yönetebilen bir çerçeveye ihtiyaç vardır. Bu alanların içerdiği faaliyetlerin çeşitliliği, her geçen gün artan önemi, yenilenemez ve tekrar üretilemez alanlar niteliğinde olmaları nedeniyle, sürekli değişime uğrayan bu alanların kontrol altına alınması gerekmektedir. Nerede, ne tür, ne kadar ve ne var? sorularına cevap alınabilmesi gerekmektedir. Ayrıca burada mevcut haklar arasındaki öncelik, hangi yasal düzenlemeye göre işlem görmesi gerektiği ve tüm bunların birbirlerine göre konumsal ilişkilerinin belirlenebilmesi gerekliliği, çok çeşitli faaliyetler ve taleplerin sınırlandırılıp denetlenebilmesi için bir kayıt zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır [3].

Denizlerin yönetimi için deniz yüzeyi, su sütunu ve deniz tabanını içeren 3 boyutlu (3B) bir yaklaşım modelini dikkate almak gerekir [4]. Karmaşık kayıt sistemleri için kavramsal sınırlamalar, teknik sorunlar ve bütçe kısıtlamaları nedeniyle, kadastro kurumları su alanlarını kayıt altına almakta zorluk çekmektedir [5]. Deniz alanının bir kısmı kara alanı olarak ele alındığı için, deniz kadastrosu arazi yönetimine entegre edilebilmektedir. Tüm bunların yanında özellikle son dönemlerde, deniz ve kıyı alanlarında, başta Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Avustralya olmak üzere birçok dünya ülkelerinde Deniz Kadastrosu kavramı gündeme

gelmiştir [6]. Uygulanmakta olan mevcut arazi yönetimi standardına Arazi İdaresi Etki Alanı Modeli (LADM) denilmektedir. Bu standardın deniz kadastrosu için de geçerli olduğu söylenmiştir [7]. Deniz alanlarını, şehir planlamasını veya kıyı bölgesi gibi yasal sonuçları olan imarı destekleyen kavramsal modelin genişletilmiş çerçevesi, LADM genişlemesinin ana hatlarından biridir.

2. DENİZ KADASTROSU

Deniz hukuku konusunda ilk konferans, 1958'de Birleşmiş Milletler, Cenevre'de (United Nations Convention on the Law of the Sea=UNCLOS I) düzenlemiş ve konferansa katılan 86 ülke anlaşmaya varmıştır. Buna göre; Karasuları ve Bitişik Bölge Sözleşmesi'nde, karasularına bir sınır getirilmiyor; temel ilkeleri belirlenerek, karasularına bitişik bölgelerin 12 millik bölümünde kıyı ülkelerinin gümrük, sağlık ve mali konularda belirli kurallar uygulayabileceği belirtiliyordu. Ayrıca zararsız geçiş hakkı korunmuştu. Madde 14/5'e göre, yabancı balıkçı teknelerinin geçişi halinde, buradaki kıyı devletleri bu teknelerin, karasularında avlanmalarını önlemek amacıyla yapacağı ve yayınlayacağı türde kanunlar çıkaracaklar ve bu tekneler, kurallara uymamaları durumunda, ceza göreceklerdi. Açık Deniz Sözleşmesi'nde, diğer ülkelerin haklarına gereğince saygı gösterme koşuluyla; seyir, balık avlama, uçuş ve kablo ya da boru döşeme hakları tanınıyordu. Balıkçılık ve Canlı Deniz Kaynaklarını Koruma Sözleşmesi, kıyı devletlerine, karasularına bitişik bölgede balık yataklarını koruma yetkisi tanıyordu. Bu bölgelerde avlanan başka ülke balıkçıları, kıyı ülkesinin koyduğu koruma önlemlerine uymak zorundaydılar. Bu önlemlere uyulmaması durumunda kıyı ülkelerinin, bilimsel yaptırımları uygulama hakkı vardı. Dördüncü madde, kıyı ülkesine, kıta sahanlığında 200 m derinliğe, kıta sahanlığı dışında ise işletilebilir derinliğe kadar araştırma ve işletme hakkı tanımıştı. İşletilebilir derinlik tanımı, ülkenin derin denizleri işletme teknolojisine bağlı olduğundan, oldukça esnek sınırlar çizmekteydi. Balıkçılık hakkı ve alansal bölgelerin sınırlamaları üzerine sürekli bir fikir birliğinin sağlanamadığı ikinci anlaşma (UNCLOS II) 1960'da imzalanmıştı (UN, 1982) [8].

UNCLOS III, 10 Aralık 1982'de Jamaica'nın Montego Körfezi'nde imzaya açıldı. Bu defa dünyanın çeşitli bölgelerini temsil eden 150'den fazla ülke, 14 yıllık çalışmanın neticesi olan bu anlaşmayı imzaladılar (UN, 1983) [9] UNCLOS III'ün kabulü ve kıyısı olan ülkeler için 200 millik EEZ (Ekonomik özel bölge)'nin ilan edilmesi deniz kaynaklarının daha iyi yönetimi

için yeni bir taslak oluşmasını da sağlamıştır. Ortaya çıkarılan en son kanunun 5. Bölüm 61. Maddesi canlı kaynakların korunması, 62. Maddesi bu kaynakların işletilmesi üzerineydi ve kıyısı olan ülkelerin EEZ içindeki canlı kaynaklarının avlanabilir miktarlarını belirlemesi gerektiğini, bunun için en uygun bilimsel yöntemlerin dikkate alınması gerektiğini vurguluyordu [10].

Deniz Kadastrosu Amaçları;

- Doğal kaynak yönetimi bakış açısı sağlamak
- Deniz çevresinde değerlendirilen ve yönetilen hakları, sınırları ve sorumlulukları kapsayan kapsamlı bir konumsal veri altyapısı sağlamak
- Bu sayede yöneticiler; yönetim, uygulama ve araştırma görevleri veya amaçları için var olan en iyi bilgiye ulaşabilmelerini sağlamak olarak belirlenmiştir [11]

2.1 Üç Boyutlu (3B) Deniz Kadastrosu

Su yüzeyi, su sütunu, deniz yatağı ve toprak altı haklarını içeren faaliyetlerin 3 boyutlu bir ortamda ele alınması gerekir. Deniz alanındaki parsellerin geometrisi, parsellerin haklarını, sınırlarını ve değerini tanımlayan diğer kayıtlara bağlıdır [12]. Fiziksel parsellerin haritasını çıkarmak, o bölgede örtüşen faaliyetlerle sonuçlanabileceği için zorlu görünmektedir. Bölgede örtüşen başka faaliyetlerle bulunduğu için o bölgeye ait fiziksel parselasyon yapılması oldukça zordur. Su ürünleri yetiştiriciliği, balıkçılık ve inşaat geliştirme (su üstü tesisi) gibi deniz haklarının çoğu üç boyutludur ve bu hakların iki boyutlu bir kavramını yasal olarak yetersiz kalmaktadır.

Şekil 1. Üç Boyutlu Görünümde Deniz Dibi

Şekil 1, deniz alanındaki mülkiyet haklarını nasıl daha kesin hale getirdiğini göstermektedir. Deniz ve kıyı alanlarında yasalar özel mülkiyete izin vermemektedir. Kayıt altına alınan deniz alanlarının özellikleri, bunların sınıflandırılmasında kullanılabilir. Semantik niteliklerin tanımlanması, niteliklerin deniz bölgelerini tutarlı bir şekilde yapılandırılmış ve kayıtlı olarak tanımlamanın etkili bir yolu olabilir. Nitelik türlerinin sayısına ve veri miktarına bağlı olarak gerekli analiz basit bir açıklamadan oluşabileceği gibi daha karmaşık bir analize ihtiyaç duyulabilir [13]. Bu 3B niteliklerle çalışmak için, mevcut deniz parselasyon uygulaması karada uygulananla hemen hemen aynı protokolü izlediğinden, arazi yönetimi uygulaması uygulanabilir görünmektedir [14]. Arazi Yönetim Alan Modeli (LADM) birçok ülkede uygulanan arazi standardıdır. Bu standart 3 boyutlu arazi uygulamaları için de geçerlidir.

2.2 Arazi Yönetimi Alan Modeli

Arazi İdaresi Alan Modeli (LADM), arazi idaresini desteklemek için kullanılan uluslararası bir standarttır. Bu uluslararası standart, arazi idaresinin kara ve su hakları, sorumlulukları ve kısıtlamaları ile ilgisi olan geometrik nesnelerle ilgilenen kısmına odaklanmaktadır [15]. Standart üç ana bileşenden oluşur: taraflar (bireyler ve kuruluşlar); temel idari birimler, haklar, sınırlamalar ve sorumluluklar (RRR). Şekil 2'de inceleme ve gösterim için bir alt bileşen ile mekânsal birimler (binalar ve hizmet ağları için parsel ve yasal alan) gösterilmektedir [16].

Şekil 2. LADM Standardı (ISO 19152, 2012)

LADM, arazi idaresi geliştirme için insan-arazi ilişkisi modeli için bir referans modeldir [16] . Su ve yer yüzeyinin üstündeki ve altındaki elementler gibi 3 boyutlu arazi yönetiminin bileşenlerine ve bireylere ilişkin temel ayrıntıları içerir [15] ve Griffith-Charles vd [17] ve Sutherland M ve diğerleri (2016) [18] gibi, iç kesimlerle ilgili olduğu bilimsel ve teknik çalışmalarda açıkça belirtilmiştir.

LADM uluslararası standartlardan biri olduğundan dolayı, mevcut yapıları farklılıklarına ve benzerliklerine dayalı olarak tanımlamak için resmi bir dil sağlayabildiğinden, LADM'ye dayalı deniz veri modelleme uygulamalarının geliştirilmesi ve uygulanmasına yönelik bir kavram ele alınmıştır. Öznitelik kod listesinin kullanımı standart tutarlılığı sağlar ve bu kod listesinin gerekli uygunluk doğrultusunda uyarlanması ve değiştirilmesi mümkündür [19].

LADM kavramı, deniz yönetimini ekonomik, çevresel ve sosyal gibi herhangi bir açıdan sürdürmek için deniz kadastrosu ile bağlantılı olma potansiyeline sahiptir. Şekil 3, Kanada için LADM tabanlı Deniz Kadastrosunun kavramsal şemasını göstermektedir. Oluşturulan sınıflar gölgelendirilmiştir. Deniz kadastrosunu standartla birleştirilirken LADM'ye MC_MaritimeZone, MC_MarineResource ve MC_MarineLayer, yeni sınıflar eklenmiştir. Bu kavramsal şema, deniz yüzeyi, su sütunu ve deniz tabanını içeren deniz katmanını içerdiği için referans olmuştur. Ancak MC_MaritimeZone kısmında, alanı çok geniş olan tüm deniz bölgelerini kapsamaktadır [20].

Şekil 3. Arazi İdaresi Alan Modeli (LADM) Tabanlı Deniz Kadastrosu Kavramsal Şeması Kanada Örneği

Şekil 4, Yunanistan için LADM tabanlı 3B Deniz İdaresi Modeli'ni göstermektedir. Burada deniz alanıyla ilgili hakların, kısıtlamaların ve sorumlulukların (RRR'ler) nasıl düzenlenebileceğine odaklanılmaktadır. Gaz boru hattı ve su ürünleri yetiştiriciliği alanı,

örtüşen haklar olarak görülmektedir. Bu model, 3D veri kaydı da dahil olmak üzere, deniz alanı yönetiminin yasal nesneleri için oluşturulmuştur [21].

Şekil 4. LADM tabanlı 3D Deniz İdaresi (Yunanistan)

Malezya için yapılan Deniz Kadastrosu'nun LADM ile birleştirilmesinde Unified Modeling Language (UML) sınıf diyagramları kullanılmıştır. Bu dil, bir sistemi tanımlamak, belirtmek, tasarlamak ve yapılandırmak için ortak bir dildir. Başlangıç noktası olarak, kavramlar ve gerçek dünyadaki ilişkileri, UML ve Varlık-İlişki (ER) modeli aracılığıyla kavramsal bir modele eşlenmiştir. ER modeli, veritabanını grafiksel olarak oluşturmak için varlıkların (veya nesnelerin) mantıksal ilişkilerini temsil eden bir adımdır. ER modelinin ana bileşenleri, bir veritabanı oluşturmak için sınıflar tarafından takip edilen varlıklardır. Gerekli sınıflar gruplara ayrıldı ve ardından sınıflar arasındaki temel ilişki tanımlanır. Buradaki gruplar ve sınıflar Tablo 1'de gösterilmektedir [22].

Çizelge 1. Malezya Deniz özellikleri için olası sınıflar ve alt sınıflar

Grup	Ana Sınıf	Alt Sınıf
Party	MC_Group	MC_GroupParty MC_PartyMember
Administrative	MC_RRR	MC_Right MC_Restriction MC_Responsibility MC_BAUnit MC_AdministrativeSource
Spatial Unit	MC_SpatialUnit	MC_MarineProperty MC_LegalSpaceUnit MC_Leasehold MC_Freehold MC_TemporaryOccupationLicense MC_LegalSpaceUtilityNetwork MC_MarineLayer MC_SeaSurface MC_WaterColumn MC_Seabed MC_NaturalSource MC_BoundaryFaceString MC_BoundaryFace MC_Point

Geliştirilen veri modelinde, Tablo 1'de gösterildiği gibi denizcilik yönleri için birkaç önemli sınıf tanıtılmıştır. Esnek olan bu model, su sütunları, su ürünleri yetiştirme alanları, kablolar ve boru hatları, tatil köyleri ve yel değirmenleri gibi su bazlı ticari kuruluşlar gibi çeşitli deniz kadastro nesnelerini işleyebilmektedir [22].

3. SONUÇLAR

Yeryüzünde gıda, ticaret, ulaşım, hammadde temini, v.b. üretimi ve kullanımı için en çok talep edilen ve kullanılan denizlerin sahip olduğu kaynaklar ile nüfus artışı ters orantılı olduğundan, gelecekte denizlerin önemi daha da artacaktır. Diğer taraftan denizel alanların idaresi ve yönetimi ile sorumlu kuruluşların ürettiği bilgiler genellikle güncel ve istenilen doğrulukta değildir. Üstelik birçok uygulama ve yasal düzenlemeler sözel bilgiler ile açıklanmış harita katmanları olarak da mevcut değildir. Fakat denize kıyısı bulunan ülkeler topluluklarının huzurlu ve refah içinde yaşaması için sınırlarını korumak ve denizden yararlanabilecekleri haklarını kullanmak zorundadır. Bunun yanı sıra deniz dibi ekosistemini de korumak zorundadırlar. Tüm bu kriterleri düşünerek deniz kadastrosu kavramı oluşturulmuştur. Özellikle Rusya-Ukrayna savaşı sonunda enerji sıkıntısı çeken Avrupa ülkelerine ülkemizin sınırlarından geçecek alternatif yollar sunulmasında deniz kadastrosu büyük önem taşımaktadır.

Yapılan literatür çalışmaları sonucunda ülkelerin, Uluslararası arazi yönetimi standardı olan Arazi Yönetimi Alan Modeli (LADM)'nin kara alanlarında olduğu gibi denizel alanda da

uygulanabileceği belirtilmiştir. Kara ile deniz alanı arasındaki bağlantı söz konusu olduğunda yaşanan sorunlara rağmen, dikkate alınabilecek ve uygulanabilecek birkaç unsur vardır. Kısaca, LADM, çeşitli haklar, kısıtlamalar ve sorumlulukların yönetimi ve modellenmesi açısından deniz kadastrosuna uyarlanabilir. Denize kıyısı olan ülkelerde paydaşlar arasındaki çatışmalar (mülk hakları mülkiyeti), deniz ortamında takip edilebilecek uygun bir standart olmadığında ortaya çıkmaktadır.

Üç tarafı denizlerle çevrili, Asya ve Avrupa arasında köprü görevi gördüğü için ve yeraltı kaynakları ile çok zengin olan ülkemizde Deniz Kadastrosu kavramını net bir şekilde oluşturarak arazi yönetim sistemine entegre edilmesi gerekmektedir. Ayrıca çok disiplinli meslek gruplarınca tartışılmalı, bilim adamlarının katılımı ile yürürlükteki mevzuata göre tescile konu olmayan bu alanlar için yasal düzenlemeler yapılıp yapılamayacağı araştırılmalı, deniz üzerindeki faaliyetler ve bunların yönetilebilmesi için gerekli yapı ve düzenlemeler gözden geçirilmelidir. Bunun yanı sıra denizel alanların sürdürülebilir yönetimi için kadastrosunun yapılmasına katkı sağlayacak, temel harita altlıkları ve denizel alanların planlanmasına yönelik konumsal veri tabanının bilgi teknolojileri desteği ile oluşturulmasını sağlamak için gerekli çalışmalar başlatılmalıdır. Bu bağlamda Denizel KVA ile, ülke genelinde tüm kamu kurumları, yerel yönetimler, özel sektör ve konumsal veri ile iş yapan bütün kesimler arasında birlikte işlerliği sağlayacak ve ilgililere gereksinim duydukları veri veya servislere anlık erişim ve kullanım olanağı tanıyacak bir altyapı kurulma çalışmaları başlatılmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] Binns A 2004 Defining a Marine Cadastre: Legal and Institutional Aspects (Thesis Department of Geomatics The University of Melbourne Australia)

[2] Astor Y, Sulasdi W N, Hendriatiningsih S and Wisayantono D 2017 The Evaluation of Marine Cadastre Definitions Among Australia, Canada and United States of America Based on Indonesia's Perspective as An Archipelagic State Book Chapter (Cadastre: Geo-Information Innovations in Land Administration Elsevier).

[3] Azzahrah S, Astor Y and Sidqi M 2019 Study of Base Map and Marine Thematic Map Usage to Make Coastal Waters Location Permits Map in Coastal Waters and Small Islands (Study Area: Maratua Island, East Kalimantan) Accepted International Proceeding ICOIRS 2019

[4] Zamzuri, N. A. A., Hassan, M. I., & ABDUL, A. Developing 3D Marine Cadastre Data Model within Malaysian LADM Country Profile–Preliminary Result.

[5] Alberdi, R., & Erba, D. A. (2020). Modeling Legal Land Object for waterbodies in the context of 4D cadastre. Land Use Policy, 98. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104417

[6] Sutherland, M. (2005). The Marine Cadastre : Legal and Spatial Data Contribution to Economic, Environmental and Social Development The Marine Cadastre : Legal and Spatial Data Contribution to Economic, Environmental and Social Development. FIG Commission 4 Working Group Activities, TS 40(April), 1–11

[7] Lemmen, Christian, van Oosterom, P., Kara, A., Kalogianni, E., Shnaidman, A., Indrajit, A., & Alattas, A. (2019), The scope of LADM revision is shaping-up. The 8th Land Administration Domain

[8] Darusman, Y. M., Fauziah, A., & Sumarna, B. D. (2020, December). The Study of Natuna Island Dispute Between Indonesia and China, Based on UNCLOS 1982. In The 2nd International Conference of Law, Government and Social Justice (ICOLGAS 2020) (pp. 386-394). Atlantis Press.).

[9] Brown, E. D. (1983, January). Deep-Sea Mining: The Consequences of Failure to Agree at UNCLOS III. In Natural Resources Forum (Vol. 7, No. 1, pp. 55-70). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

[10] Kınacıgil,H.T., Akyol,O. 2002. Uluslararası Deniz Anlaşmaları ve Balıkçılığa Etkileri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi,19 (3¬4):529¬537

[11] Sesli FA., Uslu G., 2010, Deniz Kadastrosu Kavramı ve Gelişmiş Ülkelerdeki Uygulamaları, Türkiye Kıyıları'10 Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi, Cilt 1, s. 159¬171, Trabzon.)

[12] FIG (2014). CADASTRE 2014 and Beyond: Vol. PUBLICATION (Issue 61). http://www.fig.net/pub/figpub/pub61/Figpub61.pdf

[13] Amsyar, M., Abdullah, B., & Omar, A. (2011). Geoid Based Seamless Vertical Height Datum for Marine Cadastre Application. April, 1–16.

[14] Arof, Z. M. A. T., & Abdullah, A. (2015). Understanding Marine Cadastre System in Malaysia.

[15] ISO (2012). ISO 19152 International Standard Geographic information — Land Administration

[16] Lemmen, Christiaan, van Oosterom, P., & Bennett, R. (2015). The Land Administration Domain Model. Land Use Policy, 49, 535–545. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.014

[17] Griffith-charles, C., Sutherland, M., Griffith-charles, C., & Sutherland, M. (2014). Governance in 3D , LADM Compliant Marine Cadastres Governance in 3D , LADM Compliant Marine Cadastres. Proceedings of 4th International Workshop on 3D Cadastres, November 2014,83–98.

[18] Sutherland, Michael, Griffith-charles, C., Davis, D., Sutherland, M., Griffith-charles, C., & Davis, D. (2016). Toward the Development of LADM-based Marine Cadastres : Is LADM Applicable to Marine Cadastres ? Toward the Development of LADM-based Marine Cadastres : Is LADM Applicable to Marine Cadastres ? October, 301–316.

[19] Flego, V., Roić, M., & Benasić, I. (2021). LADM extensions to maritime domain in multi-register environment-Case study Croatia. Land Use Policy, 102, 105247.

[20] Gainer, M. (2017). Maya Gainer Innovations for Successful Societies. In Breaking New Ground: Pioneering Electronic Land Registration in Ontario, 1987-2010

[21] Kalogianni, E., Janečka, K., Kalantari, M., Dimopoulou, E., Bydłosz, J., Radulović, A., ... & Van Oosterom, P. (2021). Methodology for the development of LADM country profiles. Land Use Policy, 105, 105380

[22] Zamzuri, N. A. A., Hassan, M. I., & ABDUL, A. Developing 3D Marine Cadastre Data Model within Malaysian LADM Country Profile–Preliminary Result.

NÜKLEER GÜÇ SANTRALLERİNDE ÇALIŞMANIN İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İRDELENMESİ VE RİSK YÖNETİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur USLU [1], Dr. Gül USLU [2]

[1] Sinop Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: 0000-0001-5103-9405

[2] ORCID ID: 0000-0002-3691-2111

ÖZET

Modern dünyada enerji, devletlerin varoluşlarını devam ettirebilmesi, gelişen teknoloji ile sanayi, ulaşım ve benzeri alanlarda varlığını devam ettirebilmesi için sahip olması gereken en önemli etkendir. Geçmişten günümüze odun vb. katı yakıt enerji kaynaklarını kullanarak başlayan bu süreç, her geçen gün gelişerek kömür, petrol, doğalgaz kaynaklarının kullanımı ile devam etmektedir. Bu enerji kaynaklarının zaman içinde tükenecek olmasından dolayı yeni bir alternatif kaynak arayışına gidilmiştir. Bilim mevcut kullanılan enerji kaynaklarını, yenilenebilir kaynaklar ve yenilenemez kaynaklar olarak iki başlık altında toplamıştır. Yukarıda sözü geçen fosil kaynaklı yenilenemez enerji kaynaklarına karşılık nükleer enerji, su, rüzgâr, güneş enerjisi alternatif birer kaynak sayılmıştır. Alternatif kaynaklar arasında sayılmasına rağmen nükleer enerji yenilenemez kaynak olarak bilinmektedir. Nükleer enerjinin alternatif kaynaktan sayılmasının başlıca nedeni çevreye zararlı gaz salınımı yapmaması olmuştur.

Radyasyon ve radyoaktif maddeler, enerji üretiminden tıp, endüstri ve tarıma kadar birçok faydalı uygulamaya sahiptir. Bu uygulamalardan kaynaklanabilecek çalışanlara, halka ve çevreye yönelik radyasyon riskleri değerlendirilmeli ve gerekirse kontrol edilmelidir. Güvenliğin düzenlenmesi ulusal bir sorumluluktur. Radyasyon riskleri ulusal sınırları aşabilir bu nedenle bu sorumluluk, uluslararası işbirliği ve deneyim alışverişinde bulunarak ve tehlikeleri kontrol etme, kazaları önleme, acil durumlara müdahale etme ve zararlı sonuçları hafifletme yeteneklerini geliştirerek küresel güvenliği teşvik etmeye ve geliştirmeye hizmet eder.

İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma, maruz kalan doku veya organın işlevini bozacak kadar geniş bir ölçekte hücrelerin ölümüne neden olabilir. Nükleer güç santrallerinde ve buralardaki depolama alanlarında çalışmak, işçileri bir dizi endüstriyel sağlık ve güvenlik riskine maruz bırakabilir. Bu nedenle nükleer santraller, radyolojik kontrollü alanlarda çalışan çalışanlar için risk önleme tedbirleri ve özellikle radyasyondan korunma tedbirleri uygulamaktadır.

Bu çalışmada nükleer güç santrallerinin negatif ve pozitif yanları, radyoaktif ortamın insan sağlığına etkileri, çalışma ortamındaki maruziyet sınır değerleri, nükleer güç tesislerinde çalışanlar için alınması gereken önlemler ve güvenlik kültürü üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Nükleer güç santrali, risk yönetimi, radyasyon, iş güvenliği

1. GİRİŞ

Nükleer santraller, bir jeneratöre bağlı olan ve elektrik üretmek için kullanılan bir türbini döndüren buharı oluşturmak için yakıttan ısı üretmeleri bakımından diğer enerji santrali türlerine benzer. Bununla birlikte, birincil fark, kullanılan yakıt türündedir: Uranyum.

Nükleer fisyon reaktörlerinin tümü, enerji üretimi için aynı temel prensibi takip eder. Bu, aşağıdaki üst düzey adımlardan oluşur:

– Bir nükleer reaktörün çekirdeğinde bulunan birincil yakıt olan Uranyum atomları, düşük enerjili (yavaş) nötronlar kendileriyle çarpıştığında bölünebilir.

– Fisyon işlemi daha fazla nötron salar, bu nötronlar bir kez yumuşatıldığında (yavaşlatıldığında) daha sonra diğer Uranyum atomlarıyla çarpışarak parçalanmalarına ve daha fazla nötron salınmasına neden olabilir. Dikkatle kontrol edildiğinde, bu bir zincirleme reaksiyona neden olabilir.

– Fisyon işlemi, daha hafif elementlerin ve nötronların kinetik enerjisi şeklinde büyük miktarlarda enerji açığa çıkarır. Bu etkileşim arttıkça, açığa çıkan enerji ısıya dönüştürülür [1] (Görsel 1).

Görsel 1. Fisyon Reaksiyonu [1]

-Üretilen ısı, çekirdek boyunca kapalı bir döngüde dolaşan reaktör soğutucusuna (reaktör tasarımına bağlı olarak normalde CO2 veya su) aktarılır. "Birincil döngü" olarak da bilinen

reaktör soğutucusu dolaşır veya doğrudan buhara dönüşür ve bir türbini çalıştırır ya da ısısını "ikincil döngü" içinde bulunan suya aktarır, bu daha sonra buhara dönüştürülür ve bir türbini çalıştırmak için kullanılır.

– Dönen türbin, şebekeye elektrik besleyen bir jeneratörü çalıştırır ve soğutulan buhar toplanır, yoğuşturulur ve yeniden sirküle edilir.

Bu işlem sonucunda:

– Üretilen hiçbir zararlı sera gazı, partikül veya Nitrojen Oksit (NOx) emisyonu yoktur; ve

– Modern nükleer enerji santralleri, yakıt ikmaline ihtiyaç duymadan önce 18 ay boyunca sürekli olarak tam güçte çalışabilir ve şebeke için istikrarlı ve güvenilir bir elektrik kaynağı sağlar (genellikle "temel yük" olarak anılır).

Dünya çapında kullanılan birçok kanıtlanmış reaktör teknolojisi vardır, soğutucu ve moderatör olarak basınçlı su kullananlar en yaygın olanlarıdır [2].

1.1 PWR Reaktör Şeması

Çoğu nükleer santral, çekirdekten ısıyı uzaklaştırmak için su kullanır. Basınçlı Su Reaktöründe (PWR- dünya çapında en yaygın reaktör tipi), ısı, "Birincil Devre" adı verilen kapalı bir döngüde basınçlı su yoluyla taşınır. Bu su, ısı üreten nükleer yakıtın olduğu bir reaktör kazanından geçmesi için doğrudan pompalanır. Su, ısıyı ikinci bir kapalı döngü olan "İkincil Devre"de gelen suyun buhar oluşturmak için ısıtıldığı buhar jeneratörlerine taşır. Buhar daha sonra bir türbini döndürmek ve geleneksel bir elektrik santralinde olduğu gibi büyük miktarlarda enerji üretmek için kullanılır [3] (Görsel 2).

Görsel 2. Basınçlı Su Reaktörü [4]

– Yakıt Tertibatları, ısı üretmek için bölünen element olan Uranyum içerir.

– Kontrol Çubukları, nötronları emerek reaktiviteyi kontrol etmek ve sınırlamak için tasarlanmıştır.

– Birincil Soğutucu (su) ısıyı emer ve onu Buhar Jeneratörü olarak bilinen bir ısı eşanjörüne aktarır.

– Bir basınçlı su reaktöründe, "Birincil Soğutucu" aynı zamanda, nötronların Uranyum atomları tarafından yakalanması için doğru hıza yavaşlatan Moderatördür.

– Reaktör Basınçlı Kabı, Yakıt Tertibatlarını içerir ve yakıtı soğutmak için Birincil Soğutucu akışını sağlar.

– Basınçlandırıcı, Ana Devre basıncını düzenlemek, düşerse artırmak veya çok yükselirse azaltmak için kullanılır.

– Buhar Jeneratörleri, ısının Birincil Soğutucudan İkincil Soğutucu döngüsüne aktarıldığı ve Besleme Suyunu bir türbini çalıştıran buhara dönüştüren ısı eşanjörleridir.

– Türbin, elektrik üreten bir Jeneratöre bağlıdır.

– Üretilen buhar, sahadaki diğer işlemler için de kullanılarak reaktör tarafından üretilen ısının daha verimli kullanılması sağlanır.

– İşlemin sonunda, buhar tekrar suya yoğunlaştırılır ve yeniden sirküle edilir, burada işlem yeniden başlar [5].

1.2 Nükleer Güç

Nükleer fisyon, enerji üretmek için Uranyum atomlarını parçalama işlemidir. Bu enerji suyu ısıtır ve elektrik üretmek için bir türbini çalıştıran buhar üretir. Bu süreç, 1950'lerden bu yana birçok ülke tarafından elektrik üretimi için çeşitli şekillerde gerçekleştirilmiştir. İşlem az miktarda yakıt kullanır ve hiçbir zararlı CO2, NOX veya partikül emisyonu üretmez.

Nükleer santraller, ulusal şebekeye istikrarlı ve güvenilir bir elektrik kaynağı sağlar (bazen 'temel yük' olarak anılır). Nükleer santraller, atık ve su arıtma, buhar üretimi, kimyasal kullanım ve elektrik iletimi gibi diğer endüstriler ve enerji üretim biçimleriyle ortak birçok sürece sahiptir. Nükleer yakıt radyoaktiftir ve kontrol, soğutma ve korumayı devam ettirmek için dikkatle yönetilmelidir [6].

1.3 Nükleer Santrallerde Radyasyon Formları

Nükleer radyasyon, kararsız olan yüzlerce farklı türde atomu ifade eder. İyonlaştırıcı radyasyon salındığında, kararsız atomları şarj etmek veya iyonize etmek için yeterli enerji üretilir ve bu da onları daha tehlikeli hale getirir. Doğal ısı dalgaları ve UV dalgaları dahil olmak üzere, nükleer santrallerde yaygın olan başka iyonlaştırıcı radyasyon biçimleri de vardır. Tüm bu formlar tanımlanmalı ve yüklenicilere iş başlamadan önce kendilerini nasıl koruyacakları konusunda bilgi verilmelidir. Nükleer parçacıklar ve ışınlar arasındaki farkı tanımlamanın iyi bir yolu, örneğin UV ve kozmik ışınlar gibi ışınlara kıyasla parçacıkların kütlesi ve ölçülebilir özellikleridir. Nükleer santrallerle ilişkili en yaygın parçacık ve ışın biçimleri şunlardır (Şekil 3):

Alfa parçacıkları (α): Uranyum ve radyum gibi ayrılmış ağır elementlerden salınırlar, boyutları nedeniyle deriye nüfuz edemezler. Yalnızca büyük miktarlar solunursa veya yutulursa ciddi bir risk oluşturabilirler (yoğun iyonlaşma).

Beta parçacıkları (β): Alfa parçacıklarının 100 katı penetrasyon gücüne sahip, 1/7000 büyüklüğündeki bu hızlı hareket eden elektronlar, deriye hafifçe girişebilir. Cilde maruz kalmanın sonuçları, iyileşmesi daha uzun süren güneş yanığı ile karşılaştırılabilir. Solunması veya yutulması halinde daha ciddi bir risk de olabilir.

Gama ışınları (γ): Yıldırım çarpması gibi doğal kaynakların sonucu, gama ışınları da nükleer fisyon (atomların daha hafif iki parçacığa bölünmesi) sonucu olabilir. Ayrıca, bu daha hafif parçacıklardan ikisinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan nükleer füzyon. Kütlesi ve yükü olmayan bir elektromanyetik radyasyon türü olan gama ışınları, ışık hızında hareket ederek insan vücudundan kolayca geçebilir. Doğal gama ışınları üreticileri şunları içerir:

• Şimşek çakması

• Güneş patlamaları (güneş yüzeyinin patlaması)

• Nova ve süpernova patlamaları (yıldızların aşırı parlak olmasına neden olur)

Ayrıca, bir elektromanyetik radyasyon biçimi olan X-ışınları ve gama ışınları arasındaki tek fark, bunların menşe yeridir. Vücuttan kolayca geçebilmeleri; gama ışınlarını ve X ışınlarını daha tehlikeli radyasyon biçimleri haline getirir.

Nötronlar: Bu yüksüz parçacıklar, nükleer fisyon veya füzyonun nedeni olabilecek diğer atomlarla çarpışabilir. Her iki radyasyon türü de bazen tehlikeli sonuçlarla birlikte, çok miktarda enerji açığa çıkarır. Normalde nükleer fisyon tarafından oluşturulan nötronlar, nükleer santrallerin dışında nadirdir. Kâğıttan geçemeyen alfa parçacıkları ile, bu farklı radyasyon biçimlerinin gücü, aşağıdaki nüfuz edebilecekleri malzeme serilerinden görülebilir [7] [8].

Görsel 3. Nükleer santrallerdeki en yaygın parçacık ve ışın biçimleri [9]

1.4 Nükleer Santrallerde Güvenlik

Nükleer santrallerin güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için, önemli ekipmanların her zaman bir veya daha fazla yedeği hazırda bekletilir. Önemli bir yedeklemenin başarısız olması durumunda, alternatif ekipman aynı işi ancak farklı bir şekilde gerçekleştirebilir. Önemli güvenlik fonksiyonları otomatik olarak izlenir ve kontrol edilir, böylece insan girişi gerektirmezler[10][11][12].

Nükleer yakıt, betona düşmeye, yoğun yangınlara ve hatta bir trenle çarpışmaya bile dayanabilecek kadar sağlam kaplarda taşınır ve depolanır. Tüm koruma önlemleri kaybolsa bile, nükleer operatörler ve acil servisler acil durum prosedürlerini planlar ve düzenli olarak uygular. Mevzuat düzenleyici kişi yada grup, operatörlerin riski en aza indirmek için ellerinden gelen her şeyi yaptıklarına ikna olmazsa, işletme izni verilmez [13].

1.5 Nükleer Santrallerde Tehlikeler

Nükleer endüstri, benzersiz bir koruma seviyesinin sağlandığı kendine özgü riskler sunar. Bununla birlikte, nükleer enerji santralleri diğer birçok endüstride görülen konvansiyonel tehlikeleri de beraberinde getirir. Bir Nükleer Güç Santraline özgü tek unsur, nükleer yakıt kullanımıyla ilişkili nükleer tehlikedir. Nükleer fisyonla ilişkili nükleer tehlikenin

yönetilmesine ek olarak, nükleer enerji santrallerinde kimyasal depolama ve kullanım ve tehlikeli ortamların varlığı gibi çok sayıda başka tehlike mevcuttur [14].

Örneğin:

– Kimyasallar, her zaman yüksek kaliteli su kaynaklarının temini için sahada depolanır ve kullanılır.

– Aynı şekilde büyük ekipmanların kaldırılması ve taşınması için de araç ve vinç çalışması gerekmektedir.

– Basınçlı buhar devreleri ve elektrikli ekipman, elektrik üretiminin mümkün olmayacağı santral işletiminin önemli bir parçasını oluşturur.

Bunların her biri ayrıca kömür yakıtlı veya gaz yakıtlı bir elektrik santralinde ve genel olarak endüstri genelinde mevcuttur [15].

Örnek Tehlike Kaynakları

Nükleer

- Nükleer yakıt

Radyasyon

– İyi durumda olduklarından emin olmak için boru tesisatı gibi bileşenleri değerlendirmek için radyografi ekipmanı (x-ışınları)

– Radyoaktif atık gibi diğer radyasyon kaynakları

Kimyasallar ve Gazlar

– Su pH kontrolü için amonyak

– Etkili reaktör çalışması için borik asit

– Yakıt havuzu suyu temizliği için asidik ve alkali solüsyonlar

– Reaktör işletimi ve yangın söndürme için CO2

– Yedek reaktörün kapatılması için azot

– Makine işletimi için yakıtlar, yağlar ve yağlayıcılar

– Jeneratörün verimli çalışması için kullanılan hidrojen

Konvansiyonel Mekanik ve Elektriksel Tehlikeler

– Transformatörler ve panolar gibi orta ve yüksek voltajlı ekipman gereksinimi nedeniyle elektrik.

– Sahadaki araç (forklift gibi) hareketleri

– Yağlayıcılar gibi yanıcı maddelerin varlığından kaynaklanan yangın

– Yüksek basınçlı devrelerden ve dönen ekipmandan çıkan mermiler

– Güç üretimi amacıyla buhar

– Düşen yükler ve vinç çalışmasından kaynaklanan çarpışmalar

– Kaymalar, takılmalar ve düşmeler

– Yüksek gürültü ve titreşim seviyeleri

– Gazların depolanması ve su bulunması nedeniyle nefes alamama ve boğulma [16][17]

Tipik bir nükleer santral çalışanının bir yılda aldığı radyasyon dozunu bir bağlama oturtmak gerekirse:

– 100 gr Brezilya fındığı yemek, 0,01 mSv (10 µSv) radyoaktif doz veya tipik bir nükleer santral çalışanının bir yıl boyunca aldığı dozun 1/18'i ile sonuçlanır;

Sadece iki transatlantik uçuştan sonra bir kişi, bir nükleer santralde tam zamanlı çalışan başka bir bireye eşdeğer bir radyasyon dozu alacaktır;

Birleşik Krallık'ta Cornwall'da yaşayan biri için, arka plan radyasyonu nedeniyle (yerden yayılan yüksek seviyelerde doğal olarak oluşan radon gazı nedeniyle) emilen toplam doz, ortalama tam zamanlı nükleer santral çalışanından 38 kat daha fazladır; ve

– Şu anda inşa edilmekte olan Hinkley Point C nükleer santralinin yakınında yaşayan bir halk üyesi için yıllık dozun yaklaşık 2 µSv/yıl olacağı tahmin ediliyor [18] ki bu da 5 gün boyunca bir fincan kahve içerek alınan radyasyon miktarından daha azdır [19].

Radyolojik tehlikeler, iyonlaştırıcı radyasyon kaynaklarına maruz kalma nedeniyle zarar verme potansiyeline sahip olaylardır ve nükleer endüstriye özgü değildir. Gıda endüstrisi, hastaneler,

Üniversiteler ve mühendislik, tıbbi prosedürler, sterilizasyon veya denetim faaliyetleri gibi çeşitli nedenlerle radyasyon kaynaklarından yararlanır. Tasarımcılar ve operatörler, faaliyetlerin "Önemli Bir Zarar Vermemesini" sağlamak için ekipman arızası, insan hatası ve deprem gibi büyük ölçekli tehlikeler dahil olmak üzere çok çeşitli olasılıkları gözden geçirmeli ve planlamalıdır [20].

Nükleer endüstride, yakıt gruplarını taşımak için kullanılan konteynırların tasarımı önemli bir örnektir.

1984 yılında, Birleşik Krallık'ın yakıt kabı tasarımının sağlamlığını test etmek için, kullanılmayan bir demiryolu hattına simüle edilmiş yakıt içeren standart bir örnek yerleştirildi ve 239 tonluk bir dizel lokomotif kabaca 160 mil/saat hızla doğrudan bu hat üzerine çarptı. Konteyner çok az hasarla ortaya çıktı. 'Smash Hit Operasyonu' olarak bilinen test, BBC 6 haberlerinde canlı olarak gösterildi ve nükleer yakıt taşımacılığının ne kadar güvenli olduğuna ve nükleer endüstrinin nükleer güvenliği sağlama sorumluluğunu ne kadar ciddiye aldığına dair ikna edici bir argüman sundu (https://www.youtube.com/watch?v=hTshPr2TogE).

Nükleer tehlikeler, radyolojik tehlikelerin bir alt kümesidir ve nükleer endüstriye özgüdür. Diğer birçok endüstri radyoaktif malzemeleri kullanırken veya üretirken, Uranyum yakıtının kullanılması nedeniyle kontrolsüz bir nükleer fisyon reaksiyonu potansiyeli nükleer enerji santraline özgüdür. Belki de en ünlü nükleer tehlike örneği, yetersiz eğitimli personel, aşırı hiyerarşik bir komuta sistemi ile birleşen kusurlu bir reaktör tasarımı ve yakıtın aşırı ısınmasına yol açan olaylar zincirinin meydana getirdiği Çernobil felaketidir [21].

1.6 Sürekli Gelişme

Güvenlik konusundaki tavizsiz bakış açısı, radyasyon olup olmadığına bakılmaksızın, makine işletimi, inşaat, teftişler veya genel saha faaliyetleri dahil olmak üzere sahadaki tüm operasyonları kapsar. Bu nedenle nükleer endüstri, herhangi bir endüstrinin en iyi sağlık ve güvenlik geçmiş kayıtlarından birine sahiptir. İnşaat, tarım, petrol ve gaz ve hatta araba kullanma sektörlerinde çalışmak çok daha yüksek risk seviyeleri sunar. Modern nükleer reaktörler her zaman geçmiş iterasyonlara göre iyileştirmeler sunmalıdır.

Birleşik Krallık'ta, düzenlemeler dünyadaki en katı düzenlemelerdir ve bunlar sektörde sürekli iyileştirme sağlar. Sadece hedeflere ulaşmak yeterli değildir ve endüstri, operasyonel güvenliği sağlamak için elinden gelen her şeyi yaptığını kanıtlamalıdır. Düzenlemelerin ötesinde, çok sayıda kuruluş, operatörlerin bilgi, operasyonel deneyim ve öğrenmeyi açıkça paylaşmaları için

küresel bir platform sağlamaktadır. Öğrenme kullanılmazsa ve gelişme görülmezse, işletime izin verilmez [22].

1.7 Başlangıç Olayı (örn. 10.000 yılda 1 Sismik Olay)

Birincil Koruma Sistemi: Tesis, yapılar ve ekipman sismik bir olaya dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Tesisteki sismik izleme ekipmanı sismik olayı algılar ve otomatik reaktör açmasını tetikler Reaktörü Güvenle Kapatmak İçin Kontrol Çubukları Yerleştirildi. Reaktör çekirdeğindeki kontrol çubuğu kanalları, daha kolay kontrol çubuğu hareketi için geniştir. Kontrol çubukları yer çekimine maruz kalır veya motorlar veya elle reaktör çekirdeğine sürülebilir. Bazı kontrol çubukları oldukça mafsallıdır ve sismik olay nedeniyle kanallar bozulsa bile yerleştirilebilir. Büyük çekirdek hasarı, yüksek mafsallı kontrol çubuğunun yerleştirilmesini önler.

İkincil Koruma Sistemi: Sismik olarak nitelikli Nitrojen Enjeksiyon Sistemi, kendi özel güç kaynaklarıyla çalışan ikincil reaktör kapatma yolları sağlar. Sahaya ek Nitrojen stokları sağlamak için saha dışı düzenlemeler mevcuttur.

Üçüncül Koruma Sistemi: Nitrojen Enjeksiyonu, reaktörün kapanmasını sağlayamıyorsa, Bor Topu (veya Toz) Enjeksiyon Sistemi, reaktörün kalıcı olarak kapatılması için üçüncül bir yol sağlar. Reaktör kalıcı olarak kapatılır ve yeniden başlatılamaz. Bir nükleer santralde mevcut olan konvansiyonel tehlikelerin çoğu, diğer endüstri biçimlerinde ortaktır [23].

1.8 Kimyasal ve Gaz Salınımı

Nükleer endüstri, operasyon ve bakım gereklilikleri için bazıları zararlı olan çok çeşitli gaz, sıvı ve katı kimyasallar ve ürünler kullanır. Bir nükleer santralde enerji üretimini desteklemek için, tesis, belirli görevleri yerine getirmek için gerekli olan kimyasal ve gaz rezervlerini muhafaza etmelidir. Bunlar operasyonel güvenlik, tesis ömrü, çevresel etkinin azaltılması veya bunların bir kombinasyonu ile ilişkilendirilebilir.

Aşağıdakiler, ayrıntılı olmayan bir örnek listesidir:

– Hidrazin (N_2H_4) veya Amonyak (NH_4) gibi zehirli maddeler – enerji üretim süreçlerinde kullanılan yüksek kaliteli, demineralize su kaynakları için korozyon inhibitörleri ve pH kontrolü.

– Su demineralizasyonunu sağlamak için kullanılan Sülfürik Asit (H_2SO_4) veya Sodyum Hidroksit (NaOH) gibi aşındırıcı maddeler.

– Karbon Dioksit (CO2) veya Nitrojen (N2) gibi boğucu gazlar – gaz soğutmalı reaktör işletimi ve yangın söndürme için kullanılır.

– Verimliliği artırmak için alternatörlerde (türbine bağlı) kullanılan Hidrojen (H2) gibi patlayıcı gazlar

– Yanıcı ve kanserojen yağlar, yakıtlar ve yağlar – yağlama ve yedek dizel jeneratör çalışması için kullanılır.

Kimyasal ve radyolojik tehlikelere ek olarak, diğer birçok endüstri türünde ortak olan nükleer enerji santrallerinde çok sayıda konvansiyonel risk mevcuttur. Bunlar yangın, düşen yükler, elektrik çarpması veya araç hareketleri ile ilişkilendirilebilir ve bunların her biri ayrıca bir kömür veya gaz santralinde de mevcut olabilir. Tipik olarak, konvansiyonel bir tehlikeyle ilişkili sonuçlar yaralanma veya can kaybı olabilir. Bununla birlikte, bir nükleer tesiste, etkinin bunun ötesine yayılma potansiyeli vardır. Örneğin, bir yangın durumunda, çevredeki kişiler risk altındadır, ancak yangın yayılmaya devam ederse, nükleer güvenliğin sağlanmasından sorumlu olan önemli ekipmanları etkileyebilir. Konvansiyonel ve radyolojik güvenlik arasındaki bu bağlantı çok sayıda tehlike için geçerlidir. Bu nedenle, nükleer güvenliği sağlamak için uygulanan katılığın aynısı, bu konvansiyonel tehlikeler için de kullanılır. Sonuç olarak, diğer enerji üretimi ve endüstri biçimleriyle karşılaştırıldığında sahadaki personel riski azalır [23].

2. RADYASYONUN SAĞLIK ETKİLERİ

Vücuttan geçebilmeleri nedeniyle, gama ışınlarına dışarıdan maruz kalmak bir tehlikedir. Alfa ve beta parçacıkları, yalnızca yeme, içme veya soluma yoluyla vücudun içi maruz kalırsa zararlıdır. Vücudun dışında, alfa parçacıkları deriden ve hatta hafif giysilerden geçemeyecek kadar büyüktür. Bu arada, beta parçacıkları deriye çok az nüfuz edebilir [24].

Dahili maruz kalma riski şunlara bağlıdır:

• Vücudun etkilenen kısmı

• Dozun boyutu

• Radyasyon türü

• Ne kadar süre kalacağı

• Serbest bırakılma oranı

Maruz kalmanın akut etkileri, çalışanların fark edebilmesi gereken bir şeydir, oysa kronik maruziyetin sonuçlarının tespit edilmesi daha fazla zaman alabilir [25].

Akut Etkiler: Vücudun büyük bir bölümünün kısa bir süre yüksek dozda radyasyona maruz kalması sonucu ortaya çıkan etkilerdir. Akut Radyasyon Sendromu (ARS), maruziyetten sonraki 24 saat içinde ortaya çıkan sağlık etkilerini ifade eder. Mide bulantısı ve kusma, ilk etkilerin yanı sıra şunlardan bazılarıdır:

• İştah kaybı

• Yorgunluk

• Zayıflık

• Sıvı kaybı

• Baş ağrısı

Bunu, başka hiçbir semptomun ortaya çıkmadığı uykuda bir dönem izleyebilir. Bazen haftalar hatta aylar sonra kemik iliğinin bozulması, eti kemiğe kadar yiyen yanmalar ve hatta ölüm gibi daha ciddi belirtiler ortaya çıkabilir. Bu genellikle tehlikeli bir radyasyon formunun yüksek dozuna maruz kalmanın sonucudur [26].

Kronik Maruz Kalma: Uzun bir süre boyunca sürekli veya tekrarlanan radyasyona maruz kalmadır. Etkiler, ilk maruz kalma ile tehlikeli sağlık etkileri arasındaki bir zaman aralığı içinde birikebilir. Bir kişi radyasyona ne kadar uzun süre maruz kalırsa, doz o kadar yüksek ve bazı etkiler o kadar ciddi olabilir, örneğin:

• Kanser

• İyi huylu tümörler

• Katarakt

• Zararlı genetik değişiklikler

Çernobil'de tiroit kanseri, çocukken radyasyona maruz kalan insanları etkileyen en ciddi sorun olarak görülmüştür.

Çernobil Nükleer Santrali'ni çevreleyen bölge, en az önümüzdeki 20.000 yıl boyunca insan yerleşimi için uygun bulunmadı. Bugün ABD'de yaklaşık 3 milyon insan, ülke genelinde

elektrik arzının yaklaşık %20'sini sağlayan çalışan bir nükleer santralin 10 mil yakınında yaşıyor. Çernobil felaketi gibi maruz kalmanın bazı tehlikeli, hatta yaşamı tehdit eden etkileri göz önüne alındığında, nükleer santrallerde güvenliğin neden bir numaralı öncelik olması gerektiği görülebilir.

Herhangi bir yüklenici tüm güvenlik gerekliliklerini karşılamıyorsa, onlar yerine getirene kadar iş başlamamalıdır. Bu, özellikle iş herhangi bir kapalı radyoaktif malzeme ile temas içeriyorsa doğrudur. Kaza önlemenin beş adımı karşılanırsa, nükleer enerji santralindeki işçiler için yüksek radyasyona maruz kalma bir sorun olmamalıdır. Ancak acil bir durumda ne yapacağını bilemeyen personel bulundurulmamalıdır [27].

3. MARUZİYET KISITLAMASI

İşçiler, aşağıdaki araçlardan biri veya birkaçı kullanılarak iyonlaştırıcı radyasyonlara karşı korunabilir [28]:

(1) Mühendislik kontrolleri

(2) İdari yöntemler

(3) Kişisel koruyucu donanım (KKD).

Makul olarak uygulanabilir olduğunda, koruma "kaynağında" sağlanmalıdır. Bu, en uygun aktiviteye ve belirli bir uygulama için forma sahip bir radyoaktif maddenin seçilmesini, örneğin minimum aktiviteye sahip bir kaynağın ve dökülme olasılığı en düşük olan fiziksel bir formda kullanılmasını içerebilir. Bu kavram aynı zamanda, kaynak çevresinde bir bariyer olarak mühendislik kontrollerinin kullanılmasına öncelik verilmesi gerektiğini ve çevredeki çalışanları harici ve/veya dahili maruziyete karşı otomatik olarak koruduğunu ima eder. Uygulama, tercihen tasarım doğası gereği güvenli olmalıdır. Dış etkilere karşı koruma, zırhlama ve mesafe kombinasyonu kullanılarak sağlanabilir. Kaynağın korumalı kalmasını ve/veya kaynak ile radyasyon tehlikelerine potansiyel olarak maruz kalabilecek kişiler arasında doğru mesafenin korunmasını sağlamak için etkili cihazlara ve uyarılara ihtiyaç vardır. Dahili maruziyete karşı koruma, kontaminasyona neden olmaktan kaçınmak için radyoaktif maddeler içermesi ve/veya bunların dağılmasını önlemesi ile sağlanır. Muhafaza, gerekirse, herhangi bir dağılmanın meydana gelmesi muhtemel olan bir noktadan (veya noktalardan) tahliye havalandırması gibi daha ileri mühendislik kontrolleri ile desteklenebilir. Havalandırma sistemine dahil edilen

yüksek verimli partikül hava (HEPA) filtreleri, çıkan havadaki radyoaktif partikülleri giderir [29].

İdari yöntemler, mühendislik kontrollerinden daha az tatmin edicidir çünkü etkinlikleri, maruz kalmaları sınırlamak için bireysel çalışanların iş birliğine ve farkındalığına bağlıdır. Örneğin, maruz kalmalar, kimlerin girebileceği veya işçilerin kontrollü ve denetlenen alanlarda ne kadar süre kalabilecekleri ile ilgili sınırlarla sınırlandırılabilir.

Küçük dökülmeler ve damlamalar için basit koruma sağlamak üzere bir tepsi kullanılır. Uçucu radyoaktif maddelerden çıkan buharları yeterli şekilde tutmak için çeker ocak gereklidir. Çeker ocak, yeterli mühendislik kontrolü sağlamak için yeterli miktarda hava çekmelidir. İnce toz haline getirilmiş alfa yayıcılar gibi çok tehlikeli maddelerin işlenmesi sırasında tam koruma sağlamak için bir Glove Box gereklidir [30].

4. KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMANLARIN KULLANIMI

Maruziyeti sınırlamak için idari bir yöntem olarak veya mühendislik kontrollerinin veya idari yöntemlerin makul bir şekilde uygulanabilir olmadığı durumlarda son savunma hattı olarak işçiler KKD kullanmalıdır. KKD'nin kullanımı, acil durum operasyonlarına katılan işçilerin maruziyetini kontrol etmenin tek yolu olabilir. KKD, maruz kalan her işçiyi korumak için verilen giysi veya diğer özel ekipmanı içerir. Kişisel korumanın yeterli, güvenilir ve planlı bir şekilde sağlanmasını sağlamak için, KKD'nin yönetimi ve kullanımıyla ilgili tüm kişilerin, KKD'nin kapasitelerinin ve sınırlamalarının farkında olması esastır. Dış ve iç maruz kalmalara karşı korunmak için farklı KKD kullanılabilir. Koruyucu giysiler, kullanıcının vücudunun geniş alanlarını veya gözler gibi tek tek organlarını dış ışınlara karşı korumak için tasarlanabilir. Bununla birlikte, radyoaktif maddelerin vücutla doğrudan temas etmesini veya vücuda girmesini ve dahili maruziyetler vermesini önlemek için koruyucu giysi ve ekipman daha sık kullanılmaktadır.

Birkaç on yıl boyunca, nükleer endüstrinin yalnızca en güvenli enerji üretim biçimlerinden biri olduğu değil, aynı zamanda hem operatörler hem de halk için en güvenli endüstrilerden biri olduğu kanıtlanmıştır [31].

5. RİSK YÖNETİMİ

Tehlike kavramı doğası gereği “zarara neden olabilecek herhangi bir şey” dir. Bu nedenle, işle ilgili tüm faaliyetler dahil olmak üzere günlük yaşamın tüm yönleri potansiyel tehlikeler sunar.

Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik Yöneticisi (HSE) bir tehlikeyi şu şekilde tanımlar:'…zarara neden olabilecek her şey; bunlar kimyasallar, elektrik, merdivenle çalışma, açık çekmece gibi fiziksel sağlığa veya ruh sağlığına yönelik tehlikeler olabilir.'

Bu temelde ister şantiye ister ofis tabanlı olsun, her tür endüstri insanlar veya çevre için bir tür tehlike arz eder. Temel amaç, tüm potansiyel tehlikelerin "Önemli Bir Zarar Vermeyeceklerinden" emin olmak için uygun şekilde yönetilmesini ve kontrol edilmesini sağlamaktır [32].

5.1 Nükleer Endüstride Risk Yönetimi

Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA: International Atomic Energy Agency), Nükleer Güç Operasyonları Enstitüsü (INPO: Institute of Nuclear Power Operations) ve Dünya Nükleer Operatörler Birliği (WANO: World Association of Nuclear Operators) gibi dünya çapında bilgi, en iyi uygulama ve nükleer teknoloji yaşam döngüsü boyunca öğrenilen derslerin paylaşımını kolaylaştıran bir dizi kuruluş vardır. Bu kuruluşlar aracılığıyla operatörler, nükleer enerji santrali operasyonlarından öğrenilen bilgilere ve derslere erişebilmekte ve bunları paylaşabilmekte, en iyi uygulama kılavuzlarının belirlenmesine, tekrarlanan olayların önlenmesine ve diğer operatörlere proaktif olarak tavsiye ve rehberlik sağlanmasına yardımcı olmaktadır [33].

Bu tür bilgilere açık erişim, güvenliği ticari hususların önüne koyar ve bu kuruluşlar aracılığıyla yürütülen emsal değerlendirme faaliyetleri aracılığıyla, küresel olarak nükleer sektör genelinde güvenlik standartlarının ve güvenlik kültürünün iyileştirilmesine yönelik ortak bir vurgu vardır. Bu faktörlerin bir araya gelmesiyle, nükleer santral işletimi ile ilgili riskler son derece düşük seviyelere çekilmiş ve dünyanın nükleer enerjinin güvenli kullanımından yararlanmaya devam etmesi sağlanmıştır [33].

5.2 Risk Azaltma

Her potansiyel tehlike için, tehlike tipine ve potansiyel etkisine göre gereken koruma türleri ve miktarı seçilir. Tehlike ne kadar büyükse, o kadar fazla koruma uygulanacak ve tasarıma dahil edilecektir [34].

Her güvenlik önlemi bazen "Bariyer" olarak adlandırılır. Bu aynı zamanda birden çok endüstride (havacılık ve proses güvenliği gibi) kullanılan "İsviçre Peyniri" modeline

benzetilebilir; burada "deliklerin hizalanması" olasılığını azaltmak için daha fazla sayıda bariyer kullanılır ve risk azaltılır [35] (Görsel 4).

Görsel 4. İsviçre Peyniri Modeli [35]

Nükleer endüstride benimsenen bazı temel metodolojiler aşağıdaki gibidir:

– Tehlikenin Ortadan Kaldırılması: Nükleer endüstri, mümkün olduğunda, belirli olaylara yönelik potansiyelin tasarımdan tamamen çıkarılmasını veya tasarımın tehlikenin oluşmasını önlemesini gerektiren katı bir hiyerarşi benimser.

– Ekipman yedeği: Önemli ekipmanların her zaman aynı görevi yerine getirebilecek bir yedeği olacaktır. Bu yedekleme, başka bir üretici (“çeşitlilik”) tarafından yapılmış olabilir ve sitenin başka bir bölümünde bulunabilir (“ayrım”). Bu sayede aynı sorunlardan etkilenmeyecektir.

– Riski Makul Olarak Elde Edilebilecek Kadar Düşük (ALARA) düzeye indirirken, operatör, denetleyiciye yalnızca güvenlik gerekliliklerinin yerine getirildiğini kanıtlamamalıdır, aynı zamanda daha fazla "engel" eklenip eklenmeyeceğini araştırıp uygulamalıdır. Bu, “Derinlemesine Savunma” olarak bilinir [35].

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Nükleer endüstri, en iyi uygulamaların ve öğrenilen derslerin paylaşılmasının yanı sıra sürekli iyileştirme kültürünü benimser. Katı yerel ve uluslararası mevzuata uygunluk, nükleer enerji üretiminin en güvenli şeklidir. Nükleer de dahil olmak üzere tüm endüstri türleri, tehlikelerin

meydana gelme potansiyeline sahiptir. Ticari sektörde, nükleer güvenliği sağlama gerekliliği, bir nükleer enerji santralinin işletilmesine özgüdür. Bununla birlikte, bir nükleer santralde mevcut olan tüm tehlikeler, katı, iyi geliştirilmiş ulusal ve uluslararası mevzuata uygun olarak düzenlenmiştir. Vinç ve araç çalışması, yangın veya patlama potansiyeli, kimyasal ve gaz kullanımı, elektrik tehlikeleri ve mekanik tehlikeler gibi geleneksel tehlikelerin tümü, kömür ve gazla çalışan istasyonlarda, imalatta ve diğer birçok endüstride mevcuttur. Çok sayıda başka sektör de radyoaktif malzeme kullanımı veya üretimi yoluyla radyolojik tehlikeler arz etmektedir. Bunların her biri ile nükleer endüstri arasındaki temel fark, riski yönetme ve azaltma yaklaşımındadır. İşbirlikçi öğrenme kültürü, sürekli iyileştirme dürtüsü ve güçlü bir bilimsel temelin yanı sıra, katı yasa ve düzenlemelere uyum, operatörlerin riski azaltmak için ellerinden gelen her şeyi yaptıklarını ve saha operasyonunun Önemli Bir Zarar Veremeyeceğini kanıtlamalarını sağlar. Bu, söz konusu tehlike ne olursa olsun son derece düşük risk seviyeleri sunan bir çalışma ortamı ile sonuçlanır. Bu nedenle, birkaç on yıl boyunca nükleer endüstri, enerji üretiminin yalnızca en güvenli biçimlerinden biri değil, aynı zamanda hem operatörler hem de halk için en güvenli endüstrilerden biri olduğunu göstermiştir.

KAYNAKÇA

[1] Spycher B.D., Feller M., Zwahlen M., Roosli M., von der Weid N.X., Hengartner H., Egger M., Kuehni C.E., Swiss Paediat Oncology G., Swiss Natl Cohort Study G. 2011 Childhood cancer and nuclear power plants in Switzerland: a census-based cohort study. Int J Epidemiol 40, 1247-1260. (doi:10.1093/ije/dyr115).

[2] Ruhm W., Eidemuller M., Kaiser J.C. 2017 Biologically-based mechanistic models of radiation-related carcinogenesis applied to epidemiological data. Int J Radiat Biol, 1-25. (doi:10.1080/09553002.2017.1310405).

[3] Pastina, B., Isabey, J., & Hickel, B. (1999). The influence of water chemistry on the radiolysis of the primary coolant water in pressurized water reactors. Journal of nuclear materials, 264(3), 309-318.

[4] de Moura Meneses, A. A., Machado, M. D., & Schirru, R. (2009). Particle swarm optimization applied to the nuclear reload problem of a pressurized water reactor. *Progress in Nuclear Energy*, *51*(2), 319-326.

[5] Rohde, U., Höhne, T., Kliem, S., Hemström, B., Scheuerer, M., Toppila, T., ... & Dury, T. (2007). Fluid mixing and flow distribution in a primary circuit of a nuclear pressurized water reactor—Validation of CFD codes. *Nuclear Engineering and Design*, *237*(15-17), 1639-1655.

[6] Laurier D., Grosche B., Auvinen A., Clavel J., Cobaleda C., Dehos A., Hornhardt S., Jacob S., Kaatsch P., Kosti O., et al. 2014 Childhood leukaemia risks: from unexplained findings near nuclear installations to recommendations for future research. J Radiol Prot 34, R53-R68. (doi:10.1088/0952-4746/34/3/r53).

[7] Lane R.D., E; Burtt, J; Thompson, P A. 2013 Radiation Exposure and Cancer Incidence (1990 to 2008) around Nuclear Power Plants in Ontario, Canada. Journal of Environmental Protection 4, 888-913. (doi:10.4236/jep.2013.49104).

[8] Grant E.J., Brenner A., Sugiyama H., Sakata R., Sadakane A., Utada M., Cahoon E.K., Milder C.M., Soda M., Cullings H.M., et al. 2017 Solid cancer incidence among the Life Span Study of atomic bomb survivors: 1958-2009. Radiat Res. (doi:10.1667/rr14492.1).

[9] Hauptmann M., Haghdoost S., Gomolka M., Sarioglu H., Ueffing M., Dietz A., Kulka U., Unger K., Babini G., Harms-Ringdahl M., et al. 2016 Differential Response and Priming Dose Effect on the Proteome of Human Fibroblast and Stem Cells Induced by Exposure to Low Doses of Ionizing Radiation. Radiat Res 185, 299- 312. (doi:10.1667/rr14226.1).

[10] Havenaar J.M., Van den Brink W., Van den Bout J., Kasyanenko A.P., Poelijoe N.W., Wholfarth T., Meijler-Iljina L.I. 1996 Mental health problems in the Gomel region (Belarus): an analysis of risk factors in an area affected by the Chernobyl disaster. Psychol Med 26, 845-855.

[11] AEA. 2002 Safety Report 21: Optimization of Radiation Exposure in the Control of Occupational Exposure. Vienna.

[12] Ivanov V.K., Maksioutov M.A., Chekin S.Y., Petrov A.V., Biryukov A.P., Kruglova Z.G., Matyash V.A., Tsyb A.F., Manton K.G., Kravchenko J.S. 2006 The risk of radiation-induced cerebrovascular disease in Chernobyl emergency workers. Health Phys 90, 199-207. (doi:10.1097/01.HP.0000175835.31663.ea).

[13] Choi T.A., Costes S.V., Abergel R.J. 2015 Understanding the Health Impacts and Risks of Exposure to Radiation. In Reflections on the Fukushima Daiichi Nuclear Accident, pp. 259-281, Springer.

[14] Stewart A.M., Kneale G.W. 2000 A-bomb survivors: factors that may lead to a re-assessment of the radiation hazard. Int J Epidemiol 29, 708-714.

[15] Hernán M.A. 2010 The Hazards of Hazard Ratios. Epidemiology 21, 13-15. (doi:10.1097/EDE.0b013e3181c1ea43).

[16] Goodhead D.T. 2009 Fifth Warren K. Sinclair Keynote Address: Issues in quantifying the effects of low-level radiation. Health Phys 97, 394-406. (doi:10.1097/HP.0b013e3181ae8acf).

[17] IAEA (International Atomic Energy Authority). 2003 Safety Report 34: Radiation and Waste Safety in the Oil and Gas Industry. Vienna

[18] McLean AR et al. 2017 A restatement of the natural science evidence base concerning the health effects of low-level ionizing radiation. Proc. R. Soc. B 284: 20171070. http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.1070

[19] Alharbi, W. R., & Alamoudi, Z. M. (2017). Radiological hazard of coffee to humans: a comparative study of Arabian and Turkish coffees. African Journal of Agricultural Research, 12(5), 327-341.

[20] Davydov, R., Antonov, V., Makeev, S., Batov, Y., Dudkin, V., & Myazin, N. (2019). New high-speed system for controlling the parameters of a nuclear reactor in a nuclear power plant. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 140, p. 02001). EDP Sciences.

[21] Yablokov A.V., Nesterenko V.B. 2009 Consequences of the Chernobyl catastrophe. Preface. Ann N Y Acad Sci 1181, x-xiii. (doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04817.x).

[22] Ptasekaite, R. (2014, February). Continuous Improvement of Nuclear Safety. In *Nuclear Law in the EU and Beyond* (pp. 71-97). Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

[23] Ab Rahman, M. F., Mustapha, I., Hasan, N. P. I. M., & Ibrahim, P. (2012). Detection of pipeline intelligent gauge jammed in pipeline by neutron device. *Jurnal Sains Nuklear Malaysia*, *24*(2), 35-41.

[24] Cardis, E., Vrijheid, M., Blettner, M., Gilbert, E., Hakama, M., Hill, C., ... & Veress, K. (2007). The 15-country collaborative study of cancer risk among radiation workers in the nuclear industry: estimates of radiation-related cancer risks. *Radiation research*, *167*(4), 396-416.

[25] Cardis, E., Gilbert, E. S., Carpenter, L., Howe, G., Kato, I., Armstrong, B. K., ... & Wiggs, L. D. (1995). Effects of low doses and low dose rates of external ionizing radiation: cancer mortality among nuclear industry workers in three countries. *Radiation research*, *142*(2), 117-132.

[26] Turco, R. P., Toon, O. B., Ackerman, T. P., Pollack, J. B., & Sagan, C. (1983). Nuclear winter: Global consequences of multiple nuclear explosions. *Science*, *222*(4630), 1283-1292.

[27] Hatch, M., Ron, E., Bouville, A., Zablotska, L., & Howe, G. (2005). The Chernobyl disaster: cancer following the accident at the Chernobyl nuclear power plant. *Epidemiologic reviews*, *27*(1), 56-66.

[28] Harada, K. H., Niisoe, T., Imanaka, M., Takahashi, T., Amako, K., Fujii, Y., ... & Koizumi, A. (2014). Radiation dose rates now and in the future for residents neighboring restricted areas of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(10), E914-E923.

[29] Zablotska L.B., Lane R.S., Thompson P.A. 2014 A reanalysis of cancer mortality in Canadian nuclear workers (1956-1994) based on revised exposure and cohort data. Br J Cancer 110, 214-223. (doi:10.1038/bjc.2013.592)

[30] Wang J.X., Zhang L.A., Li B.X., Zhao Y.C., Wang Z.Q., Zhang J.Y., Aoyama T. 2002 Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995. Health Phys 82, 455- 466.

[31] Blacker, S. D., Carter, J. M., Wilkinson, D. M., Richmond, V. L., Rayson, M. P., & Peattie, M. (2013). Physiological responses of Police Officers during job simulations wearing chemical, biological, radiological and nuclear personal protective equipment. *Ergonomics*, *56*(1), 137-147.

[32] Bridgewater, S., Goldszal, A., & Milani, A. (2016, November). Polymer EOR-A New HSE Hazard in an Old Industry. In *International Petroleum Technology Conference*. OnePetro.

[33] Morton, A., Airoldi, M., & Phillips, L. D. (2009). Nuclear risk management on stage: a decision analysis perspective on the UK's Committee on Radioactive Waste Management. *Risk Analysis: An International Journal*, *29*(5), 764-779.

[34] Chen, L., Li, X., Cui, T., Ma, J., Liu, H., & Zhang, Z. (2017). Combining accident modeling and quantitative risk assessment in safety management. *Advances in Mechanical Engineering*, *9*(10), 1687814017726002.

[35] Marcellis-Warin, N. (2004). Risk-management in health care systems: Lessons from the nuclear industry. *Risk, Decision and Policy*, *9*(3), 237-252.

HAVA ARACI ELEKTRİKSEL GÜÇ SİSTEMLERİNİ MODELLEME YAKLAŞIMLARI

Dr. Öğr. Üyesi Fatma YILDIRIM DALKIRAN[1], Öğr. Gör. Nur Tuğçe GÖZÜKÜÇÜK[2,3]
[1]Erciyes Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, 0000-0001-8663-241X
[2]Uşak Üniversitesi, Sivil Havacılık MYO, 0000-0002-4936-0002
[3]Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivil Havacılık Anabilim Dalı

ÖZET

Günümüzde sivil ve askeri hava araçlarının elektrik üretim ve dağıtım sistemlerinin bakım maliyetlerini azaltmak, AR-GE çalışmaları, sistem düzeyinde tasarım değişiklikleri ve gerçek zamandan daha hızlı test edebilmek amacıyla modelleme ve benzetim gereksinimini artmaktadır. Matlab/Simulink benzetim yöntemleri ile uçağın farklı alt sistemlerinden geçen güç akışlarını belirlemek, yönlendirmek ve bir uçak modelini oluşturmak mümkündür. Modelleme ve benzetim, uçak yapıları ile uçuş kontrolünün ve uçak sistemlerinin tasarım analizlerinde gerçek sonuçlara yakın sonuçlar vermesinden dolayı tercih edilmektedir. Literatürde modelleme ve benzetim yöntemleri, sivil ve ticari uçak elektrik sistemlerini modellemek için kullanılmıştır.

Geleceğin hava aracı teknolojisini tasarlamak, geliştirebilmek ve sistemleri tanımlamak için bütünleşik bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Sistemlerin benzetim yöntemleri ile modellenmesi hızlı ve güvenilir bir sistem uyarlaması yapılmasını ve test amaçlı verilere kolay ulaşımı sağlayacaktır. Bu çalışmada, hava aracı elektrik güç sistemlerinin Matlab/Simulink ile modellenmesiyle ilgili yapılan çalışmalar araştırılmış ve incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava aracı, elektriksel güç sistemi, simülasyon, Simulink

1. GİRİŞ

Sürekli gelişen, teknolojik, ekonomik ve ekolojik zorlukların son derece rekabetçi ortamında modern sivil uçakların artan karmaşıklığı, uçak üreticilerini uçak mimarileri için daha fazla optimize edilmiş çözümler aramaya yöneltmiştir. Bu çözümler, maliyetin düşürülmesini, operasyonel güvenilirliğin artırılmasını ve hava taşımacılığı sisteminin çevresel etkisinin iyileştirilmesini amaçlamıştır. Bu bağlamda, artan akaryakıt fiyatları ve çevre dostu taşımacılığın artan önemi ile rekabetin yüksek olduğu bir pazarda enerji tasarrufu en önemli unsurlardan biridir. Uçak sistemlerinin yakıt verimliliğindeki iyileştirmeleri ve emisyonların azaltılması, geleceğin uçaklarının tasarlanmasının odak noktasını oluşturmaktadır. Uçak elektrik güç sistemleri, uçağın boş ağırlığına, işletme ve doğrudan bakım maliyetlerine yaklaşık %30 oranında katkıda bulunduğundan, bu sistem mimarisinin enerji tüketimi açısından optimizasyonu da, uçak motorunun ve aerodinamik performansının iyileştirilmesi ile birlikte önemli bir konudur (Davis, 2002).

Uçak elektrik güç üretim ve dağıtım sistemleri, elektrik enerjisi üreten, ileten, dağıtan, depolayan ve kullanan bağımsız bileşenlerden oluşan ağlardan meydana gelir. Bu sistem, jeneratörlerden, enerji depolama cihazlarından ve aktüatörlerden ve bu bileşenlerin çalışmasını sağlayan güç dağıtım ağları ve kontrol ağlarından oluşmaktadır. Bu sistemler, aviyoniklere, uçuş kontrollerine, çevresel alt sistemlere, buzlanma önleyici sistemlere, iletişim ağlarına, aydınlatma sistemlerine ve uçağın diğer önemli işlevsel unsurlarına güç sağlar. Tüm bu güç

sistem ve donanımlar, yüksek güvenilirliği ve en yüksek çalışma verimliliği sağlamak için mümkün olduğunca hafif ve küçük boyutlara sahip olmalıdır. Teknolojik gelişmeler zamanla, yolcu hizmet kalitesi ve ihtiyaçları ile artan yolcu sayısı ve kargo yükleri ile büyüyen uçakların; uçak elektrik sistemlerini, daha karmaşık ve bütünleşik yapıya dönüştürerek, alt sistemlere ayrılmıştır. Tüm bu güç sistem ve donanımları gelişen teknoloji ile beraber uçak enerji verimliliğini artırmakta ve uçak emisyon değerlerini azaltmaktadır. Dolayısıyla, uçak elektrik güç sistemlerine verilen önem her geçen gün artmakta ve geleceğe yönelik uçak tasarımlarında elektrik üretim ve güç dağıtım sistemleri önem kazanmaktadır.

Uçak tasarımında modellemenin ve benzetimin önemini anlatan çalışmalar literatürde mevcuttur. Bunlardan Hanke, hava araçlarının tasarımında entegre ve optimum bir sistem mimarisi oluşturmak amacıyla modelleme ve simülasyona dayalı bir metodoloji önermiştir. Bu çalışmada geleneksel ve daha elektrikli hava araçlarında çok seviyeli modelleme yaklaşımı ile sistemlerin analiz ve simüle edilebilme özellikleri incelenmiştir (Hanke, 2008). Bir başka çalışmada daha elektrikli hava araçlarında endüstriyel, elektronik ve enerji dönüşümü alanlarında gömülü elektrik ağlarının ana eğilimleri ve gelecekteki zorlukları incelenmiştir (Roboam, 2011). Bir diğer çalışmada ise geleneksel hava aracı elektrik güç sistemleri ve bu sistemlerin havacılık endüstrisi için zorlukları açıklanmış ve teknolojide daha elektrikli ve tamamen elektrikli modeller için güç elektroniğinin önemi ifade edilmiştir. Çalışmada daha elektrikli hava aracı konseptinin tasarım verimliliğinde Boeing 787 ve Airbus A380 uçak modellerinin güç dağıtımı incelenmiştir (Wheeler, 2016). Bu konudaki bir diğer çalışmada daha fazla elektrikli hava aracı konsept tasarımının verimliliği incelenmiş olup güç elektroniğinin uçak tasarımındaki önemi ifade edilmiştir ve geleneksel hava aracı sistem tasarımlarından örnekler de verilmiştir (Wheeler, Bozhko, 2015). Uçak endüstrisinde tamamen elektrikli ve daha elektrikli uçak tasarım konseptleri, elektrik dağıtım sisteminin yapısı, uçak bakımı, uçuş güvenliği ve verimliliği incelemesi başka bir çalışmada ele alınmıştır (Abdel-fadil ve ark., 2013). Bozhko ve ekibi ise, daha elektrikli uçaklarda, uçak elektrik güç sisteminin kararlılığının, kalitesinin ve performansının simüle edilmesi amacıyla verimli modelleme tekniklerinin sistemde iyileştirme sağlayıp sağlamadığını incelemişlerdir. Örnek olarak iki jeneratörden oluşan uçak elektrik güç sisteminde normal ve arızalı çalışma modlarını da ele almışlardır (Bozhko ve ark., 2010). Başka bir çalışmada daha elektrikli uçak konseptinin benzetim gereklilikleri araştırılmış ve modelleme yaklaşımının geliştirilmesine odaklanılmıştır (Wu ve ark., 2009).

Literatürde, MATLAB yazılımı ile tüm uçak elektrik güç dağıtımının modellemesi ve simüle edilmesi üzerine fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, literatürde modellenen hava aracı elektrik güç sistemlerinin Matlab/Simulink ortamında gerçekleştirilen modellemeleri detaylı olarak incelenmiştir.

2. HAVA ARACI ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİ

Uçak güç sistemi mimarisi, elektrik güç sistemi, hidrolik güç sistemi, hava sistemleri, birincil ve ikincil uçuş kontrol sistemleri, ticari kabin sistemleri, iniş takımı sistemleri, yakıt sistemi, yardımcı ve acil güç sistemleri gibi sistemlerden oluşan ve farklı işlevleri yerine getiren karmaşık bir ağ yapısına sahiptir.
Gelişen teknoloji ile geleneksel uçak modellerin yanı sıra daha elektrikli uçak (More Electrical Aircraft, MEA) ve tamamen elektrikli uçak (All Electrical Aircraft, AEA) modellerinin geliştirilmesi, daha verimli ve yüksek performanslı uçak teknolojisi için önemli bir adım olmuştur.

2.1. Geleneksel Uçak Elektrik Güç Sistemleri

Geleneksel uçaklarda elektrik güç sistemlerinin temel amacı, çok sayıda elektrikle çalışan pompa (hidrolik sıvı, yakıt, yağlayıcılar, soğutucular vb.), kompresör, fan (soğutma, çevresel kabin kontrolü vb.), ısıtma ve buzlanma önleyici ekipman için gerekli güç ihtiyacını sağlamaktır. Sivil uçaklarda güç sistem yapısı, elektrik üretim ve dağıtım sistemleri, uçakların görev ve hizmet yapısına uygun, güvenilir ve yedekli AC ve DC güç sistemi dönüşüm ve bileşenlerinden oluşmaktadır. Elektrik sistemleri genel olarak dört ana bölüme ayrılır. Bunlar, güç kaynakları (batarya, yardımcı güç ünitesi-APU, Ram hava türbini-RAT), güç dağıtımı (AC ve DC), güç dönüşümü (AC/DC, DC/AC) ve elektrik yükleridir. Elektrik gücü jeneratörlerden ve aküden gelir. Jeneratörler, bir dişli kutusu aracılığıyla motorlardan gücü alır ve bu gücü elektriksel enerjiye dönüştürür. Bu elektriksel güç, transformatörler, invertörler ve redresörler tarafından ihtiyaca ve kullanıma uygun olarak dönüştürülür ve AC ve DC veri yolları ile dağıtılır ve tüketilir.

Geleneksel uçaklarda tüketilen elektriksel gücün dört farklı enerji kullanımı şeklinde sınıflandırılması Görsel 1' de gösterilmiştir (Roboam, 2011).

Görsel 1. Dört farklı enerji kullanımının sınıflandırılması (Roboam, 2011)

Yüksek yük ve yolcu kapasiteli uçaklardaki alt sistemler için ana güç kaynağı, Görsel 2' de gösterildiği gibi gaz türbinli motorlarından gelen tahrik itkisidir (40MW). Gaz türbinleri öncelikle uçağın uçuşu için ihtiyaç duyulan itişi sağlamak için kullanılırken, uçaktaki diğer tüm yükler için gerekli olan güç kaynaklarını da sağlayabilmektedir. Görsel 2' de geleneksel uçak güç sisteminin güç kaynaklarını ve kullanılan yükleri göstermektedir (Wheeler, 2016).

Görsel 2. Geleneksel uçak elektrik güç dağıtım sistemleri (Wheeler ve Bozhko, 2015, Yang ve ark., 2018).

2.2. Daha Elektrikli Uçak (MEA) Elektrik Güç Sistemleri

Daha fazla elektrikli uçak (MEA) kavramı, geleneksel uçaklarda mekanik, hidrolik ve pnömatik sistemlerin bir kombinasyonu tarafından tahrik edilen uçak alt sistemlerini çalıştırmak amacıyla uçakta elektrik gücü kullanımının artmasıdır. MEA' nın amacı, uçaktaki elektrik dışı gücü tamamen elektrikle değiştirme yönündedir ve bu durum uçağa daha az ağırlık, daha düşük bakım maliyeti, daha yüksek güvenilirlik ve daha iyi performans avantajlarını sunacaktır. MEA konsepti, günümüz ve gelecekte uçak güç sistemi teknolojisinin gelişme yönü olarak görülmektedir. Bu uçak güç sistemleri, çoklu voltaj seviyesine sahip hibrit DC ve AC sistemleri kullanılmakta olup geleceğin model yapısını oluşturacağı ön görülmektedir. Bu nedenle, MEA elektrik dağıtım sistemleri esas olarak çoklu model dönüştürücü olarak ve daha fazla güç sistemleri yapısını içerecek biçiminde modellenmektedir. MEA mimarisinde motorla çalışan jeneratörler ile tüm elektrik yükleri için elektrik gücü sağlanır. Ayrıca, geleceğin uçakları MEA konseptini kullanarak daha sessiz ve yakıt açısından daha verimli olabilirler (Madonna ve ark., 2018).

Daha elektrikli uçaklardaki alt sistemler için gerekli olan ana güç kaynağı, Görsel 3' de gösterildiği gibi gaz türbini motorlardan sağlanır. Gaz türbinleri öncelikle uçağın uçuşu için ihtiyaç duyulan itiş gücünü (40MW) sağlamak için kullanılırken, uçaktaki diğer tüm yükler için gerekli olan elektrik güç kaynaklarına da güç sağlamaktadır.

Görsel 3. MEA uçak elektrik güç sistem kaynakları dağıtım mimarisi (Wheeler ve Bozhko, 2015)

3. HAVA ARACI ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİNDE MODELLEME YAKLAŞIMLARI

Sivil ve askeri uçakların elektrik üretim ve dağıtım sistemlerinin bakım maliyetlerini azaltmak ve gerçek zamandan daha hızlı testini gerçekleştirebilmek amacıyla modellenmesi ve benzetimi Matlab/Simulink ile mümkündür.

Uçuş boyunca uçakta ihtiyaç olan elektriksel güç üretimini sürekli zaman aralığında analiz etmeye odaklı, kullanım kolaylığı ve anlık test imkânı sağlayan MATLAB/Simulink benzetim yöntemi modelleme ve analiz aracı olarak kullanılabilen bir programdır. Programın içerisinde, görev/hizmet kullanım amaçlarına yönelik her bileşenin, elektrik ve uçuş özelliklerinin değiştirilebileceği özel menüsü bulunmaktadır. Bu benzetim programı ile uçağın farklı alt sistemlerinden geçen güç akışlarını belirlemek/yönlendirmek ve bir uçak modelini daha eksiksiz bir şekilde modelini oluşturmak mümkündür (Hanke, 2008). MATLAB/Simulink araç seti termal, hidrolik, elektrik ve mekanik alt sistem bileşenlerini de içermektedir.

Modelleme ve benzetim süreçlerinde kullanılan araçların geliştirilmesi, uçak sistemlerinin tasarımında ve elektrik sistemlerinin analizinde gerçek sonuçlara yakın sonuçlar vermektedir (Abdel-fadil ve ark., 2013, Bozhko ve ark., 2010, Wu ve ark., 2009).

MATLAB/Simulink içerisinde yer alan Simscape modelleme aracı, model tabanlı tasarım ile uçak güç ağı, uçuş döngüsünden başlayan adımlar ile örnek model geliştirmeye olanak sağlamaktadır. Simscape benzetimlerin paralel olarak çalıştırılmasına izin vermektedir. Ayrıca, Simscape güç sisteminde model tabanlı tasarım ile ağdaki bileşenlerin soyut ve ayrıntılı modelleri oluşturularak, hem hızlı yineleme hem de ayrıntılı analiz sağlama yapılabilmektedir. Daha fazla elektrikli uçak teknolojisinde AR-GE çalışmaları, sistem düzeyinde tasarım değişiklikleri sebebiyle benzetim gereksinimini arttırmaktadır. Model doğruluğu ve benzetim hızı arasındaki dengeyi kurmak, etkili analizin anahtarıdır. Yalnızca gerekli efektleri içeren ve uygun benzetim modunu (sürekli, ayrık, fazör) kullanan modeller, geliştirme sürecini daha verimli hale getirerek tasarımın çok çeşitli koşullar altında test edilmesine olanak tanımaktadır. Model tabanlı tasarım kullanılarak sistem düzeyinde performans optimize edebilir ve sistemin tüm gereksinimlerinin nasıl karşılanacağı incelenebilir (Miller, 2022).

Simscape modelleme aracında modellenen bir uçak güç ağı sistem modeli Görsel 4' de verilmiştir. Güç ağı sistem modeli içerisinde, AC güç sağlayan jeneratör, AC güçten DC güç sağlayan trafo doğrultucu ünitesi (Transformer Rectifier Unit, TRU) bulunmaktadır. Bu model, güç gereksinimlerini belirlemek, sistem etkileşimlerini analiz etmek ve harmonik analiz gerçekleştirmek için kullanılabilir. Modeli fazör modunda çalıştırmak, tüm uçuş döngülerinin test edilmesini sağlamaktadır.

Görsel 4. Simscape Modelleme Aracında Uçak Güç Sistem Ağ Modeli (Miller, 2022)

Mak (2015), ticari hava yolculuğunda yaygın olarak kullanılan tipik çift motorlu bir Boeing 737 uçağının elektrik sistemi genel güç akışını ve dinamiklerini modüler, ölçeklenebilir ve kullanımı kolay olacak şekilde MATLAB/Simulink ortamında modellemiş ve simüle etmiştir (Görsel 5). Boeing 737, motorlar tarafından sürülen iki senkron jeneratörden, APU jeneratörü adı verilen ikincil bir jeneratör sisteminden ve bir bataryadan oluşan güç kaynağına sahiptir. Çift motorlu Boeing 737, 180 kVA' yı (her bir jeneratörden 90 kVA) destekleme kapasitesine sahiptir. APU jeneratörü, bir gaz türbin motoru tarafından tahrik edilen senkron bir jeneratörden oluşur. Mak, Rolls-Royce tarafından sağlanan motoru uçuş profillinde simüle etmek için sayısal tahrik sistemi simülasyonu (Numerical Propulsion System Simulation, NPSS) motor modelini kullanmıştır. Boeing 737' nin elektrik sistemi, 5.3 saatlik bir uçuşun kararlı simülasyonunu göstermek için uygun şekilde ölçeklendirilmiş bileşenlerle modellenmiş ve simüle edilmiştir. Simülasyonda, senkron jeneratörler ve APU jeneratörü, nominal voltaj 115 VAC olarak ayarlanarak 100 kVA olarak boyutlandırılmıştır. Modellemede arıza olması veya arıza olmaması, jeneratör ve yük arasında geçici bağlantı kesilmesi ve tek jeneratör arızası gibi senaryolar da simüle edilmiştir (Mak, 2015).

Francis ve ark. (2017) Görsel 6'da görüldüğü gibi Embraer 190/195 nakliye uçağı için önerilen ve sabit hız sabit frekans (Constant Speed Constant Frequency, CSCF) IDG' li (Integrated Drive Generator) mevcut geleneksel sistemin yerini alabilecek yeni bir DC-Link değişken hızlı sabit frekanslı (Variable Speed Constant Frequency, VSCF) elektrik güç sistemini modellemiş ve kararlı durum ve geçici durum benzetim analizlerini MATLAB/Simulink yazılımında gerçekleştirmiştir. DC-Link VSCF sistemi, çeşitli seviyelerde 3 faz AC ve DC güç (330/270/28 VDC ve 200/115/26 VAC), doğrultucu, Buck dönüştürücü ve invertör içermektedir. Toplam elektrik gücünün yaklaşık %30 ila %50' si çeşitli DC yükler için kullanılmaktadır. Motor gücünün rölantiden maksimum itiş gücüne hızla yükseltildiği sırada, değişken frekans yaklaşık 300 Hz' den 600 Hz' e değişmektedir bu esnada VSCF sistemin voltajını 115±5 VAC' de ve frekansını 400±2 Hz' de tutma durumları incelenmiştir. VSCF sisteminin geçici davranışını

değerlendirmek için pas geçme gibi birkaç kritik uçuş operasyon senaryosu da simüle edilmiştir. (Francis ve ark., 2017).

Görsel 5. Boeing 737 modelinin Simulink örneği (Mak, 2015)

Görsel 6. AC-DC-AC güç üretimi, dönüşümü ve dağıtımı için önerilen Embraer E190/195 VSCF DC-Link (Francis ve ark., 2017)

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Günümüzde sivil ve askeri uçakların elektrik üretim ve dağıtım sistemlerinin bakım maliyetlerini azaltmak, AR-GE çalışmaları ile sistem düzeyinde tasarım değişiklikleri ve tasarımda yapılan değişiklikleri hızlı şekilde test edebilmek amacıyla modelleme ve benzetim gereksinimleri artmaktadır. Literatürdeki modelleme araçları arasından Matlab/Simulink programı ile bir hava aracının elektrik güç sistem modellemesinin gerçekleştirilmesi mümkündür (Hanke, 2008).

Bu çalışmada, Miller tarafından yapılan uçak güç sistem ağ modeli (Miller, 2022), Mak tarafından yapılan Boeing 737' nin mimarisi (Mak, 2015) ve Francis ve ekibinin tasarladığı Embraer E190/195 hava araçlarının elektrik güç sistemi (Francis ve ark., 2017) Simulink modelleme örnekleri incelenmiştir. Bu örnekler, geleceğin hava aracı elektrik güç sistem teknolojisi tasarımlarının gerçekleştirilmeden benzetim programları ile denenebileceğini göstermiştir. Bu sayede modelleme ile sistemlerin hızlı ve güvenilir bir sistem uyarlaması yapılması, test edilmesi ve test verilerine kolay ulaşılması sağlanabilecektir.

KAYNAKÇA

Abdel-fadil, R., Eid. A., Abdel-Salam, M., *Electrical distribution power systems of modern civil aircrafts*, 2nd International Conference on Energy Systems and Technologies, 1-10, 18-21 Feb., Cairo, Egypt, 2013.

Bozhko, S., Wu, T., Tao, Y., Asher, G.M., *More-electric aircraft electrical power system accelerated functional modeling*, Proceedings of 14th International Power Electronics and Motion Control Conference, 1-8, 06-08 September, Ohrid, Macedonia, 2010.

Davis, M., *The Standard Handbook for Aeronautical and Astronautical Engineers*, McGraw-Hill, New York, 2002

Francis, E., Freitas, C., Daidzic, N. E. Design of DC-Link VSCF AC electrical power system for the embraer 190/195 aircraft, Journal of Aviation Technology and Engineering, 7, 1, 19–44, 2017.

Hanke, S. L., *A Model-Based Methodology for Integrated Preliminary Sizing and Analysis of Aircraft Power System Architectures*, Université de Toulouse, Doktora Tezi, France, 2008.

Madonna, V., Giangrande, P., Galea, M. Electrical power generation in aircraft: review, challenges, and opportunities, IEEE Transactions On Transportation Electrification, 4, 3, 646-659, 2018.

Mak, C., *Modeling and Simulation of Commercial Aircraft Electrical Systems*, Yüksek Lisans Tezi, Urbana, Illinois, 2015.

Miller, S., (https://www.mathworks.com/videos/aircraft-power-network-development-with-model-based-design-81977.html), (Erişim tarihi: Aralık 2022).

Roboam, X., *New trends and challenges of electrical networks embedded in more electrical aircraft*, IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 26-31, 27-30 June, Gdansk, Poland, 2011.

Wheeler, P., *Technology for the more and all electric aircraft of the future*, IEEE International Conference on Automatica, 1-5, 19-21 October, Curico, Chile, 2016.

Wheeler, P., Bozhko, S., The more electric aircraft: technology and challenges, IEEE Electrification Magazine, 2, 4, 6–12, 2015.

Wu, T., Bozhko, S., Asher, G. M., Thomas, D.W.P., *Accelerated functional modeling of aircraft electrical power systems including fault scenarios*, 35th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics,1-8, 03-05 November, Porto, Portugal, 2009.

Yang, T., Fei, G., Bozhko, S., Wheeler P., *Power electronic systems for aircraft*, pp. 333-368, Control of Power Electronic Converters and Systems, Vol.2, Eds: Frede Blaabjerg, Academic Press, 2018.

EFFECT OF WASTE VEGETABLE OIL AND OLD NEWSPAPER FIBERS ON SURFACE PROPERTIES OF RECYCLED POLYPROPYLENE COMPOSITES

Associate Professor, SEVDA BORAN TORUN [1]

[1] Karadeniz Technical University, Arsin Vocational School, 0000 0001 5403 1150

ABSTRACT

The problem of hazardous waste, which is one of the inevitable situations that occurs as a result of industrialization in many developed and developing countries, is one of the problems to be solved. In order to minimize the negative effects of waste oils, which are classified as hazardous wastes, that harm the environment and human health and to add value to waste at the highest level, contributions should be made to the studies to be carried out. For this purpose, old newspaper fiber, which is lignocellulosic filler, waste vegetable oil and recycled polypropylene as polymer were used for the production of composites. After the grounded old newspaper were kept in the drying oven at 60˚C for about 24 hours, they were added to the polypropylene at the rates of 10%, 20% and 30% and mixed to be homogeneous. Waste vegetable oil was added to all productions at a rate of 2.5%. The mixtures were put into the extruder, which was set at 170°C, 175°C, 180°C, 185°C. Surface roughness, water absorption (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 weeks and 3 and 5 months), and morphological properties of these composites produced by extrusion method were investigated. It was found that the water absorption increased with time as the ratio of old newspaper fiber increased. When the SEM results were examined, it was seen that the use of waste vegetable oil contributed to a more homogeneous distribution between recycled polypropylene and old newspaper fiber. As the addition of old newspaper fiber increases, the surface roughness values of the composites also increase. It was determined that the surface of composites became smoother when waste vegetable oil was added.

Key Words : Waste vegetable oil, Old newspaper, Recycled polypropylene, Composite

ATIK BİTKİSEL YAĞ VE ESKİ GAZETE KAĞIDI LİFLERİNİN GERİ DÖNÜŞÜMLÜ POLİPROPİLEN KOMPOZİTLERİN YÜZEY ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede sanayileşme sonucu meydana gelen kaçınılmaz durumlardan biri olan tehlikeli atık sorunu, çözülmesi gereken sorunlardandır. Tehlikeli atıklar sınıfında yer alan atık yağların, çevre ve insan sağlığına zarar veren olumsuz etkilerini en düşük düzeye çekebilmek ve atığa en üst seviyede katma değer kazandırabilmek için yapılacak çalışmalara katkı sağlanmalıdır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada kompozitlerin üretimi için lignoselülozik dolgu maddesi olan atık gazete kâğıdı lifi, atık bitkisel yağ ve polimer olarak ise geri dönüştürülmüş polipropilen kullanılmıştır. Öğütülmüş olan atık gazete kâğıtları 24 saat 60˚C'de kurutma fırınında kurutulduktan sonra %10, %20 ve %30 oranlarında polipropilene ilave edilerek homojen olacak şekilde karıştırılmıştır. Atık bitkisel yağ tüm üretimlere %2.5 oranında ilave edilmiştir. Karışımlar 170°C,175°C,180°C,185°C ısı kademelerinde ayarlanmış olan ekstrüzyon makinasına yerleştiirlmiştir. Ekstrüzyon metoduyla üretilen kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü, su absorpsiyonu (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 hafta ve 3 ve 5. ay) ve morfolojik özellikleri araştırılmıştır. Atık gazete kağıdı lifi oranı arttıkça su absorpsiyonun zamanla arttığı bulunmuştur. SEM sonuçları incelendiğinde ise atık bitkisel yağ kullanımının geri dönüştürülmüş polipropilen ile atık gazete kağıdı lifi arasında daha homojen bir dağılıma katkı sağladığı görülmüştür. Eski gazete kağıdı lif ilavesi artıkça kompozitlerdeki yüzey pürüzlülük değerleri de artmaktadır. Atık bitkisel yağ ilave edildiğinde ise kompozit yüzeylerin daha pürüzsüz hale geldiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık bitkisel yağ, Atık gazete kağıdı, Geri dönüştürmüş polipropilen, Kompozit

1. INTRODUCTION

Nowadays, it has become attractive to use natural fibers to replace synthetic fibers in composite materials due to their environmental properties and low costs. In addition to various cellulose fibers, cellulose wastes such as sugarcane, corncob and straw are used as filling materials in plastic composites. Wood, agricultural waste, sawdust, paper mill sludge, sunflower waste oil, and old newspaper fiber are among the natural fibers used in thermoplastic composites. One of the largest recyclable parts of the solid waste stream is old newspapers. It is also a good alternative source for plastic composites due to its wood-like properties [1-2]. In 2013, recovered paper made up 54% of the production of collected paper and cardboard. Recycled waste paper can be an excellent filler resource for the plastic composites industry. They can be

an ideal resource as a filler for the plastic composites industries. The mechanical properties of composites produced by using 40% of waste paper cups in polypropylene improved in the literature [3]. In another study with old newspaper fibers, it was concluded that the impact strength of the composites increased, but their tensile and bending strengths decreased. The crystallinity value and thermal stability of these composites also increased [4]. It is known that mineral oils are absorbed by the fibers, preventing the interaction between the fibers and separating the fibers within the polymer [5].

he average amount of vegetable oil consumed in our country is 20 kg, and about 1.5 million tons of vegetable oil are sold for use in food every year. On the other hand, it is thought that approximately 350,000 tons of waste oil are formed together with waste vegetable oils such as soap-stock, tank bottom sediment, oily soil originating from refining facilities. With the prediction of 2 kg used frying oil formation per person, it is estimated that approximately 150.000 tons of this amount is used frying oil. Recently, along with the increase in the consumption of fast-food type foods, there has been an increase in the amount of used frying oil. As a result of this increase, used frying oil wastes have also increased. Waste oils mixed with wastewater constitute 25% of domestic wastewater pollution [6].

Vegetable oils have emerged as an alternative biobased option for various technological applications. It is called the material of the future thanks to its features such as being renewable, price and availability to a large extent [7-8]. Waste vegetable oils also have the potential to meet the demand for inexpensive materials that are not in direct competition with food products. Today, the use of waste vegetable oils is limited to their conversion to methyl steres and their use as biodiesel. Compared to the use of petroleum sources, these waste oils have proven to be a successful alternative in reducing the cost of final materials [9-10]. In addition, the technological evaluation of waste vegetable oils also addresses an important environmental problem related to improper disposal that endangers aquatic life as a result of significantly contributing oxygen consumption [11-12]. It is forecasted that more than 700,000 tons of waste vegetable oil are generated annually in the European Union. In China alone, this number is 4.5 million tons, which clearly reveals the extent of a serious problem that needs to be solved [13].

The increase in the production of polymer composites in recent years has brought with it an increasing concern especially about the environment. The biggest advantage of natural fiber based composites is that they are biodegradable material can be safely left to environment as waste material. These composites automotive industry, home furniture, electronics, coating material, biomedical, in packaging can replace plastic composites [14-15]. Automobile and construction industries prefer to use low density and inexpensive additives for engineering thermoplastic materials to obtain better mechanical and thermal properties as well as low density. In terms of these engineering thermoplastic properties, cellulose is a compatible material [16].

In this study, some surface properties and water absorption properties of recycled polypropylene composites obtained by using waste vegetable oil with old newspaper fibers were investigated.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

2.1. Material

Old newspaper was used as lignocellulosic material during the production of fiber plastic composites. They were printed on the same day and care was taken to ensure that the fiber component was the same in all samples. These papers used were selected from papers that are about 14 years old. In the production of fiber reinforced plastic composite sheets, recycled polypropylene with a density of 0.905 gr/cm³ was used. In the study, waste vegetable oil was supplied from a restaurant that makes continuous production and 2.5% was added to the composite composition.

2.2. Method

2.2.1. Production of Thermoplastic Composites with Lignocellulosic Fillers

The old newspapers obtained from Doğan Printing Center Trabzon facility in 2007. They were ground with a Wiley mill. Before production, it was dried in a drying oven at 103°C for 24 hours. Dried old newspaper fibers, recycled polypropylene and waste vegetable oil were mixed homogeneously in the ratios indicated in Table 1. The mixture was then fed into the extruder. Extruder conditions were set at 100 rpm screw speed, temperatures of 170°C, 175°C, 180°C and 185°C. The composite plastic material produced was first ground with a crusher and then with a Wiley mill. The ground samples were dried in a drying oven to remove their moisture before press and plate production. The dried samples were pressed for 3 minutes in a press set at 180°C. The produced composites were sized for testing. Figure 1 demonstrates the samples of control, ONP-PP composites and waste vegetable oil/ONP-PP composites.

Table 1. Mixing ratios of old newspaper fiber, waste vegetable oil and recycled polypropylene.

Samples	**Recycled polypropylene (PP) (%)**	**Old newspaper fiber (ONP) (%)**	**Waste vegetable oil (%)**
Control	100	-	-
A1	90	10	-
A2	80	20	-
A3	70	30	-
B1	90	10	2.5
B2	80	20	2.5
B3	70	30	2.5

Figure 1. The visual of control, ONP-PP composites and waste vegetable oil/ONP-PP composites

2.3. Heavy Metal Determination and PCBs Analysis

Heavy metal determination and PCBs analysis of waste vegetable oil were performed in the Environmental Industrial Analysis Laboratory with the EPA 3051A/EPA 6020B (ICP-MS) method.

2.4. Physical Properties

2.4.1. Water Absorption

The water absorption rates of composites were determined in accordance with the ASTM D 1037 standard [17]. The weight of the composites prepared in 50x50x thickness (mm) dimensions were weighed on an analytical balance with an accuracy of ±0.01 g. Afterwards, the composites were kept in water at 20±2 ºC during the experiment by keeping them 25 mm below the water surface. Measurements were taken periodically at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 weeks, 3, 5 months. At the end of these periods, the excess water on the composites removed from the water was wiped off with a cloth. They were weighed with the same precision on a balance with ± 0.01 g precision.

2.5. Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning electron microscope (SEM) analyzes of composite materials were carried out on a ZEISS brand and EVO LS 10 model machine. Before the analysis, the samples were kept in liquid nitrogen for a while, and then a clean fracture surface was obtained by breaking them with the help of a hard object. In order to eliminate the reflections that may occur from the sample surface, the broken surfaces were coated with gold powder at 10 mA for 120 seconds.

2.6. Surface Roughness

The surface roughness of the composites was determined with the Mitutoyo Surfest SJ-310 according to ISO 4287-1997 standards [18]. The roughness measurements were made at the same determined points of the samples. Measurements were taken from 4 different points for Ra, Rq and Rz roughness values and their averages were calculated. For surface roughness measurements, a diamond-tipped scanning detector was used, cutting length ʎc = 0.8 mm, sampling length set to 12.5 mm. One of the surface roughness parameters Ra is the average roughness value; Rq is the quadratic mean roughness value; Rz represents the maximum roughness depth.

3. RESULT and DISCUSSION

3.1. Heavy Metal Determination and PCBs Analysis of Waste Vegetable Oil

The results of heavy metal determination and PCBs (polychlorinated biphenyls) analysis of waste vegetable oil are given in Table 2. In the waste oil control regulation, waste oils are divided into categories according to the ecotoxic parameters in their content. These categories are PCB ratios, total halogens and heavy metals such as arsenic, cadmium, chromium, chloride, lead. Table 3 shows the categories of waste oil classes according to the minimum values of the pollutants they contain. According to Table 3, category 1 is suitable for recycling processes involving refining and regeneration. It is appropriate to burn these oils in licensed facilities for energy purposes. 2nd category waste oils can only be used as fuel in licensed facilities. The third category waste oils, on the other hand, cannot be refined because their use as extra fuel will have negative effects on the environment and human health, and they are classified as hazardous waste [19]. According to heavy metal determination of waste vegetable oil and PCBs results, it was concluded that the used waste vegetable oil used in the study is not in the dangerous category.

Table 2. Heavy metal determination of waste vegetable oil and PCBs results

Parameter	**Measured Value (ppm)**
Arsenic	<0.1
Cadmium	<0.1
Crom	<1.5
Lead	<0.1
PCBs (Toplam)	<0.1

Table 3. Waste oil categories (URL-2)

Pollutants	**1st category waste oil**	**2nd category waste oil**	**3rd category waste oil**
Arsenic	< 5 ppm	maximum 5 ppm	> 5 ppm
Cadmium	< 2 ppm	maximum 2 ppm	> 2 ppm
Crom	< 10 ppm	maximum 10 ppm	> 10 ppm
Chloride	maximum 200 ppm	maximum 2000 ppm	> 2000 ppm
Lead	< 100 ppm	maximum 100 ppm	> 100 ppm
Total halogens	maximum 200 ppm	maximum 2000 ppm	> 2000 ppm
Polychlorinated Biphenyls (PCB)	maximum 10 ppm	maximum 50 ppm	> 50 ppm

3.2. Water Absorption of ONP-PP Composites and Waste Vegetable Oil/ONP-PP Composites

Figure 2 shows the graph of the water absorption rates of waste vegetable oil/old newspaper fiber-PP composite materials. Composites were subjected to water absorption test at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 weeks, 3, and 5 months. As can be seen from the figure, the water absorption rates increase in all composite types as the soaking time increases. Since only the control sample of the thermoplastic polymer type was hydrophobic, no increase was observed during the time period. As the rate of old newspaper fiber increased, the increase in water absorption increased with time. This situation is supported by the literature [1,20]. In a study, old newspaper fibers were re-fibered and composite panels were produced with PP, and 75-day water absorption rates were investigated in these composites. It was observed that the water absorption rate increased as the fiber ratio increased, and it was determined that the highest value was obtained from the composite using 50% old newspaper fiber [21]. When the water absorption values of the composites with the addition of waste vegetable oil are examined, the composite type using 30% old newspaper fiber tends to take in more water compared to the composite with the addition of 2.5% waste vegetable oil. This composite also takes more water than other composites.

Figure 2. Water absorption of ONP-PP composites and waste vegetable oil/ONP-PP composites

3.3. Surface Roughness of ONP-PP Composites and Waste Vegetable Oil/ONP-PP Composite

Figure 3 indicates surface roughness of ONP-PP composite and waste vegetable oil/ONP-PP composite materials. The surface roughness values increase as the old newspaper fiber ratio increases. When waste vegetable oil is also added, it provides a smoother surface. It was determined that the surface roughness of waste vegetable oil added composites is less than other composites. In a study, the surface roughness results obtained during the turning of EN-31 Steel with a minimum amount of lubrication were compared with both mineral oil and vegetable oil. It has been determined that the surface roughness of vegetable oil is less than mineral oil [22].

Figure 3. Surface roughness of ONP-PP composites and waste vegetable oil/ONP-PP composites

3.4. SEM Analysis of ONP-PP Composites and Waste Vegetable Oil/ONP-PP Composites

The SEM image of the control sample produced with recycled PP is given in Figure 4. In Figure 5, the image of the composite sample of the A2 sample (with 20% ONP addition) without the addition of waste vegetable oil can be seen. Figure 6 shows the SEM image of the B2 sample (20% ONP/2.5% waste vegetable oil) added. It is seen that the use of waste vegetable oil causes a more homogeneous distribution between recycled polypropylene and old newspaper fiber.

Figure 4. SEM image of the control sample of PP composite materials

Figure 5. SEM image of the sample A2 (20% ONP)

Figure 6. SEM image of B2 sample (20% ONP/2.5 %waste vegetable oil)

4. Results

This paper discusses effect of waste vegetable oil and old newspaper fibers on surface properties of recycled polypropylene composites. The results obtained are summarized below.

- The used waste vegetable oil used in the study does not take part in the dangerous category based on the results of the heavy metal determination of the waste vegetable oil and PCBs.
- According the result of water absorption values, it was determined that the water absorption increased as the old newspaper fiber content increased. The highest water uptake rate was obtained from the composite with 30% old newspaper fiber, while a lower water uptake rate was obtained when 2.5% waste vegetable oil was added.
- The surface roughness values increased due to the lubricating property of waste vegetable oil as the fiber content of the old newspaper increased in the composite.
- The use of waste vegetable oil resulted in a more homogeneous distribution between recycled polypropylene and old newspaper fiber, confirmed by SEM analysis.

Acknowledgments

This study was supported by Karadeniz Technical University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project no: FBA-2020-8464).

References

[1] Peşman, E., Şahinbaş, S. *Alkali Muamele Edilmiş Eski Gazete Kağıdı Lifleri ile Takviye Edilmiş Yüksek Yoğunluklu Polietilen Kompozitlerinin Fiziksel, Mekanik ve Termal Özellikleri*, In: IV. The IMCOFE International Multidisciplinary Congress of Eurasia, Roma, 2017.

[2] Çavdar, A. D., Ertaş, M., Kalaycıoğlu, H., Alma, M. H. Some properties of Thin Medium Density Fiberboard Panels Treated with Sunflower Waste Oil Vapor, Materials & Design, 31(5), 2561-2567, 2010.

[3] Mitchell, J., Vandeperre, L., Dvorak, R., Kosior, E., Tarverdi, K., Cheeseman, C. Recycling Disposable Cups into Paper Plastic Composites, Waste Management, 34 (11), 2113-2119, 2014.

[4] Ardekani, A., Dehghani, A., Al-Maadeed, M.A., Wahit, M.U., Hassan, A. Mechanical and Thermal Properties of Recycled Poly(ethylene terephthalate) Reinforced Newspaper Fiber Composites, Fibers and Polymers, 15 (7), 1531-1538, 2014.

[5] Saheb, N., Jog, J.P. Natural Fiber Polymer Composites: A Review, Advances in Polymer Technology, 18(4), 351-363, 1999.

[6] http://webdosya.csb.gov.tr/csb/dokumanlar/egitim0008.pdf (Erişim tarihi: 22.11.2022).

[7] Tan, S.G., Chow, W.S. 2010. "Biobased Epoxidized Vegetable Oils and Its Greener Epoxy Blends: A Review, Polymer-Plastics Technology and Engineering, 49, 1581–1590.

[8] Biermann, U., Bornscheuer, Meier, M.a.R., Metzger, J.O., Schäfer, H.J. Oils and Fats as Renewable Raw Materials in Chemistry, Angewandte Chemie International Edition, 50, 3854–3871, 2011.

[9] Kulkarni, M.G., Dalai, A.K. Waste Cooking Oil – An Economical Source For Biodiesel: A Review", Industrial & Engineering Chemistry Research, 45, 2901–2913, 2006.

[10] Meng, X., Chen, G., Wang, Y. Biodiesel Production From Waste Cooking Oil Via Alkali Catalyst And Its Engine Test, Fuel Processing Technology, 89, 851–857, 2008.

[11] Campo, P., Zhao, Y., Suidan, M.T., Venosa, A.D., Sorial, G.A. Biodegradation Kinetics and Toxicity of Vegetable Oil Triacylglycerols Under Aerobic Conditions, Chemosphere, 68, 2054–2062, 2007.

[12] Salam, D.A., Naik, N., Suidan, M.T., Venosa, A.D. Assessment of Aquatic Toxicity And Oxygen Depletion During Aerobic Biodegradation of Vegetable Oil: Effect of Oil Loading and Mixing Regime, Environmental Science & Technology, 46, 2352–2359, 2012.

[13] Felice, C. Fernandes, K.K.,, Danielle L., Coles, S.R. Epoxy Resin Blends and Composites From Waste Vegetable Oil, European Polymer Journal, 89, 449-460, 2017.

[14] Behera, A.K., Avancha, S., Basak, R.K., Sen, R., Adhikari, B. Fabrication and Characterizations of Biodegradable Jute Reinforced Soy Based Green Composites, Carbohydrate Polymers, 88(1), 329-335, 2012.

[15] Kocaman, S., Ahmetli, G., Soğancıoğlu, M., Doğal Atık Malzemeler ve Biyoçarları ile Bozunabilir Özellikte Yeni Epoksi-bazlı Kompozitlerin Hazırlanması ve Karakterizasyonu, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2), 261-272, 2018.

[16] Xu, X. *Cellulose Fiber Reinforced Nylon 6 or Nylon 66 Composites*, PhD Thesis, Georgia Institute of Technology, 2008.

[17] ASTM D 1037. Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 1996.

[18] ISO 4287. Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters, 1997.

[19] https://cevreonline.com/atik-yaglarin-siniflandirilmasi/ (Erişim tarihi: 22.11.2022).

[20] Dönmez Çavdar, A. Farklı Lignoselülozik ve Termoplastik Maddelerle Üretilen Odun-Plastik Kompozitlerin Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Ensititüsü, Trabzon, 2011.

[21] Shakeri, A. ve Ghasemian, A., 2010. Water Absorption and Thickness Swelling Behavior of Polypropylene Reinforced with Hybrid Recycled Newspaper and Glass Fiber, Applied Composite Materials, 17, 183–193.

[22] Singh, G., Singh, S., Singh, M., Kumar, A. Experimental Investigations of Vegetable & mineral oil performance during machining of EN-31 steel with minimum quantity lubrication. Int. J. Res. Eng. Technol, 2(6), 1030-1037, 2013.

INVESTIGATION OF TRIPLE METALLIC Au@Fe@TiO_2 NANOALLOYS FOR POTENTIAL NONLINEAR OPTICAL APPLICATIONS

Prof. Dr. Hamdi Şükür Kılıç[1,2,*], Dr. Öğr. Üyesi Yasemin Gündoğdu[2,3]

[1]University of Selçuk, Department of Physics, Faculty of Science, Konya, Turkey ORCID ID 0000-0002-7546-4243
[2]University of Selçuk, Department of Computer Technologies, Kadınhanı Faik İçil Vocational High School, Konya, Turkey- ORCID ID 0000-0003-2020-9533

[3]University of Selçuk, Directorate of Laser Induced Proton Therapy Application and Research Center, Konya,

***corrosponding e-mail:** hamdisukurkilic@selcuk.edu.tr

Abstract

In this study, nanoparticle production was carried out performing laser ablation technique using metal targets, which are used extensively in semiconductor technology. During laser ablation, femtosecond laser at 800 nm laser wavelength, 1 kHz repetition rate, 90 fs laser pulse duration have been applied to Au, Fe and TiO_2 target separately for 30 minutes. All targets have laser ablated in ethanol. Au@Fe@TiO_2 composite structure has been formed by taking equal amount of each prepared nanoparticle. Linear optical properties of the obtained nanoparticles were characterized by UV-Vis absorption spectroscopy and nonlinear optical properties have been characterized by z-scan technique. Size analysis for gold nanoparticles in the absorption spectrum has been calculated from the absorption spectrum to be between 54 nm and 72 nm. Nonlinear absorption coefficients, nonlinear refractive indices and third order susceptibility values have been revealed for nanoparticles whose nonlinear optical properties have been determined.

Keywords: Gold, iron, titanium oxide, z-scan, laser ablation

1. INTRODUCTION

Metal based nanocomposite materials are widely used materials in optoelectronic [1], photonic [2], semiconductors [3] etc. systems. The evolution of linear and nonlinear optical material applications makes it necessary to create new, more efficient materials with enhanced features. The determination of linear and nonlinear optical characteristics which include linear and nonlinear absorption coefficient and refractive index, optical band gap value as well as third-order nonlinear susceptibility of metal-based materials gives new approaches for evaluating optoelectronic materials [2, 4]. There is a connection between molecular energy levels for optoelectronic materials and their z-scan characteristics. The energy difference between the highest occupied (HOMO) and lowest unoccupied (LUMO) molecular orbitals is commonly accepted to be affecting the value of

third order nonlinear optical susceptibility ($\chi^{(3)}$) [5, 6]. The nonlinear optical phenomena generally aims to produce technology from new materials for optical information technology [7], optical limiting applications [8, 9] and photonic technology [10].

Metal nanoparticles (MNPs) have notable nonlinear optical characteristics which might be used to create nanoscale modern optical devices [11]. Especially gold (Au) nanoparticles (NPs) which have their distinctive and intriguing optical characteristics are significant in the field of photonics. Au Nps represent surface plasmon resonance effect in visible region depending on their parameters including particle size and shape distribution in linear absorbance spectrum [12].

There are many methods including chemical, physical and biological methods for synthesizing MNPs. Biological and chemical NPs synthesizing techniques may be prefered to utilize bottom-up tecjnique [13] as well as physical NPs production technique gives opportunity to produce NPs following top-down process through laser ablation-based NPs production technique which is an environmental friendly and efficient NPs production method due to less material consumption [14]. To create nanomaterials using the laser ablation approach, no hazardous ingredients are required. A few ablation process parameters may be changed to readily regulate the nanoparticles' concentration, size and aggregation [15].

Composite semiconductor metals formed by the combination of metal NPs can have different properties as a new structure [16]. It is important to create some more qualified structures by increasing the functionality of metallic materials whose individual photophysical and photochemical properties are even well-known, and to reveal its optical properties and characterization. Among the most promising metals Au@Fe@TiO_2 nanoalloy structure will be produced by laser ablation method and will be given with a conclusion on these results gathered in this study.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Laser Ablation Based, Au, TiO_2, Fe and Au@Fe@TiO_2 Nanoparticle Production

Femtosecond (fs) laser NP production is preferred because of its ability to produce clean, versatile and desired sizes NPs. All NPs including Au (figure 1a), Fe (figure 1b), TiO_2 (figure 1c) and Au@Fe@TiO_2 TiO_2 (figure 1d) have been investigated in this study, the laser ablation method using Ti:Sapphire femtosecond (fs) laser which can produce 90 fs pulses with the wavelength of 800 nm in 1 kHz repetition rate (Quantronix, NY, USA).

Due to the surface plasmon resonance effect of gold nanoparticles, the particle sizes has been determined using the absorption spectrum and accordingly, the particle size has been found to be in the range of 54 nm to 72 nm obtained [17]. The target used in the production of each NP was

exposed to laser ablation in ethanol for 30 minutes. In this process, NP production was carried out using 800 mW laser power. The laser ablation-based NP production parameters, that the authors had previously produced, were used for each NP production [11, 18].

Figure 1 a) Gold (Au) Nps in ethanol, **b)** Iron (Fe) Nps in ethanol, **c)** TiO_2 Nps in ethanol, **d)** Au@Fe@TiO_2 in 2mm quartz cuvette with ethanol medium, **e)** Fs laser z-scan experimental set-up

In this study, Au, Fe and TiO_2 targets were ablated from the purity of %99.95 (Good Fellow). The features of the liquid medium and the Fs laser parameter enable the formation and control of Nps structures. Different features dependent on the optical properties of the metal nanostructure created by laser ablation in various liquid media. After all nanoparticles were produced, their linear absorption spectra were recorded, and z-scan experiments were carried out without waiting.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Linear Absorbance for Au Fe and TiO_2 NPs as well as Au@Fe@TiO_2 Composite NPs

The UV-Vis-IR spectra were carried out to demonstrate the linear absorption performance (Shimadzu UV-1800 UV-Vis Spectrophotometer) from 300 nm to 800 nm for Au, Fe, TiO_2 NPs as well as Au@Fe@TiO_2 composite NPs shown in figure 2 (a-e). In this study, all NPs

were prepared in ethanol. It was preferred because the agglomeration rate in ethanol is minimal in metal NP production by laser ablation.

Figure 2. Au@Fe@TiO_2 Nps in ethanol medium **a)** linear absorbance spectrum, **b)** photon energy band gap spectrum, Au Nps, Fe Nps and TiO_2 Nps one by one in ethanol medium **c)** linear absorbance spectrum, **d)** Au Nps photon energy band gap diagram**, e)** TiO_2 Nps photon energy band gap diagram, **f)** Fe Nps photon energy band gap diagram

In the absorption spectrum obtained for Au@Fe@TiO_2 (figure 2a), it is seen that the absorption rate decreases from UV region to IR region. This is the case for the absorption spectra obtained for Fe and TiO_2 (figure 2c). For Au NPs with surface plasmon resonance effect, peaking occurred in absorption spectrum, especially in Vis region, and dimensional analysis of gold NPs were examined by taking advantage of this feature [18]. As a result of this analysis, the particle size distribution for Au NPs was calculated as 54 nm to 72 nm [17].

The Tauc equation (equation 1) was used to get the energy band gap value for Au, Fe, TiO_2 NPs as well as Au@Fe@TiO_2 composite NPs. After using equation 1, Figure 2b, figure 2(d-f) have been produced and shown as a result,

$$(\alpha h\nu)^2 = A(h\nu - E_g)^{1/2} \quad (1)$$

which A and $h\nu$ are both constants and $h\nu$ is photon energy, in the expression. E_g is abbreviated energy band gap value and is determined by a straight line of $(h\nu)^2$ plotted against (hv) in Tauc plot. According to this calculation, the band gap energy values of Au@Fe@TiO_2 NPs, Au NPs, TiO_2 NPs and Fe NPs have been calculated as 2.6 eV, 3.1 eV, 2.3 eV and 1.9 eV, respectively.

3.2. Z-scan nonlinear optical results for Au, TiO_2, Fe Nanoparticles as well as Au@Fe@TiO_2 Composite Nanoparticles

There are many chemical and physical methods to obtain nanosized particles from bulk metallic structures. NP production by laser ablation method is one of the most effective and purely clean and green methods used to produce NPs from metal targets. It is a fascinating technique with various attractive benefits over other synthesis techniques, including a wide range of ablation settings to regulate nano-form and -size, the capacity to synthesize nanomaterials with ablation time and also the required chemical compositions. Especially the femtosecond laser ablation (fs-LA) method is unique and suitable for producing nano-formed particles. The fs- LA method has been used to reveal the nanoalloy structures by combining gold (Au) with surface plasmon resonance effect and TiO_2, which is preferred in semiconductor technology with its smart shape and ability, and also Iron (Fe) with magnetic properties. The nonlinear properties of Au, Fe and TiO_2 as well as Au@Fe@TiO_2 in ethanol medium were produced by fs laser-based z-scan technique firstly proposed by Sheik Bahae et al [19]. All schematic details of experimental system have been given in literature elsewhere [11, 14, 18, 20].

The open aperture and closed aperture experimental data from sample can be described by theoretically performing z-scan curve fitting because the sample location dependency of laser

intensity provides distinct beam signals as a result of the response of samples to detectors. Equations (2) and (3) have fitted to z-scan open and closed apertures data from experimental curves which recorded as transmittance depending on z-axes, respectively. For normalized open aperture transmittance signal;

$$T_{open}(x) = (\beta I_0 L_{eff} / 2.83)(1/x^2) \quad (2)$$

was utilized. In this case, the open-aperture transmittance dependency on z-axes steps have been represented as the relative coordinate $x=z/z_0$, where z_0 is Rayleigh length, β is the nonlinear absorption coefficient, I_0 is represented as laser intensity as well as L_{eff} is equal to $(1-e^{-\alpha L})/\alpha$ which is symbolized as effective optical path length and the linear absorption coefficient is shown as α [21].

a) **b)** **c)**

Figure 3. Open aperture nonlinear optical fitting results **a)** Au Nps, **b)** TiO_2 Nps and **c)** Fe Nps

The normalized closed aperture experimental transmittance data has been fitted to T_{closed} (x);

$$T_{closed}(x) = 1 + (4\Delta\Phi_0 x / (x^2+9)(x^2+1)) \quad (3)$$

where $\Delta\Phi_0$ shows the phase shift and it was also found using following equation (4);

$$\Delta\Phi_0 = 2\pi / \lambda(n_2 I_0 L_{eff}) \quad (4)$$

The wavelength of the incident beam is λ. Open aperture normalized z-scan spectra for Au, Fe and TiO_2 NPs have been fitted to equation (2) by courtesy of a MATLAB code and obtained curves have been presented in figure 3(a-c).

In order to ensure that the sample passes through the optical focus zone of the Gaussian laser beam during the z-scan set-up, the sample is suitably moved along the optical axis. The refractive index and absorption coefficient of the material are affected by the nonlinear optical density distribution, and this may be seen as a change in the beam distribution. Since the density distribution in a particular plane behind the sample changes depending on the sample position,

it is theoretically conceivable to compute both the closed and open aperture z-scan curves to ascertain the non-linear optical characteristics of the material under investigation. Open aperture data was produced using Equations (2) and (3).

Table 1. Au, TiO_2 and Fe as well as Au@Fe@TiO_2 NPs linear and nonlinear absorbance (α) and (β) values and nonlinear refractive index (n_2) are given

Sample Name	Laser Powers (mW)	Laser Intensities ($\times$ 10^{11} W/cm^2)	α (abs)	n_2 ($\times$ 10^{-16} cm^2/W)	β ($\times$ 10^{-10} cm/W)
Au Nps	40	9.504	0.11	-0.386	-0.785
TiO_2 Nps			0.18	-4.342	-1.008
Fe Nps			0.39	-2.330	-1.147
Au@Fe@TiO_2 Nps			0.22	-4.344	-1.108

In this study, two photon nonlinear absorption coefficient (β) and nonlinear refractive index (n_2) of Au, Fe and TiO_2 NPs as well as Au@Fe@TiO_2 composite NPs were determined. β and n_2 values of Au, Fe and TiO_2 NPs as well as Au@Fe@TiO_2 composite NPs were achieved as shown in table 1. Using a MATLAB code, the z-scan data fitting method has been carried out. The findings of the Z-scan experiment allow us to use equations (5) to (6) to calculate the real and imaginary components of $\chi^{(3)}$ third order susceptibilities for Au, Fe and TiO_2 as NPs well as Au@Fe@TiO_2 composite NPs and equation 7 for $\chi^{(3)}$ third order susceptibilities itself.

a) b)

Figure 4. Au@Fe@TiO_2 NPs **a)** open and **b)** closed aperture z-scan fittings were obtained using 40 mW fs laser power.

Figure 4 depicts open and closed aperture z-scan data for Au@Fe@TiO_2 composite NPs at 9.504 x 10^{11} W/cm^2 laser intensity. In this study, Third order susceptibility ($\chi^{(3)}$) have been determined for the Au@Fe@TiO_2 composite NPs and Au, Fe and TiO_2 NPs were computed the real and imaginary parts following equations;

$$ReX^{(3)}(esu) = 10^{-4}\frac{\varepsilon_0 c^2 {n_0}^2}{\pi} n_2 \qquad (5)$$

$$ImX^{(3)}(esu) = 10^{-2}\frac{\varepsilon_0 c^2 {n_0}^2 \lambda}{4\pi^2}\beta \quad (6)$$

$$\left|X^{(3)}\right| = \left[\left(Re(X^{(3)})\right)^2 + \left(Im(X^{(3)})\right)^2\right]^{1/2} \quad (7)$$

where ε_0 is represent as the vacuum permittivity and the light velocity presents as c, respectively. Third order susceptibilities of NPs have been identified by equation (7). All obtained $\chi^{(3)}$ values for NPs are given in table 2.

Table 2. Third order susceptibilities real and imaginary parts for Au, Fe and TiO_2 NPs as well as Au@Fe@TiO_2 composite NPs.

Sample Name	Laser Intensities ($\times$ 10^{11} W/cm^2)	*Re($\chi^{(3)}$) esu*	*Im($\chi^{(3)}$) esu*	$\chi^{(3)}$ (esu)
Au Nps	9.504	-8.679 x 10^{-16}	-1.863 x 10^{-13}	1.863 x 10^{-13}
TiO_2 Nps		-6.707 x 10^{-16}	-7.158 x 10^{-14}	7.158 x 10^{-14}
Fe Nps		-4.942 x 10^{-16}	-1.548 x 10^{-13}	1.548 x 10^{-13}
Au@Fe@TiO_2 Nps		-6.171 x 10^{-16}	-9.116 x 10^{-14}	9.116 x 10^{-14}

4. CONCLUSION

In this study, nonlinear optical properties of Au, Fe and TiO_2 NPs as well as Au@Fe@TiO_2 composite NPs have been measured and analysed by courtesy of fs laser z-scan technique. Semiconductor technology often have a wide range of applications on metal-based NPs. Studying nonlinear optical properties of Au, Fe and TiO_2 NPs as well as Au@Fe@TiO_2 composite NPs led to the discovery of two unique patterns of photon absorption for the sample at all applied intensities. Optical switching, optical limiting, harmonic generation, data storage and frequency mixing are just a few examples of novel technological applications that may be studied using the Z-scan method to investigate the nonlinearities of materials. According to laser intensity, the third order nonlinear susceptibilities have been seen at values of ~10^{-13} esu and ~10^{-14} esu, respectively.

Acknowledgement

- Selcuk University Scientific Research Project (BAP) Coordination for the support with the number 13301022 project.
- Selçuk University, High Technology Research and Application Center (İL-TEK) and SULTAN Center for infrastructures.

References

[1] G. S. Selopal *et al.*, "Synergistic effect of plasmonic gold nanoparticles decorated carbon nanotubes in Quantum Dots/TiO2 for optoelectronic devices," *Advanced Science*, vol. 7, no. 20, p. 2001864, 2020.

[2] Y.-x. Zhang and Y.-h. Wang, "Nonlinear optical properties of metal nanoparticles: a review," *RSC advances*, vol. 7, no. 71, pp. 45129-45144, 2017.

[3] S. K. Cushing *et al.*, "Controlling plasmon-induced resonance energy transfer and hot electron injection processes in Metal@ TiO2 core–shell nanoparticles," *The Journal of Physical Chemistry C*, vol. 119, no. 28, pp. 16239-16244, 2015.

[4] A. Stepanov, "Nonlinear optical properties of metal nanoparticles in silicate glass," in *Glass Nanocomposites*: Elsevier, 2016, pp. 165-179.

[5] L. L. Beecroft and C. K. Ober, "Nanocomposite materials for optical applications," *Chemistry of materials*, vol. 9, no. 6, pp. 1302-1317, 1997.

[6] A. Prakash, B. P. Pathrose, P. Radhakrishnan, and A. Mujeeb, "Nonlinear optical properties of neutral red dye: Enhancement using laser ablated gold nanoparticles," *Optics & Laser Technology*, vol. 130, p. 106338, 2020.

[7] T. Cesca *et al.*, "Nonlinear optical properties of Au–Ag nanoplanets made by ion beam processing of bimetallic nanoclusters in silica," *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, vol. 268, no. 19, pp. 3227-3230, 2010.

[8] R. Udayabhaskar, M. S. Ollakkan, and B. Karthikeyan, "Preparation, optical and non-linear optical power limiting properties of Cu, CuNi nanowires," *Applied Physics Letters*, vol. 104, no. 1, p. 013107, 2014.

[9] K. N. Chopra, "A short note on technical analysis of excimer lasers, their optimization for laser corneal refractive surgery, and novel applications," *Latin-American Journal of Physics Education*, vol. 8, no. 4, p. 8, 2014.

[10] S. Ju, P. R. Watekar, S. Jeong, Y. Kim, and W.-T. Han, "Nonlinear optical properties of zinc doped germano-silicate glass optical fiber," *Journal of Nonlinear Optical Physics & Materials*, vol. 19, no. 04, pp. 791-799, 2010.

[11] F. B. Sariipek, Y. Gündoğdu, and H. Ş. KILIÇ, "Third order optical nonlinear properties of gold (Au) nanoparticles synthesized by green laser ablation in bio-based Poly (ε-caprolactone) solution," *Optical Materials*, vol. 129, p. 112556, 2022.

[12] A. Jagannathan *et al.*, "Investigations on nonlinear optical properties of gold nanoparticles doped fluoroborate glasses for optical limiting applications," *Journal of Non-Crystalline Solids*, vol. 538, p. 120010, 2020.

[13] M. Bilal and H. M. Iqbal, "Chemical, physical, and biological coordination: An interplay between materials and enzymes as potential platforms for immobilization," *Coordination Chemistry Reviews*, vol. 388, pp. 1-23, 2019.

[14] Y. Gündoğdu, A. Kepceoğlu, S. Y. Gezgin, H. Küçükçelebi, and H. Ş. Kılıç, "Femtosecond laser ablation synthesis of nanoparticles and nano-hybrides in ethanol medium," *Materials Today: Proceedings*, vol. 18, pp. 1803-1810, 2019.

[15] V. Piotto, L. Litti, and M. Meneghetti, "Synthesis and shape manipulation of anisotropic gold nanoparticles by laser ablation in solution," *The Journal of Physical Chemistry C*, vol. 124, no. 8, pp. 4820-4826, 2020.

[16] K. L. Kelly, E. Coronado, L. L. Zhao, and G. C. Schatz, "The optical properties of metal nanoparticles: the influence of size, shape, and dielectric environment," vol. 107, ed: ACS Publications, 2003, pp. 668-677.

[17] W. Haiss, N. T. Thanh, J. Aveyard, and D. G. Fernig, "Determination of size and concentration of gold nanoparticles from UV− Vis spectra," *Analytical chemistry,* vol. 79, no. 11, pp. 4215-4221, 2007.

[18] Y. GÜNDOĞDU, S. YİĞİT GEZGİN, and H. Ş. KILIÇ, "Effect of Laser Ablation Parameters on Nonlinear Optical Properties of ZnO/Au Nanoparticles."

[19] M. Sheik-Bahae, A. A. Said, T.-H. Wei, D. J. Hagan, and E. W. Van Stryland, "Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam," *IEEE journal of quantum electronics,* vol. 26, no. 4, pp. 760-769, 1990.

[20] Y. Gundogdu *et al.*, "Copper-based thiospinel quantum dots as potential candidates for nonlinear optical applications," *Optics & Laser Technology,* vol. 148, p. 107752, 2022.

[21] X. Wang *et al.*, "Third-order nonlinear optical properties of a novel series of D-π-A pyrene-aldehyde derivatives," *Journal of Nonlinear Optical Physics & Materials,* vol. 25, no. 02, p. 1650014, 2016.

MOMORDICA CHARANTIA L. EKSTRAKTI TİCARİ FORMÜLASYONUNUN *ALLIUM CEPA* L. ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN SİTOTOKSİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nergis KAYA[1]
[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga Meslek Yüksekoklu, ORCID ID: 0000-0002-4206-1149

ÖZET

Momordica charantia L. ekstraktının çeşitli farmakolojik aktivitelere sahip olduğu bilinmektedir. Bu araştırmada, bu bitkisel ekstrakt daha yüksek konsantrasyonlarda ve daha fazla sürede uygulandığında hücreler üzerinde sitotoksik etkisinin bulunup bulunmayacağı araştırılmıştır. *M. charantia* L. ekstraktı (MCE) ticari formülasyonunun farklı konsantrasyonları, dimetil sülfoksit (DMSO) içinde çözünerek hazırlanmıştır (%8 ve %20 MCE konsantrasyonları). Pozitif kontrol olarak etil metan sülfonat (EMS), negatif kontrol olarak ise DMSO kullanılmıştır. *Allium cepa* L.'nin bitkisel materyal olarak kullanıldığı araştırmada, Allium cepa testinin uygulanmasıyla DMSO, EMS ve belirtilen 2 farklı MCE ticari formülasyonu konsantrasyonlarının etkisi farklı uygulama süreleri (24 ve 48 saat) temelinde *A. cepa* kök uçlarına uygulanmıştır. 24 saat süresinde %20 MCE uygulanmasıyla %8 konsantrasyona göre mitotik indeks (MI)'in artış gösterdiği tespit edilmiştir. Yani, 24 saat uygulama süresinde konsantrasyon artışının hücre bölünmesini inhibe etmediği saptanmıştır. 24 ve 48 saat %8 konsantrasyonda MCE uygulanmasıyla önemli oranda MI'de bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Uygulanan dozlar, negatif ve pozitif kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında MCE'nın anti-sitotoksik etkisinin bulunduğu söylenebilmektedir. Fakat, %20 MCE konsantrasyonunun 24 saat uygulanması ile 48 saat uygulaması karşılaştırıldığında, 48 saat uygulama süresinin Mı'i azalttığı belirlenmiştir. Yani 48 saatte %20 MCE dozu uygulamasının hücre bölünmesini inhibe ettiği ortaya konmuştur. MCE'nin 48 saat süresince %20 dozda uygulanmasının bitkiler üzerinde sitotoksik etkisinin bulunabileceği belirtilebilmektedir. Bu nedenle, ekstraktın ticari formülasyonunun 48 saatte ve bu dozda kullanımında dikkat edilmesi gerekmektedir. Daha ileri araştırma sonuçlarına ise, hayvan test sistemleri ile yapılacak olan verilerden elde edilebileceği belirtilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Momordica charantia* L., kudret narı, sitotoksisite, mitotik indeks

1. GİRİŞ

Bitkiler, farmasötiklerin değerli bir kaynağını oluşturan sekonder metabolitleri içermektedir (Al-Snafi, 2017). *Momordica charantia* L. (kudret narı), yaygın olarak yetiştirilmektedir ve Cucurbitaceae familyasına aittir (Daniel var ark., 2014). Momordica türleri (spp.) tek yıllık ürünlerdir ancak sezon boyunca gösterdikleri performans nedeniyle çok yıllık ürünler olarak kabul edilebilirler (Krawinkel ve Keding, 2006; Tan ve diğerleri, 2008; Costa ve diğerleri, 2010; Chen ve diğerleri, 2011; Abegunde ve diğerleri, 2018). Bu ekin türleri

çoğunlukla, ortalama 400 mm alan ve kışları ılıman ve don olmadan geçen alanlar gibi minimum yıllık ortalama yağış alan alanlara uyarlanmıştır (Tokhtar ve Doan, 2014).

Momordica spp.'nin farklı kısımları, hem birincil hem de ikincil metabolitler açısından zengindir. Momordica spp.'den türetilen birincil metabolitler; şekerler, proteinler ve klorofil içerir (Hassan ve Umar, 2006; Daniel ve diğerleri, 2014). Bu bitki türünden türetilen ikincil metabolitler ise alkaloidler, flavonoidler, tanenlerdir (Roˇskar ve Lusin, 2012; Mada ve diğerleri, 2013; Madala ve diğerleri, 2016; Mostafa ve diğerleri, 2018). Momordica spp.; fenolik bileşikler, gallik asit, gentisik asit (2,5-dihidroksil benzoik asit), kateşinler, klorojenik asit ve epikateşin için iyi birer kaynaktır (Abegunde ve diğerleri, 2018).

M. charantia'nın yaprakları ve çiçekleri triterpenoidler (momordicine ve charantin), karotenoidler (antheraxanthin, lutein, violaxanthin, α-caroten ve β-caroten) ve fenilpropanoidler (kafeik asit, klorojenik asit, epikateşin, gallik asit, pcoumaric asit, rutin ve trans-sinnamik asit) içermektedir. M. charantia meyvelerinin su içeriği yaklaşık %93.2 iken, protein ve lipid içeriği %18.02-%0.76 arasında değişmektedir (Saad ve ark., 2017). M. charantia'nın meyve özü, çözünür pektin ve galaktronik asitten oluşur. Ayrıca meyveleri ise glikozitler, saponinler, alkaloidler, indirgeyici şekerler, reçineler, fenolik bileşenler, sabit yağ ve serbest asitlerden oluşmaktadır (Bakare ve ark., 2010). M. charantia'nın yeşil meyveleri vitamin A, vitamin C ve vitamin P, tiamin, riboflavin, niasin ve mineraller içerir (Gupta ve diğerleri, 2011). Su stresi altındaki tohumlardan elde edilen uçucu yağ da seskiterpenler, fenilpropanoidler ve monoterpenler içerir, ancak tohum yağı tokoferoller ve polifenoller içerir (Nyam ve diğerleri, 2009). Mahsulün tüm kısımlarında bulunan fenolik bileşikler, bitkiyi oksidatif hasardan korur (Yoshime vd., 2016; Wardani vd., 2021).

M. charantia'da bulunan ana fenolik asitler gallik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, kateşin, ferulik asit, kafeik asittir. Kapksantin, zeaksantin, lutein, β-kriptoksantin, likopen, α ve β-karoten gibi bileşikler de M. charantia meyvesinden tespit edilmiştir (Lee ve diğerleri, 2017). Farklı olgunluk aşamalarındaki fenolik asitler ve karotenoid içeriklerindeki değişim, M. charantia meyvesinin antioksidan aktiviteleri ile güçlü bir ilişki oluşturur. Mahsul, arginin, alanin aspartik asit, glisin, glutamik asit, prolin, histidin ve serin gibi esansiyel olmayan amino asitlerden oluşur. Lösin, sistein, fenilalanin, izolösin, metiyonin, lizin, treonin, tirozin ve valin gibi temel amino asitlerle karşılaştırıldığında, bu tür temel olmayan amino asitlerin konsantrasyonu doğal olarak daha yüksektir. M. charantia'nın yapraklarından lösin ve aromatik (tirozin ve fenilalanin) baskın amino asitler iken, aspartik asit ve glutamik asit bu bitkinin esansiyel olmayan başlıca amino asitleridir (Khanna, 2004).

M. charantia'nın tıbbi açıdan değeri vardır ve sebze olarak da kullanılır. M. charantia'da bulunan bileşiklerin; anti-diyabetik, antikanser ve anti-tümör, anti-mikrobiyal, anti-viral, antihelmintik, anti-malarial, anti-ülseratif ve immünomodülatör aktiviteleri bulunmaktadır (Gupta ve diğerleri, 2011; Kulkarni ve diğerleri, 2021; Liu ve diğerleri, 2021; Malik ve diğerleri, 2021).

M. charantia'dan ekstrakte edilen meyve suyu ve yaprak çay; diyabet, sıtma ve yaralar, enfeksiyonlar, solucanlar ve parazitlerin tedavisinde, kızamık, hepatit ve ateş için kullanılabilmektedir (Kumar ve Bhowmik, 2010). Anti-oksidanlar ve kemo-koruyucu, çoğunlukla kanser riskini azaltmaya yardımcı olan M. charantia meyve ekstraktı ilacında bulunmaktadır (Dzotam ve diğerleri, 2016; Khalid ve diğerleri, 2021). M. charantia'nın yaprakları solucan ve parazitlere karşı yaraların tedavisinde kullanılmaktadır.

Bu araştırmada, Momordica charantia ticari formülasyonunun Allium cepa testi ile Allium cepa kök ucunda oluşturabileceği sitotoksik veya anti-sitotoksik etkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Allium cepa L. (soğan) ve *Momordica Charantia* L. (kudret narı) sıvı ekstraktı ticari formülasyonu yerel marketten temin edilmiştir.

2.2. Metod

2.2.1. Kök Uçlarının *Momordica Charantia* L. Ekstraktı Ticari Formülasyonu ile Muamelesi

Momordica charantia L. ekstraktının (MCE) %8 ve %20 konsantrasyonlarında, DMSO (dimetil sülfoksit) içinde çözülmüştür. Araştırmada, negatif kontrol (NC) olarak dimetil sülfoksit, pozitif kontrol (PC) olarak ise etil metan sülfonat (EMS) 0,02 M dozda uygulanmıştır. Farklı her bir uygulama grubu için 10 tane soğanın kök ucuna uygulama yapılmıştır. *A. cepa* köklerine DMSO, EMS, *M. charantia* sıvı ekstraktının %8 ve %20 konsantrasyonlarının muamelesi 24 ve 48 saat olarak yapılmıştır. Muamelelerden sonra ise, kök uçları kesilmiştir ve farmer fiksatifine konulmuştur ve bundan sonra kök uçları hidroliz edilmiştir (Souguir ve ark., 2008). Asetokarmin ile kök uçlarından ezme preparat hazırlanarak mikroskopta kök hücreleri incelenmiştir.

2.2.2. Sitotoksisitenin Araştırılması

Sitotoksisite, % MI (mitotik indeks) ile incelenmiştir. Mitotik indeks (%) ise, bölünen hücre sayısının toplam hücre sayısına bölünmesi ve 100 ile çarpılması ile hesaplanmıştır. Farklı muamele gruplarının her biri için, mikroskopta en az 5000 tane hücre sayılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Momordica charantia L. belirli ekstraktlarının, negatif ve pozitif kontrol grubuyla kıyaslandığında mitotik fazlar ve mitotik indeks (%) açısından karşılaştırılması Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. *Momordica charantia* L. ekstraktı ticari formülasyonunun MI (%) bakımından değerlendirilmesi

		Mitotik Fazlar (%)				MI % (ortalama) ±Standard hata
Uygulama süresi (saat)	Uygulama	Profaz	Metafaz	Anafaz	Telofaz	
24	DMSO (NC)	8.52	5.06	10.12	8.63	15.02±0.09Ca
	EMS (PC)	3.75	4.78	5.12	3.41	3.16±0.12Da
	%8 MCE	22.15	11.54	16.88	13.50	18.24±0.05Ba
	%20 MCE	19.21	13.02	11.06	8.03	22.51±0.16Aa
48	DMSO	11.27	7.54	12.41	8.13	13.27±0.24Ba
	EMS (PC)	1.09	2.56	4.76	3.89	1.09±0.16Cab
	%8 MCE	17.05	8.52	15.70	6.30	19.91±0.21Aa

	%20 MCE	15.02	11.85	10.55	8.61	18.05±0.32Ab

Aynı uygulama süresinde ise, büyük olan farklı harflerle gösterilen dozların arasındaki fark önemlidir. Aynı dozda ise, küçük farklı harflerle gösterilen uygulama sürelerinin arasındaki fark önemlidir.

24 ve 48 saat uygulama süreleri için DMSO uygulaması sonucunda istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Mutajen olarak kullanılan EMS'nin 48 saat uygulamasında ise, 24 saat uygulamaya göre MI'in azaldığı saptanmıştır. EMS uygulaması, 24 ve 48 saat için her ikisinde de DMSO'ya göre MI'i azaltmıştır. 24 saat süresince %20 MCE uygulaması ile aynı sürede %8 mce uygulamasına göre MI'i arttırmıştır. %8 EMS 48 saat uygulandığında 24 saat uygulanmasına göre MI'i istatistiksel olarak önemli derecede etkilememiştir. 48 saat süresince %8 MCE uygulamasına nazaran %20 MCE uygulamasının MI'i azalttığı belirlenmiştir. 48 saat süresinde %8 MCE ve %20 MCE uygulamasının istatistiksel olarak önemli fark göstermediği ortaya konmuştur. 48 saat %8 ve %20 MCE uygulanması ile MI'in azaldığı saptandığından dolayı bu dozların artan sürelerde kullanımında dikkat edilmesi gerektiği belirtilebilmektedir (Çizelge 1).

Santos ve ark. (2016), *Momordica charantia* L. yaprakları sulu ekstraktının *Allium cepa* kök ucu deneyi kullanılarak sitogenotoksik etkisini araştırmıştır. A. cepa kök uçları, *M. charantia* sulu ekstraktının farklı konsantrasyonları (0%, 1%, 3%, 5%, 7%) ile muamele edilmiştir. M. charantia sulu ekstraktının konsantrasyon bağımlı sitotoksik ve genotoksik etkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Ekstrakt konsantrasyonları arasında, %1 ekstrakt %80.86 ile en yüksek mitotik indeksi kaydederken, %7'si %11.00 ile en düşük mitotik indeksi gösterdiği belirlenmiştir. Genotoksisite açısından, ekstraktla muamele edilmiş tüm hücrelerin farklı kromozomal aberasyonlar gösterdiği saptanmıştır. Bunlar arasında vagrant kromozom, kromozom köprüsü, bozulmuş (disturbed) anafaz, poliploidi, uzun çekirdek, iki çekirdekli hücre, mikronükleus, C-metafaz ve kromozom yapışıklığı bulunmakta olduğu belirtilmiştir. Sulu ekstraktın artan konsantrasyonu ile aberasyonlu hücre sayısının arttığı tespit edilmiştir. Ekstraktın %7'si, %84.84 ile en yüksek oranda aberasyonlu hücre oranını önemli ölçüde arttırırken, ekstraktın %1'inin ise, %2.89 ile en düşük aberasyonlu hücre oranına sahip olduğu saptanmıştır.

Macar ve ark. (2022), Momordica charantia L. ekstraktının Allium cepa L.'deki yumuşakçalarla mücadelede kullanılan metaldehite bağlı toksisiteye karşı antitoksik potansiyelini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Metaldehitin, MI'i düşürürken mikronükleus ve kromozomal aberasyon indeksini ise arttırdığı saptanmıştır. Bu araştırmada M. charantia'nın, doza bağlı olarak metaldehit kaynaklı toksisiteyi zayıflattığı belirlenmiştir. Metaldehit de dahil olmak üzere tehlikeli kimyasallara karşı sıfır ila düşük yan etkileri olan bitki kaynaklı M. charantia'nın azaltıcı potansiyelini göstermiştir.

Deshpande ve ark. (2020), Momordica charantia ve Lagenaria siceraria meyvelerinin sitotoksisitesini ve genotoksisitesini Allium cepa test sistemi ile değerlendirmiştir. Meyvelerden %0.005, %0.010, %0.015 kg/l olmak üzere farklı ekstrakt konsantrasyonları elde edilmiştir. Bitki sularının en düşük konsantrasyonlarda, örneğin % 0.005 bile sitotoksik olduğu bulunmuştur. Bu durum da bu sebzelerin çiğ formda günlük alımının, insan sağlığı üzerinde herhangi bir sitotoksik etkiden kaçınmak için, %0.005'ten çok daha düşük olması gerektiğini gösterdiği belirtilmiştir.

Kaur ve ark. (2022), Cucumis melo var. agrestis L., C. melo. L., C. melo. var. momordica L., Momordica balsamina L., M. charantia L. ve M. dioica L. gibi Cucurbit türlerinin sulu, aseton ve metanol meyve ekstraktlarının genotoksik etkisini analiz etmiştir. Soğan kök uçları 48 saat süresince bu meyve ekstraktlarına tabii tutulmuştur. *C melo var momordica*'nın metanolik ekstraktı; sulu ekstrakt, negatif kontrol (64.20 ± 0.12%) ve 1mg l^{-1}sodium azide (NaN_3) çözeltisi (22.53 ± 0.41%) ile kıyaslandığında minimum mitotik indeks (46.20 ± 0.23%) ile hafif mitodepresan olarak saptanmıştır. Klastojenik aberasyonların en yüksek yüzdesinin, *C. melo var. momordica*'nın metanolik ekstraktında (%11.8) ve en az ise *C. melo var. momordica*'nın sulu ekstraktında (%2) meydana geldiği ortaya konmuştur. A. cepa'nın kök hücrelerinde gözlenen mitotik aberasyonlar; kromozom yapışkanlığı, kromatin köprüleri, kromozomlarda yönelim bozukluğu, kromozomda gecikmeler (kalgın kromozom) ve polar sapma meydana geldiği belirlenmiştir.

Kavitha ve ark. (2016), Rauvolfia tetraphylla L. meyve ekstraktının sitotoksik etkisini ve kromozomal aberasyon oluşturma potansiyelini araştırmıştır. *Rauvolfia tetraphylla'*nın farklı konsantrasyonlardaki meyve ekstraktlarının, mitotik indeks üzerinde önemli etkiye sahip olduğu ve kromozomal aberasyonlara neden olabileceği saptanmıştır.

Chou ve ark. (2022), *M. charantia* L.'nin asmaları-filizleri ve yapraklarındaki karakteristik cucurbitane tipi triterpenoid türlerini izole etmiştir ve bunların sitotoksisitesini, anti-inflamatuar etkilerini analiz etmiştir. Yapısal olarak ilişkili dört triterpenoid-momordisine I, II ve IV ile (23E) 3β,7β,25-trihydroxycucurbita-5,23-dien-19-al (TCD)-M. charantia'nın yaprakları ve asmalarından elde edilen ekstraktların triterpenoid açısından zengin fraksiyonlarından izole edilmiştir. Momordisine I'in normal hücreler üzerinde sitotoksik olduğu, momordicine II'nin daha hafif sitotoksisite gösterdiği, momordicine IV'ün ve TCD'nin ise hücre büyümesi üzerinde belirgin bir yan etkisi olmadığı tespit edilmiştir. TCD'nin, hem in vivo hem de in vitro olarak anti-inflamatuar aktiviteye sahip olduğu ortaya konmuştur.

Richmond ve ark. (2017), pankreas kanserinin ölümcül bir hastalık olması sebebiyle kudret narı gibi doğal kaynakların, mevcut tedavi etkinliğini engelleyen zorlukların üstesinden gelebilecek terapötik gelişim için yeni seçenekler sunduğunu belirtmiştir. Yüksek düzeyde saponin bileşikleri içeren kudret narının antikanser potansiyeli nedeniyle, bu araştırmada ise kudret narının etanol ekstraktının ve bunun saponinle zenginleştirilmiş n-butanol fraksiyonunun pankreatik hücreler üzerindeki sitotoksik potansiyeli in vitro olarak araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, ham etanol ekstraktının pankreas hücreleri üzerinde zayıf bir sitotoksik etkisinin olduğu saptanmıştır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bitkiler, farmakolojik özellikleri nedeniyle çeşitli hastalıklar üzerinde etkili olabilen değerli bir kaynak oluşturmaktadır. Bu nedenle bitkilerden elde edilen ekstraktlar, ticari formülasyonlar halinde insanların kullanımına sunulmaktadır. Fakat bu bitkisel ekstraktların, hem ham ekstrakt hem de ticari formülasyon olarak belirli dozlar ve belirli uygulama süreleri dışında kullanılmaması gerektiği belirtilebilmektedir. Araştırmada uygulanan dozlar, negatif ve pozitif kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında MCE'nin anti-sitotoksik etkisinin bulunduğu söylenebilmektedir. Bu araştırma sonucunda, *M. charantia* ekstraktı ticari formülasyonunun belirli süreler ve belirli dozlar dışında bitkiler üzerinde sitotoksik etkisinin bulunduğu ve bu şekilde hücre bölünmesi üzerinde inhibe edici etkisinin bulunduğu belirtilebilmektedir. Bu

ekstraktın burada araştırılan ticari formülasyonunun, 48 saat ve %20 dozda kullanılmasında dikkatli olunması gerektiği anlaşılmaktadır. Daha ileri araştırma sonuçları ise, hayvan test sistemleri ile yapılacak olan test verilerinden elde edilebilecektir.

KAYNAKÇA

Abegunde, M. T., Akinpelu, D. A., Omololu-Aso, J., Otusanya, O. O., and Akinlolu, J. T. (2018). Determination of Antimicrobial, Antioxidant and Phytochemical Properties of Cocos Nucifera Linn Endocarp Extract on Bacteria Associated with Human Infection. J. Pharm. Microbiol. 4, 4.

Al-Snafi, A. E. (2017). The pharmacology of Equisetum arvense-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, *7*(2), 31-42.

Bakare, R. I., Magbagbeola, O. A., Akinwande, A. I., and Okunowo, O. W. (2010). Nutritional and Chemical Evaluation of Momordica Charantia. J. Med. Plant Res. 4, 2189–2193.

Chen, Y. F., Roan, H. Y., Lii, C. K., Huang, Y. C., and Wang, T. S. (2011). Relationship between Antioxidant and Antiglycation Ability of Saponins, Polyphenols, and Polysaccharides in Chinese Herbal Medicines Used to Treat Diabetes. J. Med. Plant Res. 5, 2322–2331.

Chou, M. C., Lee, Y. J., Wang, Y. T., Cheng, S. Y., & Cheng, H. L. (2022). Cytotoxic and Anti-Inflammatory Triterpenoids in the Vines and Leaves of Momordica charantia. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(3), 1071.

Costa, J. G., Nascimento, E. M., Campos, A. R., and Rodrigues, F. F. (2010). Antibacterial Activity of Momordica Charantia (Curcubitaceae) Extracts and Fractions. J. Basic Clin. Pharm., 2, 45–51.

Daniel, P., Supe, U., and Roymon, M. G. (2014). A Review on Phytochemical Analysis of Momordica Charantia. Int. J. Adv. Pharm. Biol. Chem., 3, 214–220.

Deshpande, A. S., Aswar, K. D., & Malode, S. N. (2020). Evaluation of cytotoxicity of common vegetables Momordica charantia and Lagenaria siceraria by Allium test system. *Current Updates in*, 40.

Dzotam, J. K., Touani, F. K., and Kuete, V. (2016). Antibacterial Activities of the Methanol Extracts of Canarium Schweinfurthii and Four Other Cameroonian Dietary Plants against Multi-Drug Resistant Gram-Negative Bacteria. Saudi J. Biol. Sci., 23, 565–570.

Gupta, M., Sharma, S., Gautam, A., and Bhadauria, R. (2011). Momordica Charantia Linn. (Karela): Nature's Silent Healer. Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res., 11, 32–37.

Hassan, L. G., and Umar, K. J. (2006). Nutritional Value of Balsam Apple (Momordica Balsamina L.) Leaves. Pak J. Nutr., 5, 525–529.

Kaur, R., Devashree, Y., Kumar, R., Gupta, S., Wani, M. S., & Singh, V. (2022). Genotoxic effect of fruit extract of wild and cultivated cucurbits using Allium cepa assay. *International Journal of Vegetable Science*, *28*(4), 299-311.

Kavitha, K. R., Kumar, S. M. V., & Lalitha, C. R. (2016). Cytotoxicity testing of the fruit extracts of Rauvolfia tetraphylla L. using the Allium cepa chromosome aberration assay. *International Journal of Advanced Research*, *4*(1), 1258-1264.

Khalid, Z., Hassan, S. M., Mughal, S. S., Hassan, S. K., and Hassan, H. (2021). Phenolic Profile and Biological Properties of Momordica Charantia. Chem. Biomol. Eng., 6 (1), 17–29.

Khanna, P. (2004). Protein/polypeptide-k Obtained from Momordica Charantia and a Process for the Extraction Thereof. U.S. Patent 6, 831. 162.

Krawinkel, M. B., and Keding, G. B. (2006). Bitter Gourd (Momordica Charantia): A Dietary Approach to Hyperglycemia. Nutr. Rev. 64, 331–337.

Kulkarni, P., Lohidasan, S., and Mahadik, K. (2021). Isolation, Characterisation and Investigation of In Vitro Antidiabetic and Antioxidant Activity of Phytoconstituents from Fruit of Momordica Charantia Linn. Nat. Product. Res., 35 (6), 1035–1037.

Kumar, K. S., and Bhowmik, D. (2010). Traditional Medicinal Uses and Therapeutic Benefits of Momordica Charantia Linn. Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res., 4, 23–28.

Lee, S. H., Jeong, Y. S., Song, J., Hwang, K.-A., Noh, G. M., and Hwang, I. G. (2017). Phenolic Acid, Carotenoid Composition, and Antioxidant Activity of Bitter Melon (Momordica Charantia L.) at Different Maturation Stages. Int. J. Food Properties, 20, S3078–S3087.

Liu, Z., Gong, J., Huang, W., Lu, F., & Dong, H. (2021). The effect of Momordica charantia in the treatment of diabetes mellitus: A review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2021*.

M.B. Krawinkel and G.B. Keding Bitter gourd (*Momordica charantia*): a dietary approach to hyperglycemia. Nutr.Rev., 64, 2006, 331-337.

Macar, O., Macar, T. K., Yalçin, E., Çavuşoğlu, K., & Acar, A. (2022). Molecular docking and spectral shift supported toxicity profile of metaldehyde mollucide and the toxicity-reducing effects of bitter melon extract. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *187*, 105201.

Mada, S. B., Garba, A., Mohammed, H. a. A., Muhammad, A., and Olagunju, A. (2013). Antimicrobial Activity and Phytochemical Screening of Aqueous and Ethanol Extracts of Momordica Charantia L. Leaves. J. Med. Plants Res., 7, 579–586.

Madala, N. E., Tugizimana, F., and Steenkamp, P. A. (2014). Development and Optimization of an UPLC-QTOF-MS/MS Method Based on an In-Source Collision Induced Dissociation Approach for Comprehensive Discrimination of Chlorogenic Acids Isomers from Momordica Plant Species. J. Anal. Methods Chem., 2014, 650879.

Malik, J. A., Iqbal, S., Biswas, J., Riaz, U., and Datta, S. (2021). Antidiabetic Property of Aloe Vera (Aloe Barbadensis) and Bitter Melon (Momordica Charantia). Med. Aromatic Plants: Healthc. Ind. Appl., 257–269.

Mostafa, A. A., Al-Askar, A. A., Almaary, K. S., Dawoud, T. M., Sholkamy, E. N., and Bakri, M. M. (2018). Antimicrobial Activity of Some Plant Extracts against Bacterial Strains Causing Food Poisoning Diseases. Saudi J. Biol. Sci., 25, 361–366.

Nyam, K. L., Tan, C. P., Lai, O. M., Long, K., and Che Man, Y. B. (2009). Physicochemical Properties and Bioactive Compounds of Selected Seed Oils. LWT- Food Sci. Tech., 42, 1396–1403.

Richmond, R. A., Vuong, Q. V., & Scarlett, C. J. (2017). Cytotoxic effect of Bitter Melon (Momordica charantia L.) ethanol extract and its fractions on pancreatic cancer cells in vitro. *Exploratory Research and Hypothesis in Medicine*, *2*(4), 139-149.

Roˇskar, R., and Luˇsin, T. T. (2012). Analytical Methods for Quantification of Drug Metabolites in Biological Samples. Chromatography–The Most Versatile Method Chem. Anal., 79–126.

Saad, D. Y., Soliman, M. M., Baiomy, A. A., Yassin, M. H., and El-Sawy, H. B. (2017). Effects of Karela (Bitter Melon; Momordica Charantia) on Genes of Lipids and Carbohydrates Metabolism in Experimental Hypercholesterolemia: Biochemical, Molecular and Histopathological Study. BMC Complement. Altern. Med., 17, 319. doi:10.1186/s12906-017-1833-x

Santos, M. M. R., Agpaoa, A. R., Sayson, A. D., De Castro, M. E. G., & Dulay, R. M. R. (2016). Cytogenotoxic assessment of aqueous extract of Momordica charantia L. (Cucurbitaceae) leaves in Allium cepa L. root-tip meristem cells. *Der Pharmacia Lettre*, *8*(18), 148.

Tan, M.-J., Ye, J.-M., Turner, N., Hohnen-Behrens, C., Ke, C.-Q., Tang, C.-P., et al. (2008). Antidiabetic Activities of Triterpenoids Isolated from Bitter Melon Associated with Activation of the AMPK Pathway. Chem. Biol., 15, 263–273.

Tokhtar, V. K., and Doan, H. G. (2014). Ecological and Biological Features of Tropical Species of the Genus Momordica (Cucurbitaceae) Introduced under the Conditions of Belgorod Region (Russia). Russia: Belgorod State National Research University Pobeda Street, 85, Belgorod, 308015.

Wardani, B. P. N., Rifa'i,M., and Rahayu, S. (2021). BitterMelon (Momordica charantia L.) and Star fruit (Averrhoa bilimbi L.) on Proinflammatory Cytokines Produced by Hyperglycemic Mice Model. J. Exp. Life Sci., 10 (2), 89–93.

Yoshime, L. T., DeMelo, I. L. P., Sattler, J. a. G., De Carvalho, E. B. T., and Mancini- Filho, J. (2016). Bitter Gourd (Momordica Charantia L.) Seed Oil as a Naturally Rich Source of Bioactive Compounds for Nutraceutical Purposes. Nutrire, 41, 12.

SCİLLA BİFOLİA'NIN METANOLİK ÖZÜTÜNÜN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ

Kadir TANIŞ[1], Abdurrahman AKTÜMSEK[2]

[1] Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, 0000-0001-6058-5475

[2]Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, 0000-0002-5151-2650

ÖZET

Tıbbi bitkiler, binlerce yıldan beri tedavi amacıyla insanlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu yüzden bitkilerin biyolojik özellikleri ve insan sağlığı ile ilgili özellikleri yoğun bir biçimde araştırılmaya devam edilmektedir. Günümüzde çeşitli hastalıklara karşı koruyucu ve geriletici özelliği olan bitkisel metabolitler üzerine birçok deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Böylelikle bitkilerin antioksidan, antimikrobiyal, antimutajen ve antikanserojenlerin önemi gün geçtikçe daha fazla anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada *Scilla bifolia* bitkisinin metanolik özütünün antioksidan etkinliği araştırılmıştır. Özütün antioksidan etkinliğini tam ve doğru yorumlayabilmek için; DPPH ve ABTS süpürme kapasitesi, fosfomolibdat testi, metal şelatlama aktivitesi, bakır indirgeme (CUPRAC) ve demir indirgeme (FRAP) metotlarının her biri kullanılarak antioksidatif etkinlik ortaya çıkarılmaya çalışıldı. Ayrıca özütün total fenolik ve flavonoid değerleri de hesaplandı. Total fenolik içerik 21,56 mg GAE/g, total flavonoid içerik ise 27,7 mg RE/g olarak belirlendi. DPPH radikal süpürme kapasitesi 31,91 mg TE/g olarak hesaplandı. Özütün bakır indirgeme etkinliği (CUPRAC) 83,62 mg TE/g tespit edildi. Bitki metanolik özütünün fosfomolibdat testi trolox eşdeğeri cinsinden 1,35 mg TE/g olarak hesaplanmıştır. Metal şelatlama aktivitesi ise EDTA eşdeğeri cinsinden 18,99 mg EDTA/g olarak ortaya konulmuştur. Deneysel çalışmalar sonunda elde edilen sonuçlar ışığında *Scilla bifolia* bitkisinin orta seviyede fenolik içerik bulundurduğunu, güçlü bir radikal süpürücü olduğunu, yüksek seviyede bakır indirgeme yeteneğine sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Küresel sağlık problemlerini önlemek adına yan etkileri bulunan sentetik yaklaşımlara karşı daha güvenli tedavi yöntemleri geliştirmek elzemdir. Bu yöntemlerin başında bitkisel antioksidanlar gelmektedir. İlgili çalışmanın sonuçları *Scilla bifolia* taksonlarının gıda endüstrisinde doğal antioksidan kaynağı olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Scilla*, Antioksidan kapasite, Radikal süpürme aktivitesi, Fenolik bileşikler, *Asparagaceae*

ANTIOXIDANT CAPACITY OF METHANOLIC EXTRACT OF SCILLA BIFOLIA

Kadir TANIŞ[1], Abdurrahman AKTÜMSEK[2]

[1]Selcuk University, Faculty of Science, 0000-0001-6058-5475

[2]Selcuk University, Faculty of Science, 0000-0002-5151-2650

ABSTRACT

Medicinal plants have been widely used by humans for therapeutic purposes for thousands of years. For this reason, the biological properties of plants and their properties related to human health continue to be investigated intensively. Today, many experimental studies are carried out on herbal metabolites, which have protective and regressive properties against various diseases. Thus, the importance of antioxidant, antimicrobial, antimutagen and anticarcinogens of plants is understood more and more day by day.

In this study, the antioxidant activity of the methanolic extract of the Scilla bifolia plant was investigated. In order to fully and accurately interpret the antioxidant activity of the extract; Antioxidative activity was tried to be revealed by using each of the DPPH and ABTS scavenging capacity, phosphomolybdate test, metal chelating activity, copper reduction (CUPRAC) and iron reduction (FRAP) methods. In addition, the total phenolic and flavonoid values of the extract were calculated. Total phenolic content was determined as 21.56 mg GAE/g, and total flavonoid content was determined as 27.7 mg RE/g. The DPPH radical scavenging capacity was calculated as 31.91 mg TE/g. The copper reduction activity (CUPRAC) of the extract was determined as 83.62 mg TE/g. The phosphomolybdate test of the plant methanolic extract was calculated as 1.35 mg TE/g in terms of trolox equivalent. The metal chelating activity was determined as 18.99 mg EDTA/g in terms of EDTA equivalent. In the light of the results obtained at the end of the experimental studies, we can say that the Scilla bifolia plant has a moderate phenolic content, is a strong radical scavenger, and has a high level of copper reduction ability.

In order to prevent global health problems, it is essential to develop safer treatment methods against synthetic approaches with side effects. Herbal antioxidants are at the forefront of these methods. The results of the related study show that Scilla bifolia taxa can be a natural source of antioxidants in the food industry.

Keywords: *Scilla*, Antioxidant capacity, Radical scavenging activity, Phenolic compounds, *Asparagaceae*

1. GİRİŞ

Antik çağlardan beri insanlar, hayvanlarda olduğu gibi içgüdüsel olarak hastalıklarına çare bulmak için şifalı bitkiler aramışlardır. O dönemde hastalık nedenleri, hangi bitkinin ne zaman ve nasıl kullanılacağına dair yeterli bilgi olmadığından tedavi için kullanımı tamamen deneyime dayalıydı. Zamanla belirli tıbbi bitkiler üzerinde deneyim kazanılarak hangi hastalıklarda kullanılacağı daha açıklayıcı sebeplere dayandı (Petrovska, 2012).

Bitkilerle tedavi günümüzde önemli bir konumdadır. Tamamlayıcı ve alternatif tedavide önemli bir kol haline gelmiştir. Bunun en önemli göstergesi ise Dünya Sağlık Örgütü'nün raporunda yer almaktadır. Bu rapora göre dünya nüfusunun %80'i bitkisel tedavi yöntemlerini öncelikli tedavi yöntemi olarak görmektedir. Elbette bu durumun oluşmasında tıbbi bitki uygulamalarına olumsuz yaklaşan tıp doktorlarının görüşlerini değiştirmesinin de etkisi söz konusudur. Artık tıp dünyası da tamamlayıcı tedavi olarak tıbbi bitkilere tedavide yer vermektedir. Bu görüş değişikliğinin bitkisel ilaç kullanımını artırmasının yanı sıra bitkisel ilaçlar üzerinde yapılan farmakolojik ve toksikolojik araştırmaların artışıyla etkilerinin kanıtlanmasına da katkısı olmuştur (Baytop, 1984).

Bitki kimyasalları primer ve sekonder olmak üzere iki grup metabolit içermektedir. Primer metabolitler proteinler, yağlar, karbonhidratlar ve vitaminlerden oluşan gruptur. Primer metabolitler daha çok canlılar için metabolik faaliyetler, üreme ve büyüme gibi yaşam açısından önem arz eden fonksiyonlarda görev alır. Sekonder metabolitler daha çok fenolik bileşikler, alkoloidler, terpenler-steroidler ve kükürtlü bileşik türevlerinin oluşturduğu primer metabolitlerden biyosentetik yollarla üretilen gruptur. Primer metabolitlerin aksine sekonder metabolitlerin doğrudan yaşamsal fonksiyonlar üzerine etkisi yoktur ancak sağlığın korunması ve sürdürülmesinde çok önemli rolleri vardır (Ülger ve Ayhan, 2020)

Tıp ve eczacılık alanında da kullanılan biyoaktif özellikli kimyasal bileşikler olan sekonder metabolitler, fonksiyonel bir gıda bileşeni olup, gıda takviyesi olarak kullanılabildiklerinden dolayı oldukça önemli bir konumdadır (Güven ve Gürsul, 2014). Günümüzde ise özellikle ilaç yapımında kullanımından dolayı önemli konumda olan sekonder bileşiklerin bazı çeşitlerinin hipolipidemik, hipoglisemik, antiinflamatuar ve antioksidan etki gösterdiği belirtilmiştir. Bazı sekonder bileşiklerin de trombozis ve kanser gibi hayati tehlike bulunduran hastalıklara karşı koruyucu olabildiği belirtilmiştir. Bu ve buna benzer birçok özelliğinden dolayı sekonder bileşiklerin obezite, diyabet, dislipidemi, kanser ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olabileceği düşünülmektedir (Ülger ve Ayhan, 2020).

Literatür taraması sonucunda antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra oksijen radikal absorbans kapasitesini gösteren bir çalışma bulunmaktadır (Soare ve ark., 2012). Bu çalışmada *Scilla bifolia* türünün etanolik özütü kullanılmıştır. *Scilla* cinslerinin antioksidan özellikleri hakkında çeşitli çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmaların hemen hemen hepsinde türler yüksek oranda antioksidatif etkinlik göstermiştir. Bazı çalışmalarda yüksek radikal süpürücü özellik gösterirken bazılarında yüksek indirgeme özelliği, bazılarında da yüksek fenolik içerik ön plana çıkmıştır (Aktepe ve ark., 2021; Alluri ve ark., 2015; Aydın ve ark., 2022; bin Mustapha, 2016; Famuyiwa ve ark., 2013; Nishida ve ark., 2013).Bu çalışmalar bize göstermiştir ki *Scilla* türleri antioksidan etkinlik açısından değerli bir bitki olmakla birlikte tıbbi açıdan önemli bir hammadde kaynağıdır.

Bu tez çalışmasında *Scilla bifolia* L. türünün metanolik özütünün toplam fenolik ve flavonoid içerik, radikal süpürücü aktivite, indirgeme gücü, fosfomolibdat testi ve metal şelatlama yeteneği gibi farklı test yöntemleri kullanılarak antioksidan özellikleri tüm yönleriyle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. İlgili türle yapılan bu kapsamlı antioksidatif etkinlik araştırması ülkemiz ve dünya açısından ilk olma özelliği taşımaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışmada Kullanılan *Scilla bifolia* Bitkisinin Taksonomik Özellikleri

Türkiye'de 'orman sümbülü' veya 'sümbülcük' olarak da bilinen *Scilla bifolia* L. farklı isimlendirmeleri de mevcuttur (Güner ve Aslan, 2012; Karaca, 2008; Kaynak ve ark., 2008; Özhatay ve ark., 2012). *Scilla bifolia* türünün özellikleri Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Ömür	Çok yıllık
Yapı	Ot
Çiçeklenme	3-6
Habitat	Koruluklar, çimenlikler, kalkerli kayalar, karlı bölgeler
Yükseklik	80-2400 m
Endemik	Endemik değil
Element	Akdeniz
Türkiye Dağılımı	Dış ve Orta Anadolu
Genel Dağılımı	Batı, Orta ve Güney Avrupa, Orta ve Güney Rusya, Kırım, Kafkasya, Latakya

Çizelge 2.1. *Scilla bifolia* bitkisinin taksonomik özellikleri

Scilla bifolia bitkisinin ülkemiz topraklarındaki yayılışı aşağıdaki görselde gösterilmiştir.

Görsel 2.1. *Scilla bifolia* Türkiye üzerindeki yayılışı

2.2. Bitkisel Ekstraktların Hazırlanması

Araştırmada kullanılacak olan *Scilla bifolia*'ya ait bitki örnekleri Prof. Dr. Evren Yıldıztugay tarafından teşhis edilmiştir (Toplama yeri: Konya Kestel Ormanı, Taşlı yerler, 24.03.2019, 1410 m, Toplayıcı No: EY-2987). Gölgede kurutulan örneklerin toprak üstü kısımları değirmende toz haline getirilmiştir. Daha sonra örneklere 6-8 saat süreyle sokslet aparatında metanolik ekstraksiyon işlemi uygulandı. Ekstraksiyon sonucu ortaya çıkan karışımın önce mavi band filtre kâğıdında süzüldükten sonra rotary evaporator cihazıyla 40 °C'de evapore edilerek çözücüleri uzaklaştırıldı.

2.3. Folin Yöntemi ile Toplam Fenolik Tayin Metodu

Bitkisel özütlerimiz 1 mg/ml konsantrasyonları olacak şekilde hazırlandı. Hazırlanan özütler deney tüplerine 250 µl oranında alındı. Daha sonra her bir deney tüpüne 1 ml (1:9 oranında seyreltilmiş) Folin-Ciocalteu reaktifi eklendi. Ardından tüplere %1'lik Na2CO3 çözeltisi ilave edildikten sonra oda sıcaklığında 2 saat bekletildi. Daha sonra karışımların 765 nm'de ölçümü yapıldı. Sonuçlar gallik eşit eş değeri (mg GAE/g) olarak verildi (Slinkard ve Singleton, 1977).

2.4. Toplam Flavonoid Madde Tayini (AlCl3 Metodu)

Konsantrasyonu 1 mg/ml olacak şekilde hazırlanan bitki ekstraktımız aynı miktarda %2'lik $AlCl_3$ ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dakika süresince bekletildi. 415 nm'de absorbans ölçümü yapıldı. Standart flavonoid olarak kullanılan rutin için de aynı işlemler yapılarak rutin kalibrasyon eğrisi çizimi yapıldı. Rutin eş değeri (mg RE/g) olarak sonuçlar verildi (Berk ve ark., 2011).

2.5. Radikal Süpürücü Aktivite

2.5.1. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi

DPPH testinde öncelikle metanolik DPPH çözeltisi yoğunluğu %0.004 olacak şekilde hazırlandı. Hazırlanan DPPH çözeltisinden 4 ml ve bitkisel özütlerle hazırlanan karışımdan 1 ml olacak şekilde karıştırıldı. Tüpler kuvvetlice karıştırılıp, karanlık bir ortamda ve oda sıcaklığında 30 dakika boyunca bekletildi. Sürecin sonunda 517 nm'de ölçüm yapıldı. Bitkisel özütlerin DPPH radikal süpürme aktivitesi formüle uygun şekilde hesaplandı:

$$\text{İnhibisyon (\%)}: [(A_{kontrol} - A_{örnek}) / A_{kontrol}] \times 100$$

Formülde belirtilen $A_{kontrol}$ kontrol absorbansını, $A_{örnek}$ ise örnek absorbansını ifade etmektedir. İşlemler troloks için de tekrarlanarak bitkisel özütlerin süpürme aktivitesi troloks eş değeri olarak verildi (mgTEs/g) (Sarikurkcu, 2011).

2.5.2. ABTS Radikal Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi

Bu yöntemde ilk olarak 7.4 mM ABTS solüsyonu ile 2.45 mM potasyum persülfat arasında reaksiyon oluşturularak $ABTS^{+\cdot}$ radikal katyonu üretildi. Karışım 12-16 saat karanlık bir ortamda ve oda sıcaklığında bekletilerek aktif radikal oluşturuldu. ABTS solüsyonu deneyden önce 734 nm'de absorbansı 0.700 ± 0.02 olacak metanol kullanılarak seyreltilme işlemi yapıldı. 1 ml bitkisel özüt ve 2 ml ABTS solüsyonu olacak şekilde karıştırıldı. Tüpler 30 dakika oda sıcaklığında ağzı kapalı bir şekilde bekletildi. Örneklerin 734 nm dalga boyunda absorbans ölçümü yapıldı (Re ve ark., 1999). Bitkisel özütlerin ABTS radikal katyonunu süpürme yüzdesi formüe göre hesaplaması yapıldı. İlgili formülde $A_{kontrol}$ kontrol absorbansı, $A_{örnek}$ ise örnek absorbansı için kullanılmaktadır. İşlemler troloks için tekrar edilerek bitkisel özütlerin ABTS radikal katyonu süpürücü aktivitesi troloks eşdeğeri olarak hesaplandı (mgTEs/g).

İnhibisyon (%): $[(A_{kontrol} - A_{örnek}) / A_{kontrol}] \times 100$

2.6. İndirgeme Gücünün Belirlenmesi

2.6.1. FRAP Testi

FRAP testi uygulama aşamasında öncelikle FRAP reaktifi hazırlandı. 0,3 M pH 3.6 asetat tamponu ve 10 mM TPTZ, 20 mM $FeCl_3$ 10:1:1 oranında karıştırılarak hazırlama aşaması tamamlandı. Hazırlanan FRAP reaktifi (2 ml) ile bitkisel özütler (0.1 ml) karıştırılarak oda sıcaklığında 30 dakika boyunca bekletildi. Karışımlar 593 nm'de spektrofotometrik ölçümü yapıldı. Test sonuçları troloks eş değeri olarak değerlendirmesi (mgTE/g) yapıldı (Benzie ve Strain, 1996).

2.6.2. CUPRAC Testi

CUPRAC testi için öncelikle aşağıdaki çözeltiler hazırlandı:

- **10 mM Cu(II) klorür çözeltisi:** $CuCl_2.2H_2O$'dan 0.4262 g tartılarak su ile 250 ml'ye tamamlandı
- **Amonyum asetat tampon:** 1 M (pH=7). NH_4Ac'den 19.27 g tartıldı ve sui le 250 ml'ye tamamlandı
- **Neokuproin çözeltisi:** 7.5 mM, Neokuproin (2,9 dimethyl 1-10 phenantroline)'den 0.039 g tartılarak %96'lık etil alkol ile 25 ml'ye tamamlandı.

Deneyimizde her bir tüpe 0.5 ml bitkisel özütler alındıktan sonra tüplere 1 ml $CuCl_2.2H_2O$, 1 ml amonyum asetat ve 1 ml neokuproin çözeltisi karıştırıldı. Daha sonra tüpler oda sıcaklığında ağzı kapalı bir şekilde 30 dakika bekletildi. 450 nm dalga boyunda absorbans ölçümleri yapıldı. Test sonuçları troloks eş değeri (mgTE/g) olarak verildi (Apak ve ark., 2006).

2.7. Toplam Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

2.7.1. Fosfomolibdat Testi

Fosfomolibdat testi için öncelikle şu reaktif çözeltisi hazırlandı:

- **0.6 M H_2SO_4 çözeltisi:** 0.83175 ml H_2SO_4 alındı ve üzerine 24.18825 ml saf su sızdırılarak ilave edildi
- **28 mM $Na_2HPO_4.12H_2O$ çözeltisi:** 0.025 gr $Na_2HPO_4.12H_2O$ tartılarak saf su ile hacm
- 25 ml'ye tamamlandı
- **4 mM Amonyum molibdat çözeltisi:** 0.123585 gr amonyum molibdat tartılarak saf su ile hacmi 25 ml2ye tamamlandı

Hazırlanan reaktif çözeltileri mezürde karıştırıldı. Bitkisel çözeltilerden (1 mg/ml konsantrasyonu) 0.3 ml bir tüpe aktarıldıktan sonra 3 ml reaktif çözeltisi eklendi. Tüpler iyice karıştırıldı. Sonrasında 90 dakika boyunca 95 °C'de inkübasyonda tabii tutulan çözeltinin 695 nm'de spektrofotometrik olarak absorbansı ölçüldü. Standart antioksidan olan troloks için de işlemler aynı şekilde tekrar edildi ve antioksidan aktivitesi troloks eş değeri (mgTe/g) olarak ortaya konuldu (Prieto ve ark., 1999).

2.7.2. Metal Şelatlama Yeteneği

(Dinis ve ark., 1994) yöntemine göre Fe^{+2} iyonlarını şelatlama kapasitesi belirlenmiştir. Deney tüplerine 100 µl (2 mg/ml oranında) bitkisel özüt ve 50 µl $FeCl_2$ çözeltisi eklendikten sonra 100 µl ferrozin ilavesi sonucu tepkime oluştu. Karıştırılan tüpler oda sıcaklığında 10 dakika bekletildi. 562 nm'de spektrofotometrik ölçüm yapıldı. Şelatlayıcı ajan olarak kullandığımız EDTA için aynı işlemler tekrar edildi. Ferrozin-Fe^{2+} kompleks inhibisyonu formüle göre eşitlik oluşturularak hesaplaması yapıldı ve sonuçlar EDTA eş değeri olarak verildi (mg EDTA/g).
Metal şelatlama kapasitesi (%)= $[(A_{kontrol} - A_{örnek}) / A_{kontrol}] \times 100$

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Total Fenolik ve Flavonoid Madde İçeriği

Antioksidan kapasiteye katkısı bulunan fenolik bileşikler bitkide bulunan en önemli bileşiklerdendir (Apak ve ark., 2007). Bitkimizin fenolik madde içeriği Folin yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu metotta su ve organik çözücülerde çözünen fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin reaktifi ile renkli bir bileşik oluşturması ve oluşan rengin spektrofotometrik yöntemlerle ölçülerek antioksidan kapasiteyi ortaya koymayı amaçlar (Singleton ve ark., 1999). Metot tekrarlanabilir olması ve diğer metotlarla gösterdiği korelasyondan dolayı sıklıkla kullanılmaktadır. Sonuçlar gallik asit veya kateşin eş değeri olarak verilir.
Flavonoidler radikallerin süpürülmesi, radikal üreten enzimlerin baskılanması, metal şelatlama gibi birçok antioksidatif özelliğe sahiptir. Toplam flavonoid içeriği $AlCl_3$ metodu kullanılarak belirlenmiştir.

Folin-Ciocalteu ve $AlCl_3$ metotları kullanılarak toplam fenolik ve flavonoid içerikleri belirlenen *Scilla bifolia* bitkimizin test sonuçları ve grafik sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çalışılan metanolik özütün fenolik içeriği 21.56±0.18 mg GAE/g belirlenmiştir. Toplam flavonoid içerik 27.70±0.43 mg RE/g olarak belirlenmiştir.
Asparagaceae familyasına ait *Scilla bifolia* cinsi bitkimizin fenolik asitler ve flavonoid miktarı açısından zengin olduğu ortaya konulmuştur.

Çizelge 3.1: *Scilla bifolia* bitkisinin metanolik özütünün toplam fenolik ve flavonoid içerikleri Üç tekrarlı ölçümlerin ortalama±Standard Sapma. GAE: Gallik asit eşdeğeri; RE: Rutin eş değeri

Test	Sonuçlar
Toplam Fenolik İçerik (mg GAE/g)	21.56±0.18
Toplam Flavonoid İçerik (mg RE/g)	27.70±0.43

Literatür taraması yapıldığında *Scilla bifolia L.* cinsiyle ilgili tek çalışmaya rastlanmıştır (Soare ve ark., 2012). Her ne kadar *Scilla bifolia* türüyle ilgili tek çalışma yapılmış olsa da *Scilla* cinsleriyle ilgili birçok çalışma mevcuttur. *Scilla scilloides* türünün antioksidan özellikleriyle ilgili gerçekleştirilen bir çalışmada yüksek antioksidatif özellikler keşfedilmiştir (Yeo ve ark., 2006). Bir diğer *Scilla* cinsinin *Scilla mesopotamica* türüyle yapılan etil asetat özütü kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada yüksek fenolik ve flavonoid içerik belirlenmiştir (Aktepe ve ark., 2021). *Scilla siberica subsp. armena* türüyle yapılan çalışmada da aynı şekilde yüksek fenolik ve flavonoid içerik tespit edilmiştir (Aydın ve ark., 2022). *Scilla* cinsiyle yapılan bir başka çalışmada flavonoid içerik varlığı ve buna paralel antimikrobiyal etkinlik araştırması yapılmış ve olumlu sonuçlar ortaya konmuştur (Ngobeni, 2016). *Asparagaceae* familyasından *Drimia numidica* antioksidan aktivite araştırmasında orta düzeyde fenolik içerik belirlenmiştir (Kakouri ve ark., 2019).
Yapılan çalışmalar incelendiğinde *Scilla* cinsi üyelerinin fenolik ve flavonoid içerik açısından zengin olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca spesifik çözücü, tür ve metod kaynaklı sonuç farklılıkları olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmamız literatür taraması sonucu ortaya çıkan sonuçlarla uyumlu bir korelasyon gösterse de yapılan çalışmalara nazaran daha düşük fenolik ve flavonoid içerik göstermiştir. Ancak spesifik çözücü, yöntem ve cins farklılıkları olduğunu da belirtmek gerekir.

3.2. Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi

Antioksidan maddelerin en önemli antioksidan aktivitelerinden biri de radikal süpürücü aktiviteleridir. Antioksidan maddeler hidrojen vererek radikalleri süpürürler. *Scilla bifolia* bitki özütümüzün DPPH ve ABTS radikal süpürücü aktivite sonuçları troloks eşdeğeri olarak verilmiş olup, sonuçlar ve grafik halinde Çizelge 3.2'de gösterilmiştir. *Scilla bifolia* bitkisinin metanol özütünün DPPH radikal süpürücü aktivitesi 31.91±0.27 mg TE/g olarak rapor edilmiştir. ABTS radikal süpürme aktivitesi ise 37.99±1.98 mg TE/g bulunmuştur. Bitki özütü ABTS radikali üzerine daha güçlü süpürücü etkiye sahiptir.

Çizelge 3.2: *Scilla bifolia* bitki metanolik özütünün DPPH ve ABTS radikal süpürme kapasitesi Üç tekrarlı ölçümlerin ortalama±Standard Sapma. TE: Troloks eşdeğeri

Test	Sonuçlar
DPPH süpürme aktivitesi (mg TE/g)	31.91±0.27
ABTS süpürme aktivitesi (mg TE/g)	37.99±1.98

Literatür taraması yapıldığında *Scilla bifolia* türüyle yapılan tek çalışma mevcuttur. İlgili çalışmada etil asetat özütü kullanarak bitkinin antimikrobiyal özellikleri ve oksijen radikal absorbans kapasitesi tayin edilmiştir (Soare ve ark., 2012). Yapılan bir diğer çalışmada *Scilla* cinsleriyle yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde yapmış olduğumuz çalışmayla pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Alluri ve ark., 2015; Famuyiwa ve ark., 2013; Nishida ve ark., 2013). Bir başka çalışmada çalışmış olduğumuz türle aynı familyada yer alan *Asparagaceae* familyasından *Hyacinthoides lingulata* ile ilgili yapılan bir çalışmada yüksek miktarda radikal süpürücü etkinlik göstermiştir (Dounya ve Ramy, 2022). *Asparagaceae* familyasına ait *Asparagus racemosus* türüyle yapılan bir diğer çalışmada yüksek fenolik içeriğe rağmen orta düzey süpürücü aktivite rapor edilmiştir (Dissanayake ve ark., 2018).
Yapılan çalışmalar incelendiğinde tür, çözücü ve yöntem gibi spesifik farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda sonuç farklılıkları gözlenmiştir. Bu farklılıklara rağmen birçok çalışmanın sonuçları çalışmamızı destekler niteliktedir.

3.3. İndirgeme Gücü

İndirgeme gücü testleri bitkilerin antioksidatif etkinliğinin gösterilmesinde önemli bir parametredir. Bu testlerle antioksidanların elektron verme yetenekleri ölçülür. *Scilla bifolia* bitkisinin metanolik özütünün bakır ve demir indirgeme yeteneklerini ölçmek amacıyla CUPRAC ve FRAP testleri uygulanmıştır. Sonuçlar troloks eş değeri olarak ve grafik halinde Çizelge 3.3'de verilmiştir. *Scilla bifolia* metanolik özütünün FRAP test sonucu 31.39±0.38 mg TE/g olarak rapor edilmiş, CUPRAC test sonucu 83.62±2.15 mg TE/g olarak kaydedilmiştir. Bitki özütünün bakır indirgeme yeteneği demir indirgeme yeteneğine nazaran daha yüksektir.

Çizelge 3.3: *Scilla bifolia* bitki metanolik özütünün Cu ve Fe İndirgeme Gücü Üç tekrarlı ölçümlerin ortalama±Standard Sapma. TE: Trolox eşdeğeri

Test	Sonuçlar
FRAP (mg TE/g)	31.39±0.38
CUPRAC (mg TE/g)	83.62±2.15

Yapılan birçok çalışma bize göstermiştir ki fenolik bileşiklerin antioksidatif etkinliği indirgeme gücüyle doğrudan ilgili olabileceğidir (Duan ve ark., 2007; Siddhuraju ve Becker, 2003; Yen ve ark., 1993).
Literatür taraması yapıldığında *Scilla* cinsleriyle yapılan çalışmalarda her ne kadar kullanılan çözücü ve cins farklılıkları göz önünde bulundurulsa da pozitif korelasyon tespit edilmiştir (bin

Mustapha, 2016). Bir başka çalışmada *Asparagaceae* familyasından *Bellevalia sasonii* türünün antioksidan aktiviteleri araştırmasında yüksek miktarda bakır ve demir indirgeme sonuçları ortaya konmuştur (Tekin, 2022). *Asparagaceae* familyasına ait diğer çalışmada *Drimia maritima* türünün antioksidan özellikleri çalışılmış yüksek oranda indirgeme gücü tespit edilmiştir (Rezzagui ve ark., 2020). *Asparagus africanus* türüyle yapılan bir başka çalışmada yüksek indirgeme gücüyle orantılı antioksidan etkinlik dikkat çekmiştir (Akissi ve ark., 2022). Literatür taramaları sonucunda gerek *Scilla* cinsleriyle gerekse *Asparagaceae* familyası üyeleriyle ilgili yapılan çalışmalar yüksek indirgeme gücü gözlemlenmiştir. Bu çalışmalara paralel olarak çalışmamızda kullanılan *Scilla bifolia* bitkisinin özellikle bakır indirgeme gücünün yüksek etkinlik göstermiş olması bize yüksek seviyede antioksidan aktivite olduğunu göstermiştir.

3.4. Fosfomolibdat Testi ve Metal Şelatlama Yeteneği

Scilla bifolia bitki özütlerinin fosfomolibdat test sonuçları troloks eş değeri olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara göre bitki özütlerinin toplam antioksidan etkinliği 1.35±0.03 olarak kaydedilmiştir.

Fosfomolibdat testi toplam antioksidan kapasiteyi ölçmek amacıyla kullanılan bir testtir. Test aşamasında özel cihaza gereksinim duymaması, reaktif ucuzluğu gibi özelliklerinden dolayı toplam antioksidan kapasite tayininde sıklıkla kullanılan bir metottur (Antoniolli ve ark., 2015) fakat test aşamasında sadece fenolik bileşikler değil askorbik asit gibi antioksidanlarla da etkileşime girdiği için herhangi bir korelasyon yoktur (Yogamaya ve ark., 2014).

Fenton ve Haber-Weiss reaksiyonları sonucu geçiş metalleri hidroksil olarak bilinen en tehlikeli serbest radikallerin ortaya çıkmasına sebep olur. Genellikle fenolik bileşiklerin metal şelatlama yeteneklerinin antioksidanlar arasında en düşük etkinlik gösterdiği görüşü ortaya konulsa da fenolik bileşiklerin metal şelatlama yeteneği önemli bir antioksidan mekanizma göstergesidir (Djenidi ve ark., 2020; Wang ve ark., 2009). *Scilla bifolia* özütlerinin metal şelatlama test sonuçları EDTA eş değeri olarak hesaplanmış ve 18.99±0.62 mg EDTA/g olarak kaydedilmiştir. Bitki özütlerinin metal şelatlama ve fosfomolibdat test sonuçları sonuçlar ve grafik halinde Çizelge 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4: *Scilla bifolia* metanolik özütünün Fosfomolibdat ve Metal şelatlama test sonuçları Üç tekrarlı ölçümlerin ortalama±Standard Sapma. TE: Troloks eşdeğeri; EDTAE: EDTA eşdeğeri

Test	Sonuçlar
Fosfomolibdat (mmol TE/g)	1.35±0.03
Metal şelatlama (mg EDTAE/g)	18.99±0.62

Yapılan literatür taramasında *Asparagaceae* familyasından *Prospero autumnale* türüyle yapılan antioksidan aktivite araştırmasında fenolik içerikle metal şelatlama ve fosfomolibden test sonuçları arasında pozitif korelasyon elde edilmiştir (Mammadov ve ark., 2017). *Asparagaceae* familyasından *Drimia maritima* L. türüyle ilgili yapılan bir başka çalışmada yapmış olduğumuz çalışmamızla uyumlu sonuçlar rapor edilmiştir (Zhang ve ark., 2022). Bir başka çalışmada *Muscari neglectum* türünün birçok ekstraktında çözücü farklılıklarına bağlı

olarak farklı şelatlama aktiviteleri tespit edilmiştir (Taşkın, 2018). Asparagus racemosus türüyle yapılan çalışmada da yüksek şelatlama oranı rapor edilmiştir (Leema ve Prakash, 2019). İlgili çalışmalar ışığında aynı familyadan yer alan türlerde fenolik bileşik içeriğine korele bir şekilde yüksek şelatlayıcı özellik çalışmamızla uyumlu bir şekilde rapor edilmiştir. Ancak tür, metot ve çözücü gibi spesifik farklılıkların sonuç farklılıkları oluşturduğu da gözlemlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışma fosfomolibdat testi sonuçları fenolik bileşik içeriğiyle negatif korelasyon gözlemlenirken, metal şelatlayıcı özellik açısından pozitif bir korelasyon rapor edilmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Ülkemizde orman sümbülü ya da sümbülcük olarak bilinen *Scilla bifolia* bitkisinin antioksidan kapasitesini doğru ve yeterli düzeyde tanımlayabilmek için toplam fenolik içerik, indirgeme gücü, radikal süpürme aktivitesi ve toplam antioksidan kapasiteyi ölçmeye yönelik testler uygulanmıştır. *Scilla bifolia* test sonuçları antioksidan etkinliği olarak kullanılan standart aktioksidanlara nazaran daha zayıf bir etkinlik göstermiştir. Fenolik ve flavonoid içerik olarak incelendiğinde *Scilla bifolia* bitkisinin orta düzeyde antioksidan etkinliğe sahip olsa da yüksek radikal süpürücü etkinliği rapor edilmiştir.

Dünya çapında Alzheimer, kanser, diyabet gibi hastalıkların küresel sağlık problemleri olduğu bildirilmiştir. Bu hastalıkların tedavisinde önerilen sentetik yaklaşımlar sorunları çözüyor gibi görünse de tehlikeli yan etkileri mevcuttur. Bu nedenden dolayı hastalıkların tedavisinde daha güvenli ve yan etkisi daha az stratejiler geliştirmek kaçınılmazdır. Tıbbi bitkiler binlerce yıldır tedavide insanlar tarafından kullanılmaktadır. Bu yüzden bitkilerin bitkilerin insan sağlığı üzerine koruyucu ve hastalıkları geriletici özellikleri popüler çalışma konusu olmuştur. Böylece bitkilerin antioksidan, antimutajen, antikanserojen etkileri önem kazanmaktadır.

Scilla bifolia türünün antioksidan özellikleri hakkında yapılan literatür taraması sonucu yeterli çalışma olmadığı görülmüştür. Bu çalışma ile *Scilla bifolia* bitki metanolik özütünün antioksidan özellikleri ilk defa ortaya konulmuştur. Günümüz dünyasında yeni antioksidatif hammadde kaynağı tespiti büyük önem taşıdığından dolayı *Scilla bifolia* bitkisinin doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca bu tez çalışma türün daha fazla ilgi çekmesini sağlamasının yanında bu tür üzerine yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

.

Akissi, Z. L. E., Yao-Kouassi, A. P., Magid, A. A., Koffi, J. K., & Voutquenne-Nazabadioko, L. (2022). Chemical constituents and antioxidant capacities of Asparagus africanus Lam. *Phytochemistry Letters, 53*, 22-30.

Aktepe, N., Keskin, C., Baran, A., Atalar, M. N., Baran, M. F., & Akmeşe, Ş. (2021). Biochemical components, enzyme inhibitory, antioxidant and antimicrobial activities in endemic plant Scilla mesopotamica speta. *Journal of Food Processing and Preservation, 45*(11), e15980.

Alluri, N., Bv, R., Kumari, H., & Majumdar, M. (2015). Evaluation of in vitro antioxidant, anti-inflammatory and thrombolytic activities of Scilla hyacinthina, an endangered medicinal plant. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 7*(13), 84-88.

Antoniolli, A., Fontana, A. R., Piccoli, P., & Bottini, R. (2015). Characterization of polyphenols and evaluation of antioxidant capacity in grape pomace of the cv. Malbec. *Food chemistry, 178*, 172-178.

Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B., et al. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules, 12*(7), 1496-1547.

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Esin Karademir, S., & Erçağ, E. (2006). The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International journal of food sciences and nutrition*, *57*(5-6), 292-304.

Aydın, B., Yuca, H., Karakaya, S., Bona, G. E., Göger, G., Tekman, E., et al. (2022). The anatomical, morphological features, and biological activity of Scilla siberica subsp. armena (Grossh.) Mordak (Asparagaceae). *Protoplasma*, 1-19.

Baytop, T. (1984). *Türkiyede bitkiler ile tedavi:(geçmişte ve bugün)* (Vol. 40): İstanbul Üniversitesi.

Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, *239*(1), 70-76.

Berk, S., Tepe, B., Arslan, S., & Sarikurkcu, C. (2011). Screening of the antioxidant, antimicrobial and DNA damage protection potentials of the aqueous extract of Asplenium ceterach DC. *African Journal of Biotechnology*, *10*(44), 8902-8908.

bin Mustapha, I. (2016). *Study of antimicrobial, antioxidant and chromatographic profiling of gills and carapaces extracts of mud crab, scylla serrata*. Faculty of Agro-Based Industry,

Dinis, T. C., Madeira, V. M., & Almeida, L. M. (1994). Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxyl radical scavengers. *Archives of biochemistry and biophysics*, *315*(1), 161-169.

Dissanayake, D., Sivaganesh, S., Tissera, M., Handunnetti, S., & Arawwawala, L. (2018). Asparagus racemosus Willd Roots: Anti-oxidant properties of Sri Lankan Origin.

Djenidi, H., Khennouf, S., & Bouaziz, A. (2020). Antioxidant activity and phenolic content of commonly consumed fruits and vegetables in Algeria. *Prog. Nutr*, *22*(1), 224-235.

Dounya, M., & Ramy, T. O. (2022). République Algérienne Démocratique et Populaire.

Duan, X., Jiang, Y., Su, X., Zhang, Z., & Shi, J. (2007). Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (Litchi chinenesis Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning. *Food chemistry*, *101*(4), 1365-1371.

Famuyiwa, S. O., Ntumy, A. N., Andrae-Marobela, K., & Yeboah, S. O. (2013). A new homoisoflavonoid and the bioactivities of some selected homoisoflavonoids from the inter-bulb surfaces of Scilla nervosa subsp. rigidifolia. *South African journal of botany*, *88*, 17-22.

Güner, A., & Aslan, S. (2012). *Türkiye bitkileri listesi:(damarlı bitkiler)*: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.

Güven, A., & Gürsul, I. (2014). Bitki doku kültürlerinde sekonder metabolit sentezi. *Gıda*, *39*(5), 299-306.

Kakouri, E., Kanakis, C., Trigas, P., & Tarantilis, P. A. (2019). Characterization of the chemical composition of Drimia numidica plant parts using high-resolution mass spectrometry: study of their total phenolic content and antioxidant activity. *Analytical and bioanalytical chemistry*, *411*(14), 3135-3150.

Karaca, A. (2008). AYDIN YÖRESİNDE BAL ARILARININ (Apis mellifera L.) YARARLANABİLECEĞİ BİTKİLER VE BAZI ÖZELLİKLERİ. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *5*(2), 39-66.

Kaynak, G., Daşkın, R., & Yılmaz, Ö. (2008). Bursa Bitkileri, Genişletilmiş II. *Baskı. Bursa: Uludağ Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları*.

Leema, H. P., & Prakash, O. (2019). Chemical composition and in vitro antioxidant potential of pili and safedshatavar (Asparagus racemosus). *The Pharma Innovation Journal*, *8*, 153-158.

Mammadov, R., Kaska, A., & Ozay, C. (2017). Phenolic Composition, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Prospero autumnale. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, *79*(4), 585-590.

Ngobeni, B. (2016). *Pharmacological evaluation of extracts from Buxus macowanii, Polygala myrtifolia, Scilla sp. and Xanthocercis zambesiaca.* Bloemfontein: Central University of Technology, Free State,

Nishida, Y., Wada, K., Toyohisa, D., Tanaka, T., Ono, M., & Yasuda, S. (2013). Homoisoflavones as the antioxidants responsible from bulbs of Scilla scilloides. *Natural Product Research*, *27*(24), 2360-2362.

Özhatay, N., Koçyiğit, M., & Bona, M. (2012). Istanbul'un balli bitkileri. *Istanbul: BAL-DER.*

Petrovska, f. B. B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy reviews*, *6*(11), 1.

Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical biochemistry*, *269*(2), 337-341.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, *26*(9-10), 1231-1237.

Rezzagui, A., Senator, A., Benbrinis, S., & Bouriche, H. (2020). Free Radical Scavenging Activity, Reducing Power and Anti-Hemolytic Capacity of Algerian Drimia maritima Baker Flower Extracts. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, *10*(4), 70-78.

Sarikurkcu, C. (2011). Antioxidant activities of solvent extracts from endemic Cyclamen mirabile Hildebr. tubers and leaves. *African Journal of Biotechnology*, *10*(5), 831-839.

Siddhuraju, P., & Becker, K. (2003). Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (Moringa oleifera Lam.) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *51*(8), 2144-2155.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178): Elsevier.

Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American journal of enology and viticulture*, *28*(1), 49-55.

Soare, L. C., Ferdes, M., Stefanov, S., Denkova, Z., Nicolova, R., Denev, P., et al. (2012). Antioxidant and antimicrobial properties of some plant extracts. *Rev Chim*, *63*, 432-434.

Taşkın, T. (2018). In vitro antioxidant and cytotoxic activity of Muscari neglectum growing in Turkey.

Tekin, M. (2022). *Enddemik Bellevalia sasonii bitkisinde fitokimyasal bileşikler ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi.* Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Ülger, T. G., & Ayhan, N. Y. (2020). Bitki sekonder metabolitlerinin sağlık üzerine fonksiyonel etkileri. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*(3), 384-390.

Wang, T., Jonsdottir, R., & Ólafsdóttir, G. (2009). Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from Icelandic seaweeds. *Food chemistry*, *116*(1), 240-248.

Yen, G. C., Duh, P. D., & Tsai, C. L. (1993). Relationship between antioxidant activity and maturity of peanut hulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *41*(1), 67-70.

Yeo, E.-J., Kim, K.-T., Han, Y.-S., Nah, S.-Y., & Paik, H.-D. (2006). Antimicrobial, anti-inflammatory, and anti-oxidative activities of Scilla scilloides (Lindl.) druce root extract. *Food Science and Biotechnology*, *15*(4), 639-642.

Yogamaya, D., Bandita, D., & Kanta, S. R. (2014). Correlation between antioxidant activity and phenolic content of Curcuma angustifolia Roxb. *Research Journal of Biotechnology*, *9*(7), 55-59.

Zhang, L., Zengin, G., Mahomoodally, M. F., Yıldıztugay, E., Jugreet, S., Simal-Gandara, J., et al. (2022). Untargeted Phenolic Profiling and Functional Insights of the Aerial Parts and Bulbs of Drimia maritima (L.) Stearn. *Plants*, *11*(5), 600.

TARAXACUM FARİNOSUM ÖZÜTLERİNİN ENZİM İNHİBİTÖR AKTİVİTELERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Mücahid GÖK[1], Mustafa KÜÇÜKÖDÜK[2], Abdurrahman AKTÜMSEK[3]

[1] Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Konya., 0000-0001-7323-1078
[2]Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya., 0000-0001-6290-9007
[3]Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya., 0000-0002-5151-2650

ÖZET

Bu çalışma ile *Taraxacum farinosum* bitkisinden elde edilen özütlerin; diyabet, alzheimer ve bazı cilt bozukluklarında rol oynayan kilit enzimlere karşı inhibisyon potansiyelleri ortaya konulmuştur. *Taraxacum farinosum* bitkisinin Asetilkolinesteraz (AChE; EC3.1.1.7), Butirilkolinesteraz (BChE; EC 3.1.1.8), α-amilaz (EC 3.2.1.1), α-glukozidaz (EC 3.2.1.20) ve tirozinaz (EC 1.14.18.1) gibi farmasötik enzim ve inhibitörler üzerinde etkileri araştırılmıştır.

Deney sonuçlarında AChE enzim deneyinde, etil asetat özütleri; 2,11±0.06 (mg GALAE/g) ile güçlü enzim inhibisyon yeteneği göstermiştir. Metanol özütünde ise 1,93±0.09 (mg GALAE/g) aktivite göstermiştir. BChE enzim deneyinde ise etil asetat özütleri 1,08±0.11 (mg GALAE/g) değer göstermiştir.

Diyabet tedavisinde kilit rol oynayan amilaz ve glukosidaz enzim deneylerinde, Amilaz etil asetat özütünde 0,73±0.02 (mmol ACAE/g) değer göstermiştir. Glukosidaz etil asetat özütü; 1,20±0.08 (mmol ACAE/g) değerinde etkinlik göstermiştir.

Tirozin enzimi bağışıklık sisteminde ve cilt hastalıklarında görev almaktadır. Tirozin enzim deneyinde ise etil asetat özütünde 20,98±0.72 (mg KAE/g) metanol özütünde 45,62±1.68 (mg KAE/g) değerler saptanmıştır.

Su ile elde edilen özütlerde ise sadece amilaz ve glukozidaz enzimleri düşük reaksiyon göstermiştir.

Bu sonuçlar neticesinde alzheimer, diyabet ve kanser gibi küresel sağlık problemleriyle mücadelede etkili yeni ve güvenli tedavi stratejileri için yol göstereceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, bazı sentetik yaklaşımlar önerilmiş fakat bunların çoğunluğu yan etkilere sahiptir. Mevcut durum değerlendirildiğinde, enzim etkileşimlerinden faydalanarak etkili, yan etkisi az olan yeni önermelere ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: *Taraxacum farinosum*, kolinesteraz, diyabet, doğal ajanlar, enzim inhibitör

A STUDY ON ENZYME INHIBITORY ACTIVITIES OF TARAXACUM FARİNOSUM EXTRACTS

Mücahid GÖK[1], Mustafa KÜÇÜKÖDÜK[2], Abdurrahman AKTÜMSEK[3]

[1] Department of Biotechnology, Science Faculty, Selcuk University, Konya, Turkey, 0000-0001-7323-1078
[2] Department of Biology, Science Faculty, Selcuk University, Konya, Turkey, 0000-0001-6290-9007
[3] Department of Biology, Science Faculty, Selcuk University, Konya, Turkey, 0000-0002-5151-2650

ABSTRACT

This study revealed the potential for inhibition of abnormalities from the Taraxacum farinosum plant against key enzymes that play a role in diabetes, Alzheimer's and some skin disorders. Acetylcholinesterase (AChE; EC3.1.1.7), Butyrylcholinesterase (BChE; EC 3.1.1.8), α-amilaz (EC 3.2.1.1), The effects on pharmaceutical enzymes and inhibitors such as α-glucosidase (EC 3.2.1.20) and tyrosinase (EC 1.14.18.1) have been investigated.

In the AChE enzyme experiment, ethyl acetate extract showed strong enzyme inhibition capability with 2.11±0.06 (mg GALAE/g). The methanol extract showed 1.93 ± 0.09 (mg GALAE/g) activities. In the BChE enzyme experiment, ethyl acetate extract showed a value of 1.08 ± 0.11 (mg GALAE/g).

In amylase and glucosidase enzyme experiments that played a key role in diabetes treatment, amylase ethyl acetate extract showed a value of 0.73 ± 0.02 (mmol ACAE/g). The glucosidase ethyl acetate extract has shown activity of 1.20 ± 0.08 (mmol ACAE/g).

Thyroid enzymes are involved in the immune system and skin diseases. In the thyroid enzyme experiment, a value of 20.98 ± 0.72 (mg KAE/g) of methanol extract of 45.62 ± 1.68 (mg KAE/g) was detected in the ethyl acetate extract.

In the extracts obtained by water, only amylase and glucosidase enzymes reacted poorly.

As a result of these results, it is thought to lead to effective new and safe treatment strategies in the fight against global health problems such as Alzheimer's, diabetes, and cancer. In this context, some synthetic approaches have been suggested, but most of them have side effects. When the current situation is considered, new proposals with effective, low side effects are needed by utilizing enzyme interactions

Keywords: *Taraxacum farinosum, cholinesterase, diabetes, natural agents, enzyme inhibitör*

1. GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte birçok hastalık hakkında bilgiler keşfedilmiştir. Hastalıkların tedavisinde genel bir kural olarak; Bozulan biyolojik yolun düzeltilmesi için ilgili enzim bloke edilmesi veya sentezlenemeyen ürünü dışarıdan eklenerek tedavi yoluna gidilmektedir. Son yıllarda sentetik olarak üretilen tedavi ilaçlarının yerine bitkisel kürler tedavi edici alternatif tıp yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Bu durum bilim dünyasında yeşil devrim olarak nitelendirilmektedir. Bu yöntemlerle kullanılan bitkiler günümüzde tıbbi bitkiler olarak adlandırılmaktadır. Bu bitkilerin içeriğinde bulunan etken maddelerin sağlığı koruyucu etkileri olduğu bilinmektedir. Fakat doğru zaman ve doğru şekilde kullanılması gerekmektedir. Lüzumsuz veya yanlış olarak kullanılması insan sağlığını bir o kadar da tehdit etmektedir (Grieve, 1970).

Aromatik ve tıbbi bitkilerin yayılış bakımından Türkiye laboratuvar sayılabilecek önemli araştırma alanlarındandır. Bu tıbbi bitkiler arasında Astereceae familyasındaki türler fazlaca yer almaktadır. Taraxacum (Karahindiba) ülkemizde 54 takson 49 tür ile temsil edilmektedir (Kıran, Gedik, & Türkoğlu, 2014; Uysal, Zengin, & Güneş, 2016). *Taraxacum* türleri tüm kıtalarda yayılış göstermektedir. Genellikle ise kuzey yarım kürenin ılıman bölgeleri yayılış alanlarıdır (Özsoy, Sarı, & Karahüseyin, 2020). *Taraxacum farinosum* Türkiye'de ise İç Anadolu ve Ege bölgelerinde yayılış göstermektedir. *Taraxacum* antik Yunan dilinde iltihap ve tedavi edici anlamına gelen "taraxis" ve "akeomai" kelimelerinden türetilmiştir (Kıran ve ark., 2014; Uysal ve ark., 2016). *Taraxacum* türleri yayılış alanının geniş olmasıyla birçok medeniyette tedavide en çok kullanılan bitki listesinde yer almaktadır. Arap medeniyetlerinde geleneksel olarak böbrek taşı, karaciğer, dalak, ödem, vitamin eksikliği ve cilt rahatsızlıklarında bitkisel tedavi olarak kullanılmıştır. Avrupa kıtasında infüzyon şeklinde hazırlanan çayı; mide ekşimesi, ülser, dispepsi, diyare gibi hastalıklarda ve başka bitkilerle kombinlemesiyle de tedavi amaçlı kullanılmıştır. Avustralya kıtasında ise mide ve böbrek rahatsızlarında kullanılmıştır (Di Napoli & Zucchetti, 2021; Lis & Olas, 2019; Özsoy ve ark., 2020; Sekhon-Loodu ve ark., 2019; Uysal ve ark., 2016). Halk arasında ise süt dişi temizleyicisi ve sarılık gibi hastalıklarda yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2020). Sarı çiçeklerinin safra salgısı üzerindeki etkileri araştırılmış ve safra kesesi rahatsızlıklarında tedavi edici olduğu gözlemlenmiştir (Hu, 2018). Tedavi edici özelliği Astereceae familyasına özgü "seskiterpen" ve "inulin" denilen acı maddeden kaynaklanmaktadır (Özdemir ve ark., 2020; Özsoy ve ark., 2020).

Taraxacum farinosum bitkisinde ise "inulin", "taraxcin", "triterpenler", "pektin", "glikozitler", "fenolik asit", "asparagin", A B C gibi vitaminler ve potasyum, "lutein", "violaxontiredie", "karatonoid" bulunduğu araştırmalarla ortaya konulmuştur (Özdemir ve ark., 2020).

Taraxacum farinosum bitkisinin yapısında bulunan "taraxasterol" etken maddesi Hepatit C (HCV), Hepatit B (HBV) Herpes Simplex (HSV) ve Dang Virüs 2 (DENV2) invitro ortamda antiviral aktivite göstermektedir (Flores-Ocelotl ve ark., 2018; Rehman ve ark., 2016). Ayrıca araştırmalarda immunoprotektif, diüretik, antiviral, antikolit etkileri de gözlemlenmiştir (Choi ve ark., 2018; Hu, 2018). Bağışıklık güçlendirilmesi amacıyla fazla alınması durumunda hipokalemiye sebebiyet vermesi ile ölümcül olabilmektedir (Genez, 2020). Taraxacum bitkisinin acı kısımları ise aromatik katkı maddesi olarak kullanıldığı araştırmalar ile ortaya konulmuştur (Özdemir ve ark., 2020; Uysal ve ark., 2016).

"Bazı bitkisel çayların fenolik madde profili ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi" adlı yüksek lisans tezinde *Taraxacum farinosum* bitkisinin bitki çaylarının içine katılabileceğini ve sinerjik etki gösterdiği araştırılmıştır (Eruçar, 2006). Taraxacum farinosum bitkisine ait antioksidan, antimutajenik ve antimikrobiyal mekanizmaları araştırılmıştır. Doğal ajan kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Di Napoli ve Zucchetti, 2021; Lis ve Olas, 2019; Özsoy ve ark., 2020; Sekhon-Loodu ve Rupasinghe, 2019). *Taraxacum farinosum* ve *T. mirabile* bitkilerinde çerçeve kayması ve DNA baz çiftlerindeki anti mutajenik etki araştırılmıştır. Güvenli olarak orta düzeyde anti mutajenik ve antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği gösterilmiştir (Uysal ve ark., 2016).

Diyabetin metabolik bir bozukluk olup kontrolü "insulin" hormonuyla sağlanmaktadır. İnsülin ise Amilaz ve glukosidaz enzimleriyle dengelenmektedir. Parkinson ve alzheimer hastalığı ise sinir sistemiyle ilgili fizyolojik bir bozukluktur. Asetilkolin ile kontrol edilmektedir. Asetilkolin etkileşimini ise Asetilkolinesteraz ve Butilkolinesteraz enzimleriyle sağlamaktadır. Tirozin ise vücudun bağışıklık sistemi sağlayan ve kanser ile savaşında etkin rol oynayan bir enzimdir. Ayrıca cilt rengimizde rol almaktadır (Dorcas ve Asiedu-Gyekye, 2011).

Taraxacum farinosum bitkisinin tedavi edici özellikleri daha çok deneyimlere dayanan, fakat üzerinde bilimsel araştırmaların yeterli olmadığı bitki grubudur (Lis ve Olas, 2019). Bu çalışma ile ülkemizde endemik tür olarak yetişen Asteraceae familyası *Taraxacum* cinsine ait *Taraxacum farinosum* bitkisinin Asetilkolinesteraz (AChE; EC3.1.1.7), Butirilkolinesteraz (BChE; EC 3.1.1.8), α-amilaz (EC 3.2.1.1), α-glukozidaz (EC 3.2.1.20) ve tirozinaz (EC 1.14.18.1) gibi farmasötik enzim ve inhibitörler üzerinde etkileri araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Bitki Materyali ve Özütlerinin Eldesi

Taraxacum farinosum bitki örnekleri 2021 Tuz Gölü civarında gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında toplanmıştır. Bitki örneklerinin taksonomik olarak teşhisleri Selçuk Üniversitesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Evren YILDIZTUGAY tarafından gerçekleştirilmiştir. Bitki örnekleri gölgede kurutularak toprak üstü kısımları öğütülerek toz haline getirilmiştir. Herbaryum etiket dosyası örneği hazırlanmıştır. Örnekler, etil asetat, metanol ve su ekstraksiyonuna tabii tutuldu. Etil asetat ve metanol özütleri maserasyon yöntemi ile bir gün karıştırılarak elde edildi. Bu özütler Whatman mavi band filtre kâğıdında süzülerek ve çözücüyü uzaklaştırmak için 40 °C'de evapore edildi. Su özütü ise liyofilize edilerek suyun uzaklaştırılması sağlandı (Görsel 2.1).

2.2. Enzim İnhibisyon Testleri

2.2.1. Kolinesteraz İnhibisyonu Aktivitesi (AChE, BChE)

Ekstraktlarının kolinesteraz inhibisyon potansiyelleri Elllman's yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş (Ellman, Courtney, Andres, & Featherstone, 1961). Modifiye edilen deney sisteminde (Zengin ve ark., 2014) 96 kuyucuklu mikroplakalarda; 100 µl örnek, 100 µl DNTB (5,5-Dithio-bis(2-nitrobenzoik) asit), pH 8.0 Tris-HCl tamponunda hazırlanan 25 µl AChE veya BChE enzim çözeltisi eklendi. 15 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakılarak karışıma 25 µl substrat çözeltileri olan asetiltiyokolin iyodür (ATCI) ve butiriltiyokolin iyodür (BTCI)

eklendi. Oda sıcaklığında 10dk'lık bir inkübasyondan sonra kuyucukların 405 nm dalga boyunda absorbans değerleri not alındı. Bitki ekstraktlarının enzim inhibisyon sonuçları, bu enzimlerin inhibisyonunda referans bir madde olan galatamin eşdeğer olarak verilmiştir.

Görsel 2.1 *Taraxacum farinosum* bitkisinin analiz işlemleri

2.2.2. Amilaz ve Glukozidaz İnhibisyonu Aktivitesi

Bitki ekstraktlarının anti-diyabetik aktivitelerinin belirlenmesi için α-amilaz ve α-glukosidaz enzimlerinin inhibisyon testleri gerçekleştirildi. Amilaz enzimi inhibisyonu için Caraway-Somogyi iyot/potasyum iyodür (IKI) yöntemi kullanılmıştır (Yang ve ark., 2012; Zengin ve ark., 2014). 96'lı plaka kuyucuklara ilk olarak 50 µl bitki ekstresi ve 50 µl amilaz enzim çözeltisi (fosfat tamponu, pH:6.9) eklenerek ve karışım 37 °C'de 10 dk inkübasyona bırakıldı. Daha sonra kuyucuklara %0.06'lik nişasta çözeltisinden 100 µl eklendi ve tekrar 37 °C'de 10 dk inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası 1M HCl çözeltisinden 25 µl tüm kuyucuklara eklenerek reaksiyon durduruldu. Son olarak bu karışım üzerine 100 µl iyot/potasyum iyodür (IKI) eklenerek ve oluşan renkler 630 nm dalga boyunda okundu, absorbansları not edildi.
Glukosidaz enzimi inhibisyonu için ise (Palanisamy ve ark., 2011) metodu modifiye edilerek kullanıldı. Her bir kuyucuğa 50 µl bitki ekstarktı, 50 µl α-glukosidaz çözeltisi (fosfat tamponunda hazırlanmış, pH:6.9) ve 50 µl PNPG (4-p-nitrofenil-α-D-glukopiranozid) substrat çözeltisi eklenmiş. Karışım 37 °C'de 10 dk süreyle inkübasyona bırakıldı ve daha sonra 0.2 M Na2CO3 çözeltisinden 50 µl eklenerek reaksiyon tamamlanmıştır. Sonrasında kuyucukların 405 nm dalga boyunda absorbansları not edildi. Enzimleri inhibe eden referans bileşik olarak akarboz kullanılacak ve sonuçlar akarboz eşdeğer olarak verilmiştir.

2.2.3. Tirozinaz İnhibisyonu Aktivitesi

Bitki ekstraktlarının tirozinaz enzimi inhibisyonu testi (Masuda, Yamashita, Takeda, & Yonemori, 2005)'nın geliştirdiği metot modifiye edilerek gerçekleştirildi (Zengin, 2016). Modifiye dopkrom yöntemi olarak bilinen bu test sisteminde; kuyucuklara 50 µl örnek, 150 µl tirozinaz çözeltisi (fosfat tamponunda hazırlanmış, pH:6.8) eklenmiş ve oda sıcaklığında 15 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra substrat olarak 50 µL L-DOPA eklenerek ve tekrar oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı. Son olarak kuyucukların 492 nm dalga

boyunda absorbans değerleri not edildi. Referans standart madde olarak kojik asit kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar kojik asit eşdeğer olarak verilmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Binlerce yıldan beri tedavi amacıyla insanlar tarafından yaygın olarak kullanılan bitkilerin biyolojik özellikleri ve insan sağlığı ile ilgili aktiviteleri araştırılmaya devam edilmektedir. Çeşitli hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici özelliği olan bitkisel metabolitler üzerine birçok deneysel çalışmalar yapılmakta, antimikrobiyal, antimutajenik ve antikanserojenlerin önemi gün geçtikçe daha fazla anlaşılmaktadır (Sekhon-Loodu & Rupasinghe, 2019).
Dünya çapında alzheimer, diyabet ve kanseri içeren bazı hastalıklar küresel sağlık problemleri olarak bildirilmiştir. Bu hastalıklar ile savaşta, yeni ve güvenli tedavi stratejileri gerekmektedir. Bu bağlamda, bazı sentetik yaklaşımlar önerilmiş fakat bunların çoğunluğu yan etkilere sahiptir. Mevcut durum değerlendirildiğinde, etkili, yan etkileri az ve seçici yeni ilaç moleküllerine ihtiyaç vardır (Bernardini ve ark., 2018; Di Napoli ve Zucchetti, 2021; Guo ve ark., 2019; Hu, 2018; Kingston, 2011; Perumal ve ark., 2022).
Bu çalışmada ülkemizden toplanan *Taraxacum farinosum*'dan elde edilen ekstraktların diabet, alzheimer ve bazı cilt bozukluklarında rol oynayan kilit enzimlere karşı inhibisyon potansiyelleri ortaya konulmuştur. Bu proje gıda ve farmakoloji endüstrisinde doğal ajanların geliştirilmesi için bilgi verisi sağlamıştır. Bu çalışmada ülkemizden toplanan *Taraxacum farinosum*'dan elde edilen ekstraktların diyabet, alzheimer ve bazı cilt bozukluklarında rol oynayan kilit enzimlere karşı inhibisyon potansiyelleri ortaya konmuştur.
Bu tez araştırması ile yaptığımız literatür taramalarına göre ülkemizde endemik tür olarak yetişen Asteraceae familyası Taraxacum cinsine ait *Taraxacum farinosum* bitkisinin; asetilkolinesteraz (AChE EC 3.1.1.7), butirilkolinesteraz (BChE; EC 3.1.1.8), α-amilaz (EC 3.2.1.1), α-glukozidaz (EC 3.2.1.20), tirozinaz (EC 1.14.18.1) gibi farmasötik enzim ve inhibitörler üzerinde etkileri ve sonuçları Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 *Taraxacum farinosum* özütlerinin AChE, BChE, α-amilaz, α-glukozidaz, tirozinaz inhibisyonuna ait sonuçlar

Etil asetat	2,11±0.06	1,08±0.11	0,73±0.02	1,20±0.08	20,98±0.72
Metanol	1,93±0.09	0,29±0.02	0,42±0.01	0,21±0.01	45,62±1.68
Su	N/A	N/A	0,07±0.01	0,50±0.01	N/A

- Üç tekrarlı ölçümlerin ortalama ±Standard Sapma. GALAE: Galatamin eş değeri; KAE: Kojik asit eş değeri; ACAE: Akarboz eş değeri; N/A: aktivite yok.

3.1.1. Kolinesteraz İnhibisyonu Aktivitesi Analizi (AChE, BChE)

Çizelge 3.1 ile gösterilen analiz sonuçlarında AChE inhibisyonunda etil asetata tabii tutulan özütü 2,11±0.06 (mg GALAE/g) değer göstermiştir. Metanol ile tabii tutulan özütü 1,93±0.09 (mg GALAE/g) aktivite göstermiştir. Su ile tabii tutulan özütte herhangi bir aktivite

gözlemlenmemiştir. Etil asetat ve metanole tabii tutulan özütlerde kayda değer bir fark görülmemiştir.
BChE analiz sonuçlarında ise etil asetat ile tabii tutulan özüt 1,08±0.11 (mg GALAE/g) değer göstermiştir. Metanol ile tabii tutulan özüt 0,29±0.02 (mg GALAE/g) aktivite göstermiştir. AChE enzimindeki gibi su ile elde edilen özüt aktivite göstermemiştir. *T. farinosum* ile elde edilen sonuçlarda AChE ve BChE enzim inhibisyonlarında kayda değer bir sonuç göstermektedir. Güçlü enzim inhibisyon yeteneği göstermiştir. Fakat su ile elde edilen özütlerde herhangi bir aktivite izlenmemektedir.

4.1.2. Amilaz ve Glukozidaz İnhibisyonu Aktivitesi Analizi

Antidiyabetik aktivite olarak bilenen amilaz ve glukozidaz enzim inhibisyon aktivitesinde, amilaz inhibisyonunda 0,73±0.02 (mmol ACAE/g) değeri ölçülmüştür. Glukozidaz inhibisyonunda 1,20±0.08 (mmol ACAE/g) değeri tespit edilmiştir. Metonal özütünün ise amilaz inhibisyonunda 0,42±0.01(mmol ACAE/g) değeri tespit edilmiştir. Glukozidaz inhibisyonunda ise 0,21±0.01(mmol ACAE/g) değeri ölçülmüştür. Su özütünde ise amilaz inhibisyonu 0,07±0.01(mmol ACAE/g) glukozidaz inhibisyonu 0,50±0.01(mmol ACAE/g) aktivite gösterdiği saptanmıştır. Su özütlerinde ölçülen değerlerin yetersiz olduğu saptanmıştır. *Taraxacum farinosum* güçlü antidiyabetik etki göstermektedir.

4.1.3. Tirozinaz İnhibisyonu Aktivitesi Analizi

Tirozinaz enzim inhibisyonu sonuçları ise etil asetat özütünde 20,98±0.72 (mg KAE/g) değeri ölçülmüştür. Metanol özütünde ise 45,62±1.68 (mg KAE/g) değeri ölçülmüştür. Su ile elde edilen özütünde ise hiç aktivite göstermemiştir. *T. farinosum* özütlerinin güçlü tirozinaz enzim inhibisyonu aktivitesi göstermiştir. Bu değerlerin geleneksel tedavide olumlu sonuçları olduğunu doğrulamıştır.
Taraxacum türleri yayılış alanının geniş olmasıyla birçok medeniyette tedavide en çok kullanılan bitki listesinde yer almaktadır. *Taraxacum* bitkisinin acı kısımları ise aromatik katkı maddesi olarak kullanıldığı araştırmalar ile ortaya konulmuştur. Potasyumca zengin olması A ve C vitaminleri ihtiva etmesi ve besin değerinin zengin olması sebebiyle haşlanarak salatalarda ve yemeklerde tüketilmektedir. Yüksek oranda potasyum ihtiva etmesi elde edilen sonuçların bu çalışma ile uyumlu olduğu saptanmıştır (Özdemir ve ark., 2020; Uysal ve ark., 2016).
Sarı çiçeklerinin safra salgısı üzerindeki etkileri araştırılmış ve safra kesesi rahatsızlıklarında tedavi edici olduğu gözlemlenmiştir. Kolinesteraz inhibisyon aktivitesi çalışmamız ile uyumlu olduğunu sağlamaktadır. (Hu, 2018).
1938'de İtalya'da yapılan araştırmada karaciğer hastalıkları; sarılık, hepatit, hepatomgali ve safra salgısını üzerinde düzenleyici etki göstermiş. Gözlemlenen 12 hastadan 11'inde iyileşme kaydedilmiştir. Çalışmamız ile pozitif korelasyon olduğu düşünülmektedir. (Faber, 1958). *Taraxacum* bitkisinin de bulunduğu kombinasyon ile kabızlık ve ishal gibi sindirim problemleri olan hastalarda iyileşme görüldüğü saptanmıştır (Chakŭrski, Matev, Koĭchev, Angelova, & Stefanov, 1981).
Avrupa'da diüretik ilaç olarak kullanılan *Taraxacum* bitkisi ayrıca zayıflama, premenstrual döngü ağrılarında kullanılmıştır. Ateroskleroz, osteoartrit ve safra taşlarının giderilmesinde takviye ilaç olarak tavsiye edilmiştir (Grieve, 1970; Kemper, 1999; Mills, 1991). İçerdiği

"inulin" acı maddesiyle tip II diabetus mellitus hastalığında insülin seviyesinin ani değişimlerini önlediği tespit edilmiştir. Avrupa'da geleneksel tedavi olarak kullanılmaktadır. Diyabetik aktivitede arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Pizzorno & Murray, 1999). *Taraxacum* yapraklarının su ile oluşturulan özütlerinin akut pankreatitin ve kolesistokinin hastalıkları üzerinde önleyici etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Karaciğer enizim inhibisyonu aktivitesi yönünden çalışmamız ile uyumludur (Seo ve ark., 2005). *Taraxacum* bitkisinden izole edilen "taraksinik asit" kanser hücrelerinin yok edilmesi ve antikanser özelliği araştırılmıştır. Lösemi üzerinde de sitotoksik etki oluşturduğu paylaşılmıştır. Enzim inhibisyonu çalışmamız ile karşılaştırılabilir değildir (Choi ve ark., 2002).

Taraxacum türlerinde yapılan enzim çalışmalarında sonuçlar kullanılan yöntemler dolayısıyla farklılık göstermektedir. 2015 yılında yapılan İnvitro ortamda *Taraxacum officinale* bitkisinin antidiyabetik etkileri araştırılmıştır (Mir ve ark., 2015). Araştırma çalışması incelendiğinde *Taraxacum officinale* su ile oluşturulan özütünün α-amilaz inhibisyonuna ait akarboz eş değerindeki sonuçlarının enzim inhibisyonun yüzdelik derişimin artmasıyla arttığı gözlemlenmektedir. 20 (µg/ml) numune derişiminde en düşük değer olarak %26.8 inhibisyon ölçüm değeri saptanmıştır. 100 (µg/ml) numune derişiminde ise %94.3 akarboz cinsinden inhibisyon ölçüm değeri saptanmıştır. IC50 değeri olarak 43.05 değeri hesaplanmıştır. Su özütünde ise α-glukosidaz enzimi %20 lik derişimde % 30.5 , %100 de ise %87.3 inhibisyon ölçüm değeri belirtirlmiştir. α-glukosidaz enzim inhibisyonunda IC50 ise 55.50 olarak hesaplanmıştır. *Taraxacum officinale* metanol ile oluşturulan özütünün α-amilaz inhibisyonuna ait akarboz eş değerindeki sonuçları incelendiğinde ise %20 numune derişiminde %22,8 akarboz türünden inhibisyon ölçüm değeri belirlenmiştir. %100 derişimde ise bu değer %85,9 olarak bildirilmiştir. IC50 47,50 olarak hesaplanmıştır. Aynı özütün α-glukosidaz inhibisyonuna ait akarboz eş değerindeki sonuçları 20 (µg/ml) numune derişiminde %24,5 %100 ise %76,3 değeri ölçülmüştür IC50 olarak 56.77 değeri hesaplanmıştır (Mir ve ark., 2015; Murtaza ve ark., 2022). Tüm deney sonuçlarında metanol ile oluşturulan özütlerinin daha etkin inhibitör etkisi gözlenmiştir. Su ile oluşturulan özütlerde de ise iki çalışmada da inhibisyon etkisinde azalma olduğu marjinal bir şekilde görülmektedir. Sonuçların karşılaştırılmasında pozitif bir kolerasyon saptanmıştır.

Taraxacum officinale özütlerinin diyabetik aktivitede amilaz ve glukosidaz enzim inhibisyonlarında etkili bir şekilde aktivite ortaya koymaktadır. Su özütünün metanol özütünden daha yüksek engelleme potansiyeli göstermesine rağmen çalışmamızda bunun ile ilgili bir sonuca rastlanılmadı. Deneysel sonuçlarda da *Taraxacum farinosum* ve *T. officinale* bitkilerinin amilaz inhibisyonuna glukosidaz enziminden daha fazla yanıt verdiği bulunmuştur (Mir ve ark., 2015; Murtaza ve ark., 2022).

Villiger ve ark.'nın 2015 yılında yaptığı *Taraxacum officinale* ve diğer bitkiler üzerinde yaptığı antidiyabetik aktivite olan amilaz ve glukosidaz etkileri çalışmamız ile uyumlu olduğu görülmüştür (Villiger, Sala, Suter, & Butterweck, 2015).

Taraxacum officinale bitkisiyle ilgili sitotoksik etkinin olduğu ortaya çıkmıştır. Antioksidan, anti-enflamatuvar, antidiyabetik etkileri araştırılmıştır. *Taraxacum farinosum* enzim inhibisyon sonuçlarıyla uyumlu olduğu rapor edilmiştir. (Dongare, Kadu, Pohane, Dighade, & Patil, 2021).

Taraxacum officinale'nin sıçanlarda tetraklorür zehirlenmelerinde su özütlerinde hepatoprotektif aktivitesinin etkinliği değerlendirilmiştir. Tedavi edilen sıçan grubunda AChE

enzim inhibisyonunda artış, izleyen 2 hafta içinde AChE düşüş sergilenmiştir. Enzim inhibisyonundaki artış asetilkolin yıkımını yavaşlatmıştır. Asetilkolinesteraz enzim inhibiyonuyla uyumlu olduğu saptanmıştır (Abdulrahman ve ark., 2013; Şenocak ve Yıldırım, 2021).

Taraxacum mongolicum tirozinaz inhibisyon aktivitesi incelenmiş olup 50g/mL de %7.3 inhibisyon aktivitesi gözlemlenmiştir. 100g/mL %7.7 inhibisyon aktivitesi gözlemlenmiştir. 500g/ml de %29.9 1000g/mL de ise %46.5 inhibisyon aktivitesi göstermiştir. *T. mongolicum* yapısındaki luteolin ile melanin sentezini tirozinaz enzimiyle inhibe ettiği bildirilmiştir. Sonuçlarımız ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. (Jang & Ahn, 2015).

4. SONUÇ

Taraxacum cinsine ait bitkilerin uzun zamandır geleneksel tedavi yöntemlerinde kullanılmasıyla yapılan literatür çalışmalarında antioksidan, antimutajenik, antimikrobiyal, immunoprotektif (bağışıklık güçlendirici), diüretik (idrar söktürücü), antiviral ve antikolit etkileri tespit edilmiştir. Dünya çapında *Taraxacum* cinsinin küçük bir kısmı bilimsel olarak araştırılmıştır. Alzheimer, parkinson, diyabet ve kanser hastalıklarına kısmen tedavi bulunmuş fakat bunların yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Hastalıklara yeni tedavi yöntemlerinin önerilmesi, geleneksel tedavide kullanılan bitkilerin araştırılması günümüzde oldukça popüler araştırma konuları arasındadır. Bu kapsam da Asteracea familyasının türlerini geleneksel tedavide çok kullanılan bitki listesinde yer almaktadır. *Taraxacum* türleri yayılış alanının geniş olması, tarihi medeniyetlerde kullanımı yaygın olması neticesinde araştırılmasına gerek duyulmuştur.

Bitkilerdeki ekstraksiyon yöntemlerin fazla olması ve birbirlerinden farklı sonuçlar oluşturabileceği varsayılmıştır. Bu kapsam farklı çözücüler kullanarak bitkide bulunan etken maddelerinin enzim aktivitesi değerlendirilmiştir. *T. farinosum* özütleri ile elde edilen sonuçlar neticesinde Asetilkolinesteraz (AChE) enzimi deneylerinde, etil asetat özü 2,11 ± 0.06 (mg GALAE/g) değeri ile güçlü enzimi aktivitesi göstermiştir. Metanol özütü ise 1.93 ± 0.09 (mg GALAE/g) aktivitesi göstermiştir. Metanol ve etil asetat özütleri birbirine yakın değerler çıkarmıştır. Su ile elde edilen özütte ise herhangi bir reaksiyon gerçekleşmemiştir.

BChE enzimleri deneylerinde, etil asetat ekstraksiyonunun 1.08 ± 0.11 (mg GALAE/g), Metanol özütünde ise 0.29 ± 0.02 (mg GALAE/g) değeri ölçülmüştür. Etil asetat özütü beklenen reaksiyon gözlemlenirken, metanol özütünde zayıf bir reaksiyon değeri ölçülmüştür. Su ile elde edilen özütte ise BChE enzim aktivitesi ölçülememiştir.

Amilaz enzim deneyinde, etil asetat ekstraksiyonunun 0.73 ± 0.02 (mmol ACAE/g), Metanol özütlerinde 0.42 ± 0.01 (mmol ACAE/g) değeri ölçülmüştür.

Glukosidaz enzim deneylerinde ise metanol ekstraksiyonunun aktivitesi 1.20 ± 0.08 (mmol ACAE/g), Metanol özütlerinde 0.21 ± 0.01 (mmol ACAE/g) değer göstermektedir.

Tirozinaz enzim testlerinde, etil asetat ekstraktlarında 20.98 ± 0.72 (mg kg/g) değeri ölçülmüştür. Metanol özlerinde ise 45.62 c 1.68 (mg kg/g) tespit edilmiştir. Metanol özütü güçlü reaksiyon aktivitesi göstermektedir. Etil asetat ise metanolden daha düşük değer göstermiştir. Su ile elde edilen özütte herhangi bir tirozinaz enzim aktivitesi ölçülememiştir. *Taraxacum farinosum* bitkisini diğer türleri arasında da rekabetçi tirozinaz enzim inhibisyon aktivitesi göstermektedir (Faber, 1958; Chakŭrski ve ark., 1981).

Su ile elde edilen özütlerde sadece amilaz enzim inhibisyonu 0.07 ± 0.01 (mmol ACAE/g), glukozidaz enzim inhibisyonunda 0.50 ± 0.01 (mmol ACAE/g) değerlerinin göstermiştir. Metanol özütlerinin daha etkili enzim inhibisyon etkilerinin olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

Abdulrahman, L. A.-M., Mohamed, K. A.-G., Gamal, A.-E., & Hassan, A.-B. (2013). Hepatoprotective effect of dandelion (Taraxacum officinale) against induced chronic liver cirrhosis. *Journal of Medicinal Plants Research, 7*(20), 1494-1505.

Bernardini, S., Tiezzi, A., Laghezza Masci, V., & Ovidi, E. (2018). Natural products for human health: an historical overview of the drug discovery approaches. *Natural Product Research, 32*(16), 1926-1950. doi:10.1080/14786419.2017.1356838

Chakŭrski, I., Matev, M., Koĭchev, A., Angelova, I., & Stefanov, G. (1981). Treatment of chronic colitis with an herbal combination of Taraxacum officinale, Hipericum perforatum, Melissa officinaliss, Calendula officinalis and Foeniculum vulgare. *Vutreshni bolesti, 20*(6), 51-54.

Choi, J.-H., Shin, K.-M., Kim, N.-Y., Hong, J.-P., Lee, Y. S., Kim, H. J., . . . Lee, K.-T. (2002). Taraxinic Acid, a Hydrolysate of Sesquiterpene Lactone Glycoside from the Taraxacum coreanum N AKAI, Induces the Differentiation of Human Acute Promyelocytic Leukemia HL-60 Cells. *Biological and Pharmaceutical Bulletin, 25*(11), 1446-1450.

Choi, J., Yoon, K. D., & Kim, J. (2018). Chemical constituents from Taraxacum officinale and their α-glucosidase inhibitory activities. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 28*(3), 476-481. doi:https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2017.12.014

Di Napoli, A., & Zucchetti, P. (2021). A comprehensive review of the benefits of Taraxacum officinale on human health. *Bulletin of the National Research Centre, 45*(1), 110. doi:10.1186/s42269-021-00567-1

Dongare, P. N., Kadu, T. B., Pohane, A. L., Dighade, S. J., & Patil, P. G. (2021). Review on Pharmacognosy, phytochemistry and pharmacological activity of Taraxacum officinale (Dandelion plant).

Dorcas, O.-S. ve Asiedu-Gyekye, I. J., 2011, Dual effect of Taraxacum officinale leaves: Anticholinergic and inhibitory effect on inflammatory cells in ovalbumin-sensitized guinea-pigs, *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5 (23), 2613-2619.

Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres, V., & Featherstone, R. M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology, 7*(2), 88-95. doi:https://doi.org/10.1016/0006-2952(61)90145-9

Eruçar, S. (2006). *Bazı bitkisel çayların fenolik madde profili ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi.* Fen Bilimleri Enstitüsü,

Faber, K. (1958). The dandelion Taraxacum officinale Weber. *Die Pharmazie, 13*(7), 423-436.

Flores-Ocelotl, M. R., Rosas-Murrieta, N. H., Moreno, D. A., Vallejo-Ruiz, V., Reyes-Leyva, J., Domínguez, F., & Santos-López, G. (2018). Taraxacum officinale and Urtica dioica extracts inhibit dengue virus serotype 2 replication in vitro. *BMC Complementary and Alternative Medicine, 18*(1), 95. doi:10.1186/s12906-018-2163-3

Genez, M. (2020). A Female Patient with Recurrent Ventricular Fibrillation Attacks Due to Severe Hypokalemia Induced by Taraxacum Plant Intake. *Türkiye Klinikleri Cardiovascular Sciences, 32*(2), 89-93. doi:10.5336/CARDIOSCI.2020-74470

Grieve, M. (1970). *A Modern Herbal the Medicinal Culinary Cosmetic and Economic Properties Cultivation and Folk-Lore of Herbs, Grases Fungi, Shrubs & Trees with All Their Modern Uses*. Retrieved from

Guo, H., Zhang, W., Jiang, Y., Wang, H., Chen, G., & Guo, M. (2019). Physicochemical, structural, and biological properties of polysaccharides from dandelion. *Molecules, 24*(8), 1485.

Handel-Mazzetti, H. (1923). Nachträge zur Monographie der Gattung Taraxacum. *Österreichische Botanische Zeitschrift, 72*(6/8), 254-275. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/23652466

Hu, C. (2018). Taraxacum: Phytochemistry and health benefits. *Chinese Herbal Medicines, 10*(4), 353-361. doi:10.1016/j.chmed.2018.08.003

Jang, M.-H., & Ahn, T.-W. (2015). Inhibitory effects of Taraxacum mongolicum with phreatic water on melanin synthesis. *Integrative Medicine Research, 4*(2), 76-93. doi:https://doi.org/10.1016/j.imr.2014.08.001

Kemper, K. J. (1999). Calendula (Calendula officinalis). *The center for Holistic Pediatric Education and Research, Longwood Herbal Taskforce*.

Kingston, D. G. I. (2011). Modern Natural Products Drug Discovery and Its Relevance to Biodiversity Conservation. *Journal of Natural Products, 74*(3), 496-511. doi:10.1021/np100550t

Kıran, Y., Gedik, O., & Türkoğlu, İ. (2014). Taraxacum bellidiforme ve taraxacum revertens endemik türlerinin karyolojik yönden araştırılması.

Lis, B., & Olas, B. (2019). Pro-health activity of dandelion (Taraxacum officinale L.) and its food products – history and present. *Journal of Functional Foods, 59*, 40-48. doi:https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.05.012

Masuda, T., Yamashita, D., Takeda, Y., & Yonemori, S. (2005). Screening for Tyrosinase Inhibitors among Extracts of Seashore Plants and Identification of Potent Inhibitors from Garcinia subelliptica. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 69*(1), 197-201. doi:10.1271/bbb.69.197

Mills, S. Y. (1991). *Out of the Earth: The Essential Book of Herbal Medicine*: Viking Adult.

Mir, M. A., Sawhney, S., & Jassal, M. (2015). In-vitro antidiabetic studies of various extracts of Taraxacum officinale. *The Pharma Innovation, 4*(1, Part B), 61.

Murtaza, I., Laila, O., Drabu, I., Ahmad, A., Charifi, W., Popescu, S. M., & Mansoor, S. (2022). Nutritional Profiling, Phytochemical Composition and Antidiabetic Potential of Taraxacum officinale, an Underutilized Herb. *Molecules, 27*(17), 5380. Retrieved from https://www.mdpi.com/1420-3049/27/17/5380

Özdemir, M., Arslanoglu, Ş., & Sert, S. (2020). Geçmişten günümüze karahindiba (taraxacum officinale) bitkisi.

Özsoy, N., Sarı, A., & Karahüseyin, S. (2020). Taraxacum farinosum Hausskn. & Bornm. bitkisinin antioksidan aktivite yönünden incelenmesi. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi, 3*(1), 13-19.

Palanisamy, U. D., Ling, L. T., Manaharan, T., & Appleton, D. (2011). Rapid isolation of geraniin from Nephelium lappaceum rind waste and its anti-hyperglycemic activity. *Food Chemistry, 127*(1), 21-27.

Perumal, N., Nallappan, M., Shohaimi, S., Kassim, N. K., Tee, T. T., & Cheah, Y. H. (2022). Synergistic antidiabetic activity of Taraxacum officinale (L.) Weber ex F.H.Wigg and Momordica charantia L. polyherbal combination. *Biomedicine & pharmacotherapy, 145*, 112401. doi:https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112401

Pizzorno, J., & Murray, M. T. (1999). Textbook of natural medicine.

Rehman, S., Ijaz, B., Fatima, N., Muhammad, S. A., & Riazuddin, S. (2016). Therapeutic potential of Taraxacum officinale against HCV NS5B polymerase: In-vitro and In silico study. *Biomedicine & pharmacotherapy, 83*, 881-891.

Sekhon-Loodu, S., & Rupasinghe, H. P. V. (2019). Evaluation of Antioxidant, Antidiabetic and Antiobesity Potential of Selected Traditional Medicinal Plants. *Frontiers in Nutrition, 6*(53), 53. doi:10.3389/fnut.2019.00053

Seo, S.-W., Koo, H.-N., An, H.-J., Kwon, K.-B., Lim, B.-C., Seo, E.-A., . . . Kim, H.-M. (2005). Taraxacum officinale protects against cholecystokinin-induced acute pancreatitis in rats. *World Journal of Gastroenterology: WJG, 11*(4), 597.

Şenocak, E. A., & Yıldırım, B. A. (2021). Ratlarda Parasetamol ile Oluşturulan Hepatotoksisite Üzerine Taraxacum officinale Etanol Ekstraktının Etkisi. *Harran Universty Veterinelik Dergisi*. doi:https://dergipark.org.tr/tr/pub/huvfd/325672

Uysal, A., Zengin, G., & Güneş, E. (2016). Çerçeve kayması ve baz çifti değişimi mutasyonlarına karşı etkili doğal iki Taraxacum türü: Mutajenik, antimutajenik, antioksidan değerlendirme. *Marmara Pharmaceutical Journal, 20*(3).

Villiger, A., Sala, F., Suter, A., & Butterweck, V. (2015). In vitro inhibitory potential of Cynara scolymus, Silybum marianum, Taraxacum officinale, and Peumus boldus on key enzymes relevant to metabolic syndrome. *Phytomedicine, 22*(1), 138-144. doi:10.1016/j.phymed.2014.11.015

Yang, X.-W., Huang, M.-Z., Jin, Y.-S., Sun, L.-N., Song, Y., & Chen, H.-S. (2012). Phenolics from Bidens bipinnata and their amylase inhibitory properties. *Fitoterapia, 83*(7), 1169-1175. doi:https://doi.org/10.1016/j.fitote.2012.07.005

Zengin, G. (2016). A study on in vitro enzyme inhibitory properties of Asphodeline anatolica: New sources of natural inhibitors for public health problems. *Industrial Crops and Products, 83*, 39-43. doi:https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.033

Zengin, G., Sarikurkcu, C., Aktumsek, A., Ceylan, R., & Ceylan, O. (2014). A comprehensive study on phytochemical characterization of Haplophyllum myrtifolium Boiss. endemic to Turkey and its inhibitory potential against key enzymes involved in Alzheimer, skin diseases and type II diabetes. *Industrial Crops and Products, 53*, 244-251. doi:https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.12.043

BIBLI OMETRIC ANALYSIS of COVID-19 RELATED STUDIES in TÜRKİYE

Assis. Prof. Mustafa DEMİRBİLEK [1]

[1] Gaziantep Islam Science and Technology University, Department of Industrial Engineering,

ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-1520-2882

ABSTRACT

COVID-19, first appeared in Wuhan City, China at the end of 2019, has been seriously affecting the world so far. Billions of people all around the World have been infected and millions of them died. Moreover, temporary shot-downs applied in many countries have seriously damaged the social life of people and the global economy. Since the beginning of the pandemic, many studies related to COVID-19 in terms of a wide variety of areas from medicine to computer science have been conducted. In this study, we carry out a bibliometric analysis for studies related to COVID-19 affiliated with research institutions and authors in Türkiye. The Scopus database is used to retrieve related publications. First, the total number of studies have been published between 2019 and 2022, and accepted for 2023 are examined in terms of the research type and the subject area. Next, studies are evaluated according to affiliations of authors to be able to observe academic relations between Türkiye and other countries. Later, we examine institutions where COVID-19 related studies have mostly been published to be able to present research hubs for COVID-19 in Türkiye. Moreover, we demonstrate the authors and co-authors' relationship to be able to identify research groups that study COVID-19 related topics. Source relationship that shows top journals published COVID-19 related studies and the relationship based on the number of citations they have made to each other is also provided in the scope of this study. Finally, we show the country, citation and author-based network analysis and distance mapping by using VOSviewer software to help readers easily interpret relationships between the examined factors.

Keywords: COVID-19, Bibliometric Analysis, Scientometrics

1. Introduction

COVID-19 is one of the most infectious viruses that have caused millions of infected people and deaths and uncountable economic costs in the twenty-first century. Contrary to similar viruses such as SARS, MERS, Ebola, etc. whose effects remained local and limited, effects of COVID-19 have appeared in all countries, societies, and areas in the world. Since the first case was seen in Wuhan, China, in December 2019, around 643 million people have been infected and approximately 6 million of them were dead all over the world (Figure 1). Although the severity of the spread of COVID-19 relatively decreases in 2022 compared to 2020 and 2021, it can be seen in WHO data that around seven hundred thousand people have been infected in the last 24 hours (Figure 1).

Figure 1. Total cases and distributions according to countries [1].

Since the beginning of the pandemic, a huge number of studies related COVID-19 to have been conducted including a variety of subjects from medicine, genetics, and pharmacy to sociology, computer science, and economy. In this study, we attempt to analyze COVID-19 related studies conducted by researchers affiliated with universities and research institutions in Turkiye. The bibliometric analyses method that provides a quick look at studies in a specific area based on citation, source, author, keywords, and country relationships is used for the literature research. All analyses are carried out by using MS Excel and VOSviewer software. VOSviewer software was developed by van Eck and Waltman [2] to carry out the bibliometric analysis and mapping. VOSviewer software provides different mapping types such as label, density, cluster-density, and scatter and they help readers to easily interpret relationships between examined factors.

2. Data Source and Descriptive Properties

Related publications in this study were taken from the Scopus database in December 2022. The search request included "COVID-19", "Novel Coronavirus", "SARS-CoV-2", and "2019-nCoV". The keywords were searched only in the titles of the publications to be able to reach more precise results. Studies published between 2019 and 2022, and accepted for 2023 were taken into consideration.

First, we consider all related publications in the database to be able to compare conducted studies in Türkiye. According to the search, a total of 304.900 documents were accessed. The distribution of documents in terms of where and when they have been published is shown in Table 1. The citation and bibliographical information, abstract and keywords, funding details, and other related data were imported as a CSV file.

Table 1. The distribution of publications in terms of their types and publication years.

Year	Research Article	Review Article	Proceedings	Editorial	Book	Book Chapter
2019	33	3	2	4	-	-
2020	40.376	8.335	1.920	4.567	16	134
2021	83.312	11.544	6.104	3.226	86	1.838
2022	81.330	7.745	3.435	1.757	89	1.771
2023	584	45	208	2	-	108
Total	**205.635**	**27.672**	**11.669**	**9.556**	**191**	**3.851**

Table 1 (Continue). The distribution of publications in terms of their types and publication years.

Year	Letter	Erratum	Short Survey	Data Paper	Others	Total Pub.
2019	3	-	-	-	2	47
2020	11.504	517	768	81	5.717	73.935
2021	10.827	1.217	556	64	4.740	123.514
2022	6.732	994	204	66	2.312	106.435
2023	20	1	-	-	1	969
Total	**29.086**	**2.729**	**1.528**	**211**	**12.772**	**304.900**

Although the pandemic began around the end of 2019, 33 original research articles and 14 other studies were conducted in 2019. In 2020, the year that the severity of the pandemic significantly increased in, the number of studies related to COVID-19 skyrocketed to around 74.000. More than half of those were original research papers. The year that the number of publications reached the highest level is 2021 with 123.514 documents.

Table 2 shows the distribution of original research articles according to the top 15 countries. As can be seen in Table 2, US ranked the first with 48.312 articles, 26,1% of all research articles published so far. China ranked second with 20.808 articles and the UK ranked third with 18.438 articles, 11,2% and 10% of all research articles published so far, respectively. Türkiye placed eleventh in Table 2 with 6.681 publications, 3,6% of all research articles published so far.

Table 2. The distribution of original research articles according to the top 15 countries.

#	Country	# of Res. Article	%
1	US	48.312	26,1%
2	China	20.808	11,2%
3	UK	18.438	10,0%
4	Italy	14.707	7,9%
5	India	12.993	7,0%
6	Spain	9.551	5,2%
7	Germany	9.280	5,0%
8	Canada	8.416	4,5%
9	Australia	7.205	3,9%
10	Brazil	6.947	3,8%
11	***Türkiye***	***6.681***	***3,6%***
12	France	6.542	3,5%
13	Iran	5.457	2,9%
14	S. Arabia	4.940	2,7%
15	Japan	4.875	2,6%

Table 3 demonstrates the distribution of publications in terms of subject areas and the performance of Türkiye compared to World. It is clearly seen that the number of studies conducted in the medicine area is much higher than the number of studies in other areas. Medicine studies related to COVID-19 composed 38,5% of all publications. On the other hand, medicine-related studies carried out in Türkiye composed 45% of all publications. This is significantly higher than the worldwide average. Furthermore, the percentages of publications carried out in Türkiye in nursing, computer science, engineering, business, management and accounting, economics, econometrics and finance, neuroscience, mathematics, and decision science areas are higher than the worldwide average. However, it seems that the percentages of research in Türkiye in social science, psychology, pharmacology, toxicology and pharmaceutics, arts, and humanities areas are lower compared to percentages of studies in those areas in the World. The last important point is that the number of multidisciplinary studies in Türkiye is quite low compared to the World.

Table 3. The distribution of publications in terms of subject areas and the performance of Türkiye compared to World.

Subject Area	World	%	Türkiye	%
Medicine	***124.096***	***38,5%***	***5829***	***45,0%***
Social Sciences	31.262	9,7%	787	6,1%
Biochemistry, Genetics, and Molecular Biology	20.076	6,2%	769	5,9%
Immunology and Microbiology	16.118	5,0%	620	4,8%
Environmental Science	13.486	4,2%	486	3,8%
Psychology	10.920	3,4%	344	2,7%
Nursing	***9.771***	***3,0%***	***432***	***3,3%***

Computer Science	***9.668***	***3,0%***	***486***	***3,8%***
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	8.943	2,8%	254	2,0%
Engineering	***8.592***	***2,7%***	***420***	***3,2%***
Multidisciplinary	8.531	2,6%	88	0,7%
Business, Management and Accounting	***7.749***	***2,4%***	***350***	***2,7%***
Economics, Econometrics and Finance	***6.086***	***1,9%***	***311***	***2,4%***
Health Professions	5.936	1,8%	177	1,4%
Arts and Humanities	5.153	1,6%	140	1,1%
Agricultural and Biological Sciences	5.046	1,6%	173	1,3%
Neuroscience	***4.940***	***1,5%***	***218***	***1,7%***
Chemistry	4.719	1,5%	167	1,3%
Mathematics	***4.685***	***1,5%***	***253***	***2,0%***
Physics and Astronomy	***3.127***	***1,0%***	***152***	***1,2%***
Energy	2.663	0,8%	108	0,8%
Chemical Engineering	2.600	0,8%	75	0,6%
Materials Science	2.161	0,7%	94	0,7%
Earth and Planetary Sciences	1.965	0,6%	47	0,4%
Decision Sciences	***1.777***	***0,6%***	***95***	***0,7%***
Dentistry	1.217	0,4%	53	0,4%
Veterinary	1.173	0,4%	17	0,1%
Undefined	4	-	0	-

3. Collaboration Relationships

Collaboration relationships show the level of collaboration between authors affiliated with universities and research institutions in Türkiye and authors in a variety of countries based on the number of studies they work for. We consider only the top ten countries ranked based on the number of articles as can be seen in Table 4. According to the data in Table 4, researchers in Türkiye mostly collaborate with researchers in the US. A total of 442 studies have been published thanks to collaborations of authors affiliated with universities and research institutions in these two countries. Next, UK ranked the second in Table 4 with a total of 409 studies that authors in Türkiye have contributed to. Although the number of articles is slightly lower compared to the US, it can be said that studies conducted with collaborations of authors in Türkiye and the UK are more impactful based on the number of average citations. From this perspective, we can say that studies conducted with collaborations of authors in Türkiye and Germany have a greater impact compared to the aforementioned two countries as well.

VOSviewer software provides “Total Link Strength” which shows the number of connections between two related items. In the table, total link strength shows the strength of collaboration between two countries. UK and Germany are the top countries that have the strongest collaborations with Türkiye in COVID-19 studies according to their total link strengths. Figure 2 represents the network of countries in COVID-19 studies.

Table 4. The number of studies authors in Türkiye published with authors in different countries.

#	Country	Articles	Citations	Average Citations	Total Link Strength
1	US	442	19.800	45	4195
2	UK	409	24.460	60	4274
3	Italy	323	12.347	38	4095
4	Spain	245	10.994	45	3941
5	Germany	228	16.745	73	4221
6	France	213	10.098	47	3591
7	India	186	6.889	37	1859
8	Pakistan	178	4.427	25	1711
9	China	175	7.378	42	2013
10	Netherlands	175	9.171	52	2717

Figure 2. Country cooperation network on COVID-19 studies.

4. Top Organizations and Researchers

Table 5 represents the top research organizations in Turkey ranked according to the number of studies published by authors affiliated with them. University of Health Sciences ranked first with 1061 articles and a total of 8637 citations. Since the University of Health Sciences is a major university that has 21 faculties in different locations in Türkiye and has also employed a great number of researchers, it is expected that the number of studies associated with this university can be more than the others. Although Hacettepe University ranked second in the

table based on the number of articles, studies conducted at the university have been much more impactful compared to those in not only the University of Health Sciences but also other universities in the table in terms of the average citations. It is important to note that the phase 3 tests of CoronaVac, the COVID-19 vaccine developed by Chinese producer, Sinovac and purchased and used in Türkiye early era of the pandemic, were carried out by researchers at Hacettepe University. The third and fourth ranks belonged to İstanbul and İstanbul Cerrahpasa Universities respectively. Istanbul University has 320 COVID-19 related publications whereas Istanbul University-Cerrahpasa has 295. Their studies have similar impacts according to the average citations. It is also worth mentioning that Istanbul University-Cerrahpasa separated from Istanbul University recently, in 2018. Therefore, collaborations between academics in these two universities most likely continue. Hacettepe and Ankara, two major and old universities located in Ankara, ranked fourth and fifth in the table.

Table 5. Top research organizations in Turkey ranked according to the number of studies published by authors affiliated with them.

Organization	Document	Citation	Average Citations
University of Health Sciences	1061	8687	8
Hacettepe University	375	10208	27
Istanbul University	320	3730	12
Istanbul University-Cerrahpasa	295	3336	11
Ankara University	232	2544	11
Ankara Yildirim Beyazit University	186	1844	10
Sakarya University	185	2088	11
Koç University	171	2159	13
Marmara University	158	1293	8
Gazi University	151	1410	9

Table 6 shows the top ten Turkish authors based on the number of articles related to COVID-19 they published, their subject areas, their most cited studies, and the number of citations. Oğuz KARABAY is the Turkish researcher that has the highest number of publications related to COVID-19. The subject area of the publications is medicine. His paper, “Effect of COVID-19 on platelet count and its indices”, published in the journal “Revista da Associacao Medica Brasileira”, has been cited 37 times. Although Oğuz KARABAY ranked first based on the number of documents he published, the studies of many researchers in the table are more impactful according to the number of citations. For instance, the study, “Efficacy and safety of

an inactivated whole-virion SARS-CoV-2 vaccine (CoronaVac)", carried out by Bircan KAYAASLAN, ranked the fifth with a total number of articles of 24, has been cited 354 times. Similarly, the study of Murat YILDIRIM conducted in psychology/medicine area has been cited 216 times so far.

Table 6. The top ten Turkish authors based on the number of articles related to COVID-19 they published, their subject areas, their most cited studies, and the number of citations.

	Authors	**Document**	**Subject**	**Most Cited Publication**	**Citation**	**Journal**
1	Oğuz Karabay	34	Medicine	Effect of COVID-19 on platelet count and its indices [3]	37	Revista da Associacao Medica Brasileira
2	Murat Yıldırım	27	Psychology/ Medicine	The impacts of vulnerability, perceived risk, and fear on preventive behaviours against COVID-19 [4]	216	Psychology Health and Medicine
3	Abdulsamet Erden	26	Medicine/ Immunology and Microbiology	Are type 1 interferons treatment in Multiple Sclerosis as a potential therapy against COVID-19 [5]	17	Multiple Sclerosis and Related Disorders
4	Rıdvan Karaali	26	Medicine/ Immunology and Microbiology	Psychiatric morbidity and protracted symptoms after COVID-19 [6]	65	Psychiatry Research
5	Bircan Kayaaslan	24	Medicine	Efficacy and safety of an inactivated whole-virion SARS-CoV-2 vaccine (CoronaVac) [7]	354	Lancet
6	Yasemin Özsürekçi	24	Medicine/ Immunology and Microbiology	Multisystem inflammatory syndrome in children during the COVID-19 pandemic in Turkey: first report from the Eastern Mediterranean [8]	20	Clinical Rheumatology
7	Rahmet Güner	23	Medicine/ Immunology and Microbiology	Investigation of SARS-CoV-2 in Semen of Patients in the Acute Stage of COVID-19 Infection [9]	62	Urologia International

8	Selçuk Yaylacı	23	Medicine/ Immunology and Microbiology	Can the neutrophil/lymphocyte ratio (NLR) have a role in the diagnosis of coronavirus 2019 disease (COVID-19)? [10]	31	Revista da Associacao Medica Brasileira
9	Fatma Eser	21	Medicine/Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Investigation of SARS-CoV-2 in Semen of Patients in the Acute Stage of COVID-19 Infection [9]	62	Urologia Internationalis
10	Dilek Şahin	21	Medicine/ Immunology and Microbiology	COVID-19 vaccine acceptance in pregnant women [11]	99	International Journal of Gynecology and Obstetrics

5. Conclusion and Discussion

COVID-19 has seriously affected people all over the World since it began and we are still in danger due to sessional epidemics with mutated COVID-19 virus. Many studies have been carried out about COVID-19 in different subject areas from medicine to engineering. In this study, we conduct a bibliometric analysis study to be able to see a general framework of studies carried out in Türkiye. As a result, it is observed that percentages of studies in some subject topics such as medicine, nursing, computer science, business, management, etc. are significantly higher than the percentages of studies conducted all over the world whereas Türkiye underperformed in some areas as social and environmental sciences, art/humanities, psychology. The other important issue is that multidisciplinary studies in Türkiye are very low compared to the World. It is concluded that shortage the number of studies in social science, art and humanities, etc. in Türkiye and the lack of multidisciplinary study environments among researchers and universities appear in this study as well. Researchers in Türkiye mostly collaborate with other researchers in the US and UK whereas the most impactful studies in terms of the total citations are conducted by researchers in Türkiye and Germany. University of Health Sciences has the highest number of publications whereas studies of researchers affiliated with Hacettepe University are more impactful based on the average number of citations. Turkish researcher, Oğuz Karabay, has the highest number of articles related to COVID-19; however, studies of Murat Yıldırım and Bircan Kayaaslan have a much more impact with citations of 216 and 354, respectively.

References

[1] WHO COVID-19 Dashboard. Geneva: World Health Organization, 2020. Available online: https://covid19.who.int/ (last cited: [10/12/2022])

[2] Van Eck, N. J., & Waltman, L., (2010). "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping.", Scientometrics, 84(2), 523–538.

[3] Güçlü, E., Kocayiğit, H., Okan, H. D., Erkorkmaz, U., Yürümez, Y., Yaylacı, S., ... & Karabay, O. (2020). Effect of COVID-19 on platelet count and its indices. Revista da Associação Médica Brasileira, 66, 1122-1127.

[4] Yıldırım, M., Geçer, E., & Akgül, Ö. (2021). The impacts of vulnerability, perceived risk, and fear on preventive behaviours against COVID-19. Psychology, health & medicine, 26(1), 35-43.

[5] Gemcioglu, E., Davutoglu, M., Ozdemir, E. E., & Erden, A. (2020). Are type 1 interferons treatment in Multiple Sclerosis as a potential therapy against COVID-19?. Multiple sclerosis and related disorders, 42, 102196.

[6] Poyraz, B. Ç., Poyraz, C. A., Olgun, Y., Gürel, Ö., Alkan, S., Özdemir, Y. E., ... & Karaali, R. (2021). Psychiatric morbidity and protracted symptoms after COVID-19. Psychiatry research, 295, 113604.

[7] Tanriover, M. D., Doğanay, H. L., Akova, M., Güner, H. R., Azap, A., Akhan, S., ... & Aksu, K. (2021). Efficacy and safety of an inactivated whole-virion SARS-CoV-2 vaccine (CoronaVac): interim results of a double-blind, randomised, placebo-controlled, phase 3 trial in Turkey. The Lancet, 398(10296), 213-222.

[8] Ozsurekci, Y., Gürlevik, S., Kesici, S., Akca, U. K., Oygar, P. D., Aykac, K., ... & Ozen, S. (2021). Multisystem inflammatory syndrome in children during the COVID-19 pandemic in Turkey: first report from the Eastern Mediterranean. Clinical Rheumatology, 40(8), 3227-3237.

[9] Kayaaslan, B., Korukluoglu, G., Hasanoglu, I., Kalem, A. K., Eser, F., Akinci, E., & Guner, R. (2020). Investigation of SARS-CoV-2 in semen of patients in the acute stage of COVID-19 infection. Urologia internationalis, 104(9-10), 678-683.

[10] Nalbant, A., Kaya, T., Varim, C., Yaylaci, S., Tamer, A., & Cinemre, H. (2020). Can the neutrophil/lymphocyte ratio (NLR) have a role in the diagnosis of coronavirus 2019 disease (COVID-19)?. Revista da Associação Médica Brasileira, 66, 746-751.

[11] Goncu Ayhan, S., Oluklu, D., Atalay, A., Menekse Beser, D., Tanacan, A., Moraloglu Tekin, O., & Sahin, D. (2021). COVID-19 vaccine acceptance in pregnant women. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 154(2), 291-296.

CR (VI) İNDİRGEME YAPAN ARITMA TESİSLERİNDE NANOTANECİK YÜKLÜ AKTİF KARBON KULLANILARAK CR (VI) GİDERİM PERFORMANSININ ARTTIRILMASI

[1]Şahin KALYONCU, [2]Doç. Dr. Fatih AKTAŞ

[1]Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
https://orcid.org/0000-0001-7506-5579

[2]Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
https://orcid.org/0000-0002-2031-298X

ÖZET

Bu çalışmada Cr (VI) giderimini kimyasal reaksiyonlar sonucu indirgeme yoluyla sağlayan atık su arıtma tesislerinde çıkış suyunu en son nanotanecik yüklü aktif karbon filtrelerinden geçirerek krom giderim performasının arttırılması amaçlanmıştır. Gümüş nanopartikülle kaplanan aktif karbon filtreler arıtma tesisinin son aşaması olan nötralizasyon tankının çıkışına yerleştirilmiş ve burada çıkış sularının standart aktif karbon filtrelerden geçirilmesiyle elde edilen krom giderim verimi ile nanapartiküllü filtrelerin giderim verimi kıyaslanmıştır. Çalışmada pH etkisi ve temas süresi gibi parametrelerin incelenmesi ile gerekli optimizasyon şartlarının belirlenmesi için farklı pH'larda ve farklı temas süreleri içerisinde atık su numuneleri alınmıştır. Yapılan atık su analiz sonuçlarında gümüş nanopartikül kaplı aktif karbon filtrelerin standart aktif karbon filtrelere kıyasla ortalama %50'lik bir oranla daha iyi krom gideri sağladığı gözlemlenmiştir.

Ayrıca periyodik olarak alınan atık su analizleri ile filtrelerin kullanım ömürlerinin karşılaştırılması da yapılmıştır. Buradan elde edilen verilerle nanopartikül kaplı filtrelerin standart aktif karbon filtrelere nazaran 2 kat daha uzun süre kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucu düşük bir yatırım maliyeti ile krom gideriminde büyük avantajlar sağlanabileceği gözlemlenmiştir. Kimyasal arıtım yapan bir atık su arıtma tesisinin çıkışında denenmiş olan bu gümüş nanopartiküllü filtrelerin göstermiş olduğu performans ile endüstriyel kullanıma da uygun olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nanotanecik Yüklü Aktif Karbon, Krom (VI), Adsorpsiyon

USING NANOPARTICLE LOADED ACTIVATED CARBON IN CR (IV) REDUCING TREATMENT PLANTS INCREASING CER (IV) REMOVAL PERFORMSNCE

In this study, it is aimed to increase the chromium removal performance by passing the effluent water through the latest nanoparticle loaded activated carbon filters in waste water treatment plants that provide Cr (VI) removal by reduction as a result of chemical reactions. Activated carbon filters coated with silver nanoparticles were placed at the outlet of the neutralization

tank, which is the last stage of the treatment plant and the chromium removal efficiency obtained by passing the effluent water through standard activated carbon filters and the removal efficiency of nanoparticle filters were compared. In the study, wastewater samples were taken at different pH and different contact times in order to examine the parameters such as pH effect and contact time and to determine the necessary optimization conditions. In the results of the wastewater analysis, it has been observed that silver nanoparticle coated activated carbon filters provide an average of %50 better chrome removal compared to standard activated carbon filters.

In addition, a comparison of the lifetime of the filters with the periodic waste water analyzes was made. With the data obtained here, it was concluded that nanoparticle coated filters can be used for 2 times longer than standard activated carbon filters. As a result of these comparisons, it has been observed that great advantages can be achieved in chrome removal with a low investment cost. It has been determined that these silver nanoparticle filters, which have been tested at the outlet of a waste water treatment plant that performs chemical treatment, are also suitable for industrial use with their performance.

Keywords: Nanopartıcle Activated Carbon, Chromium (VI), Adsoption

1.GİRİŞ

Su kirliliği, bir su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve çevresel özelliklerinde olumsuz değişiklikler şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı olarak biyolojik kaynakların önleyici bir şekilde bozulmasına neden olan malzeme veya enerji atıklarının deşarjıdır. , insan sağlığı, balıkçılık ve suyun diğer kullanımları. Çeşitli endüstriyel faaliyetler sonucunda, atık sularda bazen eser miktarda bazen de yüksek konsantrasyonlarda metallere rastlanmaktadır. Bazı metal bileşikleri çevreye yayılarak kirlilik yaratır. Metaller suda çözülür veya suyun dibinde toplanır. Metal ve organik kirlilik gibi kimyasal ve biyolojik etkenlerle bozulmazlar. En fazla bir metal bileşiği başka bir bileşiğe dönüştürülebilir. Ancak metal iyonu kaybolmaz. Ağır metaller suyu ve toprağı kirletir. Kirli sulardaki ağır metal konsantrasyonları hidrolojik, kimyasal ve biyolojik süreçlere bağlı olarak değişmektedir. Ağır metallerin boşaltım ortamındaki yaşam üzerindeki toksik etkisi, konsantrasyonları ile doğru orantılıdır. Atkinson ve meslektaşları yaptıkları çalışmada, laboratuvar ölçekli biyosorpsiyon sürecini verimli hale getirmek için bir metal kaplama şirketinden gelen metalle kirlenmiş endüstriyel atık suyu aktif çamura maruz bıraktılar. Değerlendirilen metaller Cu^{+2}, Cd^{+2}, Zn^{+2}, Cr^{+3}, Ni^{+2} ve Cr^{+6} olarak tanımlandı. Endüstriyel atık sularda büyük miktarlarda bulunan Cr(VI)'nın metalurjik üretimden uzaklaştırılması önemlidir çünkü Cr(VI) toksik olduğu için çevre ve insan sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Endüstride yaygın olarak kullanılan krom ve türevleri, su kalitesini olumsuz etkilemeyecek aralıklarla muhafaza edilmelidir [6]. Bu nedenle krom gibi ağır metaller içeren atık sulara uygulanan yaygın arıtma yöntemleri arasında; indirgeme ve kimyasal çöktürme, iyon değişimi, buharlaştırma, solvent ekstraksiyonu, ters osmoz, biyosorpsiyon ve adsorpsiyon. Önceleri, Cr(VI)'nın atık sudan uzaklaştırılması için, başlangıç krom konsantrasyonu çok yüksek olmayan atık su için yeşil sentez ile elde edilen aktif karbon içeren nanopartiküller kullanılarak kromun adsorpsiyon yoluyla uzaklaştırılması işlemi kullanılmaktaydı. Bu çalışmada, yüksek Cr içeriği (VI) konsantrasyonuna sahip endüstriyel atıksularda krom giderimi sağlandıktan sonra atıksuda kalan krom bileşenlerinin

nanopartikülat aktif karbon filtrelerde tutularak atıksudaki krom kirliliğinin en aza indirilmesi amaçlandı. Endüstriyel atıksu arıtma tesislerine giren Cr(VI) konsantrasyonu sıklıkla değişkenlik gösterdiğinden ve yüksek krom içeriğine sahip atıksularda geri kazanım işlemi yeterince gerçekleştirilemediğinde deşarj edilen sudaki krom konsantrasyonu problemlere yol açabilmektedir.

2. ADROSPSİYON

Adsorpsiyon, bir molekülün sıvı yığından katı yüzeye transferine yol açan bir yüzey işlemidir. Bu, fiziksel kuvvetler veya kimyasal bağlar nedeniyle oluşabilir. Genellikle tersine çevrilebilir (ters işleme desorpsiyon denir); o zaman sadece maddelerin çıkarılmasından değil, aynı zamanda salıverilmesinden de sorumludur (Brown ve ark., 2018). Çoğu durumda, bu süreç dengede, sıvıdaki konsantrasyon veriliyken yüzeye yapışık madde miktarını ölçen bazı denklemler aracılığıyla tanımlanır. Bu denklemlere, parametrelerinin adsorpsiyonu etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biri olan sıcaklığa bağlı olması nedeniyle izotermler denir (en ünlüsü Langmuir ve Freundlich denklemleridir). Adsorpsiyon ekolojide temel bir role sahiptir: jeosfer ile hidrosfer ve atmosfer arasındaki alışverişi düzenler, ekosistemlerdeki maddelerin taşınmasını açıklar ve iyon değişimi ve enzimatik süreçler gibi diğer önemli süreçleri tetikler (Brown ve ark., 2018).

2.1. Adsorpsiyon Tipleri

2.1.1. Fiziksel Adsopsiyon

Zayıf Van-der Waal kuvvetlerinin adsorbanı ve adsorbatı birbirine bağladığı varsayılır. Elektronun kendi etkileşim halindeki türleri ile orijinal ilişkisini kaybetmeden yeni denge ayarlaması gerçekleşmesine rağmen, elektron transferi veya paylaşımı yoktur. Bu zayıf bağların varlığı, genellikle 10 Kcal/mol'den [63-84 KJ/mol] düşük adsorpsiyon ısısı ile karakterize edilir. Bu adsorpsiyon, yalnızca adsorbatın kaynama noktasının altındaki sıcaklıklarda kayda değerdir. Doğası gereği tersinirdir ve adsorbana göre spesifik değildir. Fiziksel adsorpsiyonun çok tabakalı oluşumuna yol açabileceği fikrine uygun olarak, bunlar katı adsorbandan çok adsorbatın doğasına daha fazla bağımlılığa yol açar (Berkem, 1994).

2.1.2. Kimyasal Adsorpsiyon

Çoğu durumda, bir maddenin bir yüzeyde adsorpsiyonu, elektron transferi veya paylaşımı nedeniyle adsorbat ve adsorban arasında kimyasal bağların oluşumunu içerir (Savcı, 2005). Genellikle yüksek derecede adsorpsiyon ısısı, yani 20-150 Kcal/mol'den fazla ile karakterize edilir ve yüksek sıcaklıklarda meydana gelebilir. Doğası gereği genellikle geri dönüşümsüzdür ve hem adsorbat hem de adsorban ile spesifik değildir. Büyük miktarda adsorpsiyona yol açan yüksek ilk ısı nedeniyle, tek tabaka gibi bir şey oluşturmak için kimyasal adsorpsiyonun bir göstergesidir, ardından fiziksel kuvvetlerle bağlanan çok tabaka oluşumu gelir (Savcı, 2005).

2.1.3. Değişim Adsorpsiyonu

Değişim adsorpsiyonu, bir maddenin bir yüzey üzerine yoğunlaşarak adsorbe edilmesi olayıdır. Bu olay, bir madde ile bir yüzey arasında covalent bağlar oluşturarak gerçekleşir. Değişim

adsorpsiyonu, özellikle katı yüzeylerde sıklıkla görülen bir olaydır ve yüksek yoğunluklu maddelerin yüzeylerine yoğunlaşarak adsorbe edilmesi ile sonuçlanır. Değişim adsorpsiyonu, özellikle bir maddenin yüzeyine bağlanan bir maddeyi çözmek için kullanılır (Nas, 2006).

2.2. Adsorpsiyonu Etkileyen Faktörler

Adsorbanın doğası, gazın adsorpsiyonu, adsorbanın doğasına bağlıdır. Bir gaz, farklı emici yüzeylerde farklı miktarlarda adsorbe edilebilir. Örneğin, Hidrojen belirli koşullar altında alümina yüzeyinde zayıf bir şekilde adsorbe edilirken, nikel yüzeyinde kuvvetli bir şekilde adsorbe edilir (Yuana ve ark., 2009).

Yüzey alanı; Adsorbanın yüzey alanını arttırdığımızda gazların adsorpsiyonunda bir artış olur. Bunun nedeni, yüzey alanını arttırdığımızda daha fazla sayıda adsorbe edici bölge olmasıdır. Çok ince bölünmüş katılar ve bazı gözenekli maddeler iyi adsorbanlardır (Sengül ve Küçükgül, 1997).

Gazın doğası; Genel olarak, eğer bir gaz daha sıvı hale geliyorsa, daha kolay emilecektir. Örneğin NH3, HCl, Cl2, CO2 gibi kolayca sıvılaştırılabilen gazlar O2, H2 gibi kalıcı gazlara göre katı yüzeyinde daha kolay adsorbe edilir (Keskinler, 1994).

Ekzotermik doğa;Adsorpsiyon ısısı, katı bir yüzeye 1 g mol gaz adsorbe edildiğinde açığa çıkan enerji olarak tanımlanabilir. Sıcaklık arttığında gaz moleküllerinin kinetik enerjisi de artar, bu da moleküller ile yüzey arasında daha fazla sayıda çarpışmaya neden olur (Baran, 2012).

Basınç; Katı yüzeyde, gaz moleküllerinin adsorbe edilebileceği sabit sayıda adsorpsiyon bölgesi vardır. Başlangıçta basınç arttığında, yüzeye çarpan gaz moleküllerinin artması nedeniyle adsorpsiyon hızı artar. Böylece, basınçtaki bir artış adsorpsiyon hızını doğrusal olarak arttırır. Ancak bir süre sonra, adsorpsiyon bölgelerinin sayısı sabitlendiğinden ve bu bölgelerde daha fazla adsorpsiyon gerçekleşemeyeceğinden, basıncın adsorpsiyon hızı üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı bir noktaya ulaşacaktır. Dolayısıyla, bu noktada, adsorpsiyonun kapsamı basınçtan bağımsız olacaktır (Şencan, 2001).

3. AKTİF KARBON

Aktif karbon Uluslararası Saf ve Uygulamalı Kimya Birliği (IUPAC) tarafından tanımlanan şekliyle, adsorbsiyon kabiliyeti arttırmak için karbonizasyon öncesi, sonrası veya karbonizasyon esnasında birtakım kimyasallarla veya gazlarla muamele edilerek oluşturulan karbon mataryallerdir (Dural, 2005; Akyıldız, 2007).

3.1. Aktif Karbonun Genel Özellikleri

Yüksek gözenek hacmi ve geniş yüzey alanı gibi spesifik özellikleri nedeniyle kullanım alanı oldukça fazla olan aktif karbonlar genel olarak hiçbir yapısal formül ya da kimyasal analiz yolu ile karakterize edilemeyen, karbonlu amorf maddelerdir (Bogatryeva ve ark., 2000).

Aktif karbon hemen hemen tüm karbonca zengin, ucuz ve düşük inorganik içeriğe sahip hammaddelerden üretilebilen, geniş yüzey alanı ve çeşitli boyutlarda gözenek yapılarıyla

adsorbsiyon kapasitesi oldukça yüksek karbonlu bir malzemedir (Mestre et al., 2009; Sharifan, 2014; Oginni, 2018).

Yüzey alanları 400 m 2 /g‟dan, gözenek hacimleri ise 0,2 cm3 /g‟dan büyük olan aktif karbonlar gözenek boyutları açısından ise birkaç bin angstrom (Ǻ) arasında değişiklik göstermektedir. Aktif karbonların yapısındaki gözeneklerin farklı boyutlarda dağılım göstermelerinden dolayı adsorpsiyon kapasiteleri ve akış hızları farklılık göstermektedir. Ayrıca kullanılan adsorban moleküllerin parçacık boyutlarının küçük olması penetrasyonlarını artırdıkları için adsorpsiyon hızını da artırmaktadır (Bogatryeva ve ark., 2000).

3.1.1. Aktif Karbonun Fiziksel Özellikleri

3.1.1.1. Yüzey Alanı

Aktif karbonlara ait önemli özelliklerinden bir diğeri de geniş yüzey alanına sahip olmasıdır. Yüzey alanı, üretimde kullanılan hammaddenin cinsine, tercih edilen fiziksel ve kimyasal aktivasyon aktivasyon yöntemine, karbonizasyona ve karbonizasyon sıcaklığı bazı faktörlere bağlıdır. Tüm bu üretim süreci farklılıkları ve üretim yöntemleri sonunda elde edilen aktif karbonların yüzey alanları farklılık göstermektedir. Aktif karbonun önemli bir parametresi olan yüzey alanı sorpsiyon ve iyon değişim özellikleriyle doğru orantılıdır (Müller ve Mehnert, 1997).

Boyut ve erişilebilirliğe bağlı olarak gözeneklerden, açıkta kalan yüzey alanı iç ve dış yüzey alanı olmak üzere iki farklı biçimde ölçülmektedir. Dış yüzey alanı tüm çıkıntıları, daha geniş çatlakları ve gözenekleri (mezoporlar ve makro gözenekler), iç yüzey alanı ise sadece daha derin ve daha az erişilebilir (mikro gözenekler) çatlak ve boşlukların duvarlarını kapsar (Müller ve Mehnert, 1997).. Mezoporlar ve makro gözenekler aktif karbonun toplam gözenekli yapısına çok az katkıda bulunduğundan, özellikle adsorpsiyon kapasitesi açısından iç yüzey alanı belirlemede mikro gözenek sayısı rapor verir.

3.1.1.2. Gözenek Yapısı

Aktif karbona ait diğer bir özellik ise gözenekli bir yapıya sahip olmasıdır. Sadece gözenekli yapısı değil aynı zamanda gözeneklerin hacmi ve çapıda önemlidir. Aktif karbona ait gözenek boyutu, dağılımı ve buna bağlı olarak oluşan yüzey alanı, belirli bir şekil ve boyuttaki herhangi bir molekülün erişebileceği karbon yapısının fraksiyonu yani molekün erişebildiği gözenek hacmi olarak ifade edilmektedir. IUPAC tarafından verilen gözenek boyutu dağılımı yarıklar şeklindeki gözenek duvarları ve arada kalan silindirik mesafeyi temsil eden gözeneklerin genişliği dikkate alınarak belirlenmiştir.

Aktif karbonların gözenek dağılımları ve gözenek çapları kullanılan hammaddelerin cinsine ve karbonizasyon sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Gözeneklerin oluşma nedeni ise hammaddenin inert gaz ortamında ısıtılmasıyla birlikte hammaddeye ait uçucu bileşenlerin karbon iskeletten uzaklaşması şeklindedir (Avcıata, 2009).

3.1.2. Aktif Karbonun Kimyasal Özellikleri

Organik bileşiklerin temel yapı taşlarını oluşturan karbon elementi, aynı zamanda yeryüzünde en çok bulunan elementlerden birisidir. Doğada karbonun 11C, 12C, 13C olmak üzere üç izotopu bulunmaktadır. Ayrıca karbonun bu yapısı dışında, fiziksel özellikleri farklılık gösteren allotropik şekilleri bulunmaktadır (Saygılı, 2015).

Karbon altı elektronlu hafif bir atomdur, ancak elementin ya elmasta olduğu gibi tetrahedral bir konfigürasyon veren sp3 hibridizasyonuna ya da grafitte olduğu gibi düzlemsel üç katlı bir koordinasyon veren sp2 hibridizasyonuna dayanan bir dizi olası bağlanma şeması vardır. Bu malzemelerin fiziko-kimyasal doğası oldukça farklıdır (Saygılı, 2015).

Aktif karbonun adsorplama kapasitesi yüzey alanı, gözenekliliği ve gözenek hacmine bağlı olmakla birlikte, kimyasal yapısı da bir o kadar önem taşımaktadır. Aktif karbonun üretiminde kullanılan hammaddenin kimyasal özellikleri ve mineral içeriği aktif karbona ait adsorblama kapasitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

3.1.3. Aktif Karbonun Türleri

İhtiyaca göre toz, granül ya da lif şeklinde aktif karbonlar üretilmektedir (Kroschwitz, 1993)

3.1.3.1. PAC (Toz Aktif Karbon)

Toz aktif karbonların tanecik boyutu yaklaşık olarak 0,15 mm ve 0,25 mm arasında olup küçük toz ya da ince tanecikler halinde öğütülmüş aktif karbonlardır. Toz haline getirilmiş aktif karbonların oldukça geniş olan dış yüzey alanı ve küçük parçacık boyutu onların daha çok sıvı faz uygulamaları ve gaz adsorpsiyonu için kullanımına olanak sunmuştur(Şamdan, 2013). Bu bakımdan en sık kullanılan alanlar atık su arıtımında renk ve koku giderimi ve içme sularında tat giderimi olmuştur. Hem kullanım alanının fazla oluşu hemde kullanım pratiği bakımından en çok kullanılan aktif karbondur.

3.1.3.2. GAC (Granüler Aktif Karbon)

Granül aktif karbonlar (GAC), hindistancevizi kabukları ve benzeri sert hammaddelerden üretilebilen 80 mesh ve üzeri (0,177 mm) parçacık boyutuna sahip ve toz aktif karbona nispetle daha düşük yüzey alanına sahip karbonlardır. Granül aktif karbonlar toz aktif karbonlara göre daha büyük tanecik boyutuna sahip olmalarıyla birlikte daha küçük yüzey alanına sahiptirler (Küçükgül, 2004).

3.1.3.3. Pellet AC (Pellet Aktif Karbon)

Pellet aktif karbonlar 0,8-5 mm arasında tanecik boyutunda olan, basınç uygulaması sonucu pellet şeklini almış silindir görünümlü olan aktif karbonlardır (Küçükgül, 2004).

Pellet aktif karbonlar uygulanan basınçtan dolayı mekanik dayanıklığı yüksek bir yapıda olduğu için gaz fazı uygulamalarında kullanılmaktadır. Bunun yanında pellet aktif karbonlar çözücülerin geri kazanılmasında, baca gazlarının temizlenmesinde, kokuların giderilmesi ve gazların saflaştırılması gibi işlemlerde kullanılabilmektedirler (Küçükgül, 2004).

4. Cr (IV) VE ÖZELLİKLERİ

4.1. Cr (IV)'ın Tanımı

Cr (IV) (krom (IV)) bir kimyasal elementin simgesidir ve krom elementinin dördüncü oksijenli bileşiğidir. Bu bileşik, krom elementinin oksijen ile birleşmesiyle oluşur ve krom (IV) oksit olarak da bilinir. Krom (IV) oksit, beyaz renkli bir tozdur ve suda çözünmez. Krom (IV) oksit, çeşitli endüstriyel uygulamalar için kullanılır ve özellikle kaplama, boya ve lastik endüstrisinde yaygın olarak kullanılır. Krom (IV) oksit, aynı zamanda su arıtma işlemlerinde de kullanılır ve su arıtma tesislerinde suyun içindeki krom miktarını azaltmak için kullanılır. Bunun yanı sıra, krom (IV) oksit, çeşitli çinko ve manganez bileşikleri üretiminde de kullanılır. Krom (IV) oksit, çalışma ortamında hava ile temas ettiğinde çok hafif bir toz oluşturur ve bu nedenle çalışma ortamında hava hareketlerinin olmaması önemlidir (Nordberg, 2004.).

4.2. Cr (IV)'ın Kaynakları

Krom (IV) oksit, çeşitli kaynakları vardır. Bunlar şunlardır(Sethy ve ark., 2018):

- Madenler: Krom (IV) oksit, çeşitli madenlerde bulunabilir ve özellikle cromit madenlerinde yüksek miktarlarda bulunur (EPA, 1998).
- Kimyasal reaksiyonlar: Krom (IV) oksit, krom elementinin oksijen ile birleşmesiyle oluşur. Bu reaksiyon, krom elementinin oksijen ile ısıtılmasıyla gerçekleştirilebilir.
- Endüstriyel prosesler: Krom (IV) oksit, çeşitli endüstriyel proseslerde üretilebilir. Örneğin, kaplama ve boya endüstrisinde krom (III) bileşiklerinin oksijen ile ısıtılmasıyla krom (IV) oksit üretebilir.
- Doğal oluşum: Krom (IV) oksit, doğal olarak da oluşabilir. Örneğin, volkanik patlamalar sırasında krom elementinin oksijen ile birleşmesiyle krom (IV) oksit oluşabilir.

4.3. Sulardaki CR(IV) ve Zararlı Etkileri

Sulardaki krom (IV) miktarı, çeşitli faktörlerden etkilenir. Özellikle, sudaki krom (IV) miktarı, suyun içindeki krom elementinin miktarına ve bu elementin oksijen ile birleşme oranına bağlıdır. Ayrıca, sudaki krom (IV) miktarı, suyun pH değerine ve suyun içindeki diğer bileşenlerin miktarına da bağlıdır. Sulardaki krom (IV) miktarı, çeşitli yöntemlerle ölçülebilir. Örneğin, su örneklerinde krom elementinin miktarını belirlemek için spektrofotometri veya titrasyon gibi yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemler, sudaki krom elementinin miktarını belirlerken, sudaki krom (IV) miktarını da tahmin etmek için kullanılabilir.. Cr (VI) 'ya maruz kalma, rinit, tüberküloz, ishal, bronşit, dermatit ve akciğer kanseri gibi ciddi olumsuz sağlık koşulları geliştirme riskini arttırır (Nriagu ve Nieboer, 1988).

4.3.1. Sularda Bulunan Krom Türleri

Sularda bulunan krom türleri çeşitlidir ve bu türlerin miktarları suyun içindeki diğer bileşenlerden etkilenir. Özellikle, sudaki krom türleri, suyun pH değerine ve suyun içindeki diğer bileşenlerin miktarına bağlıdır. Ayrıca, sudaki krom türleri, suyun sıcaklığı ve basıncı gibi fizikokimyasal koşullara da bağlıdır (Dubey ve Gopal, 2007; Cronje ve ark., 2011).

Sularda bulunan krom türleri şunlardır:

- Krom (III) bileşikleri: Krom (III) bileşikleri, krom elementinin oksijen ile birleşmesiyle oluşan bileşiklerdir. Bu bileşikler, suda çözünür ve çeşitli endüstriyel proseslerde kullanılır. Örneğin, kaplama ve boya endüstrisinde kullanılırr (Kotas ve Stasicka, 2000).
- Krom (IV) oksit: Krom (IV) oksit, krom elementinin dördüncü oksijenli bileşiğidir. Bu bileşik, beyaz renkli bir tozdur ve suda çözünmez. Krom (IV) oksit, çeşitli endüstriyel proseslerde kullanılır ve özellikle kaplama, boya ve lastik endüstrisinde yaygın olarak kullanılır.
- Krom (VI) bileşikleri: Krom (VI) bileşikleri, krom elementinin altıncı oksijenli bileşiğidir. Bu bileşikler, suda çözünür ve çeşitli endüstriyel proseslerde kullanılır. Özellikle, kaplama ve boya endüstrisinde kullanılır.
- Krom (II) bileşikleri: Krom (II) bileşikleri, krom elementinin ikinci oksijenli bileşiğidir. Bu bileşikler, suda çözünmeyen bileşiklerdir ve çeşitli endüstriyel proseslerde kullanılır. Örneğin, kaplama ve boya endüstrisinde kullanılırr (Kotas ve Stasicka, 2000).

4.4. Cr (VI) Kirliliğinin Canlı Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Cr (VI) kirliliği, krom (VI) olarak bilinen kromun çok toksik bir formudur. Bu kirlilik, hava, su ve toprakta bulunabilir ve çeşitli işyerlerinde, endüstriyel üretim süreçlerinde ve hatta bazı ürünlerde kullanılabilir(Atlanta, 1998). Cr (VI) kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri oldukça ciddi olabilir. Cr (VI) kirliliği, solunum yoluyla alındığında ve deriyle temas ettiğinde zararlı olabilir. Bu maddenin solunum yoluyla alınması, nefes darlığı, öksürük ve nefes alma güçlüğü gibi belirtilere neden olabilir. Deriyle teması ise deride yanma, kaşıntı ve kabarma gibi belirtilere neden olabilir. Ayrıca Cr (VI) kirliliği, cilt kanserine neden olabilir(Lu ve ark., 2017). Cr (VI) kirliliği, aynı zamanda sindirim sistemine de zarar verebilir. Bu maddenin aşırı miktarlarda alınması, kusma, ishal ve karın ağrısı gibi belirtilere neden olabilir. Ayrıca bu maddenin aşırı miktarlarda alınması, karaciğer ve böbreklerde hasara neden olabilir. Cr (VI) kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, bu maddenin ne kadar ve hangi şekilde alındığına göre değişebilir(Miretzky ve Cirelli, 2010).. Ancak bu maddenin herhangi bir miktarda alınması, insan sağlığı için risk oluşturabilir. Bu nedenle, Cr (VI) kirliliğine maruz kalma riskini azaltmak için önlemler alınması önemlidir(EPA, 1998).

4.5. Cr (VI) Giderim Yöntemleri

Krom (VI) oksit, çeşitli endüstriyel proseslerde kullanılır ve bu nedenle suda bulunabilir. Krom (VI) oksit, insan sağlığı için zararlı olabilir ve bu nedenle suda bulunan krom (VI) miktarını azaltmak önemlidir. Aşağıda, suda bulunan krom (VI) oksit miktarını azaltmak için kullanılabilecek bazı yöntemler verilmiştir:

- Kimyasal reaksiyonlar: Krom (VI) oksit, kimyasal reaksiyonlar yoluyla azaltılabilir. Örneğin, krom (VI) oksit, asetik asit ve hidrojen peroksit ile birleştirilerek krom (III) oksit haline dönüştürülebilir. Bu reaksiyon, krom (VI) oksit miktarını azaltmak için kullanılabilir(Dabrowski ve ark. 2004).
- Elektrokinetik ayırma: Elektrokinetik ayırma yöntemi, suda bulunan krom (VI) oksit miktarını azaltmak için kullanılabilir. Bu yöntem, elektrik akımının kullanılmasıyla suda bulunan krom (VI) oksit miktarını azaltırn (Rafati ve ark., 2016; Fu ve ark., 2017).
- Fotokatalitik oksidasyon: Fotokatalitik oksidasyon yöntemi, suda bulunan krom (VI) oksit miktarını azaltmak için kullanılabilir. Bu yöntem, ışık enerjisi kullanılarak suda bulunan krom (VI) oksit miktarını azaltır(Pereira ve ark., 2003).
- Membran filtrasyonu: Membran filtrasyonu yöntemi, suda bulunan krom (VI) oksit

miktarını azaltmak için kullanılabilir. Bu yöntem, suyun geçirildiği bir membran aracılığıyla suda bulunan krom (VI) oksit miktarını azaltır.

5.MATERYAL VE METOT

Öncelikle uygun nanotanecik yüklü aktif karbonların hazırlanması gerekmektedir. Ag nanotanecikleri sulu çözelti ortamında tek basamaklı indirgenme prosesi yoluyla gerçekleştirilir. 0,1 M olan $AgNO_3$ çözeltisi ile %0,15'lik nişasta çözeltisi ile aynı ortamda 1 saat karıştırılır. Bu sentez işleminde, nişasta indirgen ajan olarak kullanılmıştır. Elde edilen çözeltinin pH'ı 0,1 M NaOH çözeltisi ile pH 5'e kadar ayarlanmıştır. Başlangıç reaksiyon karışımı renksiz olup yaklaşık 1 saat sonunda çözelti açık sarı renge dönüşür ve bu durum Ag nanoparçacıklarının başlangıç oluşumuna işaret eder. Karışım 50 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilir ve rengin iyice sarıya dönüştüğü gözlemlenir. Hazırlanan bu çözelti 5 gr aktif karbon ile 12 saat boyunca karıştırılır. Daha sonra Ag nanotanecikleri yüklenmiş aktif karbon örnekleri (AgNP-AK) deiyonize su ile yıkanır ve 110 C^0'de kurutulur. Hazırlanan bu adsorbanların yüzey morfolojisi taramalı elektron mikroskobu SEM ile incelenerek, farklı deneysel koşullar altında kullanılıp Cr (VI) iyonu giderimindeki performansı değerlendirilir. Ayrıca bu absorbanlar kullanılırken pH, adsorbentin yüzey mekanizmasına dolayısıyla kirletici ile absorbanın bağlanma noktalarına etki ettiği için önemli adsorpsiyon parametrelerinden biridir. Absorbanın yüzey bağlanma noktalarında yer alan fonksiyonel grupların fazlalığı ya da eksikliği hedef metallerin uzaklaştırılmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Adsorpsiyon prosesinin veriminden bahsedebilmek için incelenmesi gereken en önemli parametrelerden biri de temas süresidir. Diğer tüm parametreler sabit tutulup farklı temas sürelerinde zamana karşı elde edilen metal giderim oranı belirlenir.

Aktif karbonun yüzey alanı ve gözenek dağılımı, adsorpsiyon davranışını belirleyen en önemli karakteristik özelliklerindendir. Alınan SEM görüntülerinde (Görsel 1.a) Standart AK yüzey yapısı ve (Görsel 1.b) AgNP AK yüzey yapısı görüntüleri aşağıda yer almaktadır.

Görsel 1.a (Standart Aktif Karbon)

Görsel 1.b (AgNP Aktif Karbon)

Çizelge 1 Artıma Tesisi çıkışındaki (Karbon filtrelere girmeden önce) kirletici konsantrasyon değerleri.

Nötralizasyon Tankı Çıkış Suyu Değerleri (25.09.2022 / Saat : 06:00	
Toplam Krom (mg/l)	2,109
CR^{+6} (mg/l)	1,424
AKM (mg/l)	146,2

Çizelge 2. pH 10'da girişteki kirletici konsantrasyonları bilinen atık suyun 15 kg'lık standart AC ve AgNP filtrelerden geçirildikten sonraki çıkış suyu kirletici konsantrasyon değerleri.

	Filtreye Girişteki Kirletici Konsantrasyonu.	Standart Aktif Karbon Filtre			Gümüş Nanopartiküllü AC Filtre		
		30 DAKİKA	60 DAKİKA	90 DAKİKA	30 DAKİKA	60 DAKİKA	90 DAKİKA
Toplam Krom (mg/l)	2,109	0,9584	0,9187	0,8934	0,534	0,4802	0,4248
Cr^{+6} (mg/l)	1,424	0,7858	0,7138	0,6999	0,4343	0,4338	0,3732
AKM (mg/l)	146,2	41,04	44,08	50,96	28,8	25,96	12

Şekil 1.1. pH 10'da toplam krom konsantrasyonu 2,109 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 1.2. pH 10'da Cr^{+6} konsantrasyonu 1,424 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 1.3. pH 10'da toplam krom konsantrasyonu 2,109 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Çizelge 3. pH 8'de girişteki kirletici konsantrasyonları bilinen atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirildikten sonraki çıkış suyu kirletici konsantrasyon değerleri.

	Filtreye Girişteki Kirletici Konsantrasyonu	Standart Aktif Karbon Filtre			Gümüş Nanopartiküllü AC Filtre		
		30 DAKİKA	60 DAKİKA	90 DAKİKA	30 DAKİKA	60 DAKİKA	90 DAKİKA
Toplam Krom (mg/l)	2,109	0,9097	0,7883	0,7135	0,4246	0,3842	0,3299
Cr^{+6} (mg/l)	1,424	0,7625	0,62	0,6116	0,3512	0,3454	0,2884
AKM (mg/l)	146,2	33,84	48,88	53,24	37,4	14,48	23,12

Şekil 2.1. pH 8'de toplam krom konsantrasyonu 2,109 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 2.2. pH 8'de Cr^{+6} konsantrasyonu 1,424 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 2.3. pH 8'de AKM konsantrasyonu 146,2 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Çizelge 4. pH 6'da girişteki kirletici konsantrasyonları bilinen atık suyun 15 kg'lık standart AC ve AgNP filtrelerden geçirildikten sonraki çıkış suyu kirletici konsantrasyon değerleri.

	Filtreye Girişteki Kirletici Konsantrasyonu	Standart Aktif Karbon Filtre			Gümüş Nanopartiküllü AC Filtre		
		30 DAKİKA	60 DAKİKA	90 DAKİKA	30 DAKİKA	60 DAKİKA	90 DAKİKA
Toplam Krom (mg/l)	2,109	0,8719	0,8522	0,8553	0,4286	0,3491	0,3067
Cr^{+6} (mg/l)	1,424	0,6001	0,6173	0,5739	0,3299	0,3299	0,2127
AKM (mg/l)	146,2	45,24	44,28	48,88	14,36	8,76	9,04

Şekil 3.1. pH 6'da toplam krom konsantrasyonu 2,109 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 3.2. pH 6'da Cr^{+6} konsantrasyonu 1,424 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 3.3. pH 6'da AKM konsantrasyonu 146,2 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Çizelge 5. Arıtma tesisi çıkışındaki (Karbon filtrelere girmeden önce) kirletici konsantrasyon değerleri.

Nötralizasyon Tankı Çıkış Suyu Değerleri (15.10.2022 / Saat : 08:00)	
Toplam Krom (mg/l)	1,964
Cr^{+6} (mg/l)	1,375
AKM (mg/l)	142,6

Çizelge 6. 15.10.2022 tarihinde pH 6'da girişteki kirletici konsantrasyonları bilinen atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirildikten sonraki 90. dakikadaki çıkış suyu kirletici konsantrasyon değerleri.

	Filtreye Girişteki Kirletici Konsantrasyon	Standart Aktif Karbon Filtre	Gümüş Nanopartiküllü AC Filtre
		15 kg	15 kg
Toplam Krom (mg/l)	1,964	0,935	0,401
Cr^{+6} (mg/l)	1,375	0,66	0,276
AKM (mg/l)	142,6	59,90	16,91

Şekil 4.1 pH 6'da toplam krom konsantrasyonu 1,964 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 4.2. pH 6'da Cr^{+6} konsantrasyonu 1,375 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 4.3 pH 6'da girişteki AKM konsantrasyonu 142,6 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Çizelge 7. Arıtma tesisi çıkışındaki (Karbon filtrelere girmeden önce) kirletici konsantrasyon değerleri.

Nötralizasyon Tankı Çıkış Suyu Değerleri (05.11.2022 / Saat : 08:00)	
Toplam Krom (mg/l)	1,983
Cr^{+6} (mg/l)	1,374
AKM (mg/l)	146,5

Çizelge 8. 05.11.2022 tarihinde pH 6'da girişteki kirletici konsantrasyonları bilinen atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirildikten sonraki 90. dakikadaki çıkış suyu kirletici konsantrasyon değerleri.

	Filtreye Girişteki Kirletici Konsantrasyonu	Standart Aktif Karbon Filtre	Gümüş Nanopartiküllü AC Filtre
		15 kg	15 kg
Toplam Krom (mg/l)	1,983	1,091	0,495
Cr^{+6} (mg/l)	1,374	0,756	0,361
AKM (mg/l)	146,5	73,25	23,9

Şekil 5.1. pH 6'da toplam krom konsantrasyonu 1,983 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 5.2. pH 6'da Cr^{+6} konsantrasyonu 1,374 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

Şekil 5.3. pH 6'da girişteki AKM konsantrasyonu 146,5 mg/l olan atık suyun 15 kg'lık standart AC ve AgNP filtrelerden geçirilerek adsorbsiyon kapasitesinin temas süresine bağlı olarak değişiminin karşılaştırılması.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tasarlanmış olan Gümüş Nanopartiküllü filtrelerin atık su arıtma tesisi çıkışına entegre edilerek standart AK filtrelerle kıyaslanması sonucu giderim veriminde %50'lik bir avantaj sağlanmıştır. Filtrelerin giderim verimleri kıyaslanırken pH'ın etkisi ve temas süresinin etkileri de değerlendirilmiştir. Aşağıdaki genel tabloda da görüldüğü üzere giderim verimi temas süresi ile doğru orantılı artarken, pH ile ters orantılı olarak değişmektedir. Değerlendirme sonuçlarında pH=6'da ve 90. dakika da en yüksek giderim verimi sağlanmıştır. Temas sürelerinin değerlendirmesi yapılırken 30.dakika, 60. dakika ve 90. dakikalardaki değerler kıyaslanmış, sürelerin artmasıyla giderim verimi de artmıştır. Ancak giderim oranın büyük bir kısmı (%90) ilk 30 dakikalık sürede gerçekleşmekte olup sonraki süreler içerisinde Ancak giderim oranın büyük bir kısmı (%90) ilk 30 dakikalık sürede gerçekleşmekte olup sonraki süreler içerisinde artarak devam etmektedir.

pH değerlendirmesinde ise en iyi giderim ph=6'da gerçekleşmekte olup aşağıdaki diyagramda yer almakta olan kromun ph=6'da $HCrO_4^-$ şeklinde bulunması Ag^+ iyonuyla beraber adsorpsiyon veriminin en üst düzeyde olmasını sağlamaktadır

Şekil 6. Pourbaix diyagramı sulu ortamda hangi krom türünün baskın olacağını göstermektedir. Diyagram, krom türlerininin farklı pH aralıklarında ve redoks potansiyelindeki termodinamik kararlılığını göstermektedir.

7. SONUÇLAR

Düzce Sarsılmaz Silah Fabrikasının kimyasal atık su arıtma tesisinin çıkışına entegre edilerek denenmiş olan gümüş nanopartiküllü filtreler standart filtrelere kıyasla Cr (IV) giderimin veriminde %50 oranında avantaj sağlamış olup düşük bir yatırım maliyetinin olması ile ekonomik bir tasarım olarak ortaya çıkmaktadır. Filtrelerin giderim verimi temas süresi ile doğru orantılı, pH ile ters orantılı olarak artmaktadır. Ayrıca filtrelerin kullanım ömürleri de 3 haftalık periyotlarla alınan numuneler ile kıyaslanmış olup standart aktif karbon filtrelerin kullanım süreleri 6 ay gibi olurken gümüş nanopartiküllü filtrelerin kullanım ömrü yaklaşık 1 yıldır. Böylelikle tasarımın düşük yatırım maliyeti yanında kullanım ömründe sağladığı 2 katlık bir avantajla endüstriyel kullanımlar içinde uygun bir tasarım olarak ön plana çıkmaktadır. Metal yüzey kaplama yapılan bir tesisisin atık su arıtma tesisi çıkışında Cr (VI) giderimin de kullanılan filtreler deri sanayinde ayrıca atık suyunda farklı ağır metaller bulunan diğer endüstriyel tesislerde de kullanılabilir.

Çizelge 9. 15.09.2022 tarihinde pH 6'da girişteki kirletici konsantrasyonları bilinen atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirildikten sonraki 90. dakikadaki çıkış suyu kirletici konsantrasyon değerleri.

	Filtreye Girişteki Kirletici Konsantrasyonu	Standart Aktif Karbon Filtre	Gümüş Nanopartiküllü AC Filtre
		15 kg	15 kg
Toplam Krom (mg/l)	2,109	0,8553	0,367
Cr^{+6} (mg/l)	1,424	0,5739	0,2127
AKM (mg/l)	146,2	48,88	9,04

Çizelge 10. 15.10.2022 tarihinde pH 6'da girişteki kirletici konsantrasyonları bilinen atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirildikten sonraki 90. dakikadaki çıkış suyu kirletici konsantrasyon değerleri.

	Filtreye Girişteki Kirletici Konsantrasyonu	Standart Aktif Karbon Filtre	Gümüş Nanopartiküllü AC Filtre
		15 kg	15 kg
Toplam Krom (mg/l)	1,964	0,935	0,401
Cr^{+6} (mg/l)	1,375	0,66	0,276
AKM (mg/l)	142,6	59,90	16,91

Çizelge 11. 05.11.2022 tarihinde pH 6'da girişteki kirletici konsantrasyonları bilinen atık suyun 15 kg'lık standart AC filtre ve AgNP filtrelerden geçirildikten sonraki 90. dakikadaki çıkış suyu kirletici konsantrasyon değerleri.

	Filtreye Girişteki Kirletici Konsantrasyonu	Standart Aktif Karbon Filtre	Gümüş Nanopartiküllü AC Filtre
		15 kg	15 kg
Toplam Krom (mg/l)	1,983	1,091	0,495
Cr^{+6} (mg/l)	1,374	0,756	0,361
AKM (mg/l)	146,5	73,25	23,9

KAYNAKÇA

Avcıata, O. 2009. Nano tozların sentezi ve karakterizasyonu. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Doktora Tezi.

Baran, E. 2012. Tekli ve ikili sistemde zeolit yüzeyine malachite green ve rhodamine B'nin adsorpsiyonunun araştırılması. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi

Berkem, A. R., Baykurt, S., ve Berkem, M. L. 1994. Fizikokimya, 2.Cilt. İstanbul Üniversitesi, İletişim Fakültesi Basımevi ve Film Merkezi, 1-1191.

Keskinler, B., Çakıcı, A., Yıldız. 1994. Çevre Mühendisliği temel işlemler ve prosesler ders notları. Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.

Kotas, J., Stasicka Z. 2000. Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation.

Kroschwitz, J.I. 1992. Kirk-Othmer Encyclopedia Of Chemicaal Technology, 4th. Ed.
Chemie Ingenieur
Technik

Küçükgül, E.Y. 2004. Ticari Aktif Karbon Üretimi Ve Özelliklerinin Belirlenmesi (Productıon Of The Commerıcal Actıvated Carbon And Determınatıon Of The Properties. Deü Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi

Müller, R.H., Mehnert, W. 1997. Particle And Surface Characterisation Methods. Medharm Scientific Publishers.

Nas, Z. M. 2006. Tekstil boyalarının sulu çözeltilerden adsorpsiyon yöntemiyle giderimi. Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Nordberg, G. 2004. Handbook on the toxicology of metals, 3rd Edition. Elsevier

Nriagu, J.O., Nieboer, E. 1988. Chromium in the Natural and Human Environments, xiii. Advances in environmental science and technology

Savcı, S. 2005. Basic blue 41 boyar maddesinin canlı ve inaktif sucul bitki Myriophyllum Spicatum tarafından adsorplanabilirliğinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

Saygılı, H. 2015. Bazı bitkisel posalardan nano-gözenekli aktif karbon üretilmesi ve bazı absorpsiyon uygulamalarında kullanılabilirliğinin incelenmesi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Sethy, T.R., Sahoo, P.K. 2019. Highly toxic Cr (VI) adsorption by (chitosan-gPMMA)/silica bionanocomposite prepared via emulsifier-free emulsion polymerisation.

Şamdan, C.A. 2013. Kabak çekirdeği kabuğundan kimyasal aktivasyonla aktif karbon üretimi.

Boya ve ağır metal gideriminde değerlendirilmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

Yuana, H., Zhanga, J., Lua, Z., Mina, H., and Wuc, C. 2009. Studies on biosorption equilibrium and kinetics of Cd2+ by Streptomyces sp. K33 and HL-12. J. Hazard. Mater.

ÇİLEKLERDE KALİTE VE KANTİTELERİNİN KORUNMASINDA HASAT SONRASI UYGULAMALAR VE KULLANIMLARI

Doç. Dr. ŞEYDA ÇAVUŞOĞLU [1],Yük. Zir. Müh. SERCAN DÜZGÜN [2]

[1] VAN YYÜ, Ziraat Fakültesi, scavusoglu@yyu.edu.tr-0000-0001-8797-6687

[2] VAN YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, sercanduzgun65@gmail.com-0000-0002-4553-2022

ÖZET

Rosales takımı, Rosaceae familyası, Fragaria cinsi içerisinde yer alan çilek (Hancock, 1999; Aybak, 2005), çok yıllık ve otsu bir bitkidir. Yalancı bir meyve özelliği gösteren çileğin yenen kısmı 40-60 pistilden oluşmaktadır. Stolon adı verilen kolların toprağa değmesi ile köklenip, ana bitkinin aynı özelliklerine sahip yeni bitki oluşturma özelliğine sahiptir. Çilek meyvesi %92 oranında su içerir. Hasat sonrası su kaybının önlenmesi önemlidir. Su kaybının yanı sıra bazı insektisit ve fungisitlerle hem tarlada hem de hasat sonrasında hastalık ve zararlılardan kaynaklanan ürün kayıpları önlenmektedir. Çilek meyvesinin yumuşak yapısından kaynaklı hasat ömrü oldukça kısadır. Bundan dolayı üreticiler ürünlerinin hasattan sonra raf ömrünü arttırmak, hastalık ve zararlılara karşı direncini sağlamak ve ürünlerin ekonomik değerini arttırmak amacı ile hasattan sonra çilek meyvelerine farklı şekillerde muhafaza yöntemleri uygulama ihtiyacı duymaktadırlar (Paydaş Kargı ve Sarıdaş, 2012). Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda mevcut çalışmada çilek muhafazası için yapılan çalışmalar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, Muhafaza, Hastalık, Hasat

1. GİRİŞ

Üzümsü meyveler arasında önemli bir yere sahip olan ve bileşik meyve grubunda yer alan çilek, çiçek tablasının etlenmesi ve sulanması sonucu oluşur ve gerçek meyveler aken şeklinde meyve yüzeyinde bulunur. (Ağaoğlu, 1986). Çilek bitkisi, farklı iklim ve toprak koşullarına yüksek uyum yeteneği, lezzetli tadı ve zengin vitamin içeriği ile tropik bölgelerden kutuplara kadar geniş bir alanda yetiştirilmektedir. (Childers ve ark., 1995; Hancock, 1999). Yıllık yağış miktarı 250 mm olan çöl alanlarının, rakımı 3500 m olan ve soğuğun -45°C'ye kadar düştüğü alanların sulanmasıyla; Yarı tropik bölgelerde, yazın kuzey kutbuna yakın sürekli ışık alan alanlardan ekvatordaki 12 saat aydınlatmalı alanlara kadar çok farklı ekstrem yerlerde yetiştirilebilmektedir. (Ağaoğlu ve Gerçekçioğlu, 2013).

Çilek meyvesi yumuşak dokuya sahip olması ve su oranının yüksek olmasından kaynaklı hasattan sonra mekanik hasara ve mantar enfeksiyonuna direnç kabiliyeti düşüktür, bundan kaynaklı çürüme oranı artmakta ve raf ömrü kısalmaktadır (Xu et al., 2019; Zhao et

al., 2019). Ayrıca çilek klimakterik özellik göstermediği için tam olgunlukta toplanılması gereken ve yüksek solunum hızına (0 °C'de 15 mg/kg/saat) sahip meyvelerdir (Mitcham ve ark., 2000). Meyve ve sebzelerin solunum hızları ile raf ömürleri arasında bir ilişki vardır. Ürünün solunum arttıkça raf ömrü o kadar kısalmaktadır (Cemeroğlu ve ark. 2001). Bunun yanısıra ürün üzerindeki zedelenmeler solunum hızını arttırmaktadır (Rosen ve Kader 1989).

2. ÇİLEK MUHAFAZASININ ÖNEMİ

Çilek meyvelerinin hasat sonrası yumuşama, tat ve aromada ki kayıplar, fizyolojik ve patolojik kaynaklı çürümeler nedeniyle kalite özellikleri azalmakta ve raf ömrü kısalmaktadır. Üretim miktarının artması ile birlikte çilek meyvelerinde hasat sonrası uygulamaların önemi artmaktadır. Hasattan sonra ürün kaybına neden olan fizyolojik bozukluklar ve patolojik hastalıkların kontrolü için hasat öncesi ve sonrasında bazı fiziksel ve kimyasal uygulamalar yapılmaktadır. (Erkan ve ark. 2009; Turtoi 2013; Usall ve ark. 2016).

3. ÇİLEK MEYVESİNDE YAPILAN MUHAFAZA YÖNTEMLERİ

3.1. Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamaları (MAP)

Modifiye atmosfer paketleme (MAP), solunum sırasında açığa çıkan karbondioksitin polimerik film ambalaj içerisinde tutularak yapılan muhafaza yöntemidir (Ares ve ark., 2007). MAP uygulamaları ürünlerin depolama, dağıtım ve perakende aşamalarında kaliteyi korumada ve tüketicilerin taleplerini karşılamada etkili bir yöntemdir. (Peano ve ark., 2010). Bu yöntem meyvelerin rengini korumada, kilo kaybı ve bozulma oranını azaltmada, (Kupferman ve ark., 2001; Singh ve ark., 2012; Wani ve ark., 2014), ve yaşlanmayı yavaşlatarak hasat sonrası ömrünü uzatmada etkili olmaktadır. (Kader, 2002; Thompson, 2003; Porat ve ark., 2009; Sabir ve Agar, 2010; Laribi ve ark., 2012). MAP uygulamaları doğru bir şekilde kullanıldığında hasat sonrası çilek meyvelerinde raf ömrünü arttırdığı, yumuşamayı engellediği, antioksidan miktarını koruduğunu ve gri küf oluşumu ile mücadele de etkili bir yöntem olduğu bildirilmektedir.

0°C ve %90 nispi nemde kabarla çilek çeşidinin 12 gün boyunca (Akın, 2014). nanokompozit film ile paketleyip 4 °C de fiziksel ve kimyasal açıdan modifiye atmosferin hasat sonrası meyvelerin kalitesini korumada etkili bir yöntem olabileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanısıra 5, 10 ve 20°C'de bile Charlotte çeşidi çileklerin bu muhafaza yöntemi ile depolama sürelerinin 1 gün arttırdığını ve depolama süresi boyunca bozulan meyve sayısının, kontrol grubuna göre daha az olmaktadır (Matar ve ark., 2018)..

Hasattan sonra meyve kayıplarını önemli ölçüde azalttığı ve bozulma, çürüme gibi etkenlere karşı da etkili olduğu söylenebilir.

3.2. Kimyasal Uygulamalar

Botrytis ve *rhizopus*, pazarlama kanallarının farklı aşamalarında çileklerde depolama sırasında kayıplara neden olan başlıca hastalıklardır. (Hardenburg ve ark. 1986). Yapılan

kimyasal uygulamalara bakıldığında, bu uygulamaların çoğunluk olarak Botrytis'i engellediği, meyvenin kalite parametrelerini koruduğu görülmektedir.

Babalar ve ark., (2007). Selva çilek çeşitlerine salisilik asit'i 2 ve 4 mmol L^{-1} düzeylerinde uygulamış ve kaliteyi koruma da en etkili yöntem 2mmol L-1 olarak belirlemişlerdir. 4 mmol L^{-1} salisilik asit ile hasat sonrası uygulaması meyvelere düşük oranda zarar verdiği ve meyve kalitesini korumada 2 mmol L^{-1} den daha az etkili olduğunu bildirmişlerdir. Cheour ve ark., (1990). Çilek meyvelerine hasat öncesi uygulanan Kalsiyum klorür (CaC_{l2}) olgunlaşmayı yavaşlattığını ve gri küf gelişiminin azalttığını tespit etmişlerdir. Vardar, (2009). Çilek meyvelerine sisleme yoluyla klor dioksit, sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit, sitrik asit ve etanol uygulamalarının çürüme ve mantar oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Kimyasal uygulamaları ele aldığımızda meyvenin hasat sonrası sertlik, renk, gibi kalite kriterlerine olumlu yönde etki yaptığı, raf ömrünü arttırdığı ve hastalıklara karşı direncini yükselttiği görülmüştür. Buna bağlı olarak hasat sonrası açısında kısa bir depolama ömrüne sahip olan çilek meyvesinin korunmasında sağlık açıdan risk oluşturmayacak kimyasal uygulamalar konusunda çalışmalar yapılması alternatif bir çözüm olabileceği söylenebilir.

3.3. Kaplama Uygulamaları

Yenilenebilir kaplama uygulamaları çilek meyvelerinin hasat sonrası kayıplarını önlemek, meyvelerin tekstürel kalitesini iyileştirmek, nem ve oksijen geçişine engel olmak, solunumu baskılamak ve mikrobiyal üremeyi engellemek amacı ile kullanılan etkili bir muhafaza yöntemidir (Bourtoom, 2008). Özelikle protein bazlı kaplamalar ürün parlaklığını ve besin değerini arttırmada etkili olması (Tomasula, 2009), esmerleşme reaksiyonlarını durduran iyonları içermesi (Franssen ve Krochta., 2003), ve fiziksel strese karşı bariyer özellik göstermesi ile ekonomik açıdan avantaj sağladığı bildirilmiştir Cutter, (2006).

Kitosan ve aljinat, biyomedikal, gıda ve kimya endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan tamamen güvenli kaplama malzemeleridir. Kaplama malzemesi olarak kitosan ve aljinatın farklı gıdalarda gaz geçişine ve bakteriyel kontaminasyona karşı koruyucu etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. (Koyuncu ve Savran, 2002). Son yıllarda, yenilebilir filmlerin ve kaplamaların gıdalara uygulanmasına artan bir ilgi vardır. Bu kaplama malzemelerinin kullanımı ile birlikte gıda maddelerinin ağırlık kaybının azaltıldığı, kimyasal ve enzimatik reaksiyonların yavaşlatıldığı bildirilmiştir. (Krochta ve ark., 1994).

Wang ve Gao (2013), earliglow çeşidi çileklerde yaptıkları çalışmada, çilekleri farklı konsantrasyonlarda hazırlanan kitosan ile kaplamışlardır. Kitosan ile kaplanan meyveler kontrol meyvelerine göre fenolik bileşikler, antosiyaninler, flavonoidler ve antioksidan enzim aktiviteleri daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, kitosan kaplama uygulamasının, çileklerin raf ömrünü uzatmada, kaliteyi korumada ve çürümeyi kontrol etmede olumlu sonuçlar vermiştir. Balmumu+kitosan kombinasyonun kalite parametreleri koruduğunu (Velickova ve ark., 2013.) ve tarçın esansiyel yağ ile kombine ettikleri kitosanın 20° C de saklanan çileklerde 10 gün sonra hastalık semptomlarının görüldüğü, kaplama uygulanan ve 5° C de saklanan çileklerde ise 15. günün sonunda hastalık

semptomlarının görüldüğünü gözlemlemişlerdir. Daha düşük sıcaklıkta (5° C de) saklanan çileklerin raf ömrünü arttırmak için kitosan uygulamasının etkili bir yöntem olduğu söylenebilir. Temiz ve ark., (2021). Jelatin yenilebilir kaplama malzemesinin farklı kombinasyonlarının kontrole göre çileklerin raf ömrünü arttırdığı, ağırlık kaybını önemli ölçüde azalttığı, kalite parametrelerini koruduğu ve gri küf oluşumun yavaşlattığını gözlemlemişlerdir. Sogvar ve ark., (2016). Depolama süresince yapılan kalite analizleri sonucunda aloe vera jel bazlı kaplama malzemesi ile askorbik asit uygulamalarının çilek meyvesinde hasat sonrası kaliteyi korumada etkili olduğunu gözlemlemişlerdir.

3.4. Işın Uygulamaları

UV ışık uygulamalarında; ürün muhafazasının verimli bir şekilde yapılabilmesi için uygulama dozu ve ürün özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir Sabır ve ark.,(2018). UV-C ışık uygulamaları, ürün yüzeyindeki mikroorganizma faaliyetlerini engeller, çürümeyi önler ve olgunlaşmayı geciktirerek raf ömrünü uzatır. (Turhan ve ark. 2006). Çileğin besin değerini ve duyusal özelliklerini korumak için alternatif ultraviyole radyasyon, ultrason ve bunların kombinasyonları gibi ön işlemler son zamanlarda pratik olarak uygulanmaya başlanmıştır. Bu ön işlemler enzim ve mikrobiyal inaktivasyonun yanı sıra ürün kalitesinin iyileştirilmesini sağlar. Bu nedenle UV-C uygulamaları ve ultrason gibi ön işlemlere olan ilgi giderek artmakta ve bu yöntemlerin güvenilirliği incelenmektedir (Bozkurt ve İçier, 2009). Bahçe bitkilerinde hasattan sonra meydana gelen çürümenin azaltılmakta ve UV-C ışınlarının mikrop öldürücü etkisini azaltarak ve ürünlerde patojenlere karşı savunma mekanizmalarını uyararak meyve kabuğunda direnç sağlamaktadır (Erkan ve ark. 2017).

Ultraviyole ışınlama UV-C lambaları kullanılarak yapılır. Patojenleri yok etmek için hem yüksek hem de düşük basınçlı lambalar kullanılabilmesinin yanısıra daha az enerji gerektirmesi nedeniyle genellikle yüksek basınçlı lambalar tercih edilmektedir (Runia 1996). UV-C ışınlaması, meyve ve sebzelerde çürümeye neden olan mikroorganizmaların ürün üzerinde herhangi bir kalıntı bırakmadan nüfuz edemeyecekleri yerlere girerek gelişimlerini engellemektedir (Tiryaki ve Maden, 1991). Ayrıca meyve kabuğunda patojenlere karşı direnç sağlayacak antimikrobiyal bileşiklerin birikmesini teşvik eder. (Stevens ve ark., 1996; Marquenie ve ark., 2002).

Jin ve ark., 2017, 5°C'de 12 gün depoladıkları Benihoppe çeşidi çileklerde UV-C uygulamasının; toplam fenolik içeriğini arttırdığını, antioksidatif enzimlerden SOD, CAT ve APX değerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Araque ve ark., 2018 Camarosa çeşidi çileklere farklı zaman, süre ve dozlarda UV-C uygulaması yapmışlardır. 0°C'de 13 gün depoladıkları çileklerde, UV-C uygulaması yapılan bütün gruplarda ağırlık kaybı ve sertliğin korunduğunu tespit etmişlerdir.

Albion ve Monterey çeşidi çileklere 254 nm dalga boyunda 15 dk UV-C uygulaması yapılıp 1°C ve %90 oransal nemde 15 gün muhafaza edilmesi sonucu olarak UV-C uygulamasının Albion ve Monterey çilek çeşitlerinde depolama süresince kalite özelliklerini korumada depolama ömrünü uzatmada etkili bir yöntem olabileceği bildirilmiştir (Sabır ve ark., 2018). Sabrina çeşidi çileklere hasat sonrası UV-C uygulanmış ve 4 ° C'de 7 gün muhafaza edilmiştir. Çalışma sonucunda UV-C uygulamasının mikrobiyal büyümeyi

baskıladığını, ekşi, acılık, burukluk artışını ve C vitamini içeriğinin azalmasını engellediğini, aromanın ise etkilenmediğini bildirilmiştir Li ve ark., (2019).

UV-C ışın teknolojisi, gıda proseslerinde mikroorganizmaları inaktive etmek ve gıdaların raf ömrünü uzatmak için kullanılan alternatif bir prosestir. UV-C ışığı kullanıldığında atık oluşmaması ve işlem herhangi bir kimyasal kullanımını gerektirmemesi UV-C işleminin çevre dostu olmasını sağlamaktadır. UV-C, bitkilerde bazı antifungal bileşiklerin sentezini sağlayarak ve patogenez ile ilgili protein ve enzimlerin aktivitesini indükleyerek, meyvede mantar gelişimini sınırlamakta ve hastalığın şiddetini azaltmaktadır.

3.5. Isıl Uygulamalar

Wei ve ark., (2018). yaptıkları bu çalışmada Botrytis cinerea' ya karşı sıcak hava ve çay ağacı yağının etkinliğini incelemişlerdir. Sonuçlar hem sıcak hava uygulamasının hemde çay ağacı yağı uygulamasının B. Cinerea'nın gelişmesini engellediğini göstermektedir. Kontrol meyvesi ile kıyaslandığında hem çay ağacı yağı uygulamasının hem sıcak hava uygulamasının hemde bu iki uygulamanın kombinasyonu hasat sonrası çilek meyvelerinde gri küfü önlemede etkili yöntem olduğu düşünülmektedir.

3.6. Kontrollü Atmosfer Uygulamaları

Lu ve ark., 2018, Akihime çilek çeşidini kontrollü atmosfer koşullarında (%90 O_2 + %10 N_2 ve 3% O_2 + %5 CO_2 + % 92 N_2) meyve kalitesini, antioksidan kapasitesini ve aroma maddelerini koruması için de alternatif bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda 0°C'de depolanan çilek meyvesinin kalite parametrelerinin korunduğu ve 17 gün muhafaza edildiği bildirilmiştir (Küçükbasmacı ve ark., 2005). Modifiye atmosfer paketleme (MAP), solunum sırasında açığa çıkan karbondioksitin ambalaj içerisinde tutularak yapılan muhafaza yöntemi iken (Ares ve ark., 2007) kontrollü atmosfer depolamada ise depolama süresince yapay yollarla oluşturulan düşük O2 ve yüksek CO2 ortamında yapılan depolama yöntemidir (Thompson ve ark., 2018).

" Tlago" ve" Senga Sengana" çeşidi çileklerin kontrollü atmosferde muhafaza edilmesinin sonucu olarak muhafaza sürelerinin en uygun atmosfrerik şartlarda 3 haftaya kadar arttırılabileceği ve hava bileşiminde CO_2 miktarının artması ile meyvelerin lezzet kaybının arttığı bildirilmiştir (Evren, 1996). Pérez ve ark., (1999), Camarosa çilek çeşidini ozon (0.35 ppm) içeren atmosferde 2°C'de 3 gün boyunca beklettikten sonra meyveleri raf ömrüne almışlardır. Depolama sürecinde ozon uygulamasının mantar çürümesinde ve meyvelerin renklerinin korumasında etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Peleyo ve ark., (2003), yaptıkları çalışmada üç çilek (Aromas, Diamante ve Selva) çeşidini 5 ° C'de 5 güne kadar bekletmişlerdir ve daha sonra meyveleri 11 gün boyunca kontrollü atmosfer koşullarında muhafaza etmişlerdir. Muhafaza sonrası yaptıkları analizler sonucunda ise kontrollü atmosfer uygulamasının üç çilek çeşidinde de kalitelerini korumada ve raf ömrünü arttırmada etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Taze hasat edilmiş çilek meyveleri, farklı zamanlarda (5-15 dakika) 40 kHz'lik sabit bir frekansta 250 ila 450 W arasında ultrasonik ışın uygulamışlardır. Bunun sonucunda çilek

meyvesinin raf ömrünü uzatmak ve kalitesini muhafaza etmek için bir alternatif sağlayabileceğini düşündürmektedir Cao ve ark.,(2010).

4. SONUÇ

Çilek, koruyucu bir kabuğa sahip olmamasından kaynaklı üreticilerin muhafaza noktasında sıkıntılar yaşadığı bir üründür. Çilek kabuksuz yapısından kaynaklı hastalık ve zararlılara karşı dirençsiz, fiziksel yaralanmalara karşı oldukça hassas bir meyvedir. Çilek meyvesinin dirençsiz yapısından kaynaklı; muhafaza sırasında birçok sorun ile karşılaşma olasılığının yüksek olmasına ve bununla beraber çilek üreticilerinin muhafaza sırasında karşılaşılabilecek çözümler bulma arayışlarının artmasına sebebiyet vermektedir. Üreticilerin bu arayışlarına yardımcı olmak açısından geçmişten günümüze pek çok farklı şekillerde muhafaza yöntemleri uygulanmış ve bunların çoğunda istenilen düzeyde başarılar elde edilmiştir. Yapılan çalışmada hassas yapıya sahip ve raf ömrü kısa olan çilek meyvelerine bugüne kadar yapılan muhafaza yöntemlerine örnekler verilmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucu olarak çilek meyvelerinin muhafazası noktasında yapılan birçok uygulamanın etkili olduğu ve üreticiler için büyük sorun haline gelen çilek muhafazası üzerine pek çok farklı uygulamanın önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Mevcut çalışmada farklı muhafaza yöntemleri hakkında bilgilerin verilmesi; hem yapılan çalışmaların bir arada toplanılarak araştırıcı ve üreticiye etkin bilgilerin verilmesine hem de yeni yapılacak farklı muhafaza yöntemlerine ışık tutabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

Ağaoğlu, Y.S. (1986). Üzümsü Meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:984, Ders Kitabı: 290, Ankara, 377.

Ağaoğlu, Y.S. Gerçekçioğlu, R. (2013). Üzümsü Meyveler. Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları. No: 1. 89. Ankara, 654.

Akın, İ. (2014). *Bazı çilek (Fragaria vesca L.) çeşitlerinde modifiye atmosferde muhafaza süresince fiziksel ve kimyasal değişimler* (Master's thesis, Uludağ Üniversiesi).

Araque, L. C. O., Rodoni, L. M., Darré, M., Ortiz, C. M., Civello, P. M., & Vicente, A. R. (2018). Cyclic low dose UV-C treatments retain strawberry fruit quality more effectively than conventional pre-storage single high fluence applications. LWT, 92, 304-311.

Babalar, M., Asghari, M., Talaei, A. ve Khosroshahi, A. (2007). Hasat öncesi ve sonrası salisilik asit uygulamasının etilen üretimi, mantar çürümesi ve Selva çilek meyvesinin genel kalitesi üzerindeki etkisi. *Gıda kimyası*, 105 (2), 449-453.

Barikloo, H., Ahmadi, E. (2018). Shelf life extension of strawberry by temperatures conditioning, chitosan coating, modified atmosphere, and clay and silica nanocomposite packaging. Scientia Horticulturae, 240, 496-508.

Bozkurt, H., & İçier, F. (2009). UV-C ve Ultrason Önişlemlerinin Çilek Kalitesi Üzetine Etkileri. *Gıda*, *34*(5), 279-285

Cao, S., Hu, Z., & Pang, B. (2010). Optimization of postharvest ultrasonic treatment of strawberry fruit. Postharvest biology and technology, 55(3), 150-153.

Cheour, F., Willemot, C., Arul, J., Desjardins, Y., Makhlouf, J., Charest, P. M., & Gosselin, A. (1990). Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *115*(5), 789-792.

Çelik, E. B. S. (2005). Bazı Çilek Çeşitlerinin Meyvesindeki Anatomik Yapılaşmanın Muhafaza Süresi Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *2*(3), 260-267.

Evren, E. (1996). *Çileklerin kontrollü atmosferde (CA) muhafazası üzerine bir araştırma* (Master's thesis, Uludağ Üniversitesi).

Hancock, J.F. 1999. Strawberries. Crop production science in hoticulture, ISBN 0- 85199-339-7

Jin, P., Wang, H., Zhang, Y., Huang, Y., Wang, L., & Zheng, Y. (2017). UV-C enhances resistance against gray mold decay caused by Botrytis cinerea in strawberry fruit. Scientia Horticulturae, 225, 106-111.

Sabır, K. F., Özkaya, O., Tülücü, S., Paydas, S., ve Ağar, İ. T. (2005). Camarosa çilek çeşidinde basınçlı hava ile on soğutma ve modifiye atmosfer torbalarının meyve kalitesi üzerine etkileri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *20*(1), 103-110.

Li, M., Li, X., Han, C., Ji, N., Jin, P., & Zheng, Y. (2019). UV-C treatment maintains quality and enhances antioxidant capacity of fresh-cut strawberries. Postharvest Biology and Technology, 156, 110945.

Lu, H., Wang, K., Wang, L., Li, D., Yan, J., Ban, Z., ... & Yang, D. (2018). Effect of superatmospheric oxygen exposure on strawberry (Fragaria× ananassa Fuch.) volatiles, sensory and chemical attributes. Postharvest Biology and Technology, 142, 60-71.

Matar, C., Gaucel, S., Gontard, N., Guilbert, S., & Guillard, V. (2018). Predicting shelf life gain of fresh strawberries 'Charlotte cv'in modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology, 142, 28-38.

Ooraikul, B., Stiles, M.E., 1991. Modified Atmosphere Packaging of Food. Ellis Horwood, England.

Paydaş Kargı, S., & Sarıdaş, M. A. (2012). Modern Çilek Yetiştiriciliği. Tarım Gündem Dergisi, 2(8), 36-41.

Sabır, F. K., Genç F., Çavdarcı M., (2018). Hasat sonrası UV-C uygulamalarının çilekte muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 28(4), 458-465.

Sogvar, O. B., Saba, M. K., & Emamifar, A. (2016). Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest biology and Technology*, *114*, 29-35.

Şen F., Teksür P.K., Türk B., (2016). Perakende modifiye atmosfer ambalajlarının kiraz meyvelerinin depo ve raf ömrüne etkilerinin araştırılması. Meyve Bilimi, 1, 100-104.

Temiz, N. N., & Özdemir, K. S. (2021). Microbiological and physicochemical quality of strawberries (Fragaria× ananassa) coated with Lactobacillus rhamnosus and inulin enriched gelatin films. *Postharvest Biology and Technology*, *173*, 111433.

TUİK, 2021. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr. Erişim Tarihi: 29.04.2021

Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V. D., & Moldão-Martins, M. (2013). Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (Fragaria ananassa cv Camarosa) under commercial storage conditions. LWT-Food Science and Technology, 52(2), 80-92.

Wang, S. Y., & Gao, H. (2013). Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (Fragaria x aranassa Duch.). *LWT-Food Science and Technology*, *52*(2), 71-79.

Wei, Y., Wei, Y., Xu, F., & Shao, X. (2018). The combined effects of tea tree oil and hot air treatment on the quality and sensory characteristics and decay of strawberry. Postharvest Biology and Technology, 136, 139-144.

SATSUMA MANDARİN ÇEŞİDİNDE DEFNE VE WAX UYGULAMALARININ MUHAFAZA SÜRESİ VE MEYVE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yük. Zir. Müh. Yadigar Leyla DOĞAN[1], Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, lyldgn8591@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-7404-5653

[2]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, scavusoglu@yyu.edu.tr Van https://orcid.org/0000-0001-8797-6687

ÖZET

Mandarin meyvesinin ülkemizde ithalat ve ihracata açısından son derece önemli bir bahçe bitkisi ürünüdür. Bu nedenle Antalya ilinde ticari bir bahçeden elde edilen satsuma mandarin (Citrus unshiu L.) meyvelerine defne, wax ve defne+wax kombinasyonu uygulamalarının ağırlık kaybı, meyve eti rengi, meyve kabuk rengi, SÇKM (Suda Çözünür Kuru Madde), TEA (Titre Edilebilir Asit Miktarı) ve pH analizleri ve depolanabilirliği üzerine etkisini araştırdık. Bu çalışma sonucunda, wax uygulamasının yaşlanmayı önemli ölçüde geciktirdiğini ve satsuma mandarin meyvesinin kalitesini koruduğu belirlenmiştir. Muhafaza sonunda ağırlık kaybı açısından kontrol+defne uygulamasının en etkin olduğu tespit edilmiştir. Renk parametreleri incelendiğinde meyve eti L* değerinde artış gözlemlenirken, a* değerinde bir azalma gözlenmiş, b*, C°, h° değerlerinde (kontrol grubu hariç) artış meydana geldiği görüşmüştür. Meyve kabuk renginde ise L*, b*, h° değerlerinde azalma gözlenirken, a* ve C° değerlerinde ise artış olduğu belirlenmiştir. Depolamanın son aşamasında TEA, SÇKM ve pH değerlerinin arttığı dikkati çekmiştir. TEA değerleri bakımından en fazla artış wax uygulamasında, SÇKM değerleri en fazla artış kontrol meyvelerinden elde edilmiştir. Sonuç olarak tüm uygulamalar 60. güne kadar dayanım göstermiştir. Uzun süreli depolama süresince satsuma mandarin meyvelerinin kalitesini korumak için defne yaprağının hasat sonrasında kullanımı konusunda yeni çalışmaların yapılma yanısıra wax kaplamaların ticari bir uygulama olarak kullanılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Defne (*Lourus nobilis*), Hasat sonrası, Satsuma mandarini, Wax uygulaması

1.GİRİŞ

Dünyada üretimi yoğun yapılan turunçgillerin anavatanı Güneydoğu Asya olup yaklaşık 20 000000 yıllık bir geçmişi olup, niceliksel ve niteliksel gelişimi devam ettirmektedir. (Kafa, 2013; Tiring ve ark., 2017). Turunçgiller üretim ve ihracatta her geçen yıl artış gösteren, içerdiği C vitamini ve antioksidanlardan dolayı sağlık açısından oldukça önemli bir yere sahiptir (Turgutoğlu, 2020). Özellikle dünya genelinde hızla yayılan ve insanların ölümüne sebep olan Covid- 19 virüsünün ortaya çıkışı, turunçgillerin beslenmedeki önemini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve akciğer hasarının

önlenmesi amacıyla besinsel tedavi yöntemleri ileri sürülmektedir. Bu yöntemlerden bazıları çinko, magnezyum, D vitamini, E vitamini ve yüksek dozda C vitamini takviyesidir (Küçükcankurtaran ve Özdoğan, 2021).

Dünyada 8 390 000 hektar alanda üretim yapılmış olup üretim alanlarının yarısı portakal ve yaklaşık %33'ü mandarin oluşturmaktadır (FAO, 2022). Genel olarak narenciye ürünleri üreticilerine baktığımızda ilk sırayı Çin Halk Cumhuriyeti almakta, takiben Brezilya, Hindistan, Meksika ve ABD ülkeleri yer almaktadır.

The United States Department of Agriculture (USDA) bildirimlerine göre dünyada 97 598. 000 ton turunçgil üretilmekte ve bunun 49 000 000 ton portakal ikinci sırada ise 33 000 000 ton mandarin üretilmektedir. Dünya turunçgil üretiminde en büyük payı portakal almaktadır. Bunun temel sebebi meyve suyu işletmelerinin tercih edilen turunçgil türü olmasıdır. Diğer turunçgil ürünleri ile karşılaştırıldığında en fazla üretim artışı %9 ile mandarin gerçekleştirmiştir. Mandalina üretimindeki artışın başlıca sebepleri arasında sofralık tüketimde kolay soyulabilir grupta yer alması gelmektedir. (Anonim 2022; Anonim, 2021).

Türkiye turunçgil üretimi 4 301 415 tondur. Bu miktarın 1 585 629 ton mandarin oluştururken 767 482 tonunu satsuma mandarin çeşidi oluşturmaktadır (FAO, 2021). Ülkemizde mandarin üreten başlıca illerimiz arasında sırasıyla Adana, Hatay, Mersin ve İzmir yer almaktadır. Akdeniz ve Ege, Marmara ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Satsuma grubu mandarinler çekirdeksiz olması, kolay soyulabilmesi ve genelinin erkenci olması sebebiyle kış soğuklarından etkilenmemesi nedeniyle bu çeşitlere karşı hem ilgi hemde tüketici taleplerini artırmıştır (Tiring ve ark., 2017).

Tüm yaş sebze ve meyvelerde olduğu gibi turunçgillerde üretimden tüketiciye ulaştırılması süresince kalitesinin korunması oldukça önemlidir. Tüm bahçe ürünlerinde olduğu gibi turunçgil meyvelerinde de derimden sonra ürün kayıpları meydana gelmektedir. Turunçgil meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen derim sonu kayıpların %80'den fazlası çürümeye sebep olan organizmalardan kaynaklanmaktadır. Turunçgillerde derim sonrası çürümeler taze meyveleri tüketimde uygunsuz hale getirdiği için kalite ve ürün kaybının en önemli sebebidir (Kurubaş, 2019). Son yıllarda derim sonrası kayıplar için kullanılan kimyasal maddelerin insan sağlığına ve çevreye olan zararının yanı sıra ekonomik düzeyde de kimyasalların kullanımı ihracatta büyük sorunlara neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı alternatif yöntemler geliştirme konusunda çalışmalar yapılmaktadır.

Alternatif yöntemler arasında GRAS bileşikler (Sodyum Karbonat, Sodyum Bikarbonat), Fiziksel metotlar (UV ışınlar, Ozon uygulaması, Sıcak su uygulamaları), yenilebilir film ve kaplamalar, bitkisel ve organik bileşikler (bitki yaprak ekstraktları, esansiyel yağlar) önemli bir yer tutmaktadır (Kurubaş, 2019). Yaptığımız çalışmada yenilebilir film-kaplama ve bitkisel bileşikler yöntemlerini kullandık. Yenilebilir kaplama bir gıda üzerinde sıvı formda daldırılarak veya püskürtülerek oluşturulmuş ince tabaka halindeki materyal; yenilebilir film ise, gıda bileşenleri arasına ya da gıda üzerine, katı ve ince tabakalar halinde önceden hazırlanmış ince yenilebilir materyalin yerleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Çavuşoğlu ve ark., 2019). Çalışmamızda yenilebilir kaplama olarak şellak reçinesi, bitkisel kaynaklı doğa dostu bir uygulama olarak ise Defne yaprağı (Laurus Nobilis) kullanılmıştır.

Hasat sonrasında turunçgillerin muhafazası ile ilgili birçok uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalar kimyasallar konusunda artan hassasiyetten dolayı daha çok doğa dostu

yöntemlerin ön plana çıkması hedef alınmıştır. Ürünlerin tüketiciye ulaşıncaya kadar kimyasalların daha az kullanılması hatta tamamen ortadan kaldırılmasına olanak sunacak çeşitli fiziksel ve biyolojik uygulamaların geliştirilmesi ihtiyacına değinen araştırıcılar (Klein ve Lurie 1991) geniş kullanım alanı olan sıcak uygulamalarını olduğunu belirtmişlerdir.

Meyve ve sebzelerin hem hasat öncesi daha acilen hasat sonrasında meydana gelen hastalık ve zararlılara karşı doğa dostu uygulamalar konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Hasat sonrası çürümeyi önlemek için doğa dostu olan uygulamalar arasında hypobaric uygulamalar (Romanzzi ve ark., 2001), modifiye atmosfer paketleme (Rodov ve ark., 2001) ve sıcak su uygulamaları (Couey, 1989; Lurie, 1998) gibi uygulamalar yer almaktadır.

Meyve ve sebzeler hasat edilip tüketilinceye kadar zedelenme, su kaybı, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar gibi çeşitli sebeplerden dolayı değişikliklere uğramaktadır. Meyve ve sebzelerde meydana gelen bu olumsuz değişiklikleri önlemek için solunum en az seviyeye düşürülmeli, su kaybı önlenmeli, kimyasal ve mikrobiyolojik faaliyetlerin hızı asgari seviyeye indirilmelidir. Bu amaç doğrultusunda çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Wax kaplamalar nem kaybı ve kontaminasyonu önleyerek meyve ve sebzelerin tazeliğini korumakta, daha sağlıklı bir görünüme sahip olmalarını sağlamaktadır. Yenilebilir waxların birçok çeşidi vardır. Gıdanın fizyolojik koşullarına uygun formülasyonlar hazırlanarak gıdada modifiye atmosfer koşulları sağlanmak suretiyle hem raf ömrünü arttırır hem de gıda kalitesini korumaktadır (Ertugay ve Sallan, 2011). Çalışmada yenilebilir kaplamalardan şellak (balmumu) kullanılmıştır. Şellak reçinesi, *lacifer lacca* böceği tarafından üretilir ve kaplama materyali olarak ürüne parlaklık kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Lipid kökenli kaplamalar grubuna girmektedir; bu tip kaplamalar, öncelikle, nem kaybına karşı iyi bariyerler olmalarını sağlayan hidrofobik özelikleri nedeniyle kullanılmaktadır. Ürünün solunumunu azaltarak, ömrünün uzamasını da sağlarlar. Ayrıca meye ve sebzelerde yüzey parlaklığını sağlamak için de kullanılmaktadırlar. Parlaklık, reçine ve mum ile çözücünün karıştırılmasına bağlıdır. Meyvelerin doğal renginin korunmasında, su kaybının azalmasında ve bazı fizyolojik bozuklukların önlenmesinde reçineden hazırlanan kaplamalar etkili olmuştur. Bu tip kaplamaların turunçgil, elma, sert çekirdekli meyveler, nar, domates, ananasta kullanıldığı da bildirilmiştir (Koyuncu ve Savran, 2002)

Sağlık açısından risk taşıyan kimyasal içeriklere sahip meyve yüzeylerini kaplayan maddelerden her geçen gün uzak durulmakta ve aksine doğa dostu uygulamalara talep artmaktadır. Bu eğilim, doğal bileşenlere olan ilgiyi olumlu etkilemektedir. Doğal bileşenlerin en büyük gruplarından birisini esansiyel yağlar oluşturmaktadır. Esansiyel yağlar, çeşitli türdeki gıdaların raf ömrünü, mikrobiyolojik gelişme hızlarını düşürerek arttırmaktadır (Öz ve Süfer 2013).

Hasat sonrası bakımından mandarin ekonomik öneme sahip bir meyvedir. Türkiye'de en çok üretimi yapılan çeşitlerden birisi Satsuma'dır. Bu çalışmada satsuma mandarin çeşidine kontrol (uygulama yapılmayan), wax, defne ve wax+defne kombinasyonu uygulamalarının sonucunda muhafaza boyunca meyvelerde meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Defne uygulaması kontrol ve wax uygulaması yapılmış meyveleri ambalajlarken ambalajların içine bırakarak defnenin antibakteriyel özelliğinden yararlanmak istenmiştir. Ayrıca son zamanlarda hasat sonrasında

ambalajlamanın ön plana çıkması sebebiyle söz edilen meyve kalitesinin korunmasında modifiye atmosferin etkinliğinin ortaya konulması da amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada Antalya ili merkez ilçesinde ticari bir turunçgil bahçesinden hasat edilen satsuma mandarin çeşidi kullanılmıştır.

Antalya ilinden hasat edilen meyvelerin en hızlı şekliyle ulaştırılması sağlanmıştır. Satsuma çeşidi mandarin meyveleri öncelikle 1 gün 0°C de ön soğutmaya tabi tutulmuştur. Daha sonra aynı olgunluğa sahip meyveler 4 ayrı gruba ayrılmıştır.

Birinci grup meyveler kontrol olarak ayrılmıştır.

İkinci grup meyvelere kontrol + defne uygulaması

Üçüncü grup meyvelere ise wax uygulaması

Dördüncü grup şeklinde ayrılan meyvelere wax+defne uygulaması yapılmıştır.

15 günlük aralıklarla 60 gün boyunca Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesinde bulunan 5 °C'ye ayarlanan soğuk hava deposunda bekletilip alınan örneklerde aşağıda belirtilen ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2 Yöntem

2.2.1 Ağırlık Kaybı

Muhafaza süresinceağırlık kayıplarını belirlemek için ise ayrılan örneklerde ağırlık ölçümleri, hassas terazi yardımı ile hasat dönemi ile hasadı izleyen onbeş günlük aralıklarla yapılmıştır ve ağırlık kayıpları başlangıca göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)}: \frac{\text{Başlangıç ağırlığı} - \text{Son ağırlık}}{\text{Başlangıç ağırlığı}} \times 100$$

2.2.2. Renk

Araştırma süresince bitkilerde renk değişimleri Minolta CR–400 marka renk ölçer ile L^*, a, b C^*, h^* renk düzleminde belirlenmiştir. Dış kabuk ve meyve eti olmak üzere her tekerrüre aitörneklerden üç farklı bölgelerden ölçümler yapılmıştır. Sonuçlar L^* a, b, C^*, h* olarak ifade edilmiştir. Renkler a* (+ kırmızı, -yeşil), b* (+sarı,-mavi) ve L (parlaklık) renk değerlerini ifade etmektedir. L^* değeri 100'e yaklaştıkça parlaklığın artığını göstermektedir.

2.2.3. Suda Çözünür Kuru Madde

Suda çözünür kuru madde miktarı mandarin meyve sularında, adi filtre kağıdından süzüldükten sonra, dijital el refraktometresi ile % olarak ölçülmüştür (Elgar ve ark., 1997).

2.2.4. Titre edilebilir Asitlik ve pH

Suda eriyebilir toplam kuru madde içeriğinin belirlenmiş olan satsuma çeşidi mandarin meyvelerinden el ile sıkılarak alınan meyve suyus üzme kağıtlarının yardımıyla süzülüp süzülen kısımdan alınan 10 ml meyve suyuna 20 ml saf su ile seyreltilmiştir ve pH metrede meyve suyu pH'sı 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir ve titre edilebilir asitlik içeriği g/100 ml olarak hesaplanmıştır (Elgar ve ark., 1997). Satsuma çeşidi mandarin

meyvelerinin pH'sı; el ile sıkılan meyve örneklerinin süzme kağıtlarından geçirildikten sonra elde edilen meyve sularından direk pH metrede okuma yoluyla belirlenmiştir. Titre edilebilir asitlik sitrik asit açısından aşagıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. A=Asit miktarı; S= Kullanılan sodyum hidroksit miktarı (ml); N= Kullanılan sodyum hidroksit normalitesi; F= Kullanılan sodyum hidroksit faktörü; C= Alınan örnek miktarı (mL); E= İlgili asidin equivelent değeri

$$A= [(S\times N\times F\times E / C) \times 100]$$

3. BULGULAR

3.1. Ağırlık Kaybı

Satsuma mandarin meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Ağırlık kaybındaki değişimler istatistik olarak incelendiğinde; Kontrol grubu içerisinde 0. gün depolamasının 30, 45 ve 60. gün depolaması ile arasındaki fark, Wax uygulamasında ise 0, 15, 45 ve 60. gün depolama süreleri arası farkların aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunurken, Kontrol+Defne ve Wax+Defne uygulamaları arası fark ise aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 3.1 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nemde depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında ağırlık kaybında meydana gelen değişimler (%)

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	0.00 ± 0.00^{B}	3.82 ± 3.04^{AB}	5.93 ± 1.46^{A}	7.90 ± 0.01^{A}	8.82 ± 0.67^{Aab}
Kontrol+Defne	0.00±0.00	5.75±2.60	7.45±2.47	10.59±4.29	12.42 ± 2.72^{a}
Wax	0.00 ± 0.00^{D}	1.44 ± 0.27^{C}	1.94 ± 0.09^{BC}	2.59 ± 0.03^{B}	4.33 ± 0.33^{Ab}
Wax+Defne	0.00±0.00	2.15±1.86	3.16±1.14	3.59±1.28	4.74 ± 0.70^{b}

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir ($p<0,05$).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir ($p<0,05$)

Aynı gün içerisindeki uygulamalar arası farka bakıldığında ise yalnızca 60. gün depolamasında Kontrol+Defne uygulamasının, Wax ve Wax+Defne uygulamaları ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Şekil 3.1. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında meydana gelen ağırlık kayıpları.

Hasat döneminden sonra da taze meyve ve sebzeler bünyelerinde yüksek oranda su bulundururlar ve bu su ortama göre yavaş veya hızlı bir şekilde kayba uğrar. Çalışmamızda

satsuma mandarin meyvelerinin depolama günleri ve uygulamalar arasındaki ağırlık kayıpları gözlemlenmiştir. Depolama süresi başlangıçtan 15'er gün aralıklarla devam etmiş 60. günde muhafaza süresi sona ermiştir. Muhafaza süresince meydana gelen değişimler Çizelge 3.1 ve Şekil.4.1'de belirtilmiştir. Depolamanın 15. gününde Kontrol grubundaki ağırlık kaybı % 3.82 iken 30. günde % 5.93, 45. % 7.90 ve 60. günde % 8.82 olarak belirlenmiştir. Kontrol+Defne grubunda da benzer şekilde ağırlık kayıplarının arttığı gözlenmiştir. Değerlere baktığımızda 15. günde % 5.75, 30. günde % 7.45, 45. günde % 10.59, 60. günde ise % 12.42 olduğu saptanmıştır. Wax grubunda ise değerler 15. günde % 1.44, 30. günde % 1.94, 45. günde % 2.59, 60. günde % 4.33'dür. Son olarak Wax+Defne grubunda ağırlık kayıpları 15. günde % 2.15, 30. günde % 3.16, 45. günde % 3.59, 60. günde ise % 4.74 olduğu saptanmıştır.

3.2. pH

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meydana gelen pH değişimleri için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nemde depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında pH değerlerinde meydana gelen değişimler

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	3.27±0.05	3.19±0.05	3.25±0.09	3.34±0.03	3.39±0.04
Kontrol+Defne	3.27±0.05^{AB}	3.16±0.04^{B}	3.40±0.07^{A}	3.31±0.06^{AB}	3.39±0.04^{A}
Wax	3.31±0.05	3.35±0.07	3.42±0.15	3.46±0.05	3.42±0.05
Wax+Defne	3.31±0.05^{B}	3.29±0.02^{B}	3.57±0.04^{A}	3.40±0.06^{B}	3.55±0.03^{A}

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir ($p<0,05$).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir ($p<0,05$)

Meyve suyu pH'sında meydana gelen değişimleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; Kontrol+Defne uygulamasının 15. gün depolamasının 30 ve 60. gün depolama süreleri ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Wax+Defne uygulamasında ise 30 ve 60. gün depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemsiz bulunurken, bu depolama sürelerinin 0, 15 ve 45. depolama süreleri ile arasındaki fark aynı uygulama içinde günler arası fark incelendiğinde istatistik olarak önemli bulunmuştur. Kontrol ve Wax uygulamalarında depolamalar boyunca meydana gelen değişim aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Satsuma mandarin çeşidinin depolanması boyunca, aynı gün içinde uygulamalar arası fark ele alındığında; her uygulama için meydana gelen fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Satsuma mandarin çeşidi meyve gruplarının 5ºC'de % 85-90 oransal nemde depolanan örnekler Çizelge 3.2 ve Şekil 3.3'de görüldüğü üzere muhafaza süresi uzadıkça meyve suyu pH değerinin arttığı gözlenmiştir. Muhafaza başındaki pH değeri Kontrol ve Kontrol+Defne 3.27, Wax ve Wax+Defne 3.31 iken muhafaza sonunda kontrol, Kontrol+Defne grubu 3.39'a, Wax 3.42 değerine Wax+Defne grubu ise 3.55 değerine yükselmiştir.

Yapılan bu çalışmada pH değerleri (Çizelge 3.2 ve Şekil 3.3) ; Kontrol grubunda 0. günde 3.27, 15. günde 3.19, 30. günde 3.25, 45. günde 3.34, 60. günde 3.39 olarak

gözlemlenmiştir. Kontrol+ Defne grubunun 0. günde 3.27, 15. günde 3.16, 30. günde 3.40, 45. günde 3.31, 60. günde 3.39 olarak gözlemlenmiştir. Wax grubunda ise 0. günde 3.31, 15. günde 3.35, 30. günde 3.42, 45. günde 3.46, 60. günde 3.42 olarak gözlemlenmiştir. Wax+ Defne grubuna bakıldığında 0. günde 3.31, 15. günde 3.29, 30. günde 3.57, 45. günde 3.40, 60. günde 3.55 olarak gözlemlenmiştir.

Şekil 3.2. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında meydana gelen pH değerleri.

3.3. Titre Edilebilir Asitlik (TEA)

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında titre edilebilir asitlik (TEA) değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında TEA değerlerinde meydana gelen değişimler

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	1.08 ± 0.1^{B}	1.58 ± 0.1^{Ab}	1.53 ± 0.3^{A}	0.95 ± 0.1^{Bb}	1.02 ± 0.1^{B}
Kontrol+Defne	$1,08\pm0.1^{B}$	1.87 ± 0.2^{Aa}	1.44 ± 0.4^{AB}	1.13 ± 0.1^{Ba}	1.18 ± 0.1^{B}
Wax	1.02 ± 0.1^{BC}	1.35 ± 0.1^{Bb}	1.58 ± 0.1^{A}	0.77 ± 0.0^{Cb}	0.93 ± 0.2^{B}
Wax+Defne	1.02 ± 0.1^{B}	1.51 ± 0.2^{Ab}	0.93 ± 0.1^{B}	0.88 ± 0.0^{Bab}	1.00 ± 0.1^{B}

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir ($p<0,05$).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir ($p<0,05$)

Satsuma mandarin çeşidinin 5°C'de depolanması sırasında titre edilebilir asitlik (TEA) değerinde meydan gelen değişimlerin istatistik olarak yorumlanmasına bakılacak olunursa; Kontrol grubunda 0, 45 ve 60. gün depolamaları arası fark ve 15 ve 30. gün depolamaları arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu gruplar arasındaki fark ise aynı uygulamada içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur. Kontrol+Defne uygulaması incelendiğinde ise, 15. gün depolamasının 0, 45 ve 60. gün depolama süreleri ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Wax uygulamasında ise 0, 15 ve 60. gün depolama süreleri arası fark önemli bulunmazken, bu uygulamaların 30. gün depolama süresi ile arasındaki fark önemli bulunmuştur. Wax+Defne uygulamasında ise 15. gün depolama süresi aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Aynı gün içerisinde uygulamalar arası farka bakıldığında ise; 15. gün depolaması sırasında Kontrol+Defne uygulamasının, 45. gün depolaması sırasında ise yine Kontrol+Defne uygulamasının istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Yapmış olduğumuz çalışmada titre edilebilir asitlik değerleri Çizelge 3.3 ve Şekil 4.5'de görüldüğü üzere muhafaza başında Kontrol ve Kontrol+Defne grubu 1.08, Wax ve Wax+Defne grubu 1.02 iken muhafaza sonunda Kontrol grubu 1.02, Kontrol+Defne uygulaması 1.18, Wax uygulaması ise 0.93 ve Wax+Defne uygulamasının ise 1.00 değerinde olduğu saptanmıştır. Depolama süresi boyunca dalgalanmalar meydana gelmiştir.

Şekil 3.3. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nemde depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında meydana gelen TEA değerleri

3.4. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM)

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerlerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Satsuma mandarin çeşidinin depolanması sırasında suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerlerinde meydana gelen değişimler istatistik olarak incelendiğinde; Kontrol grubunda 60. gün depolamasının 0, 15, 30 ve 45. gün depolama süreleri ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Kontrol+Defne uygulamasında ise 0, 15 ve 30. gün depolama sürelerinin arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu depolama sürelerinin 45 ve 60. gün depolama süreleri ile arasındaki fark aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.4 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında SÇKM değerlerinde meydana gelen değişimler

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	9.90 ± 0.26^{Db}	10.47 ± 0.24^{CD}	11.70 ± 0.40^{Ba}	11.07 ± 0.27^{BC}	12.60 ± 0.12^{A}
Kontrol+Defne	9.90 ± 0.26^{Cb}	10.10 ± 0.32^{C}	9.53 ± 0.29^{Cb}	11.20 ± 0.15^{B}	12.23 ± 0.22^{A}
Wax	10.73 ± 0.18^{a}	10.72 ± 0.85	11.07 ± 0.09^{a}	11.20 ± 0.10	12.30 ± 0.15
Wax+Defne	10.73 ± 0.18^{a}	9.37 ± 1.06	10.67 ± 0.43^{a}	10.97 ± 0.37	11.40 ± 0.44

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir ($p<0,05$).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir ($p<0,05$).

Aynı gün içinde uygulamalar arası farklar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise; 0. gün depolamasında Kontrol ve Kontrol+Defne uygulamaları ile Wax ve Wax+Defne

uygulamaları arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, her iki grup arasındaki fark ise istatistik olarak önemli bulunmuştur. 30. gün depolamasında ise Kontrol+Defne uygulaması ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Suda çözünür kuru madde miktarı (Çizelge 3.4 ve Şekil 3.4) muhafaza başında Kontrol ve Kontrol+Defne gruplarında % 9.90, Wax ve Wax+Defne % 10.73 değerinde iken muhafaza sonunda kontrol % 12.60, Kontrol+Defne % 12.23, Wax % 12.30 ve Wax+Defne grubunun % 11.40 değerlerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Muhafaza süresi boyunca değerlerde küçük oranlarda dalgalanmalar görülmüştür.

Şekil 3.4. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında meydana gelen SÇKM değerleri.

SÇKM değerleri; Kontrol grubunda 0. günde % 9.90, 15. günde % 10.47, 30. günde % 11.70, 45. günde % 11.07, 60. günde % 12.60 olarak tespit edilmiştir. Kontrol+Defne grubunda ise 0. günde % 9.90, 15. günde % 10.10, 30. günde % 9.53, 45. günde % 11.20, 60. günde % 12.23 olarak tespit edilmiştir. Wax grubunda 0. günde % 10.73, 15. günde % 10.72, 30. günde % 11.07, 45. günde % 11.20, 60. günde % 12.30 olarak tespit edilmiştir. Wax+ Defne grubuna bakıldığında 0. günde % 10.73, 15. günde % 9.37, 30. günde % 10.67, 45. günde % 10.97, 60. günde % 11.40 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.4 Şekil 3.7).

3.5. Renk

3.5.1. Meyve Eti Rengi

3.5.1.1. L^* Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve eti rengindeki L^* değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nemde depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında meyve eti rengindeki L^* değerlerinde meydana gelen değişimler.

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	48.12 ± 0.6^{C}	51.94 ± 1.8^{C}	64.44 ± 3.41^{AB}	68.63 ± 1.99^{A}	57.19 ± 4.43^{BC}
Kontrol+Defne	48.12 ± 0.6^{C}	54.15 ± 1.2^{B}	62.52 ± 1.68^{A}	65.55 ± 1.00^{A}	63.47 ± 0.68^{A}
Wax	49.99 ± 1.7^{C}	55.84 ± 2.2^{BC}	66.25 ± 2.64^{A}	63.85 ± 1.28^{AB}	62.02 ± 4.20^{AB}
Wax+Defne	49.99 ± 1.71^{B}	49.88 ± 2.08^{B}	59.31 ± 1.02^{A}	62.57 ± 1.56^{A}	58.74 ± 4.88^{A}

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir (p<0,05).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir (p<0,05)

Şekil 3.5. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve etinde meydana gelen L*, a*, b*, C°, h° değerleri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin meyve eti rengindeki L* değerinde meydana gelen değişimler istatistik olarak ele alındığında; Kontrol grubunda 0 ve 15. gün depolamasının 30 ve 45. gün depolama süreleri ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunurken, 60. gündeki depolama süresi ile aralarındaki fark ise istatistik olarak aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Kontrol+Defne uygulamasına bakıldığında ise 30, 45 ve 60. gün depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, 0 ve 15. gün depolamaları ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Wax uygulamasında ise 0. gün depolama süresi 15. gündeki depolama süresi ile arsındaki fark önemli bulunmazken, 30 45 ve 60. gün depolamaları ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Son olarak Wax+Defne uygulamasın bakıldığında ise 0 ve 15. gün depolama süreleri arası fark önemli bulunmazken bu iki uygulamanın 30, 45 ve 60. gündeki depolama süreleri ile arasındaki fark aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Aynı gün içerisinde uygulamalar arası farka bakıldığında ise istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Satsuma mandarin meyvesinde depolama süresince L* değerinde meydana gelen değişimler için belirleyici istatiksel ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.5 ve Şekil 3.5'te belirtilmiştir. Şekil 3.5'e baktığımızda Kontrol grubunda 45. güne kadar artış göstermiş 45. günden sonra değerde düşüş meydana gelmiştir. Kontrol+Defne grubunda başlangıçtan muhafaza süresinin sonlarına doğru artış göstermiş 45. günden sonra azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir. Wax grubunda ise 30. güne kadar artış göstermiş fakat 30. günden sonra değerlerde azalmalar görülmüştür. Wax+Defne grubunda ise 45. güne kadar değer artış göstermiş 45. günden sonra düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir. En yüksek L* değeri Kontrol grubunun 45. gününde 68.63 iken en düşük değerleri Kontrol ve Kontrol+Defne gruplarının 0. gününde 48.12'lik olduğu saptanmıştır.

L* Kontrol grubu değerleri 0. günde 48.12, 15. günde 51.94, 30. günde 64.44, 45. günde 68.63, 60. günde 57.19'dur. Kontrol+Defne 0. günde 48.12, 15. günde 54.15, 30. günde 62.52, 45. günde 65.55, 60. günde 63.47'dir. Wax grubu uygulaması için 0. günde 49.99, 15.

günde 55.84, 30. günde 66.25, 45. günde 63.85, 60. günde 62.02'dir. Wax+Defne grubu uygulamasında 0. günde 49.99, 15. günde 49.88, 30. günde 59.31, 45. günde 62.57 ve 60. günde 58.74'dür.

3.5.1.2. a* Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve eti rengindeki a* değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.6'de verilmiştir.

a* değerinde meydana gelen değişimleri istatistik olarak incelediğimizde; Kontrol+Defne uygulamasında 0, 15 ve 30. gün depolamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu üç depolama sürelerinin 45 ve 60. gündeki depolama süreleri ile arsındaki fark istatistik olarak aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.6. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında a* değerlerinde meydana gelen değişimler

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	2.24±0.14	2.36±0.42	1.51±0.78	0.36±0.26^{b}	2.17±0.74
Kontrol+Defne	2.24±0.14^{A}	2.08±0.26^{A}	1.85±0.21^{AB}	1.21±0.08^{Ca}	1.50±0.15^{BC}
Wax	1.87±0.33	1.51±0.38	1.00±0.45	1.72±0.22^{a}	1.40±0.78
Wax+Defne	1.87±0.33	2.91±0.42	2.18±0.09	1.77±0.12^{a}	1.84±0.29

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir (p<0,05).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir (p<0,05)

Aynı gün içinde uygulamalar arası farka bakıldığında ise 45. gün depolaması sırasında Kontrol+Defne uygulamasının istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Yapılan tez çalışmasında a* değerlerinin istatiksel değerleri Çizelge 3.6 ve Şekil 3.5'te belirtilmiştir. a* değerleri Kontrol ve Kontrol+Defne gruplarında 45.güne kadar azalma görülmüş 45.günden sonra artış gözlemlenmiştir. Wax grubunda ise 30.güne kadar azalma olmuş 45.günde tekrar bir artış gözlemlenmiş ve sonrasında değerde azalma görülmüştür. Wax+Defne grubunda ise 15.günden sonrasında değerlerde düşüş meydana gelmiştir. En yüksek a* değeri Wax+Defne grubunun 15. gününde 2.91 en düşük değer ise Kontrol grubunun 45. gününde 0.36 olarak belirlenmiştir.

a* Kontrol grubu değerleri 0. günde 2.24, 15. günde 2.36, 30. günde 1.51, 45. günde 0.36, 60. günde 2.17'dir. Kontrol+Defne 0. günde 2.24, 15. günde 2.08, 30. günde 1.85, 45. günde 1.21, 60. günde 1.50'dir. Wax grubu uygulaması için 0. günde 1.87, 15. günde 1.51, 30. günde 1.00, 45. günde 1.72, 60. günde 1.40'dır. Wax+Defne grubu uygulamasında 0. günde 1.87, 15. günde 2.91, 30. günde 2.18, 45. günde 1.77 ve 60. günde 1.84'dür.

3.5.1.3. b* Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve eti rengindeki b değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında b* değerlerinde meydana gelen değişimler

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	15.17±0.66	15.98±0.70[a]	16.83±1.81	13.85±0.25	13.91±0.97
Kontrol+Defne	15.17±0.66	13.67±0.69[b]	15.51±0.77	15.08±0.30	15.75±0.85
Wax	13.14±0.83	13.77±0.44[b]	15.26±0.27	15.51±0.93	15.57±1.93
Wax+Defne	13.14±0.83	17.29±0.79[a]	17.16±0.69	16.52±0.78	19.76±2.61

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir (p<0,05).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir (p<0,05)

Satsuma mandarin çeşidinde b değerinde meydana gelen değişimler istatistik olarak incelendiğinde; aynı uygulama içinde günler arası farklara bakıldığında hiçbir uygulamadaki günler arası fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Aynı gün içinde uygulamalar arası farka bakıldığında ise; 15. gün depolamasında Kontrol ve Wax+Defne uygulaması ile Kontrol+Defne ve Wax uygulaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu gruplar arasındaki fark ise istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Satsuma mandarin çeşidi meyvesindeki b^* değeri aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir (p<0,05). b^* değeri 15.günde Kontrol+Defne grubu hariç diğer gruplarda artış göstermiştir. 30. günde ise Wax+Defne gurubu hariç diğer gruplarda artışlar görülmektedir. 45.günde Kontrol, Kontrol+Defne, Wax+Defne gruplarında değerlerde azalma görülür iken Wax grubunda artış meydana gelmiştir. 60.günde ise b^* değerleri tüm gruplarda artış göstermiştir.

b^* Kontrol grubu değerleri (Çizelge 4.7 ve Şekil 3.5.) 0. günde 15.17, 15. günde 15.98, 30. günde 16.83, 45. günde 13.85, 60. günde 13.91'dir. Kontrol+Defne 0. günde 15.17, 15. günde 13.67, 30. günde 15.51, 45. günde 15.08, 60. günde 15.75 'dir. Wax grubu uygulaması için 0. günde 13.14, 15. günde 13.77, 30. günde 15.26, 45. günde 15.51, 60. günde 15.57'dır. Wax+ Defne grubu uygulamasında 0. günde 13.14, 15. günde 17.29, 30. günde 17.16 45. günde 16.52 ve 60. günde 19.76'dır.

3.5.1.4. Kroma Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve eti rengindeki kroma değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında kroma değerlerinde meydana gelen değişimler.

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	15.35±0.66	16.20±0.74[a]	17.01±1.82	13.91±0.25	14.13±0.93
Kontrol+Defne	15.35±0.66	13.86±0.70[b]	15.65±0.78	15.16±0.30	15.82±0.85
Wax	13.29±0.86	13.90±0.43[b]	15.35±0.29	15.64±0.94	15.67±2.00
Wax+Defne	13.29±0.86	17.56±0.82[a]	17.33±0.71	15.64±0.79	19.87±2.62

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir (p<0,05).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir (p<0,05)

Satsuma mandarin çeşidinin depolanması sırasında kroma değerlerinde meydana gelen değişimler istatistik olarak ele alındığında; aynı uygulama içinde günler arası farklara bakıldığında istatistik olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

Aynı gün içinde uygulamalar arası farka bakıldığında ise; 15. gün depolaması sırasında Kontrol ve Wax+Defne uygulamaları arası fark ve Kontrol+Defne ve Wax uygulamaları arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken bu grup uygulamalar arası fark ise istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Kroma rengin doygunluk derecesini ifade etmek için kullanılır. Farklı ambalaj tiplerinde muhafaza edilen satsuma mandarin meyvelerinin kroma değerlerindeki değişim Çizelge 3.8 ve Şekil 3.5'te belirtilmektedir. Kroma değerlerinde tüm gruplarda dalgalanmalar meydana gelmiştir 60. günde ise paralellik göstererek değerlerde artışlar meydana gelmiştir.

Kroma değerinde Kontrol grubu değerleri (Çizelge 3.8 ve Şekil 3.5) 0. günde 15.35, 15. günde 16.20, 30. günde 17.01, 45. günde 13.91, 60. günde 14.13'dür. Kontrol+ Defne 0. günde 15.35, 15. günde 13.86, 30. günde 15.65, 45. günde 15.16, 60. günde 15.82 'dir. Wax grubu uygulaması için 0. günde 13.29, 15. günde 13.90, 30. günde 15.35, 45. günde 15.64, 60. günde 15.67 'dir. Wax+ Defne grubu uygulamasında 0. günde 13.29, 15. günde 17.56, 30. günde 17.33, 45. günde 16.64 ve 60. günde 19.87'dir.

3.5.1.5. Hue Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve eti rengindeki hue değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.9' da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nemde depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında h* değerlerinde meydana gelen değişimler.

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	82.13±0.67	82.35±1.08	85.28±2.75	88.65±1.23^{a}	80.96±3.18
Kontrol+Defne	82.13±0.67^{C}	82.00±0.78^{C}	83.49±0.46^{BC}	85.61±0.29^{Ab}	84.54±75^{AB}
Wax	82.23±1.01	84.22±1.64	86.34±1.61	84.19±0.65^{b}	85.59±2.02
Wax+Defne	82.23±1.01^{AB}	80.76±1.31^{B}	83.09±0.15^{AB}	84.20±0.26^{Ab}	84.74±0.48^{A}

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir (p<0,05).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir (p<0,05)

Satsuma mandarin çeşidinin depolanması sırasında hue değerinde meydana gelen değişimlerin istatistik olarak yorumlanmasına bakılacak olunursa; Kontrol+Defne uygulamasında 0, 15 ve 30. gün depolamaları arasındaki fark ile 45 ve 60. gün depolamaları arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu iki grup arasındaki fark ise istatistik olarak önemli bulunmuştur. Wax+Defne uygulamasına bakıldığında ise 15. gün depolamasının 45 ve 60. gün depolamaları ile arasındaki fark aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Aynı gün içinde uygulamalar arası farklara bakıldığında ise 45. gün depolamasında Kontrol uygulamasının istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Yürütülen tez çalışmasında h* değerleri tüm gruplarda ortak olarak 30.günde artış göstermiştir. Genel olarak h* değerlerinde muhafaza süresi boyunca dalgalanmalar görülmüştür. (Şekil 3.5 ve Çizelge 3.9).

h* Kontrol grubu değerleri Çizelge 4.6'belirtildiği üzere; 0. günde 82.13, 15. günde 82.35, 30. günde 85.28, 45. günde 88.65, 60. günde 80.96'dır. Kontrol+ Defne 0. günde

82.13, 15. günde 81.32, 30. günde 83.49, 45. günde 85.61, 60. günde 84.54'dür. Wax grubu uygulaması için 0. günde 82.23, 15. günde 84.22, 30. günde 86.34, 45. günde 84.19, 60. günde 85.59'dur. Wax+ Defne grubu uygulamasında 0. günde 82.23, 15. günde 80.76, 30. günde 83.09, 45. günde 84.20 ve 60. günde 84.74'dür.

3.5.2. Meyve Kabuk Rengi

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanma sırasında meyve kabuk renginde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Şekil 3.6'da verilmiştir.

Şekil 3.6. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında b* değerlerinde meydana gelen değişimler

3.5.2.1. L* Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve kabuk rengindeki L* değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Yapılan çalışmada Satsuma mandarin çeşidinin depolanması boyunca meyve eti rengindeki L* değerinde meydana gelen değişimler istatistik olarak değerlendirildiğinde; Kontrol grubunda 30, 45 ve 60. gün depolamalarının arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu depolama sürelerinin 0 ve 15. gündeki depolama süreleri ile arasındaki fark istatistik olarak aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından önemli bulunmuştur. Kontrol+Defne uygulamasına bakıldığında ise 15 ve 30. gün depolama süreleri ile 45 ve 60. gündeki depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu her iki gruptaki depolama süreleri ile 0. gündeki depolama süresi ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Wax uygulaması ele alındığında ise 0. gün depolamasının 15. gündeki depolama süresi ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken, 30, 45 ve 60. depola süreleri ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.10. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nemde depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında (meyve kabuk) L* değerlerinde meydana gelen değişimler.

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	66.65±0.0^{A}	65.46±0.11^{B}	63.64±0.0^{C}	63.64±0.20^{C}	63.59±0.4^{C}
Kontrol+Defne	66.65±0.0^{A}	65.52±0.19^{B}	65.08±0.4^{B}	63.53±0.13^{C}	62.83±0.4^{C}
Wax	66.09±0.4^{A}	65.88±0.53^{AB}	63.17±1.14^{C}	64.07±0.09^{BC}	63.67±0.28^{C}
Wax+Defne	66.09±0.4	65.91±0.65	65.30±0.61	63.77±0.24	62.67±1.54

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir (p<0,05).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir (p<0,05)

Aynı gün içinde uygulamalar arası fark incelendiğinde ise istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Satsuma mandarin meyvelerinin kabuk renginde parlaklığı ifade eden L* değerleri ölçülmüştür. L* değeri Şekil 3.6'da görüldüğü üzere Kontrol grubu değeri 30. güne kadar azalma göstermiş, 60. güne kadar eşit şekilde devam etmiş ve 60. günde bu değer düşüş göstermiştir. Kontrol+ Defne grubunda 0. günden 60. güne kadar bu değerlerde düşüş görülmektedir. Wax grubunda 0. ve 15. günler arası az bir değer kaybı yaşanmasına rağmen 15. ve 30. günler arası oranın hızla düşüş gösterdiği gözlemlenmiştir, 30. ve 60. günler arasında ise bu oran azalma göstermiştir. Wax+ Defne grubunda 0. ve 15. günler arasında az bir değer kaybetmesine rağmen 15. ve 60. günler arasında hızla azalma göstermiştir.

L* değerleri (Çizelge 3.10) Kontrol grubunda 0. günde 66.65, 15. günde 65.46, 30. günde 63.64, 45. günde 63.64, 60. günde 63.59 olarak ölçülmüştür. Kontrol+ Defne grubunda 0. günde 66.65, 15. günde 65.52, 30. günde 65.08, 45. günde 63.53, 60. günde 62.83 olarak ölçülmüştür. Wax grubunda 0. günde 66.09, 15. günde 65.88, 30. günde 63.17, 45. günde 64.07, 60. günde 63.67. Wax+ Defne grubunda 0. günde 66.09, 15. günde 65.91, 30. günde 65.30, 45. günde 63.77, 60. günde 62.67 olarak ölçülmüştür.

3.5.2.2. a* Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve kabuk rengindeki a* değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.11'da verilmiştir.

Çizelge 3.11 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de % 85-90 oransal nemde depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında (meyve kabuk) a* değerlerinde meydana gelen değişimler

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	17.09±0.61^{Cb}	21.90±1.91^{B}	27.44±0.39^{A}	27.90±0.20^{A}	27.52±1.12^{A}
Kontrol+Defne	17.09±0.61^{Db}	22.98±0.08^{C}	26.02±0.68^{B}	28.60±0.26^{A}	27.72±0.38^{A}
Wax	21.84±0.54^{Ba}	23.47±0.89^{B}	27.20±0.76^{A}	27.15±0.44^{A}	28.42±0.29^{A}
Wax+Defne	21.84±0.54^{a}	23.71±1.67	25.52±1.45	27.34±1.06	24.77±1.79

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir (p<0,05).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir (p<0,05)

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin depolanmaları sırasında meyve kabuğunda a* değerinde meydana gelen değişimler istatistik olarak incelendiğinde, Kontrol grubunda 30, 45 ve 60. gündeki depolamalar arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu üç depolama sürelerin 0 ve 15. gün depolama süreleri ile arasındaki fark istatistik olarak

önemli bulunmuştur. Kontrol+Defne uygulamasında ise 45 ve 60. gün depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, 0, 15 ve 30. gün depolama süreleri ile olan farkı istatistik olarak önemli bulunmuştur. Wax uygulamasında ise 0 ve 15. gün depolamaları arası fark ile 30, 45 ve 60. gün depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemsiz bulunurken, bu gruplar arasındaki fark ise aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Aynı gün içinde uygulamalar arası farka bakıldığında ise 0. gün depolamasında Kontrol ve Kontrol+Defne uygulamaları arası fark ve Wax ve Wax+Defne uygulamaları arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu iki grup arası fark ise istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Yapılan çalışmada a^* değeri Çizelge 3.11 ve Şekil 3.6 ve 'da görüldüğü üzere; Kontrol grubunda 0. günden 45. güne kadar sürekli bir artış gözlemlenmiş fakat 45. günden 60. güne kadar azalma görülmektedir. Kontrol+ Defne grubunda 0. günden 45. güne kadar sürekli bir artış gözlemlenmiş fakat 45. günden 60. güne kadar azalma görülmektedir. Wax grubunda 0. günden 30. güne artış görülmekte, 30. ve 45. günler arasında 0.05 ppm' lik bir kayıp gözlenmekte, 45. ve 60. günler arasında tekrardan artış görülmektedir. Wax+ Defne grubunda 0. ve 45. günler arasında sürekli bir artış gözlemlenmiş olup 45. ve 60. günler arasında azalma görülmektedir.

a^* değerleri Çizelge 3.11 verileri incelendiğinde; Kontrol grubunda 0. günde 17.09, 15. günde 21.90, 30. günde 27.44, 45. günde 27.90, 60. günde 27.52 olarak ölçülmüştür. Kontrol+ Defne grubunda 0. günde 17.09, 15. günde 22.98, 30. günde 26.02, 45. günde 28.60, 60. günde 27.72 ölçülmüştür. Wax grubunda 0. günde 21.84, 15. günde 23.47, 30. günde 27.20, 45. günde 27.15, 60. günde 28.42 olarak ölçülmüştür. Wax+ Defne grubunda 0. günde 21.84, 15. günde 23.71, 30. günde 25.52, 45. günde 27.34, 60. günde 24.77 olarak ölçülmüştür.

3.5.2.3. b Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve kabuk rengindeki b değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.12'da verilmiştir.

Çizelge 3.12 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de %85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında (meyve kabuk) b^* değerlerinde meydana gelen değişimler.

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	67.15 ± 0.60^{B}	69.31 ± 0.32^{Aa}	67.31 ± 0.22^{B}	67.07 ± 0.49^{B}	65.72 ± 0.68^{B}
Kontrol+Defne	67.15 ± 0.60^{B}	69.48 ± 0.20^{Aa}	66.92 ± 0.39^{B}	67.44 ± 0.35^{B}	66.79 ± 0.25^{B}
Wax	66.39 ± 0.47	67.27 ± 0.97^{b}	66.24 ± 0.98	66.63 ± 0.36	65.78 ± 0.88
Wax+Defne	66.39 ± 0.47	66.89 ± 0.53^{b}	66.67 ± 0.80	65.54 ± 0.61	65.64 ± 1.77

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir ($p<0,05$).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir ($p<0,05$)

Satsuma mandarin çeşidinin depolanması sırasında meyve kabuğundaki b^* değerlerindeki meydana gelen değişimin incelendiği bu çalışmada; Kontrol ve Kontrol+Defne uygulamalarında 15. gün depolaması aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Aynı gün içinde uygulamalar arası farklara bakıldığında ise 15. gün depolamasında Kontrol ve Kontrol+Defne uygulamaları ile Wax ve Wax+Defne uygulamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu iki grup arasındaki fark ise istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Yürütülen bu çalışmada kullanılan satsuma mandarin meyve gruplarının b* değerleri değişimi Çizelge 3.12 ve Şekil 3.6'da görüldüğü üzere; Kontrol grubunda 0. ve 15. günler arasında artış, 15. ve 60. günler arasında azalış görülmektedir. Kontrol+ Defne grubunda 0. ve 15. günler arasında artış, 15. ve 30. günler arasında azalış, 30. ve 45. günler arasında artış, 45. ve 60. günler arasında azalış görülmektedir. Wax grubunda 0. ve 15. günler arasında artış, 15. ve 30. günler arasında azalış, 30. ve 45. günler arasında artış, 45. ve 60. günler arasında azalış görülmektedir. Wax+ Defne grubunda 0. ve 15. günler arasında artış, 15. ve 45. günler arasında azalış, 45. ve 60. günler arasında 0.10'luk artış görülmüştür.

b^* Değerleri Çizelge 4.12'ye göre; Kontrol grubunda 0.günde 67.15, 15. günde 69.31, 30.günde 67.31, 45. günde 67.07, 60. günde 65.72 olarak ölçülmüştür. Kontrol+ Defne grubunda 0. günde 67.15, 15. günde 69.48, 30. günde 66.92, 45. günde 67.44, 60. günde 66.79 olarak ölçülmüştür. Wax grubunda 0. günde 66.39, 15. günde 67.27, 30. günde 66.24, 45.günde 66.63, 60. günde 65.78 olarak ölçülmüştür. Wax+ Defne grubunda 0. günde 66.39, 15. günde 66.89, 30.günde 66.67, 45.günde 65.54 iken 60. günde 65.64 olarak ölçülmüştür.

3.5.2.4. Kroma Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve kabuk rengindeki kroma değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.13'da verilmiştir.

Çizelge 3.13 Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de %85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında (meyve kabuk) C değerlerinde meydana gelen değişimler

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	69.45±0.65^{C}	73.33±0.17^{Ba}	72.75±0.25^{AB}	72.68±0.51^{AB}	71.31±0.88^{C}
Kontrol+Defne	69.45±0.65^{B}	73.25±0.22^{Aa}	71.87±0.60^{A}	73.29±0.22^{A}	72.34±0.28^{A}
Wax	69.99±0.30	71.37±0.64^{b}	71.24±0.40	72.07±0.48	71.68±0.77
Wax+Defne	69.99±0.30	71.11±0.94^{b}	71.57±0.66	71.10±0.93	70.21±2.29

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir ($p<0,05$).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir ($p<0,05$)

Satsuma mandarin çeşidinin 5°C'de depolanması sırasında meyve kabuğundaki kroma değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak incelendiğinde; Kontrol grubunda 0 ve 60. gün depolamaları arası fark ile 15, 30 ve 45. gün depolamaları arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu iki grup arası fark aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur. Kontrol+Defne uygulamasında ise 0. gün depolaması istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Aynı gün içinde uygulamalar arası farklar istatistik olarak incelendiğinde; 15. gün depolaması sırasında Kontrol ve Kontrol+Defne uygulamaları ile Wax ve Wax+Defne uygulamaları arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu iki grup arası fark istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Kroma değeri Şekil 3.6'da görüldüğü üzere; Kontrol grubunda 0. ve 15. günler arasında artış, 15. ve 60. günler arasında ise sürekli bir azalış görülmektedir. Kontrol+ Defne grubunda 0. ve 15. günler arasında artış, 15. ve 30. günler arasında azalış, 30. ve 45. günler arasında artış, 45. ve 60. günler arasında azalış görülmektedir. Wax grubunda 0. ve 15. günler arasında artış, 15. ve 30. günler arasında azalış, 30. ve 45. günler arasında artış, 45. ve 60. günler arasında azalış görülmektedir. Wax+ Defne grubunda 0. ve 30. günler arasında artış, 30. ve 60. günler arasında ise azalış görülmektedir.

Chroma'nın istatiksel değerleri (Çizelge 3.13) ; Kontrol grubunda 0.günde 69.45, 15. günde 73.33, 30.günde 72.75, 45.günde 72.68, 60. günde 71.31 olarak ölçülmüştür. Kontrol+ Defne grubunda 0. günde 69.45, 15. günde 73.25, 30.günde 71.87, 45.günde 73.29, 60. günde 72.34 olarak ölçülmüştür. Wax grubunda 0.günde 69.99, 15. günde 71.37, 30.günde 71.24, 45. günde 72.07, 60. günde 71.68 olarak ölçülmüştür. Wax+ Defne grubunda 0. günde 69.99, 15. günde 71.11, 30.günde 71.57, 45.günde 71.10, 60. günde 70.21 olarak ölçülmüştür.

3.5.2.5. Hue Değeri

Satsuma mandarin çeşidi meyve örneklerinin 5ºC'de depolanması sırasında meyve kabuk rengindeki hue değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.14'da verilmiştir.

Satsuma mandarin çeşidinin 5°C'de depolanması sırasında meyve kabuğunda hue değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak incelendiğinde, Kontrol grubunda, 30, 45 ve 60. gün depolamaları arası fark önemsiz bulunurken, bu depolama süreleri ile 0 ve 15. gün depolama süreleri arası fark istatistik olarak aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur. Kontrol+Defne uygulamasında ise 45 ve 60. gün depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu 45 ve 60. gün depolama sürelerinin 0, 15 ve 30. gün depolama süreleri ile arasındaki fark istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Wax uygulamasında ise 0 ve 15. gün depolama süreleri ile 30, 45 ve 60. gün depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu gruplar arası fark ise aynı uygulama içinde günler arası fark bakımından istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.14. Modifiye atmosfer koşullarında 5ºC'de %85-90 oransal nem'de depolanan satsuma mandarin meyve gruplarında (meyve kabuk) hue değerlerinde meydana gelen değişimler

UYGULAMA	Depolama Süresi (Gün)				
	0	15	30	45	60
Kontrol	75.81 ± 0.56^{Aa}	71.13 ± 0.56^{B}	67.85 ± 0.30^{C}	67.37 ± 0.10^{C}	67.28 ± 0.77^{C}
Kontrol+Defne	75.81 ± 0.56^{Aa}	71.67 ± 0.06^{B}	68.74 ± 0.41^{C}	66.98 ± 0.30^{D}	67.45 ± 0.27^{D}
Wax	71.75 ± 0.52^{Ab}	70.76 ± 0.90^{A}	65.35 ± 1.50^{B}	67.80 ± 0.29^{B}	66.63 ± 0.41^{B}
Wax+Defne	71.75 ± 0.52^{b}	70.42 ± 1.18	69.03 ± 1.15	67.37 ± 0.65	69.39 ± 0.88

A,B,C: → Farklı büyük harfler, aynı uygulama içinde günler arası farkı göstermektedir ($p<0,05$).
a,b,c: ¯ Farklı küçük harfler, aynı gün içinde uygulamalar arası farkı göstermektedir ($p<0,05$)

Aynı gün içinde uygulamalar arası farklara bakıldığında ise; 0. gün depolamasında Kontrol ve Kontrol+Defne uygulamaları ile Wax ve Wax+Defne uygulamaları arası fark istatistik olarak önemli bulunmazken, bu iki grup arası fark istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Satsuma mandarin meyve gruplarında depolama süresinde Hue değerinde meydana gelen değişimler için tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.14'de belirtilmiştir. Bu değerler; Kontrol grubunda 0. ve 60. günler arasında sürekli azalma görülmüştür. Kontrol+ Defne grubunda 0. ve 60. günler arasında sürekli azalma görülmüştür. Wax grubunda 0. ve 30. günler arasında azalma, 30. ve 45. günler arasında artış, 45. ve 60. günler arasında ise azalış görülmektedir. Wax+ Defne grubunda 0. ve 45. günler arasında sürekli bir azalma görülmesine rağmen 45. ve 60. günler arasında artış görülmektedir.

h değerleri Çizelge 4.14'de saptanan değerler; Kontrol grubunda 0.günde 75.81, 15. günde 71.13, 30.günde 67.85, 45.günde 67.37, 60. günde 67.28 olarak ölçülmüştür. Kontrol+ Defne grubunda 0.günde 75.81, 15. günde 71.67, 30.günde 68.74, 45.günde 66.98, 60. günde 67.45 olarak ölçülmüştür. Wax grubunda 0.günde 71.75, 15. günde 70.76, 30.günde 65.35, 45.günde 67.80, 60. günde 66.63 olarak ölçülmüştür. Wax+ Defne grubunda 0.günde 71.75, 15. günde 70.42, 30.günde 69.03, 45.günde 67.37, 60. günde 69.39 olarak ölçülmüştür (Şekil 3.6.).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Meyve ve sebze muhafazasında en önemli faktörlerden birisi su kaybının önlenmesidir. Hira ve ark., (2022) hem kaplanmış hem de kaplanmamış, tüm 'Kosui' armut meyvesinde depolama süresi boyunca ağırlık kaybında istikrarlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda muhafaza başlangıcından muhafaza süresi sonuna kadar bütün uygulama gruplarında ağırlık kaybında artışlar meydana geldiği fakat depolama sonunda en az ağırlık kaybı Wax uygulaması, en fazla ağırlık kaybı gösteren ise Kontrol+Defne grubundaki meyveler olduğu gözlemlenmiştir. Evapotranspirasyonun neden olduğu hasat sonrası ağırlık kaybının önlenmesi, yenilebilir kaplamaların kullanılmasının faydalı etkilerinden biri olarak pek çok araştırıcı tarafından vurgulanmıştır (Valero ve ark., 2013; Dai ve ark., 2020). Fiziksel özelliklerden kabuk yapısı üzerindeki lentisel, stomaların sayısı ve yapısı önemli olurken havanın buharlaştırma gücü, depo sıcaklığı, oransal nemi, hava hareketi ve ambalaj tipine bağlı olan buhar basıncı farkı da su kaybına neden olabilir.

Muhafaza süresi uzadıkça belirlenen ortalama meyve suyu pH değerinin dalgalanmalar gösterdiği fakat başlangıca göre muhafaza sonunda arttığı gözlenmiştir. En fazla artış Wax+Defne grubunda görülür iken, en az artış ise Wax grubunda meydana gelmiştir. Didin (2007) nin yaptığı çalışmada 2004 yılında muhafazanın başlangıcında 3,43 olan meyve suyu pH değeri azalma ve artışlar göstererek 120. günde 3,44 olmuştur. Muhafaza süresi uzadıkça saptanan ortalama meyve suyu pH değerinin arttığını göstermiştir. Bu sonuçlar daha önce turunçgiller muhafazası üzerinde yapılmış çalışmaların sonuçları ile uyum içindedir (Akpınar, 1990; Ağar ve Kaşka, 1992; D'aquıno ve ark., 1997; Özdemir, 1999; Özkaya (2007), 2003 ve 2004 yıllarında derilerek farklı uygulamalara geçirildikten sonra muhafaza edilen farklı mandarin meyvelerinde muhafaza süresinin ilk aylarda usare pH değerinde dalgalanmalar saptanmış, başlangıç değerine göre depolamanın son aylarında usare pH'sında artışlar görülmüştür. Denemenin her iki yılında da muhafaza süresinin uzaması ile pH değerinde artışlar saptanmıştır. Turunçgillerin muhafazasında pH değişimlerinde dalgalanmalar görülebilmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar farklı tür ve çeşitlerle de yapılan denemeler ile uyum içerisindedir (Porat ve ark., 2000; Porat ve ark. 2002; Lurie ve ark., 2004).

Muhafaza süresi uzadıkça titre edilebilir asit değerlerinde azalma olmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar bu konuda yapılmış çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Porat ve ark., 2000a; Porat ve ark., 2002; Özkaya, 2007) Karaçalı (2004), asit kaybının ekolojik koşullar ve olgunlaşmaya bağlı olduğunu, sıcak havaların olgunluğu hızlandıran koşulların asit kaybını hızlandırdığını ve metabolizmayı yavaşlatan, solunumu azaltan düşük sıcaklık, düşük O_2 ve yüksek CO_2 gibi ortam koşullarının da asit kaybını azalttığını bildirmiştir. Pailly ve ark., (2004), Star Ruby altıntop çeşidinde muhafazanın başlangıcında ortalama %1.26 olan titre edilebilir asit miktarının 20 hafta muhafaza süresinin sonunda ortalama %1'e düştüğünü bildirmişlerdir. Özdemir (1999) yaptığı çalışmada ilk yılda uygulamalar arasında muhafaza başlangıcına göre ortalama TEA miktarlarında en az düşüş Foamer+mum ile (1,05) olurken, en fazla azalma sıcak su+mumlama uygulamasında (0,98) olmuştur. Titre edilebilir asitlik içeriği muhafaza süresi uzadıkça azalmıştır. Pekmezci ve ark. (1984); Kaşka ve Dündar (1992) ve Pekmezci ve ark., (1995) tarafından da paralel bulgular elde edilmiştir. Soğukta muhafaza süresince titre edilebilir asitlikte gözlenen kayıpların nedenleri, organik asitlerin solunumda kullanılmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Karaçalı, 2004).

Muhafaza süresince SÇKM miktarlarında dalgalanmalar gözlemlenmiş, muhafaza sonunda ise artışlar meydana gelmiştir. Yapılan benzer çalışmalar ile paralellik göstermektedir (Didin ve ark., 2018; Canan ve ark., 2019; Kurubaş, 2019; Güvenç ve Dündar, 2021). Soğukta muhafaza sırasında SÇKM içeriğinde meydana gelen artışın nedeni, su kaybı sonucu şekerlerin meyve suyunda oransal olarak artmasının olabileceği gibi (Ertan ve ark., 1991), bu durum şekerlerdeki mutlak artıştan da kaynaklanabilir (Ertürk, 1994). Meyve sertliğinin aksine SÇKM, kontrol meyvesi depolama boyunca bir artış eğilimi gösterdiği ve yapılan uygulamalarda bizim çalışmada olduğu gibi kontrol meyvesinden daha az suda çözünür kuru maddeye sahip olduğu bildirilmiştir (Wang ve ark., 2022). Benzer çalışmaları yürüten araştırıcıların elde ettikleri bulgular şeftali, nektarinlerin muz ve bozulmamış kivi meyvesi üzerindeki önceki çalışmalarla uyumlu olduğu söylenebilir (Srivastava ve Dwivedi, 2000; Aghdam ve ark., 2011; Porat ve ark., (2000).

Meyve Eti Rengi (L*, a*,b*,C°,H°) değerlendirildiğinde; a* değerleri Kontrol ve Kontrol+Defne gruplarında 45.güne kadar azalma görülmüş 45.günden sonra artış gözlemlenmiştir. Wax grubunda ise 30.güne kadar azalma olmuş 45.günde tekrar bir artış gözlemlenmiş ve sonrasında değerde azalma görülmüştür. Wax+Defne grubunda ise 15.günden sonrasında değerlerde düşüş meydana gelmiştir. En yüksek a*değeri Wax+Defne grubunun 15. gününde 2.91 en düşük değer ise Kontrol grubunun 45. gününde 0.36 olarak belirlenmiştir. b* Değeri 15.günde Kontrol+Defne grubu hariç diğer gruplarda artış göstermiştir. 30.günde ise Wax+Defne gurubu hariç diğer gruplarda artışlar görülmektedir. 45.günde Kontrol, Kontrol+Defne, Wax+Defne gruplarında değerlerde azalma görülür iken Wax grubunda artış meydana gelmiştir. 60.günde ise b* değerleri tüm gruplarda artış göstermiştir. Chroma değerlerinde tüm gruplarda dalgalanmalar meydana gelmiştir 60.günde ise paralellik göstererek değerlerde artışlar meydana gelmiştir. h* değerleri tüm gruplarda ortak olarak 30.günde artış göstermiştir. Genel olarak h* değerlerinde muhafaza süresi boyunca dalgalanmalar görülmüştür. h* değerlerinde uygulamalar arasında karşılaştırma yaptığımızda 45. gün hariç diğer depolama günlerindeki farklar önemli bulunmamıştır. 45.günde ise Kontrol, Kontrol+Defne,Wax ve Wax+Defne kendi aralarındaki gözlemlenen değerler istatiksel olarak önemli görülmüştür.

Meyve kabuk rengi (L*,a*,b*,c*,h*) değerlendirdiğimizde; Şen ve Karaçalı, (2005) üçyapraklı anacı üzerine aşılı Satsuma mandarinleriyle yaptıkları muhafaza çalışmasında 2 aylık muhafaza sonunda meyve kabuk rengi L* değeri azalma göstermesi çalışamamızla benzerlik göstermiştir. Çalışmalarımızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre her iki çeşitte de meyve kabuk rengi b* değeri muhafaza süresi uzadıkça azalmıştır (Şen ve ark., 2005). Azak (1994) çalışmasında, renk L değerinin portakal kabuklarında muhafaza periyodu boyunca azaldığını tespit etmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda bunu doğrulamaktadır. Ancak bu azalma 60ºC'de sıcak su ile fungisit uygulanan örneklerde daha fazla bulunmuştur. 60ºC'deki işlemde meyvenin üst kısmındaki mumsu tabaka zedelenip buradaki karotenoidlerin zamanla oksijen ve ışığın etkisiyle okside olup rengin kararması bu örneklerdeki L değerinin diğerlerine oranla daha hızlı azalmasına ve siyah renge doğru bir kayış olmasına neden olarak gösterilebilir. Renk a değerinin azaldığı düşünülebilir. Mumlamada ise yüzey karetenoidlerinden bir k›sm›n›n kaplanan mum tabakasına geçip kırmızı rengin şiddetini arttırdığı düşünülebilir. Renk b değeri 60ºC'de sıcak su ile fungisit uygulanan portakallarda çok fazla azalmıştır. 40 ve 50ºC'de sıcak su ile fungisit uygulama örneklerin renk b değerini biraz arttırmıştır. Yüksek sıcaklıklarda su ile fungisit uygulamasında karetenoidlerde meydana gelebilecek oksidasyonla çift bağların doyması sonucu kırmızı rengin şiddetinin azalması ile sarı rengin şiddetinde bir artışın gerçekleşebileceği düşünülebilir. Portakalların soğukta muhafazasında kabuk renginin a* değerinde önce artış daha sonra ise azalma görülmüştür. Portakalların kabuğundaki kırmızı renkte önce koyulaşma daha sonrada açılma meydana gelmiştir. Portakalların kabuk rengindeki b* değerinde çok olmamakla birlikte muhafaza süresince artış görülmüş, kabuktaki sarı renkte oluşmuştur (Erkan, 1997). Renk parametreleri bütün değerlendirildiğinde mandarin çeşidine bağlı olarak muhafaza periyodu boyunca meyve kabuk yüzeyinde kararmalar ve yer yer çöküntüler şeklinde kendini göstermekte bunun sonucu olarak fizyolojik bozulmalarla birlikte renklerde kayıplar olduğunu ve muhafaza süresi uzadıkça artış göstermiştir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada defneyaprağı uygulaması konusunda daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ve 5˚C %85-90 oransal nemde 60 gün süresince Wax uygulaması ticari bir uygulama olarak tavsiye edilebilir. Defne yaprağı ile wax birlikte kullanımının gelecekteki çalışmalar ışık tutabileceği kanaatindeyim. Mandarin meyvesinin bünyesinde bulundurduğu uçucu yağlar ile defne yaprağının bünyesinde bulundurduğu uçucu yağların birbirleri ile etkileşimi yapılacak olan çalışmalarda göz önünde bulundurulmalıdır. Hasat sonrasında dayanıklılığı açısından büyük bir öneme sahip olan mandarin meyvesinin kalite parametrelerinin korunmasında, raf ömrünü uzatmada, pazarlanabilirliğini arttırma noktalarında yapılan muhafaza çalışmalarına ışık tutabileceği ve ticari açıdan üretimini yapan üreticiler için uygun ve etkili bir muhafaza yöntemi olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma, Doç. Dr. Şeyda Çavuşoğlu danışmanlığında Yadigar Leyla DOĞAN tarafından Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda tamamladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

Aghdam, M. S., Motallebiazar, A., Mostofi, Y., Moghaddam, J. F., & Ghasemnezhad, M. (2011). Methyl salicylate affects the quality of hayward kiwifruits during storage at low temperature. *Journal of Agricultural Science (Toronto), 3*(2), 149-156.

Ağar, İ.T. Ve Kaşka, N., 1992. Satsuma, Klemantin ve Fremont Mandarinleri İleMinneola Tangelo'nun Soğukta Muhafaza Olanakları Üzerinde Araştırmalar. *II.Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Kongresi*, 6-8 Mayıs, Adana, 327-336.

Akpınar, I. 1990. Değişik Turunçgil Anaçları Üzerine Aşılı Washington Navel, Valencia ve Moro Portakal Meyvelerinin Muhafazası Üzerine Araştırmalar.(*Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim DalıYüksek Lisans Tezi Basılmamış*) *No:9811, Adana, 146s*.

Anonim, (2021) USDA, The United States Department of Agriculture, (http.//www.usda.gov).

Anonim, (2022) FAO. Food and Agrıculture Organızatıon of The Unıted Natıons Statistics Division, (http.//www.fao.org/faostat/en/#data/QC).

Azak, M. 1994. Washigton Navel Portakalı ve Klemantin Mandarinin Soğukta Depolanması Konusunda Araştırmalar.*(Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi) No:36001, Bornova-İzmir, 117 s.*

Canan, İ., Gündoğdu, M., Güler, E., & Taş, A. W. (2019). Murcott Tangor Çeşidinin (Citrus reticulata x C. sinensis cv W. Murcott) Muhafazası Üzerine; Elma Sirkesi, Limon Tuzu Ve Streç Film Uygulamalarının Etkisi. II. Uluslararası Tarım Kongresi /2nd International Agricultural Congress 21-24 Kasım / November 2019

Couey, H.M., 1989. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruit. HortScience 24, 198–202.

Çavuşoğlu, Ş., Keskin, N ve Türkoğlu, N. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Hasat sonrası Meyvelerin Soğukta Muhafazasında Kullanım Olanakları. *Publishing Director/Yayın Yönetmeni: Muhammet ÖZCAN Editors/Editörler: Doç. Dr. Halil DEMİR Cover Design/Kapak Tasarımı: Emre UYSAL Asos Yayınevi 1st Edition/1. baskı: December/Aralık 2019*, 57.

D'aquıno, S., Pıga, A., Agabbo, M., 1997. Effect of High TempuratureConditioning, Fungicide Treatment and Film Wrapping on the Keeping Qualityof 'Nova ' Tangelo During Cold Storage. *Packaging Technology and Science Vol* 10 295-309.

Dai, L., Zhang, J., Cheng, F., 2020. Cross-linked starch-based edible coating reinforced by starch nanocrystals and its preservation effect on graded Huangguan pears. Food Chem. 311, 125891

Didin, Ö. 2007 Farklı Anaç Ve Değişik Depo Sıcaklıklarının Bazı Mandarin Çeşitlerinin Muhafazasına Etkileri (*Yüksek Lisans Tezi*) Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı 100 Syf

Didin, Ö., Özdemir, A.E., Çandır, E., Kaplankıran, M., Yıldız, E., 2018. Robinson Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri. Çukurova J. Agric. Food Sci. 33(2):1-16.

Elgar, H.J., Watkins, C.B., Murray, S.H., Gunson, F.A. 1997 Quality of Buerre Bosc and Doyenne du Comice pears in reletion to harvest date and storage period. Postharvest Biology and Technology No: 10 29-37.

Erkan, M. 1997. Antalya Koşullarında Üretilen Washington Navel Portakalı ve Star Ruby Altıntopunun Derim Sonrası Fizyolojisi ve Muhafazası Üzerine Araştırmalar.*(Akdeniz*

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi) No:58-183, Antalya, 198s.

Ertan, Ü., Özelkök, S., Kaynaş, K., Demirören, S. 1991. Bazı önemli şeftali çeşitlerinin hasat sonrası fizyolojileri üzerinde araştırmalar I: Red Globe. Bahçe, 20 (1-2): 59-74

Ertugay M.F., Sallan S., 2011. Meyve ve sebzelerde vaks uygulamaları, Gıda, cilt. 36, ss.153-160,

Ertürk, E. 1994. Samsun ekolojisinde yetiştirilen bazı şeftali çeşitlerinin soğukta muhafaza ve manav koşullarında bekletme sürelerinin araştırılması üzerinde bir araştırma. 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 163s

Güvenç, B. ve Dündar, Ö. (2021). Klemantin Mandarini ve Orlando Tanjelo Melezlenmesi İle Elde Edilen Hibrit Meyvelerin Muhafaza Performanslarının Belirlenmesi. *Alatarım*, *20*(1), 32-44.

Hira, N., Mitalo, O. W., Okada, R., Sangawa, M., Masuda, K., Fujita, N., ... & Kubo, Y. (2022). The effect of layer-by-layer edible coating on the shelf life and transcriptome of 'Kosui'Japanese pear fruit. *Postharvest Biology and Technology*, *185*, 111787.

Kafa, G., 2013. Kütdiken limonu meyvelerinde görülen çöküntü (rumple) ile bitki besin elementleri arasındakiilişkilerin araştırılması.Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Yüksek Lisans Tezi. Adana, 647s.

Karaçalı, İ., 2004. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlaması. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları,* İzmir, No: 494, 469 s.

Kaşka, N. ve Dündar, Ö. (1992). Altıntop muhafazası konusunda yapılan araştırmalar. II. *Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Kongresi Bildiri Kitabı, Adana*, *317*, 326.

Klein, J.D., and Lurıe, S., (1991). Postharvest Heat Treatment and Fruit Quality. *Postharvest News and İnformation,* 2 (1): 15-19.

Koyuncu M.A., Savran H.E., (2002), Yenilebilir Kaplamalar, *Süleyman Demirel Üniversitesi FenBilimleri Enstitüsü Dergisi* ,Yıl 6, Sayı 3,S. 73-83

Kurubaş, M. S. (2019). 'Lane Late'portakal çeşidinde derim sonrası farklı uygulamaların muhafaza ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi.

Küçükcankurtaran, S. ve Özdoğan, Y. (2021). Koronavirüs hastalığı'nın yetişkinlerin beslenme ve fiziksel aktivite durumuna etkisi; COVID-19 ve beslenme. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *11*(3), 318-324.

Lurie, S., Jemric, T., Weksler, A., Akiva, R., & Gazit, Y. (2004). Heat treatment of 'Oroblanco'citrus fruit to control insect infestation. *Postharvest Biology and Technology*, *34*(3), 321-329.

Lurie, S., (1998). Postharvest Heat Treatments of Horticultural Crops. *Hort. Rev.*, 22: 31-121.

Öz, A. T., ve Süfer, Ö. (2013). Taze meyve ve sebzelerin muhafazasında modifiye atmosfer paketlemenin doğal bileşiklerle birlikte kullanımı. *Akademik Gıda*, *11*(2), 110-115.

Özdemir, A. E. (1999). Farklı Derim Sonrası Uygulamaların Kozan Yerli ve Valencia Portakallarının Muhafazasına Etkisi. (*Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi Basılmamış*) No:88020 Adana, 246s.92.

Özdemir, A.E. And Dundar, Ö., (2001). Effect of Different Postharvest Applications on Storage of ' Valencia' Oranges. *Proceedings of the Fourth International Conference on Postharvest Science,* 2: 561-598.

Özkaya, O. (2007). Bazı Turunçgil Tür ve Çeşitlerinde Sıcak Su ve Kimyasal Uygulamalarının Muhafazaya Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enst., Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana,(Doktora Tezi) 175s*.

Pailly, O., Tison, G., & Amouroux, A. (2004). Harvest time and storage conditions of 'Star Ruby'grapefruit (Citrus paradisi Macf.) for short distance summer consumption. *Postharvest biology and technology*, *34*(1), 65-73.

Porat, R., Pavoncello, D., Peretz, J., Weiss, B., Daus, A., Cohen, L., ... & Lurie, S. (2000). Induction of resistance to Penicillium digitatum and chilling injury in 'Star Ruby'grapefruit by a short hot-water rinse and brushing treatment. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *75*(4), 428-432.

Porat,, Daus, A., Weıss, B., Cohen, L., And Droby, S., (2002). Effects of Combining Hot Water, Sodium Bicarbonate and Biocontrol on Postharvest Decay of Citrus Fruit . *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 77(4): 441-445,

Rodov, V., Ben-Yehoshua, S., Albaglı, R., Fang, D.Q., (1995). Reducing Chilling Injury and Decay of Stored Citrus Fruit by Hot Water Dips. *Postharvest Biology and Technology*, 5: 119-127.

Romanzzi, G., Nigro, F., Ippolito, A., Salerno, M., (2001). Effect of short hypobaric treatments on postharvest rots of sweet cherries, strawberries and table grapes. Postharvest Biol. Technol. 22, 1–6.

Srivastava, M. K., & Dwivedi, U. N. (2000). Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant science*, *158*(1-2), 87-96.

Şen, F. Ve Karaçalı, İ., (2005). Hasat Sonrası Farklı Sıcaklık UygulamalarınınSatsuma Mandarininin Kalite ve Dayanım Gücüne Etkileri. *III. BahçeÜrünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 06-09 Eylül 2005, Antakya-Hatay, 212-219.

Tiring, G., Satar, S., & Çimen, B. (2017). Adana Ekolojik Koşullarında Bazı Satsuma Mandarin (Citrus unshiu Marc.) Çeşitlerinin Meyve Kalite Özelliklerinin Saptanması ve Hasat Olumuyla İlişkilendirilmesi. Alatarım 2017, 16 (1): 19-25

Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guill´en, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., 2013. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. Postharvest Biol. Technol. 77, 1–6.

Wang, J., Zhu, J. Z., Liu, X. F., Allan, A. C., Gao, H. Y., Yin, X. R., & Wang, W. Q. (2022). Transcriptome analysis reveals mechanisms of acetylsalicylic acid-mediated fruit quality maintenance in fresh-cut kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, *194*, 112100.