

# CONFERENCE BOOK



**BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
NOVEMBER 22 - 24, 2024  
BINGOL**

**ISBN : 978-625-97509-0-3**

**ACADEMY GLOBAL PUBLISHING HOUSE**





*BINGOL 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON  
APPLIED SCIENCES  
NOVEMBER 22 - 24, 2024  
BINGOL*

*Edited By*

*PROF. DR. HÜLYA ÇİÇEK*

**CONGRESS ORGANIZING BOARD**

*Head of Conference: Assoc. Prof. Dr. Mete Kazaz*

*Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay*

*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Ali Bilgili*

*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Naile Bilgili*

*Organizing Committee Member: Doç. Dr. Nazile Abdullazade*

*Organizing Committee Member: PROF. DR. BAŞAK HANEDAN*

*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hülya Çiçek*

*Organizing Committee Member: Dr. Mehdi Meskini Heydarlou*

*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dwi Solisworo*

*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dody Hartando*

*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Raihan Yusoph*

*Organizing Committee Member: Assoc. Prof. Dr. Ivaylo Staykov*

*Organizing Committee Member: Assist. Prof. Dr. K. R. Padma*

*Organizing Committee Member: Amaneh Manafidizaji*

*Organizing Committee Member: Aynur Əliyeva*

*All rights of this book belong to Academy Global Publishing House*

*Without permission can't be duplicate or copied.*

*Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.*

*Academy Conference-2024 ©*

Issued: 20.12.2024

ISBN: 978-625-97509-0-3

# ***CONFERENCE ID***

---

## **BINGOL 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**

**DATE – PLACE**  
NOVEMBER 22 - 24, 2024  
BINGOL

**ORGANIZATION**  
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES

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

### **PARTICIPATING COUNTRIES**

**Turkey** – Algeria – Azerbaijan - Taiwan-apan – Germany- Serbia- Italy- Poland – Belgium- Iran – Lebanon- Saudi Arabia - United Arab Emirates- Jordan – Malaysia – Singapore - South Korea – China – Indonesia – Iraq – Bulgaria - Romania. - Serbia. Kazakhstan - Hungary

**PRESENTATION**  
Oral presentation

**ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :**  
In the conference 38 papers have been presented by Turkish participants and 55 paper by foreign participants.  
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

**LANGUAGES**  
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

## Scientific & Review Committee

- Prof. Dr. Ali BİLGİLİ – Türkiye  
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye  
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye  
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Türkiye  
Prof. Dr. Emine KOCA – Türkiye  
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Türkiye  
Prof. Dr. Bülent KURTİŞOĞLU – Türkiye  
Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan  
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia  
Prof. Dr. Natalia LATYGINA – Ukraina  
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia  
Prof. Muntazir MEHDI – Pakistan  
Prof. Dr. Raihan YUSOPH – Philippines  
Prof. Dr. Akbar VALADBİGİ – Iran  
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Türkiye  
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India  
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Türkiye  
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Türkiye  
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Türkiye  
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China  
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan  
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFARI – Iran  
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Türkiye  
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria  
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia  
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India  
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan  
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Türkiye  
Assist. Prof. K. R. PADMA – India  
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan  
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia  
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria  
Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania  
Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye  
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia  
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran  
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşılı JAYLIBAY - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan  
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria  
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India  
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia  
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam  
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia  
Assist. Prof. Dr. Yang ZITONG – China  
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan  
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa  
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan  
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Turkiye  
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India  
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania  
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Turkiye  
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan  
Sonali MALHOTRA - India



T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Tıp Fakültesi



Sayı :E-98102723-903.07-475454  
Konu :Görevlendirme Talebi

REKTÖRLÜK MAKAMINA

İlgi : 27.03.2024 tarihli ve E--903.07-474236 sayılı yazı

Fakültemiz Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı'nda görevli öğretim üyesi Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK'in Yükseköğretim Genel Kurulunun 15.06.2023 tarihli, 10 sayılı oturumunda alınan 2023.10.183 sayılı kararı gereğince Doçentlik Başvuru Şartlarında bulunan ve doçent olacak adaylardan istenen "Diğer uluslararası/ ulusal bilimsel toplantının düzenleme komitesinde resmi olarak görevlendirilmiş üniversite akademisyen temsilcisi bulunması zorunludur." maddesi gereğince, Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz ve yevmiyesiz olarak görevlendirilme talebi ile ilgili dilekçesi ekte gönderilmiştir

Adı geçen öğretim üyesinin Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz, yevmiyesiz olarak görevlendirilmesinde Dekanlığımızca bir sakınca bulunmamaktadır.

Onaylarınıza arz ederim

Prof.Dr. Şevki Hakan EREN  
Dekan

OLUR

Prof.Dr. Arif ÖZAYDIN  
Rektör

Ek:İlgi Dilekçe (1 Adet)

Dağıtım:

Gereği:

Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Başkanlığı

Bilgi:

Sayın Prof.Dr. Hülya ÇİÇEK

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Kodu : \*BSFN3RR3CF\* Pin Kodu : 27962

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/gaziantep-universitesi-ebys>

Adres : Gaziantep Üniversitesi Kampus Alanı, Tıp Fakültesi Dekanlığı, Şehitkamil - 27310 -

GAZİANTEP

Telefon : 0 (342) 360 60 60 Faks:0 (342) 360 16 17

e-Posta : [tipfaksekg@gmail.com](mailto:tipfaksekg@gmail.com) Web : [www.gantep.edu.tr/~tipdekanlik/bilgipaketi](http://www.gantep.edu.tr/~tipdekanlik/bilgipaketi)

Kep Adresi : [gauntipdek@hs01.kep.tr](mailto:gauntipdek@hs01.kep.tr)

Bilgi için : Hüseyin Temel

Unvanı : Bilgisayar İşletmeni V.



BINGOL 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES  
BINGOL 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
"Güneş Doğudan Yükselir" 3<sup>rd</sup> INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION  
November 22 - 24, 2024  
BINGOL

**Kongre Bağlantı Linki :**

**Join Zoom Meeting**

**<https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=f0YazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1>**

**Meeting ID: 885 7151 8350**

**Passcode: 202224**



### ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5 Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

### IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

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

### TECHNICAL INFORMATION

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



BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Doç. Dr. Ercan ŞAHBUDAK	1	AN ANALYSIS OF MIDDLE SCHOOL TEACHERS' CURRICULUM DESIGN PREFERENCES	Yüksek Lisans Öğrencisi, Orhan KAVAKLIOĞLU Doktor Öğretim Üyesi, Didem KAYAHAN YÜKSEL
		2	Dezavantajlı Okullardaki Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Yaşadığı Problemleri ve Çözümüne Yönelik Önerilerin İncelenmesi	Kübra CANPOLAT Doç. Dr. Emre YILDIZ
		3	DEVELOPMENT OF LIFE SCIENCE COURSE IN HISTORICAL PROCESS	Dr. Öğr. Üyesi Adem ARSLAN
		4	FAMILY-SCALE CHILD NEGLECT AND ABUSE	Dr. Öğr. Üyesi Adem ARSLAN
		5	GAME FEATURES FOR CHILDREN WITH SPECIAL NEEDS	Prof. Dr. Güneş SALI
		6	A QUALITATIVE STUDY ON THE PROBLEMS EXPERIENCED BY SYRIAN STUDENTS IN PRIMARY SCHOOLS	Prof. Dr. Güneş SALI
		7	ÖĞRETMEN ADAYLARININ ORGAN/DOKU NAKLİ VE BAĞIŞINA BAKIŞI: Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi Formasyon Öğrencileri Örneğinde	Doç. Dr. Ercan ŞAHBUDAK
		8	DISCUSSION OF INCLUDING FORMATION COURSES INTO THE THEOLOGY CURRICULUM IN TERMS OF ADVANTAGES AND DISADVANTAGES	Dr. Research Assistant Muhyettin ÖZEN

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Öğr. Gör. Dr. Erdal CAMCI	1	İÇ ANADOLU BÖLGESİNDEKİ 172 İLÇE VE 18254 KÖYÜN ISITMA DERECE SAAT DEĞERLERİNİN ARAŞTIRILMASI	Enes KAHRAMAN Prof.Dr.Mustafa ERTÜRK
		2	ENLEM, BOYLAM, RAKIM VE RÜZGAR HIZININ ISITMA DERECE SAAT DEĞERLERİNE ETKİSİNİN DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDEKİ İLLER İÇİN ARAŞTIRILMASI	Enes KAHRAMAN Prof.Dr.Mustafa ERTÜRK
		3	KORUMA MAKSATLI BALİSTİK YAPILARDA, İÇ YAPILARDA OLUŞTURULAN DEĞİŞİKLİKLERİN YAPININ BALİSTİK PERFORMANSINA ETKİLERİ	Öğr. Gör. Dr. Erdal CAMCI Prof. Dr. Fehim FINDIK
		4	BALİSTİK BİLİMİNDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR VE GELECEĞE YÖNELİK YAKLAŞIMLAR	Öğr. Gör. Dr. Erdal CAMCI Prof. Dr. Fehim FINDIK
		5	DETERMINATION OF WELD QUALITY USING IMAGE PROCESSING METHOD	Ekrem BULUT Dr. Öğr. Üyesi Emre GÖRGÜN

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Asst. Prof. Dr. Duygu Nazan GENÇOĞLAN	1	Computer Aided Troubleshooting of Ultra HD LED Televisions, Solution Method and Method of Retrieving Hex Codes of Memory Integrated Circuit	Yüksek Mühendis Cemal ŞAHİNOĞLU Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
		2	Troubleshooting and Solution Method for Smart LED Televisions with the Help of a Computer	Yüksek Mühendis Cemal ŞAHİNOĞLU Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
		3	BİOCHAR: GIDA GÜVENLİĞİ VE İKLİM DİRENCİ İÇİN YENİLİKÇİ BİR ÇÖZÜM	Nur Didem KEŞER Prof. Dr. Zeynep ZAİMOĞLU
		4	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE NÜKLEER ENERJİNİN ROLÜ	Prof. Dr. Zeynep ZAİMOĞLU
		5	The Impact of Electric Car Use on Renewable Energy Sources	Prof. Dr., Ferhat PEHLİVANOĞLU Yüksek Lisans Öğrencisi, Semagül KARAASLAN
		6	DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS OF A U-SHAPED ANTENNA USING FELT AND JEAN SUBSTRATE MATERIALS FOR 6G COMMUNICATION APPLICATIONS	Asst. Prof. Dr. Duygu Nazan GENÇOĞLAN

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
23 Kasım / Nov 23, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK	1	Diabetes Knowledge, Attitudes, Family Support, Self-Efficacy, and Self-Management Behaviors: Their Impact on Diabetes Control in Cancer Patients with Diabetes	Assist. Prof. Esin KAVURAN Emine NEHRİ
		2	Kalp Krizi Geçiren Hastaların Göğüs Ağrısı İle Ölüm Anksiyetesi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi	Assist. Prof. Esin KAVURAN Emine NEHRİ
		3	INTERNATIONAL DIFFERENCES AND INEQUALITIES IN NURSING PRACTICES	Dr. Öğr. Üyesi Esin KAVURAN Uzman Hemşire Rabia ATLI
		4	THE "IS- OUGHT" PROBLEM IN NURSING EDUCATION: CHALLENGES IN BRIDGING THEORETICAL KNOWLEDGE AND CLINICAL PRACTICE	Dr. Öğr. Üyesi Esin KAVURAN Uzman Hemşire Rabia ATLI
		5	The Effects of a Natural Compound Urolithin A on Health and Disease	Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK Hanım Seval KAYA
		6	THE SPIDER WEB AND ITS FASCINATING POTENTIAL IN MEDICINE	Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK Doç. Dr. Adile AKPINAR
		7	OBSTETRIC EMERGENCIES ABORTIONS	Doç. Dr. Zümrüt YILAR ERKEK Öğr. Gör. Serpil TOKER
		8	OBSTETRIC EMERGENCIES ECTOPIC PREGNANCY	Doç. Dr. Zümrüt YILAR ERKEK Öğr. Gör. Serpil TOKER
		9	AMELİYAT SIRASINDA BASINÇ YARALANMASI VE ÖNLENMESİ	Öğrenci Hemşire, Sudem Nur GÖGERCİN, Öğrenci Hemşire, Nurcan DALLI, Dr. Öğr. Üyesi, Hatice ERDOĞAN,
		10	AN ALTERNATIVE LOOK AT PHYSICAL RESTRAINT METHODS IN PSYCHIATRIC CLINICS	Uzman Hemşire, Muradiye POLAT Doç. Dr. Serap GÜLEÇ KESKİN

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Stefan Radosavljević	1	IMPACT OF SILVER NANOPARTICLES ON RRNA MATURATION GENES IN SACCHAROMYCES CEREVISIAE	Aisulu Kairbekova, Yerbolat Zhanbotaev
		2	ASSESSMENT OF ARCOBACTER AND HELICOBACTER PYLORI CONTAMINATION IN FRESH ORGANIC VEGETABLES: A CULTURAL AND MOLECULAR APPROACH	Nikola Marković, Assoc. Prof. Milica Petrović, Prof. Dr. Stefan Jovanović
		3	ACCELERATED DATA PROCESSING FOR SINGLE-CELL CHROMATIN ACCESSIBILITY USING HIGH-THROUGHPUT SEQUENCING	Milica Jovanović, Stefan Petrov
		4	INTEGRATING SEMANTIC LEXICAL INSIGHTS INTO CNN ARCHITECTURE FOR DIAGNOSING PEDIATRIC DISEASES	Marko Petrovic, Ana Jovanovic, Nikola Milic,
		5	DYNAMICS OF LAGRANGIAN COHERENT STRUCTURES IN THE WAKE OF SWIMMING NEMATODES	Marko Jovanović, Ana Petrović, Stefan Radosavljević
		6	THE FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF EVOLUTIONARY FORCES: GENE ENGINEERING THROUGH SYNTHETIC EVOLUTIONARY INTELLIGENCE	A. J. Kovács, M. T. Szabó
		7	RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF SILVER NANOPARTICLES DERIVED FROM CHLOROPHYTUM BORIVILLIANUM AGAINST GAMMA RADIATION-INDUCED TESTICULAR DAMAGE IN SWISS ALBINO MICE	László Szabó, Anna Tóth, Zoltán Kovács
		8	IMPACT OF VERMICOMPOST FROM COW MANURE TREATED WITH BEETLE LARVAE AND WORM SPECIES ON AGRICULTURAL YIELD	Dr. Zsófia P. Kovács, Assis. Prof. Dr. Gábor T. Székely

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Assis. Prof. Dr. Andrei Popescu,	1	Assessment of Potato Viral Infections via DAS-ELISA in Croatia	Marko Jurić, Ivana Novak,
		2	An Advanced Numerical Approach for Analyzing Dam-Break Dynamics on Flexible Foundations	Dr. Elena Ionescu, Andrei Petrescu, Sorin Vasile
		3	Exploration of Short-Horned Grasshopper Diversity (Orthoptera: Caelifera) in the Forest Ecosystems of Kolhapur, Maharashtra, India	Ioan M. Popescu, Elena A. Ionescu, Mihai T. Vasile, Andrei C. Radu
		4	Insect Infestations in Seed Production of Himalayan Conifers: A Study on Lepidopteran Borers	Andrei Ionescu, Dr. Maria Popescu
		5	Effects of Agricultural Practices on Microarthropod Diversity in Diverse Crop Ecosystems	Assis. Prof. Dr. Andrei Popescu,
		6	Induction of Base Pair Substitutions by $\gamma$ -Rays in Haploid and Diploid Yeast: A Comparative Analysis	Ivan Petrov, Maria Georgieva, Prof. Dr. Dimitar Angelov
		7	Pulmonary Helminths in Stone Martens ( <i>Martes foina</i> L.) in Bulgaria	Ivan Nikolov, Elena Georgieva
		8	Development of a Non-Invasive System for Monitoring Heart Rate and Blood Oxygen Levels	Elina M. Dimitrova, Nikolai R. Petrov, Tsvetelina L. Ivanova

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Dr. Fatima H. Abdul-Hadi	1	A Mathematical Approach to Glucose-Insulin Regulation in Blood	A. Farhadi, M. Amini
		2	Ecological Dynamics in the Persian Gulf: Investigating Climate Influences on Algal Proliferation	Farahnaz Jalali, Dr. Amir Rezaei, Sara Mohammadi, Dr. Omid Hossaini
		3	Analysis of Microbial Diversity in an Anaerobic Reactor for Brewery Wastewater Treatment	Farhad R. Davoodi, Leila M. Bahrami, Saeed K. Hashemi
		4	Innovative Computational Approaches for Cardiovascular System Analysis	M. Mohammadi, A. Rahimi, S. Khosravi, L. Yousefi
		5	Mechanisms of Pyrethroid Resistance in Iraqi Populations of the Sand Termite, <i>Psammotermes hypostoma</i>	Layla A. Najib, Assis . Prof. DR. Omar A. Khalil, Dr. Fatima H. Abdul-Hadi
		6	Safeguarding Innovations: Intellectual Property Strategies for CRISPR Technologies	Amir Kadhim, Layla Al-Bayati
		7	Extraction and Analysis of Volatile Organic Compounds in Citrus aurantifolia Infested with <i>Aonidiella aurantii</i> : A Novel Approach	H. Al-Mansoori, R. Kadhim, T. Jassim, A. Tariq
		8		

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Dr. Wei Chen	1	HAND HYGIENE PRACTICES AMONG YOUTHS IN JAKARTA, INDONESIA	Dr. Siti Nuraini, Prof. Dr. Ahmad Sudirman, Nia Kurniawati, Dr. Budi Santoso
		2	OPTIMIZATION OF HOSPITAL SELECTION IN EMERGENCY MEDICAL SERVICES USING SIMULATION TECHNIQUES	Dr. Mei Lin, Prof. Dr. Haruto Yamamoto, Dr. Siti Aisyah
		3	DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED KEY PERFORMANCE INDICATORS FRAMEWORK FOR EMERGENCY MEDICAL SERVICES	Dr. Huan Li, Prof. Dr. Min Zhang, Dr. Wei Chen
		4	ASSESSMENT OF THE AUTOMATED HEMODYNAMIC MONITORING SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF PATIENT DETERIORATION	Dr. Haruto Tanaka, Prof. Dr. Mei Chen, Dr. Siti Aisyah
		5	ASSESSMENT OF INTERACTIVE VIRTUAL REALITY REHABILITATION FOR ROTATOR CUFF INJURY	Dr. Hana Lee, Dr. Joon Park, Dr. Min Ji Kim, Dr. Seung Hoon Choi
		6	INTELLIGENT DETECTION AND CLASSIFICATION OF PULMONARY DISEASES FROM CT IMAGING	Dr. Mei Zhang, Prof. Dr. Li Wei, Dr. Kenji Nakamura
		7	SPATIAL DISTRIBUTION AND TEMPORAL DYNAMICS OF MALARIA IN SOUTHEAST ASIA	Dr. Aisha Tan, Prof. Dr. Ramesh Kumar, Dr. Nila Wang
		8	ADVANCED MACHINE LEARNING APPROACHES FOR ANALYZING AND DETECTING AUTISM SPECTRUM DISORDER IN CHILDREN	Dr. Mei Lin, Prof. Dr. Akira Yamamoto, Dr. Hiroshi Tanaka



BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Prof. Dr. Omar El-Khoury	1	ENHANCING PATIENT-CENTRIC HEALTHCARE THROUGH DIGITAL ENGAGEMENT STRATEGIES	Dr. Anna Müller, Prof. Dr. Lukas Schmidt, Dr. Sarah Weiss, and Dr. Peter Hoffmann
		2	ASSESSING THE IMPACT OF LEADERSHIP STYLES ON HEALTHCARE PERFORMANCE IN TEACHING HOSPITALS: A STUDY IN JORDAN	Dr. Leila Al-Husaini, Prof. Dr. Ahmad Al-Masri, Dr. Sara Jaber
		3	EARLY ANTENATAL CARE VISITS AMONG WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE: A MULTILEVEL ANALYSIS IN JORDAN	Dr. Layla Al-Mansour, Prof. Dr. Ahmad Al-Sharif, Ms. Fatima Zaidan, Dr. Omar
		4	OCCUPATIONAL HEALTH RISKS AMONG MEDICAL PERSONNEL AND CONTRIBUTING FACTORS IN PUBLIC HOSPITALS, BEIRUT-LEBANON	Dr. Layla Nasser, Prof. Dr. Omar El-Khoury, Dr. Sara Haddad
		5	EXAMINING DENTAL MALPRACTICE IN COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS	Dr. Ahmed Al-Mansour, Dr. Layla Rahim, Prof. Dr. Nabil Farhat, Dr. Sara Khoury
		6	ASSESSMENT OF KNOWLEDGE AMONG OPERATING ROOM PERSONNEL REGARDING FIRE PREVENTION AND CONTROL IN GOVERNMENT HOSPITALS IN BEIRUT, LEBANON	Dr. Khaled Al-Hariri, Dr. Layla Saad, Hanan Jamal, Dr. Omar Al-Mansoori
		7	INTERACTIVE DIGITAL LEARNING AND EMOTIONAL SUPPORT FOR CHILDREN WITH CHRONIC ILLNESSES	Dr. Zainab Al-Hakim, Prof. Dr. Rashid Al-Sabah, Noor Ahmed
		8	ASSESSMENT OF COVID-19 POSITIVITY RATES AMONG HOSPITALIZED PATIENTS WITH VARYING VACCINATION STATUS: A STUDY FROM KING ABDULAZIZ MEDICAL CITY, SAUDI ARABIA	Dr. Ahmed Al-Mansoori, Dr. Fatima Al-Zahrani, Dr. Omar Al-Badawi, Dr. Layla Al-Hamadi, Dr. Saeed Al-Fahad
			ENHANCING ADVERSE EVENT REPORTING IN IMMUNIZATION: THE IMPACT OF MOBILE TECHNOLOGY IN LEBANON	Dr. Samir El-Hassan, Dr. Layla Kassem, Dr. Nabil Ireige, Ms. Rania Dabbous, Mr. Omar Khalil

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 23 Kasım / Nov 23, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Prof. Dr. Marco Rossi	1	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF A HIGH-EFFICIENCY HONEYCOMB CERAMIC HEATER WITH CONDUCTIVE COATING	Dr. Amir Hossein, Prof. Dr. Fatemeh Jafari, Ali Rezaei, Dr. Sara Mohammadi
		2	UTILIZATION OF ORGANIC SEMICONDUCTOR MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF FLEXIBLE PHOTOVOLTAIC DEVICES	Dr. Elena Petrova, Prof. Dr. Marco Rossi,
		3	DURABILITY ASSESSMENT OF RECYCLED POLYPROPYLENE COMPOSITES REINFORCED WITH FLAX FIBERS	Dr. Emma Jensen, Prof. Dr. Lukas Schmidt, Dr. Claudia Müller, Prof. Dr. Erik Van den Broeck
		4	IMPACT OF COMMONLY CONSUMED ACIDIC BEVERAGES ON THE SURFACE INTEGRITY OF ORTHODONTIC COMPOSITE MATERIALS	Dr. Elena Petrov, Prof. Dr. Marco Rossi
		5	ENHANCEMENT OF SILICON SOLAR CELL PERFORMANCE THROUGH OPTIMIZED ANTI-REFLECTIVE COATINGS	Dr. Emilia Novak, Prof. Dr. Lukas Müller, Janek Petrov
		6	INNOVATIONS IN CARBON MATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY SOLUTIONS	Dr. Elena Novak, Prof. Dr. Antonij Petrov,
		7	ENHANCING TENSILE STRENGTH AND DUCTILITY OF TANBHFZRTI REFRACTORY HIGH ENTROPY ALLOYS THROUGH REVERSE ROLLING	Dr. Elena Petrov, Prof. Dr. Marko Ivanovic, Dr. Anna Schmidt
		8		

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Prof. Dr. Ayşegül KOYUNCU OKCA	1	Meetings Organized Against the Ottoman State in the Cities of Varna and Ruse in the Early 20th Century	Dr. Araş.Gör. Ali Emre İŞLEK
		2	THE EFFECT OF TRADITIONAL WEAVING FESTIVALS ON DENİZLİ TOURISM	Prof. Dr. Ayşegül KOYUNCU OKCA
		3	A RELIC FROM THE OTTOMAN PERIOD: DESTIMALS IN THE COLLECTION OF BURSA METROPOLITAN MUSEUMS	Uzm. Sanat Tarihçi Fikret ALKAN Prof. Dr. Ayşegül KOYUNCU OKCA
		4	MELE AHMED-Ê VEYSİKÊ'NİN HAYATI: İLMİ VE TASAVVUFİ YÖNLERİ İLE MARDİN YÖRESİNE KATKILARI	Doç. Dr. Selman GÖKÇE
		5	SALİHA KADININ FAZİLETİ VE TOPLUM AÇISINDAN ÖNEMİ: HACI EMİNE GÖKÇE ÖRNEĞİ	Doç. Dr. Selman GÖKÇE

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Assoc. Prof. Dr. Süleyman BALCI	1	THE COMPATIBILITY OF CAREER CHOICE WITH INDIVIDUAL CHARACTERISTICS: A STUDY ON CANDIDATE PSYCHOLOGICAL COUNSELORS	Assoc. Prof. Dr. Süleyman BALCI
		2	CAUSES OF SOCIAL ANXIETY AND RECOMMENDATIONS IN ADOLESCENTS	Assoc. Prof. Dr. Süleyman BALCI
		3	"Dede Korkut Kitabı"nda İslami üsürler	Doktora öğrencisi, GÜNEŞ MUSTAFAYEVA
		4	RESİMLİ ÇOCUK EDEBİYATI YAPITLARINDA ENGELLİK OLGUSU ("FARKLI AMA AYNI" ÖRNEĞİ)	Zehra GÜNAY Doç. Dr. Erhan ŞEN
		5	HERBERT GEORGE WELLS'İN ZAMAN MAKİNESİ KİTABININ ÇEVİRİSİNDE DEYİM VE GÜNLÜK DİL KULLANIMI: VENUTİ'NİN YERLİLEŞTİRME VE YABANCILAŞTIRMA STRATEJİSİNE GÖRE İNCELEMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Fatıma Zehra CEYLAN
		6	ZOLA'NIN KALEMİNDEN TERCÜMANIN DİLİNE: DEYİŞ KAYDIRMASI AÇISINDAN "NASIL ÖLÜNÜR" ÖYKÜSÜNÜN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Esmenur ELİK
		7	MUTUAL LİNGÜİSTİC AND LİTERARY İNFLUENCE BETWEEN İRAN AND TURKEY	Dr.Öğr.Üyesi, Ayşe SOSAR

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Assoc. Prof. Dr. Yakup ASLAN	1	TÜKETİCİLERİN KAFE TERCİHİNDE SEMBOLİK TÜKETİMİN ETKİSİ: İNEGÖL ÖZEL LİSE KOLEJİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Dr. Öğr. Üyesi, Funda Şehirli Yüksek Lisans Öğrencisi, Cansel-Kahraman
		2	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ACCOUNTING EDUCATION: ACCOUNTANTS OF THE FUTURE	Assoc. Prof. Dr. Yakup ASLAN
		3	NEW GENERATION CONCEPTS IN FINANCING HEALTH SERVICES ANLAYIŞLAR	Assoc. Prof. Dr. Yakup ASLAN
		4	THE RELATIONSHIP BETWEEN INTELLECTUAL CAPITAL AND INNOVATION: EXAMPLES FROM INNOVATIVE BRANDS IN TÜRKİYE	Prof. Dr. Yasemin KESKİN BENLİ Öğr. Gör. Sinan Can ALTUNTAŞ
		5	THE MEDIATORY ROLE OF SALES PROMOTIONS IN THE EFFECT OF CUSTOMER RELATIONSHIPS MANAGEMENT ON CUSTOMER LOYALTY	Öğrenci, Kemal DİZDAR Dr. Öğr. Üyesi Sami SEVER Prof. Dr. İbrahim AKSU
		6	REVOLUTIONIZING HEALTHCARE: THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIAGNOSIS, TREATMENT, AND PATIENT MANAGEMENT	Prof. Dr. Yalçın KARAGÖZ Assist. Prof. Dr. Mustafa FİLİZ
		7	SAMPLE APPLICATIONS IN RURAL HEALTH SERVICES	Assist. Prof. Dr. Mustafa FİLİZ Prof. Dr. Yalçın KARAGÖZ
		8		

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Prof. Dr. Soner ÇANKAYA	1	THE EXAMINATION OF PRISON STAFF'S ATTITUDES TOWARD SPORTS PARTICIPATION	Furkan Salih YAVUZ Prof.Dr. İlker ÖZMUTLU
		2	THE PARALYMPIC GAMES FROM THE PAST TO THE PRESENT: A SCIENTIFIC REVIEW	Furkan Salih YAVUZ Prof.Dr. İlker ÖZMUTLU
		3	AN ANALYSIS OF FEMALE FOOTBALL REFEREES' PERCEPTIONS OF SOCIETAL ATTITUDES TOWARDS THEIR PROFESSION	Yüksek Lisans Öğrencisi Esra SEVİLİR Dr. Muhammet KUSAN Doç. Dr. Hacı ALİ ÇAKICI Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		4	THE IMPACT OF SPORTS FACILITY QUALITY ON FOOTBALL FANS' EMOTIONAL ATTACHMENT TO THEIR TEAMS	Lisans Öğrencisi Baran KARADENİZ Dr. Muhammet KUSAN Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		5	EXAMINATION OF THE ENJOYMENT OF PHYSICAL ACTIVITY AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING LEVELS OF INDIVIDUALS PERFORMING PILATES	Lisans Öğrencisi Beyza Nur AĞUŞ Doktora Öğrencisi Faik ÖZ Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		6	SPORTS SCIENCES STUDENTS' TENDENCIES TO PURCHASE SPORTS PRODUCTS VIA THE INTERNET AND THEIR ATTITUDES TOWARDS WEARABLE TECHNOLOGICAL SPORTS PRODUCTS	Lisans Öğrencisi Enez KARAYANIZ Doktora Öğrencisi Faik ÖZ Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		7	Historical View of Physical Activity and Sports in Ancient India and its reflections on today	Yüksek Lisans Öğrencisi Orhan ŞAHİN Doç. Dr. Yener AKSOY Fatih KARAKAŞ
		8	THE EFFECT OF PHYSICAL ACTIVITY ON EATING ATTITUDE	Yüksek Lisans Öğrencisi Orhan ŞAHİN Doç. Dr. Yener AKSOY
		9	Thoughts on the First Recorded Sports and Tailteann Games in History	Yüksek lisans öğrencisi Sevim ÖMERLİO Fatih KARAKAŞ
		10	Development of Sports Culture in Greece in Ancient Period and Its Reflections on Today	Yüksek lisans öğrencisi Sevim ÖMERLİO Fatih KARAKAŞ Prof. Dr. Osman İMAMOĞLU

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Doç. Dr. Özcan IŞIK	1	DECOUPLING ECONOMIC GROWTH FROM CARBON EMISSIONS: EVIDENCE FROM EMERGING AFRICAN ECONOMIES' GREEN TECHNOLOGY ADOPTION.	Ali Umar Ahmad Maikudi Muhammad Inuwa Mukhtar Ahmad Bashir Yakubu Sani Atiku Muhammad Abubakar Hussaini Shiaibu
		2	TR72 BÖLGESİ TEMEL İŞGÜCÜ GÖSTERGELERİNİN CİNSİYETE VE YILLARA GÖRE İNCELENMESİ	Doç. Dr. Sait BARDAKÇI
		3	TR72 BÖLGESİNE AİT İSTİHDAM ORANLARININ YILLARA GÖRE SEKTÖREL ANALİZİ	Doç. Dr. Sait BARDAKÇI
		4	MULTI-CRITERIA FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS OF TARSİM BASED ON SPC AND EDAS ALGORITHMS	Doç. Dr. Özcan IŞIK
		5	MULTI-CRITERIA FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS: THE CASE OF BANKS REGISTERED ON THE JOHANNESBURG STOCK EXCHANGE	Doç. Dr. Özcan IŞIK
		6	Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı'nın Türkiye İhracatına Etkisi: Kimya Sektörü Analizi	Muhammed Can ÖZDEMİR Doç. Dr. Elif Tunalı Çalışkan

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Prof. Dr. Elchin Mammadov	1	ANALYZING KEY FACTORS INFLUENCING CLIENT SATISFACTION IN CONSULTING ENGINEERING FIRMS	Ling Zhang, Prof. Dr. Kenji Nakamura, Akira Yamamoto
		2	DEVELOPMENT OF AI-DRIVEN PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR ENHANCING EQUIPMENT RELIABILITY	Dr. Kenji Nakamura, Prof. Dr. Mei Ling Chen, Dr. Hyun Soo Park
		3	DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT TASK MANAGEMENT SYSTEM USING AI TECHNOLOGIES	Dr. Leyla Mammadova, Prof. Dr. Farid Aliyev, Dr. Elchin Guliyev
		4	INNOVATIVE APPROACHES FOR CAPTURING SUBCONSCIOUS CONSUMER INSIGHTS IN E-COMMERCE	Dr. Elvin Aliyev, Prof. Dr. Leyla Mammadova, Aysel Huseynova
		5	CONTRACTOR SELECTION IN CONSTRUCTION PROJECTS USING MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	Dr. Leyla Aliyeva, Prof. Dr. Elchin Mammadov
		6	FRAMEWORK FOR ENHANCING QUALITY CULTURE IN ALGERIAN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	Dr. Ahmed Benali, Prof. Dr. Fatima Zahra, and Mr. Samir Khaled
		7	ENHANCING INSTITUTIONAL EFFECTIVENESS: THE STRATEGIC IMPORTANCE OF WORKFORCE BUDGETING IN FINANCIAL	Dr. Samira El Amrani, Prof. Dr. Ahmed Bouziane, Fatima Zahra Laaroussi
		8	EXAMINING URBANIZATION AND INCOME INEQUALITY IN ALGERIA	Dr. Amina Benali, Prof. Dr. Khalid Ziani, Fatima Zahra Lala



BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Prof. Dr. Idris Karamoko	1	CROSS-CULTURAL DYNAMICS AND INNOVATION: INSIGHTS INTO CHINESE FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN ALGERIA	Dr. Ahmed Bensaid, Prof. Dr. Leila Nasr, Dr. Farid Touati
		2	EVALUATING THE INFLUENCE OF MARITIME TRANSPORT ON ECONOMIC GROWTH IN MALAYSIA	Dr. Ahmad Zainal, Prof. Dr. Noraida Mustaffa, Eng. Firdaus Rahman
		3	CROSS-CULTURAL COLLABORATIONS AND INNOVATION: ANALYZING CHINESE FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN MALAYSIA	Dr. Siti Nurhaliza, Prof. Dr. Ahmad Faizal, Dr. Zainal Abidin
		4	KEY DETERMINANTS OF COST OVERRUN IN BUILDING CONSTRUCTION PROJECTS IN MALAYSIA	Dr. Ahmad Z. Ismail, Prof. Dr. Nurul H. Rashid, Eng. Farhan K. Ali
		5	THE EFFECTS OF THE COVID-19 PANDEMIC ON THE REAL ESTATE SECTOR	Dr. Mihai Ionescu, Prof. Dr. Elena Popescu, Andreea Vasilescu
		6	ASSESSING THE IMPACT OF CHINESE FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN AFRICA: ETHICAL AND CULTURAL DIMENSIONS	Dr. Amina Nkosi, Professor Michael Adebayo, Dr. Lindiwe Tshabalala
		7	ENHANCING OPERATIONAL EFFICIENCY THROUGH LEAN METHODOLOGIES IN AFRICAN INDUSTRIES	Dr. Amina O. Kone, Prof. Dr. Samuel T. Ndung'u, Dr. Zainab I. Moyo
		8	EXPLORING LEAN METHODOLOGIES IN CONSTRUCTION: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES	Dr. Aisha Mwanga, Prof. Dr. Samuel Ndungu, Grace Ochieng
		9	EXPLORING THE METHODOLOGICAL FRAMEWORK OF ISLAMIC ECONOMICS: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES	Prof. Dr. Idris Karamoko

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Dr. Dmitry Sokolov	1	STRATEGIC PLANNING FOR SUSTAINABILITY IN NGOS AND ITS INFLUENCE ON DONOR COMMITMENT	Dr. Nino Chikovani, Prof. Dr. Levan Kapanadze, Anna Tskhvedadze
		2	EXAMINATION OF SUSTAINABILITY REGULATION IN THE FINANCIAL SECTOR OF GEORGIA	Nino Janelidze, PhD; Giorgi Kvesitadze, MSc
		3	FORECASTING COPPER PRICES: A HYBRID APPROACH FOR ECONOMIC VARIABILITY	Prof. Dr. Giorgi M. Jojua, Dr. Nino K. Koberidze, Mr. Alexander T. Tsiklauri
		4	IMPACT OF ORGANIZATIONAL CULTURE ON DISPUTE FREQUENCY IN COMMERCIAL CONSTRUCTION PROJECTS: A CONTRACTOR'S PERSPECTIVE	Dr. Alexei Ivanov, Dr. Elena Petrovna, Andrei Sokolov
		5	IDENTIFYING NEET YOUTH RISK FACTORS IN RUSSIA: A MACHINE LEARNING ANALYSIS	Dr. Alexei Ivanov, Prof. Dr. Maria Petrovna, Dr. Dmitry Sokolov
		6	EVALUATION OF INNOVATION STRATEGIES IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES USING THE STAGE-GATE MODEL	Dmitry Ivanov, Elena Petrovna, Alexey Sokolov

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Dr. Öğr. Üyesi Hakan Yıldırım	1	A COMPARISON OF THE SETTLEMENT AND INTEGRATION OF SOMALI REFUGEES IN ETHIOPIA AND THE UNITED KINGDOM	Rukiya Yusuf Osman Asst. Prof Dr. Filiz Tutku Aydın Bezikoglu
		2	NUDGE TECHNIQUES APPLIED AS A PUBLIC POLICY TOOL IN THE UNITED KINGDOM	Doç. Dr. Hayriye SAĞIR Yüksek lisans ögr. Zehra ÖZTÜRK
		3	URBAN CONSCIOUSNESS AS A SOCIAL CHANGE PROCESS: THE İĞDIR CASE	Doç. Dr. Hayriye SAĞIR Yüksek lisans ögr. Gamze ÖZKAN
		4	ADİ ORTAKLIKTA İTİRAZ HAKKININ SAHİBİ	Dr. Öğr. Üyesi Hakan Yıldırım
		5	SURİYE KRİZİ ve ULUSLARARASI GÖÇ SÜRECİNİN TÜRKİYE'YE ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ	Ömer YAZAR
		6	TÜRKİYE'DE SOSYAL DEVLET POLİTİKASI İŞİĞİNDA SOSYAL YARDIMLAŞMA ve DAYANIŞMA VAKIFLARININ FAALİYETLERİ	Ömer YAZAR

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	Doç. Dr. Rahim ARSLAN	1	THE ANALYSIS OF COCO MOVİE IN THE CONTEXT OF EARLY CHILDHOOD CHARACTERİSTİC OF PSYCHOSOCİAL DEVELOPMENT THEORY	Lisans Öğrencisi, Mebruke BEKLER
		2	DISCRIMINATION, TOTEMISM, AND THE ASPECTS OF RELİGİON THAT CAUSE DISCRİMİNATION	Sevim Karabörk
		3	THE ROLE OF MASS COMMUNICATION TOOLS IN THE FORMATION OF PUBLIC OPİNİON	Öğr. Gör. Dr., Şenol ÇÖM
		4	YENİ TEKNOLOJİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME: FUZZY WENSLO YÖNTEMİ İLE KRİTERLERİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. Gülay DEMİR Doç. Dr. Rahim ARSLAN
		5	TÜRKİYE SAĞLIK ARAŞTIRMASI SONUÇLARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ	Doç. Dr. RAHİM ARSLAN Doç. Dr. GÜLAY DEMİR

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	Dr. Öğr. Üyesi Buket BOĞA KURU	1	KOYUN KARACİĞERLERİNDE KİSTİK EKİNOKOKKOZUN PATOFİZYOLOJİSİNDE SİNDEKAN-1 PROTEİNİN ROLÜ	Dr. NİHAT YUMUŞAK
		2	KUZULARDA BEYAZ KAS HASTALIĞININ NEDEN OLDUĞU KAP HASARINDA PATOMORFOLOJİK BULGULAR	Dr. NİHAT YUMUŞAK
		3	The Effects of Individual and Group Housing Systems on the Social Behaviors of Calves	Dr. Öğr. Üyesi Buket BOĞA KURU Doç. Dr. Mushap KURU
		4	Influence of Individual and Group Housing Systems on Growth Performance and Health in Calves	Dr. Öğr. Üyesi Buket BOĞA KURU Doç. Dr. Mushap KURU
		5	MODELING OF COW CHEESE PRODUCTION AMOUNT IN TÜRKİYE: TREND ANALYSIS	Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ÇAKIR Doç. Dr. Şenol ÇELİK
		6	MODELING OF COW MILK PRODUCTION AMOUNT IN TÜRKİYE: ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	Doç. Dr. Şenol ÇELİK Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ÇAKIR
		7	RAİN WATER HARVESTİNG: SOLUTIONS FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT	DR. SEYHMUS TUMUR
		8	THE USE OF OTOLITH MEASUREMENTS AND WEIGHT IN DETERMINATION OF TOTAL LENGTH OF TWO <i>SPICARA</i> SPECIES	Undergraduate Student Dijle AKMERMER Assistant Professor Semra SAYGIN
		9	<i>Ramalina polymorpha</i> Ekstratlarının <i>Allium cepa L.</i> Kök Ucu Meristem Hücrelerinde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Toksisitesine Karşı Koruyucu Etkilerinin Komet Yöntemi ile İncelenmesi	Yüksek Lisans Öğrencisi, İSMAİL DENİZ Doç. Dr., MUSTAFA KOCAKAYA Öğr. Gör. Dr. MEHMET ÜNSAL BARAK Prof. Dr., DİLEK PANDIR Yüksek Lisans Öğrencisi, İLAYDA ÜNAL
		10	<i>ALLIUM CEPA</i> KÖKLERİNDE HİDROJEN PEROKSİT HASARINA KARŞI <i>PHYSICIA TENELLA</i> LİKENİNİN KORUYUCU ROLÜNÜN CANLILIK TESTİ İLE BELİRLENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, İSMAİL DENİZ Doç. Dr., MUSTAFA KOCAKAYA

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	Prof.Dr. Servet SOYGÜDER	1	SOLUTIONS OF A CLASS OF FREDHOLM-INTEGRO DIFFERENTIAL EQUATIONS USING BY HERMITE COLLOCATION METHOD	Mihriban SİMSEK COM Assoc. Prof. Sebahat Ebru DAS
		2	AUTOMATION OF WAREHOUSING SYSTEMS WITH HYBRID FUZZY-MCDM APPROACH	Prof.Dr. Servet SOYGÜDER Öğrenci, Gürkan Galip DİNLER
		3	DESIGN AND ANALYSIS OF AUTOMATED STORAGE SYSTEMS WITH GENETIC ALGORITHM	Prof.Dr. Servet SOYGÜDER Öğrenci, Gürkan Galip DİNLER
		4	AN APPLICATION TO DECISION MAKING PROBLEMS WITH NEUTROSOPHIC SOFT RELATIONS	Aysun Benek Prof. Dr. Taha Yasin Öztürk Assoc. Prof. Adem Yolcu
		5	AN APPLICATION TO NEUTROSOPHIC SOFT ROUGH SETS	Aysun Benek Prof. Dr. Taha Yasin Öztürk Assoc. Prof. Adem Yolcu

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Dr. Emrah ASLAN Dr. Yıldırım ÖZÜPAK	1	Analysis of Wind Speed and Direction Relationships Using K-Nearest Neighbor (KNN) Algorithm for Wind Turbine Power Forecasting	Dr. Emrah ASLAN Dr. Yıldırım ÖZÜPAK
		2	Using Convolutional Neural Networks for Power Prediction in Wind Turbines with Deep Learning Approach to Improve Renewable Energy Efficiency	Dr. Emrah ASLAN Dr. Yıldırım ÖZÜPAK
		3	GAMMA RADIATION SHIELDING PROPERTIES OF LANTHANIDE AND ALKALINE EARTH-CONTAINING BOROSILICATE GLASSES	Bashar ALBAYOUSH Dr. Mohammed Sultan Abdulghaffar AL-BURIAHI Dr. Elif KEMAH
		4	Deformasyonun Sac Levhaların Titreşim Özellikleri Üzerindeki Etkisi: Logaritmik Dekreman Yöntemi ile İnceleme	Süleyman KILIÇ Sinan MERT Fatih Cüneyd KORKMAZ Ömer SAVAŞ
		5	TİTANYUM İMPLANT UYGULAMALARINA YÖNELİK GÜMÜŞ YÜZEY KAPLAMALARININ GELİŞTİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU	Kimyager Belde ŞAHİN Dr. Öğretim Üyesi Emre GÖRGÜN

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	Prof. Dr. Antonio R. Delos Reyes,	1	ENHANCEMENT OF LITERACY SKILLS THROUGH A PROPOSED MODULE FOR BAYBAYIN INSTRUCTION	Dr. Elena Marie J. Cruz, Prof. Dr. Antonio R. Delos Reyes,
		2	ENHANCING ADULT EDUCATION INITIATIVES TO COMBAT FEMALE GENITAL MUTILATION AND ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	Dr. Maria Santos, Prof. Dr. Juanita Reyes, Carlos Delgado
		3	ENHANCING LITERACY COMPETENCIES THROUGH AN INNOVATIVE MODULE FOR JAVANESE SCRIPT INSTRUCTION	Rina S. Aditya, Prof. Dr. Hendra Y. Santosa, and Ms. Maya P. Pramesti
		4	EMOTIONAL INFLUENCES ON STUDENT LEARNING AND ACADEMIC PERFORMANCE	Dr. Aisha Abdulaziz, Prof. Dr. Oluwaseun Bamidele, Mr. Dapo Kehinde
		5	INNOVATIVE APPROACHES IN SMART LEARNING SYSTEMS FOR MUSIC EDUCATION	Dr. Elena Vasilaki, Prof. Dr. Dimitris Kourouklis, Dr. Sofia Christodoulou
		6	THE ROLE OF URBAN ART IN FOSTERING REFLECTIVE PRACTICES IN EDUCATION	Dr. Alain M. Ngoy, Prof. Dr. Celestine T. Mbuyi, Ms. Amani N. Kalu
		7	ENHANCING INTERDISCIPLINARY APPROACHES IN EDUCATION: A FOCUS ON MATHEMATICS	Dr. Jean-Pierre Monga, Prof. Dr. Mireille Ngalula, Claude Makaya
		8	ENHANCING MATHEMATICAL UNDERSTANDING THROUGH ORIGAMI: A CASE STUDY	Dr. Fatma Al-Masri, Prof. Dr. Ahmed El-Sayed
		9	DECENTRALIZED ASSIGNMENT MANAGEMENT SYSTEM UTILIZING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY	Dr. Ahmed Farouk, Prof. Dr. Sara Mahmoud, Nour El-Sayed, Dr. Khaled Hassan Prof. Dr. Fatima Zohra



BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Assoc. Prof. Aibek Shakirov,	1	EXPLORING THE EFFECTS OF INADEQUATE TEACHER-STUDENT INTERACTIONS ON CHRONIC ABSENTEEISM IN SECONDARY SCHOOLS OF BANGLADESH	Dr. Rina Bhatia, Prof. Anwar Hossain, Asif Rahman
		2	UNDERSTANDING MOTIVATIONAL FACTORS IN ENGLISH LANGUAGE ACQUISITION: A STUDY AT A BELGIAN UNIVERSITY	Dr. Elise Dubois, Prof. Henri Martin, Laura Petit
		3	ENHANCING PROGRAMMING EDUCATION THROUGH AN INNOVATIVE COLLABORATIVE LEARNING MODEL	Authors: Dr. Annelies Vermeulen, Prof. Thomas Devries Joris Van Dyck
		4	EVALUATING THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON ASSESSMENT PRACTICES IN HIGHER EDUCATION	Dr. Amina Rahimi, Prof. Jamil Azizi, Ms. Fatima Mohseni
		5	INFLUENCE OF NON-PARENTAL EARLY CHILDHOOD EDUCATION ON VIRTUAL FRIENDSHIP DYNAMICS	Dr. Aigerim Tulegenova, Assoc. Prof. Aibek Shakirov, and Nurlan Askarov
		6	INFLUENCE OF NON-PARENTAL EARLY CHILDHOOD EDUCATION ON VIRTUAL FRIENDSHIP DYNAMICS	Dr. Aigerim Tulegenova, Assoc. Prof. Aibek Shakirov, and Nurlan Askarov
		7	THE IMPACT OF SUCCESS EXPECTATION ON STUDENT PERFORMANCE IN SUMMATIVE ASSESSMENTS	Dr. Marko Novak, Prof. Ivana Petrovic, and Ana Kovač
		8	STRATEGIC FRAMEWORK FOR DIGITAL CONTENT MANAGEMENT: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	Dr. Ivan Petrov, Ms. Hana Kovač, Prof. Luka Jurić, Dr. Marija Novak

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	Assoc. Prof. Dr. Luka Kovač,	1	THE ROLE OF NARRATIVE IN FOSTERING EMOTIONAL INTELLIGENCE AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS	Dr. Maria Rossi, Prof. Luca Verdi
		2	EVALUATING LEARNING ENHANCEMENT IN FREE-FALL MOTION THROUGH PRIOR CONCEPT UTILIZATION	Dr. Andrei Ionescu, Prof. Elena Popescu, Radu Mihai
		3	ENHANCING READING COMPREHENSION THROUGH INTEGRATED INSTRUCTIONAL MODELS	Dr. Anjali Sharma, Prof. Ramesh Patel, Dr. Priya Mehta
		4	ENHANCING THE BIOMEDICAL ENGINEERING COMMUNITY THROUGH OUTREACH INITIATIVES IN INDIA	Dr. Aditi Sharma, Prof. Rohan Mehta, Sneha Gupta, Dr. Vikram Singh, Priya Joshi
		5	ENHANCING UNIVERSITY ACCESS FOR STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS: REFLECTIONS ON TEACHER TRAINING	Assoc. Prof. Dr. Luka Kovač, Ana Petrić
		6	EXPLORING TEACHER LEADERSHIP IN CLASSROOM INTERACTIONS: A LEIFEWORLD PERSPECTIVE	Prof.Dr. Ana Petrovic, Maja Kovač
		7	EXPLORING THE CHARACTERISTICS OF EFFECTIVE, EXCEPTIONAL, AND INSPIRATIONAL EDUCATORS	Prof. Dr. Marko Petrovic, Jela Kralj
		8	EVALUATING SECONDARY SCHOOL CURRICULA FOR ENHANCING STUDENTS' QUALITY OF LIFE	Prof. Jan Novák, Dr. Eva Dvořáková, Petr Šebek, Bc. Anna Svobodová,

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	Dr. Adnan Mujkić,	1	VISUAL NARRATIVES IN CHILDREN'S LITERATURE: EMOTIONAL IMPACT AND EDUCATIONAL POTENTIAL	. Amir Dervišević, Prof. Selma Husić, Dr. Kenan Avdić
		2	VISUAL PERCEPTION OF ONLINE MARKETING STRATEGIES BY INTERNATIONAL STUDENTS AT A BOSNIAN UNIVERSITY	Authors: Dr. Adnan Mujkić, Prof. Dr. Lejla Husić, and Fatima Delić
		3	EVALUATING THE IMPACT OF VIRTUAL REALITY ON STUDENT ENGAGEMENT IN ENGLISH LANGUAGE LEARNING	Dr. Luca Rossi, Prof. Dr. Maria Bianchi, Giulia Conti
		4	EXPLORING STUDENTS' COMMUNICATION ANXIETIES AND EVALUATION CHALLENGES IN ONLINE SPEECH ACTIVITIES	Dr. Alessandro Rossi, Prof. Maria Verdi, and Luca Bianchi
		5	EXPLORING THE TRANSITION OF ITALIAN CHILDREN FROM KINDERGARTEN TO PRIMARY SCHOOL: A QUALITATIVE STUDY	Dr. Alessandro Rossi, Elena Bianchi, Dr. Marco Verdi
		6	ASSESSING EDUCATOR CULTURAL PROFICIENCY: A STUDY OF THREE LOCAL PRIMARY SCHOOLS	Dr. Amina El-Hamidi, Youssef Bensalem, Fatima Zahra Idrissi
		7	EVALUATING THE INFLUENCE OF INTRODUCTORY TECHNOLOGY COURSES ON STEM MAJOR CHOICES	Dr. Amina El Haddad, Prof. Dr. Khalid Bouchara, Fatima Zahra Benali
		8		

BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES "Güneş Doğudan Yükselir" 3rd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION November 22 - 24, 2024 BINGOL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 24 Kasım / Nov 24, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	Assoc. Prof. Dr. Amina Suleiman,	1	ENHANCING MULTIVARIABLE CALCULUS LEARNING THROUGH AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES	Dr. Ahmed Al-Saad, Dr. Layla Farhan, Dr. Samir Khaled
		2	RETHINKING THE CRIMINALIZATION OF HOMELESSNESS: INNOVATIVE APPROACHES AND THE IMPLEMENTATION OF JAMAICA'S HOPE COURT	Dr. Marcus Johnson, Leila Grant, Ms. Talia Brown
		3	ECONOMIC IMPACT ASSESSMENT OF TOURISM: A COMPREHENSIVE FRAMEWORK	Dr. Janelle Smith, Prof. Marcus Hinds, Dr. Alex Thompson
		4	THE PARADOX OF EMPOWERMENT: ANALYZING THE ROLE OF GOSSIP IN FEMALE AGENCY	Dr. Amina Bouazizi, Prof. Dr. Sami Ben Ali
		5	ADDRESSING HUMAN RIGHTS VIOLATIONS AGAINST HEALTHCARE WORKERS IN TUNISIA: A POLICY PERSPECTIVE	Dr. Samira Ben Ali, Prof. Khaled Elhadi, Dr. Fatima Zohra Mansour, Dr. Aymen
		6	FAITH-BASED RESPONSES TO HUMANITARIAN CRISES: THE ROLE OF THE ANGLICAN CHURCH DURING THE BIAFRAN CONFLICT	Professor Adebayo Ogunleye, Dr. Chiamaka Ijeoma, Yetunde Alabi
		7	EXPLORING THE ROCK ART OF THE NORTHERN REGION: SITES OF NSUKKA, NIGERIA	Dr. Chijioke Okafor, Assoc. Prof. Dr. Amina Suleiman, and Dr. Ifeoma Nwosu
		8	CINEMATIC NARRATIVES OF DISPLACEMENT: A STUDY OF MEMORY REPRESENTATION IN BANGLADESHI AND INDIAN FILMS	Dr. Amina Rahman, Prof. Haris Chowdhury, and Mr. Anik Hasan

## Contents

ENLEM, BOYLAM, RAKIM VE RÜZGAR HIZININ ISITMA DERECE SAAT DEĞERLERİNE ETKİSİNİN DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDEKİ İLLER İÇİN ARAŞTIRILMASI.....	1
İÇ ANADOLU BÖLGESİNDEKİ 172 İLÇE VE 18254 KÖYÜN ISITMA DERECE SAAT DEĞERLERİNİN ARAŞTIRILMASI.....	7
KORUMA MAKSATLI BALİSTİK YAPILARDA, İÇYAPILARDA OLUŞTURULAN DEĞİŞİKLİKLERİN YAPININ BALİSTİK PERFORMANSINA ETKİLERİ.....	14
BALİSTİK BİLİMİNDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR VE GELECEĞE YÖNELİK YAKLAŞIMLAR.....	25
Ultra HD LED Televizyonların Bilgisayar Destekli Arıza Tespiti, Çözüm Yöntemi Ve Hafıza Entegresinin Hex Kodlarının Alma Yöntemi.....	36
Smart LED Televizyonların Bilgisayar Yardımı İle Arıza Tespiti Ve Çözüm Yöntemi .....	51
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE NÜKLEER ENERJİNİN ROLÜ .....	64
BİOCHAR: GIDA GÜVENLİĞİ VE İKLİM DİRENCİ İÇİN YENİLİKÇİ BİR ÇÖZÜM.....	72
Elektrikli Otomobil Kullanımının Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerindeki Etkisi .....	82
DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS OF A U-SHAPED ANTENNA USING FELT AND JEAN SUBSTRATE MATERIALS FOR 6G COMMUNICATION APPLICATIONS.....	103
Kalp Krizi Geçiren Hastaların Göğüs Ağrısı İle Ölüm Anksiyetesi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi.....	111
Diabetes Knowledge, Attitudes, Family Support, Self-Efficacy, and Self-Management Behaviors: Their Impact on Diabetes Control in Cancer Patients with Diabetes .....	120
HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE "IS- OUGHT" SORUNU: TEORİK BİLGİDEN KLİNİK UYGULAMAYA GEÇİŞİN ZORLUKLARI.....	128
HEMŞİRELİK UYGULAMALARINDA ULUSLARARASI FARKLILIKLAR VE EŞİTSİZLİKLER.....	135
THE EFFECTS OF A NATURAL COMPOUND UROLITHIN-A ON HEALTH AND DISEASE .....	140
THE SPIDER WEB AND ITS FASCINATING POTENTIAL IN MEDICINE .....	150
OBSTETRİK ACİLLER: ABORTUSLAR.....	156
OBSTETRİK ACİLLER: EKTOPIK GEBELİK .....	165
AMELİYAT SIRASINDA BASINÇ YARALANMASI VE ÖNLENMESİ.....	169
PSİKİYATRİ KLİNİKLERİNDE FİZİKSEL KISITLAMA YÖNTEMLERİNE ALTERNATİF BİR BAKIŞ .....	171
KOYUN KARACİĞERLERİNDE KİSTİK EKİNOKOKKOZUN PATOFİZYOLOJİSİNDE SİNDEKAN-1 PROTEİNİN ROLÜ.....	178
KUZULARDA BEYAZ KAS HASTALIĞININ NEDEN OLDUĞU KALP HASARINDA PATOMORFOLOJİK BULGULAR .....	181
Buzağılarda Bireysel veya Grup Yetiştirme Sistemlerinin Büyüme Performansı ve Sağlık Üzerine Etkisi .....	184

Buzağılarda Bireysel veya Grup Yetiştirme Sistemlerinin Sosyal Davranışlara Etkisi .....	194
TÜRKİYE’DE İNEK SÜTÜ ÜRETİM MİKTARI MODELLEMESİ: YAPAY SİNİR AĞLARI .....	203
TÜRKİYE’DE İNEK PEYNİRİ ÜRETİM MİKTARI MODELLEMESİ: TREND ANALİZİ.....	205
YAĞMUR SUYU HASADI .....	207
SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİ İÇİN ÇÖZÜMLER .....	207
THE USE OF OTOLITH MEASUREMENTS AND WEIGHT IN DETERMINATION OF TOTAL LENGTH OF TWO <i>SPICARA</i> SPECIES.....	210
<i>Ramalina polymorpha</i> Ekstratlarının <i>Allium cepa</i> L. Kök Ucu Meristem Hücrelerinde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Toksisitesine Karşı Koruyucu Etkilerinin Komet Yöntemi ile İncelenmesi.....	219
<i>ALLIUM CEPA</i> KÖKLERİNDE HİDROJEN PEROKSİT HASARINA KARŞI <i>PHYSCIA TENELLA</i> LİKENİNİN KORUYUCU ROLÜNÜN CANLILIK TESTİ İLE BELİRLENMESİ .....	226
SOLUTIONS OF A CLASS OF FREDHOLM-INTEGRO DIFFERENTIAL EQUATIONS BY USING HERMITE COLLOCATION METHOD.....	233
GENETİK ALGORİTMA İLE OTOMASYONLU DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE ANALİZİ .....	240
HİBRİT FUZZY-MCDM YAKLAŞIMI İLE DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN OTOMASYONU.....	248
AN APPLICATION TO NEUTROSOPHIC SOFT ROUGH SETS .....	255
AN APPLICATION TO DECISION MAKING PROBLEMS WITH NEUTROSOPHIC SOFT RELATIONS .....	264
GAMMA RADIATION SHIELDING PROPERTIES OF LANTHANIDE AND ALKALINE EARTH-CONTAINING BOROSILICATE GLASSES.....	273
Deformasyonun Sac Levhaların Titreşim Özellikleri Üzerindeki Etkisi: Logaritmik Dekreman Yöntemi ile İnceleme .....	274
KAYNAK KALİTESİNİN GÖRÜNTÜ İŞLEME METODU KULLANILARAK BELİRLENMESİ .....	284
Enhancing Patient-Centric Healthcare through Digital Engagement Strategies .....	329
Assessing the Impact of Leadership Styles on Healthcare Performance in Teaching Hospitals: A Study in Jordan .....	330
Early Antenatal Care Visits Among Women of Reproductive Age: A Multilevel Analysis in Jordan ...	331
Occupational Health Risks Among Medical Personnel and Contributing Factors in Public Hospitals, Beirut-Lebanon.....	332
Examining Dental Malpractice in Compliance with Ethical Standards.....	333
Assessment of Knowledge Among Operating Room Personnel Regarding Fire Prevention and Control in Government Hospitals in Beirut, Lebanon .....	334
Interactive Digital Learning and Emotional Support for Children with Chronic Illnesses .....	335
Assessment of COVID-19 Positivity Rates Among Hospitalized Patients with Varying Vaccination Status: A Study from King Abdulaziz Medical City, Saudi Arabia .....	336
Enhancing Adverse Event Reporting in Immunization: The Impact of Mobile Technology in Lebanon .....	337



BINGOL 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
November 22 - 24, 2024 - BINGOL  
ISBN NR. : 978-625-97509-0-3

## ENLEM, BOYLAM, RAKIM VE RÜZGAR HIZININ ISITMA DERECE SAAT DEĞERLERİNE ETKİSİNİN DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDEKİ İLLER İÇİN ARAŞTIRILMASI

**Enes KAHRAMAN**

Sakarya University of Applied Sciences. Graduate School of Education. Department of Mechanical Engineering. Sakarya-Türkiye

[eneskahraman.1993@gmail.com](mailto:eneskahraman.1993@gmail.com) (Responsible Author) ORCID:0009-0009-0786-3945

**Prof.Dr.Mustafa ERTÜRK**

Department of Mechanical Engineering. Technology Faculty. Sakarya University of Applied Sciences.

54187. Serdivan. Sakarya. Turkey

[mustafaerturk@subu.edu.tr](mailto:mustafaerturk@subu.edu.tr) ORCID: 0000-0002-0517-6940

### ÖZET

Bu çalışmada Doğu Anadolu Bölgesindeki 14 il (Iğdır, Malatya, Tunceli, Elazığ, Bingöl, Erzincan, Muş, Bitlis, Ağrı, Van, Hakkari, Erzurum, Kars, Ardahan) için coğrafik şartların Isıtma Derece Saat Değeri (IDSD) arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu illerin enlem, boylam, rakım ve rüzgar hızının IDSD'ne etkisi bölge için bir denklemlerle ortaya konulmuştur. Getirilen bu yaklaşımla literatürde olmayan bölgeye ait 128 ilçe ve 6233 köyün IDSD değerleri regresyon katsayısı hata payıyla ortaya konulması düşünülmektedir. Yalıtım kalınlığı hesaplamaları için literatürde il bazlı IDSD olduğu için o il ile ait tüm ilçelerin yalıtım kalınlığı hesaplamaları aynı alınmaktadır. Bu durum Doğu Anadolu Bölgesindeki bazı ilçelerin yalıtım kalınlığını küçük seçilmekte, bazı ilçelerin yalıtım kalınlığında büyük seçilmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada Doğu Anadolu Bölgesi için bulunan denklem Matlab yazılımıyla analiz edilerek bölgedeki 14 ilin IDSD Regresyon katsayısı hassasiyeti doğruluğuyla ortaya konulmuştur. Bu bölgenin regresyon katsayısı 0,51272'dir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu bölgesi, il, ilçe, enlem, rakım, boylam, nem, rüzgar hızı, ısıtma derece saat, enlem, rakım, boylam, enerji ihtiyacı, ısıtma

### ABSTRACT

In this study, the relationship between geographical conditions and Heating Degree Hour Value (IDSD) was investigated for 14 provinces in the Eastern Anatolia Region (Iğdır, Malatya, Tunceli, Elazığ, Bingöl, Erzincan, Muş, Bitlis, Ağrı, Van, Hakkari, Erzurum, Kars, Ardahan). The effects of the latitude, longitude, altitude and wind speed of these provinces on the IDSD are presented with an equation for the region. With this approach, it is thought that the IDSD values of 128 districts and 6233 villages belonging to the region, which are not in the literature, will be presented with a regression coefficient margin of error. Since there is a province-based IDSD in the literature for insulation thickness calculations, the insulation thickness calculations



of all districts of that province are taken as the same. This situation causes the insulation thickness of some districts in the Eastern Anatolia Region to be chosen small, and the insulation thickness of some districts to be chosen large. In this study, the equation found for the Eastern Anatolia Region was analyzed with Matlab software and the IDSD Regression coefficient sensitivity of 14 provinces in the region was revealed with accuracy. The regression coefficient of this region is 0.51272.

**Key words:** Eastern Anatolia region, province, district, latitude, altitude, longitude, humidity, wind speed, heating degree hour, latitude, altitude, longitude, energy need, heating

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli olarak artması, teknolojik gelişmeler insanoğlunu enerjiye bağımlılık oranını her geçen gün hızla artırmaktadır. Küresel bazda endüstri toplumuna dönüşmüş ülkeler için enerji bu ülkeler için hayat damarı kadar önem arz etmektedir.

Farklı çalışma sonuçları fosil türü enerji kaynaklarının belki de en önemlisi olan petrol rezervlerinin 20-30 yıl sonra tükeneceğini göstermektedir[1]. (Kazmerski ve Amery, 1993). Küresel bazda artan bir hızla enerji krizine doğru sürüklenmektedir[2]. Bu durum, gelecek için yönelik bir enerji üretim planlaması yapmayan devletler çok yakın bir zamanda enerji ihtiyaçlarını karşılamayacak hale geleceklerdir. (Drollman ve Partner, 1993). Yukarıdaki problemi yaşamamak için mevcut enerji kaynaklarının tamamı ve, enerjiye olan ihtiyaçlar belirlenmelidir. Enerjiye olan ihtiyaçlar kullanım amacına, zamana ve yere bağlı olarak ayrıntılı olarak tespit edilmelidir[3]. Enerjiye erişimde anlık sorun yaşanması halinde çeşitli faaliyetler ve durma noktasına gelmektedir[4]. Enerji tüketimini etkileyen en önemli parametrelerin başında iklim şartları gelmektedir. Enerji tüketimini etkileyen en önemli iklim şartlarından biri dış hava sıcaklığıdır. Her canlının yaşamını sürdürebilmesi için belli bir sıcaklık aralığı vardır[5,6].

İnsan faaliyetlerinde en büyük etki iklim parametrelerinin başında dış hava sıcaklığı gelmektedir. Dış hava sıcaklığıyla insan aktiviteler arasında çok yakın bir ilişki vardır. Bir yerleşim birimine ait milyonlarca sıcaklık verisiyle ilgili tahmin yapıp net sonuçlar çıkarmak derece-gün (DG) yöntemiyle mümkündür[7].

Bu çalışmada DG yönteminden daha hassas olan derece zaman yöntemi kullanılmıştır.

Literatürde Doğu Anadolu bölgesindeki 14 il merkezi için IDSD mevcuttur.

Doğu Anadolu bölgesi için ilk defa yapılan bu çalışmanın literatüre katkıları;

- i. Doğu Anadolu bölgesindeki 14 ilin IDSD baz alınarak bölgenin rakım-IDSD grafiği çıkartılıp bu grafiğe eğri uydurularak bölgenin denklemi bulunmuştur. Bu denkleme eğri uydurularak regrasyon katsayısı 0,51272 olarak belirlenmiştir.

- ii. Doğu Anadolu'daki 14 ilin Rakım-IDS yaklaşımla bu bölgedeki 128 ilçe ve 6233 köyün IDS ayrı ayrı olmak üzere IDS 0,48728 hata payıyla tahmin edilebilecektir.
- iii. Bu bölgedeki her bir metre rakım farkıyla IDS tahmin edilmesi bu bölgedeki ısıtma yükleri hesaplamalarında ve optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında daha hassas olarak yapılabilecektir.

## 2. HESAPLAMA YÖNTEMİ VE ANALİZ

Kapalı hacimlerin ısı kaybının tespitinde önce zamsız ısı kayıpları hesaplanmaktadır. Zamsız ısı kaybı hesaplamalarından sonra çeşitli zamlar (yükseklik zammı, işletme zammı, yön zammı) ilave edilerek toplam ısı kayıpları hesaplanmaktadır. Bina kat sayısı arttıkça artırimsız ısı kaybı katsayısına bağlı olarak yükseklik zammı katsayısıyla çarpılarak kat yüksekliğinden doğan zamlı ısı kaybı bulunmaktadır. Isı kayıplarındaki bu durumdan yola çıkılarak coğrafik şartların(rakım, enlem, boylam, rüzgar hızı, bağıl nem) ısı kayıplarına etkisi araştırılmıştır. İl bazlı gerçek rakım değerleri bu çalışma için önem arz etmektedir. Bu çalışmada Ertürk'ün 79 il IDS değerleri hesaplamalarında kullanılan meteorolojik istasyonlara ait her il için rakım, resmi yazıyla DMİGM'den temin edilerek gerçek rakım değerleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada Doğu Anadolu bölgesindeki 14 il için rakım IDS değerleri araştırılmıştır.

### 2.1 Derece-Zaman Yöntemlerinin Açıklanması

Literatürde Derece Zaman hesaplamalarında kullanılan üç farklı yöntem (derece saat yöntemi, derece bin yöntemi ve derece gün yöntemi) bulunmaktadır[8]. Bu çalışma için daha hassas sonuçlar veren derece saat yöntemi kullanılmıştır.

#### 2.1.1 Derece saat yöntemi

Bu hesaplama yönteminde denge noktasına göre derece saat değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu hesaplamalarda en az 10 yıl geçmiş yıllara ait meteorolojik veri seti kullanılmalıdır. Çalışmada Ertürk'ün doktora tezi için kullanılan 32 yıllık meteorolojik veri setiyle ortaya konulan bu bölgenin IDS kullanılmıştır[9]. Denge noktası sıcaklığı, bir kapalı hacimde soğutma ve ısıtma ihtiyacının bulunmadığı durumdaki dış hava sıcaklığıdır. Genellikle yalıtımsız yapılarda derece saat değerleri ısıtmada 18°C denge sıcaklığı göz önüne alınarak Denklem.1'le hesaplanabilir[10].

$$\text{Denklem.1}$$

(1)

Denklem 1'de + işareti sadece pozitif değerler ile hesaplama yapılacağını ifade etmektedir. Her ilin IDS değerleri dikkate alınarak, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q<sub>1</sub>), kWh olarak denklem 2 yardımıyla hesaplanmaktadır.



(2)

Denklem 2’de toplam ısı transfer katsayısı  $K_{top}$  [ $W/^\circ C$ ], ısıtma sistemi verimi  $\eta$ , olarak verilmiştir.

## 2.2 DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDEKİ 14 İLİN IDS DEĞERLERİ

Türkiye’de binaların yalıtım kalınlıkları hesaplamasında TS 825 (Binalarda Isı yalıtım Kuralları) kullanılmaktadır. TS 825’e göre Türkiye 4 bölgeye ayrılmıştır. Bu durum her bölge için tek yalıtım kalınlığı seçilmesine neden olmaktadır. Bu çalışma bölgedeki 14 ilin yalıtım kalınlığının daha hassas bir şekilde ortaya konulması için yapılmıştır. Doğu Anadolu bölgesindeki 14 ilin coğrafik şartları ayrıntılı olarak incelenerek rakım IDS değeri ilişkisi Doğu Anadolu Bölgesi için formülize edilmiştir. Bu formülde model parametrelerden birisi olan rakım değiştirildiğinde 1m rakım farkıyla IDS değeri hesaplama yaklaşımı getirilmiştir.

### 2.2.1 Doğu Anadolu Bölgesindeki İllerin Coğrafik Şartların Ve IDSD Açıklanması

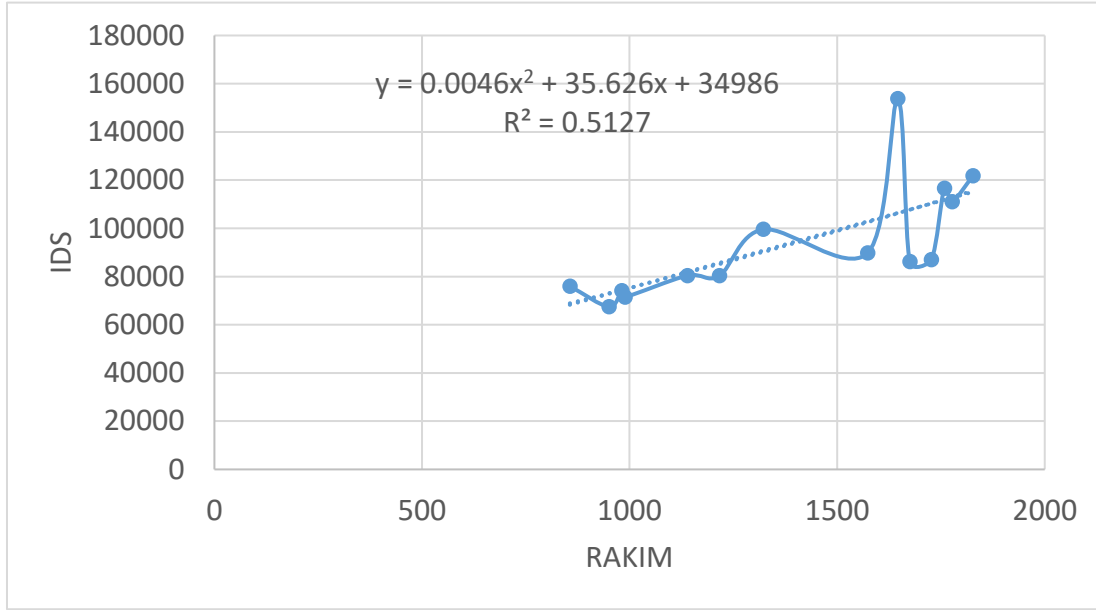
Ertürk’ün doktora tez çalışmasında Doğu Anadolu bölgesi için kullanmış olduğu meteorolojik istasyonlara ait rakım değerlerine resmi yazıyla ulaşıp bu istasyonlara ait coğrafik şartlar ve Ertürk’ün bölgedeki 8 il merkezi için hesaplamış olduğu IDS değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo’da Doğu Anadolu Bölgesindeki illerin rakım değeri küçükten büyüğe doğru sıralandığı ve diğer meteorolojik verilerde eklenmiştir.

Tablo.1 Doğu Anadolu Bölgesi Veri Tablosu

İLLER	ENLEM [derece-dk]	BOYLAM [derece-dk]	RAKIM [m]	NEM [%]	RÜZGAR HIZI [m/s]	SDS [ $^\circ C$ -saat]
İĞDIR	39,923	44,052	856	56,09	1,25	75978
MALATYA	38,337	38,217	950	54,76	1,33	67506
TUNCELİ	39,106	39,541	981	59,19	1,25	74167
ELAZIĞ	38,644	39,256	989	54,47	2,23	71515
BİNGÖL	38,885	40,501	1139	56,76	1,54	80386
ERZİNCAN	39,752	39,487	1216	62,37	1,45	80326
MUŞ	38,751	41,502	1322	62,76	1,37	99548
BİTLİS	38,367	42,100	1573	64,61	2,05	153786
AĞRI	39,725	43,052	1646	68,54	1,66	86134
VAN	38,469	43,346	1675	58,26	2,24	86134
HAKKARİ	37,575	43,739	1727	55,02	1,62	86992
ERZURUM	39,953	41,190	1758	66,63	2,58	116577
KARS	40,604	43,107	1777	72,91	2,64	111074
ARDAHAN	41,106	41,106	1827	73,39	1,96	121715

Tablo 1’deki coğrafik şartların IDS değerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en dikkat çeken rakım- IDS değeri ilişkisi olduğu görülmüştür.

Tablo1’deki Doğu Anadolu bölgesi için rakım-IDS’leri dikkate alınıp, Şekil 1 elde edilmiştir.



Şekil.1 Doğu Anadolu Bölgesi IDS – rakım grafiği

Şekil 1’deki eğriye PHYTON yazılımıyla polinomik bir eğri uydurulup Doğu Anadolu Bölgesi için Denklem 3 elde edilmiştir. sadece Doğu Anadolu bölgesindeki iller için geçerlidir. Bu denklem parametrelerinden x rakım değeridir.

$$IDS = 0.0046x^2 + 35.626x + 34986$$

(3)

$$R^2=0.5127$$

Bu elde edilen denklemlerimin sadece Doğu Anadolu bölgesindeki illeri kapsayıp, rakımın ne kadar artarsa, IDS’lerinin de o oranda artacağı regrasyon katsayısı doğruluğunda tahmin edilmiştir.

## BÖLÜM. 4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğu Anadolu bölgesindeki 14 ilin Rakım-IDS değeri ilişkisi 0,4873 hata payıyla ilk defa bu çalışmayla ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre bu bölgedeki 14 ilin daha hassas yalıtım kalınlığı hesaplamaları için IDS değerleri ortaya konulmuştur. Bu yaklaşımla bu bölgedeki 128 ilçe ve 6233 köy için daha optimum yalıtım kalınlığı hesaplamaları için güncel IDS değerleri tahmin edilebilir.

[1] Drollmann, H. and Partner J., 1993. Solar-Hydrogen, The Project in Neunberg Vorm Wald, Germany, 12 s.

[2] Kazmerski, L.L. and Amery, K.A., 1993. Photovoltaic Technologies: From Atoms to Arrays, National Renewable Energy Laboratory Golden, Colorado, 13 pp.

- [3] Dickinson, R.E., 1989. Uncertainties of Estimates of Climatic Change: A Review, *Climate Change*, 15, 5-13.
- [4] Gülferi, İ., 1966., Meteorolojik Değerler Yardımıyla Kış İçin Dış Hesap Sıcaklığının Bulunmasında Kullanılacak Yeni Bir İstatistiksel Metot ve Türkiye'ye Tatbikatı, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 143 s.
- [5] Ahrens, C.D., 1982. *Meteorology Today - An Introduction to Weather, Climate and The Environment*, West Pub. Co., London, 582 pp.
- [7] Gültekin, M.L. ve Kadioğlu, M., 1997a. Isıtma Derece Günler ve Türkiye Genelindeki Dağılımı, II. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İTÜ, 6-7 Ocak 1997, İstanbul, 171-179.
- [8] Dilmaç Kesen., “A comparison of new turkish thermal insulation in building”, *Energy & Building*, 35 (2) :161-174, (2003).
- [9] Ertürk M., “Isıtma ve soğutma derece saat hesaplamalarında farklı bir yöntemin araştırılması ve geliştirilmesi”. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği, (2012).
- [10] Satman A., Yalcinkaya N., “Heating and cooling degree-hours for Turkey”, *Energy*, 24(10): 833–40, (1999).

## İÇ ANADOLU BÖLGESİNDEKİ 172 İLÇE VE 18254 KÖYÜN ISITMA DERECE SAAT DEĞERLERİNİN ARAŞTIRILMASI

**Enes KAHRAMAN**

Sakarya University of Applied Sciences. Graduate School of Education. Department of Mechanical Engineering.  
Sakarya-Türkiye

[eneskahraman.1993@gmail.com](mailto:eneskahraman.1993@gmail.com) (Responsible Author) ORCID:0009-0009-0786-3945

**Prof.Dr.Mustafa ERTÜRK**

Department of Mechanical Engineering. Technology Faculty. Sakarya University of Applied Sciences.  
54187. Serdivan. Sakarya. Turkey

[mustafaerturk@subu.edu.tr](mailto:mustafaerturk@subu.edu.tr) ORCID: 0000-0002-0517-6940

### ÖZET

İç Anadolu Bölgesinde Kırıkkale, Çankırı, Eskişehir, Ankara, Aksaray, Kırşehir, Karaman, Konya, Kayseri, Nevşehir, Sivas, Yozgat olmak üzere 12 il, 12 ile bağlı toplam 172 ilçe ve 18254 köy bulunmaktadır. Optimum yalıtım kalınlığı hesaplamaları literatürde sadece il bazlı IDSD olduğu için il merkezli IDSD'leri alınmaktadır. Bu durum o ile ait tüm ilçelerin yalıtım kalınlığı hesaplamaları aynı alınmaktadır. Bölgedeki ile bağlı ilçelerde rakım farkı olduğu için ilçe bazlı yalıtım kalınlıkları ya gereğinden fazla büyük seçilmekte yada küçük hesaplanmaktadır. Bu çalışmada literatürde mevcut Isıtma Derece Saat Değeri (IDSD) ile rakım ilişkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada 12 ilin rakım değerleriyle IDSD arasındaki ilişki bu bölge için oluşturulan bir denklemlerle ortaya konulmuştur. Getirilen bu yaklaşımla literatürde olmayan bölgeye ait 172 ilçe ve 18254 köyün IDSD değerleri regresyon katsayısı hata payıyla ortaya konulması bu bölge için ilk defa ortaya konulmuştur.

Çalışmada Doğu Anadolu Bölgesi için bulunan denklem Matlab yazılımıyla analiz edilerek bölgedeki 14 ilin IDSD Regresyon katsayısı hassasiyeti doğruluğuyla ortaya konulmuştur. Bu bölgenin regresyon katsayısı 0,5976'dır. Getirilen bu yaklaşımla 1m rakım farkıyla bölgedeki tüm yerleşim birimlerinde IDSD 0,5976 doğruluğunda ortaya konulmuş olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** İç Anadolu bölgesi, rakım, ısıtma derece saat, enlem, rakım, yalıtım, optimum yalıtım kalınlığı

### ABSTRACT

In the Central Anatolia Region, there are 12 provinces, including Kırıkkale, Çankırı, Eskişehir, Ankara, Aksaray, Kırşehir, Karaman, Konya, Kayseri, Nevşehir, Sivas, Yozgat, and a total of 172 districts and 18254 villages connected to 12 provinces. Since optimum insulation thickness calculations are available only by province in the literature, province-based IDSDs are taken. In this case, the insulation thickness calculations of all districts of that province are taken as the same. Since there is an altitude difference between the districts in the region and the districts, district-based insulation thicknesses are either chosen too large or calculated too small. In this study, the relationship between Heating Degree Hour Value (IDSD) and altitude available in the literature was investigated. In this study, the relationship between the altitude values of 12

provinces and IDSD is revealed with an equation created for this region. With this approach, IDSD values of 172 districts and 18254 villages belonging to the region, which are not in the literature, have been presented for the first time in this region, with regression coefficient error margin.

In the study, the equation found for the Eastern Anatolia Region was analyzed with Matlab software and the IDSD Regression coefficient sensitivity of 14 provinces in the region was revealed with accuracy. The regression coefficient of this region is 0.5976. With this approach, IDSD will be revealed with an accuracy of 0.5976 in all settlements in the region with an altitude difference of 1 m.

**Key words:** Central Anatolia region, altitude, heating degree hour, latitude, altitude, insulation, optimum insulation thickness

## 1. GİRİŞ

Küresel bazda dünya nüfusunun artma eğiliminde ve teknolojik gelişmeler enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün sürekli olarak artırmaktadır. Artan enerji ihtiyaçları da genelde fosil türü kaynaklardan karşılandığı için yakın gelecekte üretilen enerji, talepleri karşılamayacağı gibi dünyanın küresel ısınma hızında artırmasına neden olacaktır. İnsanoğlunun artan hızla enerjiye bağımlı olması enerji kaynaklarının sürdürülebilir olması için bir takım tedbirler almaya zorlamaktadır.

Yapılar dış hava iklim şartlarına karşı yapıyı ve yapı içerisinde istenilen iklim şartlarını sağlamak için imal edilirler. Yapılar inşaa edilirken dış hava şartlarının etkisini azaltmak için nem ve ısı yalıtımı gibi önlemler alınmaktadır[1,2]. Alınacak tedbirlerin belirlenmesi ve optimum çözümlerin üretilmesi bölgede hüküm süren hava şartlarının, özellikle de sıcaklığın etkisini iyi bir şekilde analiz etmekle mümkündür. Yapı mimari tasarımı, büyük oranda imalat yapılacak bölgenin iklim özelliklerine göre yapılır[3]. Bu iklim özellikleri farklı yapı tasarımlarına neden olmaktadır. Soğuk iklimlerde bina kat adetinin düşük yani yayılı mimaride olması, kullanım amacına uygunsa toprağa gömülü, alanın küçük olması, pencere, kapı ebatlarının küçük ve sayılarının az olması, rüzgar etkisinin az ve güneşlenme etkisinin fazla olan cepheye pencere konulması ve koyu renkli boyanması gibi bir takım faktörler dikkate alınır. Sıcak iklimlerde ise, yukarıda soğuk iklimlerin dikkate alınan faktörlerin tersi dikkate alınmalıdır[4]. Isı kaybı ve kazancı hesaplamaları ve kapalı hacimlerin enerji analizleri için iklim verileri en önemli parametrelerdir[5]. Bu verilerin doğruluğu enerji analizi ve ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemleri için yapılacak çalışmalarda sonuçların doğruluğu ve enerji verimliliği açısından sonuçların doğruluğu son derece önem arz etmektedir[6]. Isı kaybı ve kazancı tahmin yöntemleri verdikleri sonuçların gerçeğe uygunlukları karmaşıklık derecelerine göre değişmektedir[7]. Derece zaman yöntemleriyle ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerinin kapasite hesaplamaları tahin edilmekte, doğalgaz taşıma ve iletim boru hatları boyutlandırılmakta, konutlarda ısıtma amaçlı yakıt miktarı, soğutma amaçlı elektrik tüketimi aylık ve sezonluk olarak belirlenmekte, ülke bazlı yıllık yakıt tüketimi hesaplanmakta, her il

için ömür maliyet analizine göre optimum dış duvar yalıtım kalınlıkları hesaplanmakta, tarımda ekim, dikim, hasat zamanları belirlenip ürünün nerede yetiştirileceği belirlenmekte, zirai mücadelenin ise hangi günlerde olacağını tahmin edilmesinde kullanılmaktadır[8]. Literatürde ısıtma ve soğutma derece-saat değerleri sezonluk olarak farklı iç ortam referans sıcaklıklarına göre hem Türkiye'deki şehirler [9-10] hem de dünyanın birçok şehirleri [11,12] için bulunmaktadır. Isıtma yükleri hesaplamalarında aylık hatta saatlik bazda derece-saat değerlerinin hesaplanması ayrıntılı analiz imkanı vermektedir. Isıtma ve soğutma sezonlarında her ayın herhangi bir zamanındaki veya iki zaman dilimi arasındaki yirmi dört saatlik derece-saat hesaplamaları Ankara için ısıtma, İzmir için soğutma amaçlı olarak ortaya konulmuştur[13]. Antalya ili içinde soğutma amaçlı çalışma yapılmıştır[14]. İnsan faaliyetlerinde en büyük etki iklim parametrelerinin başında dış hava sıcaklığı gelmektedir. Dış hava sıcaklığıyla insan aktiviteler arasında çok yakın bir ilişki vardır. Bir yerleşim birimine ait milyonlarca sıcaklık verisiyle ilgili tahmin yapıp net sonuçlar çıkarmak derece-gün (DG) yöntemiyle mümkündür[15].

Bu çalışmada derece saat yöntemi kullanılmıştır.

Literatürde İç Anadolu bölgesindeki 12 il merkezi için IDSD mevcuttur. İç Anadolu bölgesi için yapılan bu çalışmanın literatüre katkıları;

- i. İç Anadolu bölgesindeki 12 ilin IDSD rakım ilişkisi ortaya konulmuştur.-IDSD grafiği çıkartılmıştır. Bu grafiğe eğri uydurularak denklemi bölgeye eit denklem ortaya konulmuştur.
- ii. İç Anadoludaki 14 ilin Rakım-IDSD yaklaşımıyla bu bölgedeki 172 ilçe ve 18254 köyün IDSD 0,5976 doğruluğuyla tahmin edilebilecektir.
- iii. Bir metre rakım farkıyla IDSD tahmin edilmesi optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında farklı bir yaklaşım getirecektir.

## 2. HESAPLAMA YÖNTEMİ VE ANALİZ

Isı kaybı hesaplamalarında önce zamsız ısı kayıpları hesaplanmaktadır. Zamsız ısı kaybı hesaplamalarına sonra çeşitli zamlar (yükseklik zammı, işletme zammı, yön zammı vb) ilave edilerek toplam ısı kayıpları bulunmaktadır. Bina kat sayısına göre yükseklik zammı zamsız ısı kaybı belirlenen katsayıyla çarpılarak hesaplanmaktadır. Bu yükseklik zammı ilişkisi düşünülerek coğrafik şartların(rakım, enlem, boylam, rüzgar hızı, bağıl nem) ısı kayıplarına etkisi araştırılmıştır. İl bazlı gerçek rakım değerleri bu çalışma için önem arz etmektedir. Bu çalışmada Ertürk'ün bölgeye ait literatüre kazandırmış olduğu 12 il merkezinin IDSD hesaplamalarında meteorolojik veri seti kullanılmıştır. Bu veri setinin alınmış olduğu meteorolojik istasyonların coğrafik şartlar (enlem, boylam, rakım, rüzgar hızı, nem)resmi yazıyla DMİGM'den temin edilerek gerçek coğrafik şartlar tespit edilmiştir. Bu çalışmada İç Anadolu bölgesindeki 12 ilin rakım IDS değerleri araştırılmıştır.

### 2.1 Derece-Zaman Yöntemlerinin Açıklanması



Literatürde Derece Zaman hesaplamalarında kullanılan üç farklı yöntem (derece saat yöntemi, derece bin yöntemi ve derece gün yöntemi) bulunmaktadır[8]. Bu çalışmada derece saat yöntemi kullanılmıştır.

### 2.1.1 Derece saat yöntemi

Bu hesaplama yönteminde denge noktasına göre derece saat değerleri hesaplanmaktadır.. Bu hesaplamalar için en az 10 yıl geçmiş yıllara ait meteorolojik veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada Ertürk'ün bu bölgedeki 12 il için ortaya koymuş olduğu IDSD kullanılmıştır[9]. Denge noktası sıcaklığı, bir kapalı hacimde soğutma ve ısıtma ihtiyacının bulunmadığı durumdaki dış hava sıcaklığıdır. Genellikle yalıtımsız yapılarda derece saat değerleri ısıtmada 18°C denge sıcaklığı göz önüne alınarak Denklem.1'le hesaplanabilir[10].

$$IDS = (1 \text{ saat}) \sum_{\text{saatler}} (T_{10s} - T_{dhs})^+ \quad (1)$$

Denklem 1'de + işareti sadece pozitif değerler ile hesaplama yapılacağını ifade etmektedir. Her ilin IDS değerleri dikkate alınarak, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ( $Q_1$ ), kWh olarak denklem 2 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$Q_1 = \frac{K_{top}}{\eta} IDS \left( \frac{1}{1000} \right) \quad (2)$$

Denklem 2'de, toplam ısı transfer katsayısı  $K_{top}$  [W/°C], ısıtma sistemi verimi  $\eta$ , olarak verilmiştir.

## 2.2 İÇ ANADOLU BÖLGESİNDEKİ 12 İLİN IDS DEĞERLERİ

Türkiye'de yalıtım kalınlığı hesaplamaları için TS 825 (Binalarda Isı yalıtım Kuralları) kullanılmaktadır. TS 825'te Türkiye 4 bölgeye ayrılmıştır. Bu durum her bölge içindeki tüm iller için tek yalıtım kalınlığı seçilmesine neden olmaktadır. Bu çalışma bölgedeki 12 ilin yalıtım kalınlığının daha hassas bir şekilde ortaya konulması için yapılmıştır. İç Anadolu bölgesindeki 12 ilin coğrafik şartları ayrıntılı olarak incelenerek rakım IDS değeri ilişkisi İç Anadolu Bölgesi için denklem oluşturulmuştur. Bu denlemden model parametrelerden birisi olan rakım değiştirildiğinde 1m rakım farkıyla IDS değeri hesaplanabilmektedir.

### 2.2.1 İç Anadolu Bölgesindeki İllerin Coğrafik Şartların Ve IDSD Açıklanması

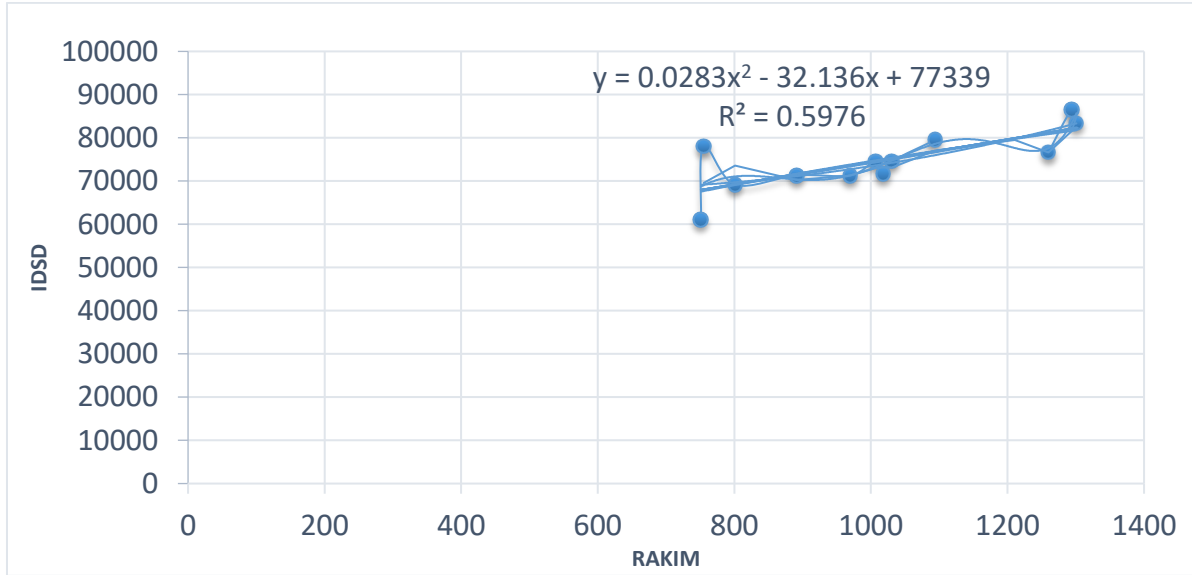
Ertürk'ün doktora tez çalışmasında İç Anadolu bölgesindeki 12 ilin IDSD hesaplamaları için kullanmış olduğu meteorolojik istasyonlara ait coğrafik şartlar ve Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo.1 İç Anadolu Bölgesi Veri Tablosu

İLLER	ENLEM [derece-dk]	BOYLAM [derece-dk]	RAKIM [m]	NEM [%]	RÜZGAR HIZI [m/s]	SDS [°C-saat]
İĞDIR	39,923	44,052	856	56,09	1,25	75978
MALATYA	38,337	38,217	950	54,76	1,33	67506
TUNCELİ	39,106	39,541	981	59,19	1,25	74167
ELAZIĞ	38,644	39,256	989	54,47	2,23	71515
BİNGÖL	38,885	40,501	1139	56,76	1,54	80386
ERZİNCAN	39,752	39,487	1216	62,37	1,45	80326
MUŞ	38,751	41,502	1322	62,76	1,37	99548
BİTLİS	38,367	42,100	1573	64,61	2,05	153786
AĞRI	39,725	43,052	1646	68,54	1,66	86134
VAN	38,469	43,346	1675	58,26	2,24	86134
HAKKARİ	37,575	43,739	1727	55,02	1,62	86992
ERZURUM	39,953	41,190	1758	66,63	2,58	116577
KARS	40,604	43,107	1777	72,91	2,64	111074
ARDAHAN	41,106	41,106	1827	73,39	1,96	121715

Tablo 1’deki coğrafik şartların IDS değerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en dikkat çeken rakım- IDS değeri ilişkisi olduğu görülmüştür.

Tablo1’deki İç Anadolu bölgesi için rakım-IDS’leri dikkate alınıp, Şekil 1 elde edilmiştir.



Şekil.1 İç Anadolu Bölgesi IDS – rakım grafiği

Şekil 1’deki eğriye PHYTON yazılımıyla polinomik bir eğri uydurulup İç Anadolu Bölgesi ( $IAB_{IDS}$ ) için Denklem 3 elde edilmiştir.  $IAB_{IDS}$  sadece İç Anadolu bölgesindeki iller için geçerlidir. Bu denklem parametrelerinden x rakım değeridir.

$$DAB_{IDS} = 0.0284x^2 - 31.136x + 77339 \quad (3)$$

$$R^2=0.5976$$

Bu elde edilen denklemlerimin sadece Doğu Anadolu bölgesindeki illeri kapsayıp, rakımın ne kadar artarsa, IDSD' lerinin de o oranda artacağı regrasyon katsayısı doğruluğunda tahmin edilmiştir.

## **BÖLÜM. 4 SONUÇ VE ÖNERİLER**

İç Anadolu bölgesindeki 12 ilin Rakım-IDS değeri ilişkisi 0,5976 doğruluğuyla ilk defa bu çalışmayla ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre bu bölgedeki 12 ilin daha hassas yalıtım kalınlığı hesaplamaları için IDS değerleri ortaya konulmuştur. Bu yaklaşımla bu bölgedeki 172 ilçe ve 18254 köy ve 1 m rakım farkıyla IDSD tahmin edilmiştir. Bu tahminle bölgedeki optimum yalıtım kalınlığı hesaplamaları için farklı bir yaklaşım getirilmiştir.

## **KAYNAKLAR**

- [1] Drollmann, H. and Partner J., 1993. Solar-Hydrogen, The Project in Neunberg Vorm Wald, Germany, 12 s.
- [2] Kazmerski, L.L. and Amery, K.A., 1993. Photovoltaic Technologies: From Atoms to Arrays, National Renewable Energy Laboratory Golden, Colorado, 13 pp.
- [3] Dickinson, R.E., 1989. Uncertainties of Estimates of Climatic Change: A Review, Climate Change, 15, 5-13.
- [4] Gülferi, İ., 1966., Meteorolojik Değerler Yardımıyla Kış İçin Dış Hesap Sıcaklığının Bulunmasında Kullanılacak Yeni Bir İstatistiksel Metot ve Türkiye'ye Tatbikatı, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 143 s.
- [5] Ahrens, C.D., 1982. Meteorology Today - An Introduction to Weather, Climate and The Environment, West Pub. Co., London, 582 pp.
- [7] Gültekin, M.L. ve Kadioğlu, M., 1997a. Isıtma Derece Günler ve Türkiye Genelindeki Dağılımı, II. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İTÜ, 6-7 Ocak 1997, İstanbul, 171-179.
- [8] Dilmaç Kesen., "A comparison of new turkish thermal insulation in building", Energy & Building, 35 (2) :161-174, (2003).

[9] Ertürk M., “Isıtma ve soğutma derece saat hesaplamalarında farklı bir yöntemin araştırılması ve geliştirilmesi”. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği, (2012).

[10] Satman A., Yalcinkaya N., “Heating and cooling degree-hours for Turkey”, Energy, 24(10): 833–40, (1999).

## KORUMA MAKSATLI BALİSTİK YAPILARDA, İÇYAPILARDA OLUŞTURULAN DEĞİŞİKLİKLERİN YAPININ BALİSTİK PERFORMANSINA ETKİLERİ

**Öğr. Gör. Dr. Erdal CAMCI**

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, erdalc@subu.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-6894-6244

**Prof. Dr. Fehim FINDIK**

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, findik@subu.edu.tr

ORCID ID: 0000-0003-2537-1951

### ÖZET:

İnsanlığın hareketli parçacıklara karşı koruma ihtiyacı her zaman devam etmektedir. Mermi şarapnel, hızlı parçacıkları durdurabilme ihtiyacını karşılamak amacı ile balistik yapılar ve zırhlar üretilmektedir. Savunma uygulamaları olarak üretilen zırhlar, teknolojisi gelişen tehdit parçacıklarının etkilerine dayanabilecek yeni yapı alternatifleri üzerinde uğraşlar devam etmektedir. Bu çalışmada, balistik yapılarda oluşturulan içyapı değişikliklerinin balistik performansında oluşturduğu etkiler incelenmiştir. Yapısal malzemelerin kompozisyonundaki değişiklikler, geometrik düzenlemeleri ve katmanlama ve katman sıralamaları balistik dayanım, enerji emilim kapasitesi ve darbe dayanımı ve enerjisi üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Deneysel ve sayısal analiz sonuçları karşılaştırılarak seçtiğimiz yapılarda görülen balistik performans farklılıkları ortaya konulmuştur. Bu yapılar genellikle askerî araçlar, zırh sistemleri, güvenlik ekipmanları ve savunma uygulamaları için kullanılmaktadır. Bu çalışmada, balistik yapıların içyapısal değişikliklerinin bu tür yapılar üzerindeki performans etkileri incelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Balistik yapılar, içyapı, darbe dayanımı, sayısal analiz

### 1.GİRİŞ:

#### 1.1 Balistik

Nesnelerin hareketini ve bu hareketlerin etkilerini inceleyen bir fizik dalıdır. Özellikle mermi, roket, top mermisi gibi havada hareket eden cisimlerin davranışlarını analiz eder. Balistiğin amacı, bu cisimlerin uçuş hızlarını, ivmelerini, etkileşimlerini ve hedefe ulaşırken oluşturduğu etkileri incelemektir. Balistik, üç ana bölümde ele alınır:

**1.1.1 İç Balistik:** Ateş edilmeden önceki süreçte, nesnelerin hareket ve davranışlarını inceler. Örneğin, bir ateşli silahtan fırlatılan mermi veya roketin namlu içerisindeki hareketi iç balistiğin kapsamına girer. Bu aşamada gaz basıncı, mermi veya roketin hızı, ivmesi, namlu şekli ve diğer unsurlar değerlendirilir.

### 1.1.2 Dış Balistik

Cisimlerin atıldıktan sonra dış ortamda nasıl hareket ettiğini inceler. Örneğin, bir merminin atmosferdeki uçuşu, yerçekimi, aerodinamik kuvvetler ve hedefe ulaşma doğruluğu dış balistik kapsamında incelenir. Bu bölümde, cisimlerin uçuş rotaları, menzilleri, çarpma enerjileri ve diğer performans özellikleri analiz edilir.

Balistik bilimi; askeri ve savunma sanayi, mühendislik, güvenlik, havacılık, uzay çalışmaları ve sualtı araştırmalarında yaygın olarak kullanılır. Ayrıca, olay yeri incelemesi ve ateşli silahların etkilerinin araştırılmasında da önemli bir rol oynar. Balistik, matematik, fizik, malzeme bilimi ve mühendislik prensiplerini bir arada kullanan disiplinler arası bir alandır.

### 1.1.3 Terminal Balistik

Bu alt disiplin, mermi veya projektilin hedefe çarptığında meydana getirdiği etkileri ve hasarları inceler. Terminal balistik, projektilin hedefle etkileşimlerini ve genellikle yaralanma veya öldürme potansiyelini değerlendirir. Çarpışmadan sonra projektilin hedef üzerinde nasıl bir etki oluşturduğu; nüfuz etme, genişleme, şekil değiştirme, parçalanma ve enerji transferi gibi faktörler incelenir.

### 1.2. Balistik Korumanın Önemi

Hareketli parçacığın enerjisi hedefe çarpması ile sönmülenir. Hedef içinden geçerek gitme durumu yani perforasyona uğraması, hareketli parça enerjisinin hedef tarafından durdurulamaması parça hızının ve bağlı olarak enerjisinin yüksekliği anlamına gelir. Diğer yönü ile hedef malzeme darbe dayanımının yetersiz olması demektir. Hedef kelimesi ile canlı düşünülürse bu travmatik durum bu canlı için büyük tehlike arz eder. Bu durumu ortadan kaldırmak için balistik koruma çalışmaları yapılmaktadır. Balistik koruma çeşitli malzemeler, malzeme özellikleri, malzeme diziliş varyasyonları ve onların geometrik durumları gibi birçok değişkenlerin çalışılmasını gerekli kılar.

Balistik koruma, insan hayatını koruma amacı taşınması, asker ve güvenlik görevlileri gibi tehlike altındaki, yüksek riskli meslek gruplarında çalışan kişileri tehdit eden mermi ve patlayıcı etkilerine karşı en büyük savunma mekanizmasıdır. Doğrudan ölümcül etkileri engellemesinin yanı sıra, ciddi yaralanmaları da azaltabilecek balistik yelekler ve kasklar, şarapnel veya mermi darbelerinin enerjisini dağıtarak veya emerek vücuda olan zararı minimize edebilir. Balistik koruma düzenekleri, kullanan personele güven vermesi operasyonun devamına psikolojik destek sağlar ve personel daha doğru ve isabetli kararlar alabilir ve görev sırasında alınacak risklerin azaltılması, görevlerin daha etkin şekilde yerine getirilmesine olanak verir. Savaş alanında veya tehlikeli operasyonlarda kullanılan balistik koruma, personelin hayatta kalma oranını artırarak operasyonların başarısını doğrudan etkiler. Koruma ekipmanları, birliklerin daha uzun süre güvenle faaliyet göstermesine olanak tanır. Ayrıca hukuki ve etik durum gereğince çalışan personelin korunması gibi zorunluluklar vardır.

### 1.2.1. Malzemelerde Darbe Dayanımı

Malzemelerin mekanik ve dayanım özellikleri, dış etkenlere karşı ne derece direnç gösterdiğini ve ne kadar enerji soğurabildiğini ifade eder. Darbe dayanımı ise, malzemenin çarpma veya darbe kuvvetlerine karşı koyma kapasitesini tanımlar. Bu özellik, malzemenin darbe altında nasıl tepki verdiğini ve ne kadar enerji absorbe edebildiğini ortaya koyar. Genellikle, darbe dayanımı malzemenin tokluk özelliği ile doğrudan ilişkilidir. Malzeme, darbeye maruz kaldığında çatlama, kırılma ya da deformasyon gibi istenmeyen etkiler oluşmadan enerjiyi emebilmelidir. Balistik koruma malzemelerinde darbe dayanımı, enerji emme performansını önemli ölçüde etkilemektedir. [1]

## 2. BALİSTİK KORUMA TÜRLERİ

### 2.1. Mobil Hedeflerin Koruması İçin Balistik Sistemler

Bu tip korumada asker, güvenlik güçleri ile mobil araçların korumasına yönelik malzeme ve sistemlerdir. Güvenlik personelinin hareketine engel olmayacak, mermi hızına dayanabilecek, taşınması kolay koruma malzemeleridir. Balistik yelekler, hafif ateşli silah mermisi ve şarapnel parçalarına karşı koruma sağlar. Bu yelekler, ön ve/veya arka tarafı polikarbon levha ile güçlendirilmiş aramid lifinin sıkı dokuma metodu ile üretilmişlerdir. Balistik baret ve kasklar baş bölgesini gelen mermi delici etkilerden koruyan darbe dayanımı ile malzeme yoğunluğu oranı yüksek kevlar, UHMWPE (Ultra Yüksek Moleküler Ağırlıklı Polietilen) malzemeden veya karbon fiber kompozitlerden oluşturulmuştur. Bazı durumlarda malzeme yüzeyine yüksek hızdaki mermilere karşı dayanımını artırıcı kaplama işlemlerinden geçirilmiştir. Bunlar, alüminyum oksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), bor karbür (B<sub>4</sub>C) ve silisyum karbür (SiC) yaygın kullanılan seramik türleridir.

#### 2.1.1. Balistik Kaskların Koruma Seviyeleri

Balistik kaskların koruma seviyeleri genellikle NIJ (National Institute of Justice) standartlarına göre sınıflandırılır:

- NIJ Level II: 9 mm tabanca mermilerine karşı koruma sağlar.
- NIJ Level IIIA: 9 mm ve .44 Magnum gibi daha yüksek kalibreli tabanca mermilerine karşı koruma sunar.
- NIJ Level III ve IV: Otomatik tüfek mermilerine karşı daha yüksek koruma seviyeleri sağlar, ancak genellikle bu seviyede kasklar ağır ve kalın olur.[2]



**Görsel 1. Askeri operasyonlarda kullanılan, hafif ve dayanıklı bir balistik koruma ekipmanı.**

## 2.2. Balistik Levhalar

Yüksek kalibreli silahların mermilerine karşı dayanıklı ek koruma sağlar. Balistik yelekler için üretilen mobilite özelliği yüksek olan çeşitlerinin yansıra güvenlik noktalarının korumasına yönelik ağır ve taşınabilirliği düşük ancak uzun menzilli silah mermilerine dayanıklı koruma sağlayan malzeme ve sistemlerdir. Bir diğer kullanım yeri de askeri araçların dış yüzeyleri, mermi, roket ve patlayıcı şarapnel parçalarından koruma maksatlı balistik levha ile kaplanmasıdır. Bu levhaların birçok üretim varyasyonları mevcuttur. Her bir tasarım ve ürünün koruma enerji seviyeleri dolayısı ile NIJ koruma seviyeleri farklıdır.

Yavaşlat, parçala, durdur düşüncesi ile planlanan bu tip zırhlarda, delici parçalar zırha penetre olur ancak perfore edemeden yani zırhın arkasına geçmeden içeride durdurulması amaçlanır. Bunun için katmanlı yapılar monolitik yapılardan her zaman daha başarılıdır. Bu araştırmalar, katmalarda değişik varyasyonların tasarımına yönelmeyi getirmiştir. En belirgin olanı ön arka destek levhalar ve ortada farklı malzeme ve farklı geometriler tasarımını getirmiştir. Örneğin seramik zırh sistemlerinin balistik enerji kapasiteleri araştırılmıştır. Son yıllarda, personel, araç, helikopter ve yapısal uygulamalar için hafif zırh sistemlerinin geliştirilmesine ve bunların balistik performansına yönelik yoğun çalışmalar yapılmakta olup geliştirilen seramikler, modern zırh sistemlerinin en önemli bileşenlerinden biridir. Zırh sistemlerinin bir bileşeni olarak, gelişmiş seramikler, balistik darbe enerjisi dağılımı yoluyla mermileri durdurmaya yardımcı olmaktadır [3].





**Görsel 2. Vücut zırhı için tasarlanmış yüksek koruma seviyeli (NIJ Level IV) balistik levha.**

### **3.DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

#### **3.1. Yapılan Çalışmalar:**

Yapılan bir çalışmada, aramid kumaş, karbon fiber, epoksi reçine takviyeli polipropilen bal petek yapı ve epoksi reçine takviyeli çelik tel elek katmanlarından oluşan yapı, 10 metre mesafeden Safir 14 uzun namlulu tüfek ve yavaşçalar 36 kalibre kurşun fişek kullanılarak numunelerin balistik performansı incelenmiş ve 700 m/s hıza kadar koruma sağlayan malzeme katmanı elde edilmiştir [4].

Başka bir çalışmada, yüksek sertlikteki delikli plakaların 7.62x54mm zırh delici mühimmat karşısında ortaya çıkan kritik hasar mekanizmaları incelenmiştir. Deneysel ve sayısal analizler, delikli zırh plakalarında etkili olan üç ana hasar mekanizmasını tanımlamıştır. 9 ve 20 mm kalınlığındaki monolitik plakalar üzerine açılan açılı delikler sayesinde merminin doğrusal hareketi engellenmiş, böylece asimetric kuvvetlerin etkisiyle mermi yörüngesinden sapmış, mermi çekirdeği kırılmış ve burun kısmında erozyon meydana gelmiştir. Simülasyonun ve kullanılan malzeme model parametrelerinin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla, ilk testler 9 ve 20 mm kalınlığındaki monolitik zırh plakaları üzerinde gerçekleştirilmiştir. [5].

Yapılan bir çalışmada, savunma sanayiinde kullanılan bazı kompozit malzemelerin balistik özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, bu malzemelerin performansı deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmada, farklı özelliklere sahip polietilen ve aramid kumaşlar birleştirilerek kompozit yapılar oluşturulmuştur. Elde edilen bu kompozit malzemeler, çeşitli atış hızlarında test edilmiştir. Ayrıca, bazı kompozitler şartlandırma işlemine tabi tutulmuş ve bu işlemin balistik performans üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deneysel, laboratuvar ortamında NIJ 0101.04 ve STANAG 2920 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, tabaka sayısının artırılmasının kompozit malzemelerin V50 hızlarını genellikle

yükselttiğini göstermiştir. Bununla birlikte, şartlandırma işleminin balistik performans üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığı belirlenmiştir. [6].

Yapılan bir diğer çalışmada, değişen malzeme kompozisyonu ile fonksiyonel kademelendirilmiş sandvic plakaların, balistik dayanımları ve hasar mekanizmalarının değiştiği bu sebeple doğru fonksiyonel yapının tasarlanması ve optimum kalınlık tespitinin söz konusu plakaların balistik amaçlar için kullanılabilirliği açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır [7].

Bir çalışmada, zırh uygulamalarında kullanılan seramiklerin çoklu atışlara dayanıklılığını artırmak amacıyla, çekirdek malzemelerden daha hafif yapılar geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, seramik plakaların yapışma yüzeyleri, termal sprej kaplama tekniklerinden biri olan atmosferik plazma sprej yöntemi kullanılarak, yüksek kırılma tokluğuna sahip alümina-zirkonya kompozitleri ile kaplanmıştır. Kaplamalardan biri fonksiyonel kademeli olarak tasarlanmış ve etkinliği diğer kaplamalarla karşılaştırılmıştır. Kaplamaların sertlik ve kırılma tokluğundaki değişimler, eklenen  $ZrO_2$  oranına bağlı olarak yaklaşık değerlerle hesaplanmıştır. Ayrıca, kaplama öncesinde kaplama malzemelerinin faz analizi yapılmış ve elde edilen fazlar, kaplama sonrasındaki fazlarla karşılaştırılmıştır. Kaplamaların morfolojisi, alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu ile detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Son aşamada, kaplanmış seramik plakalar kullanılarak zırh paketleri oluşturulmuş ve balistik testler gerçekleştirilmiştir. Balistik test sonuçları, geliştirilen kaplamaların etkinliğini doğrulamış ve olumlu sonuçlar elde edildiğini göstermiştir [8].

Bir diğer çalışmada, alüminyum levhaların yüksek hızlı çarpmalara karşı dayanımları, mermi hızı ve levha kalınlığı gibi değişkenlerle birlikte çeşitli performans artırıcı yöntemlerin (örneğin yüzey kaplama ve destek katmanı eklenmesi) etkileri hem deneysel hem de sayısal olarak incelenmiştir. Bu kapsamda, levhaların ön yüzeylerine ısıl püskürtme yöntemiyle dört farklı kaplama uygulanmıştır. Kaplama uygulamalarının balistik dayanım üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla, atış testleri hem kaplamasız hem de farklı kaplama türleriyle gerçekleştirilmiş, sonrasında levhalarda meydana gelen çökme ve şişme miktarları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, kaplama uygulanan levhaların çarpma dayanımlarında önemli ölçüde iyileşmeler sağladığını göstermiştir. Bu levhalarda, merminin delinme yaratmadığı hız seviyelerinin arttığı ve çökme miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir [9].

Başka bir çalışmada ise, fonksiyonel kademelendirilmiş plakalarla güçlendirilmiş bal peteği sandviç yapıların balistik performansı, oluşan hasar mekanizmaları ve deformasyon şekilleri açısından hem deneysel hem de sayısal olarak incelenmiştir. Sayısal modelleme, APDL (Ansys Parametric Design Language) kullanılarak LS-DYNA® sonlu elemanlar yazılımında oluşturulmuştur. Deneysel çalışmalar, tek kademeli bir gaz silah sistemiyle gerçekleştirilmiştir. Fonksiyonel kademelendirilmiş plakalar, toz istifleme ve sıcak presleme yöntemiyle üretilmiş, yapıştırıcı kullanılarak bal peteği yapılarla birleştirilmiş ve darbeyi karşılayacak şekilde seramik zengin yüzeyler önde olacak biçimde yerleştirilmiştir. Plakaların malzeme

kompozisyonundaki değişimin sandviç yapının balistik performansı üzerindeki etkileri araştırılmış ve sayısal ile deneysel sonuçların birbirleriyle uyumu değerlendirilmiştir [10].

Yapılan bir çalışmada, dokunmuş kumaşların ve yumuşak vücut zırhlarının balistik direncini değerlendirmek için sonlu elemanlar modellenmesi ve simülasyonlarını kullanmak amaçlanmıştır. Çalışmada, tek ve çok katmanlı dokunmuş kumaşların balistik darbelerle tepkisini değerlendirmek için doğrusal olmayan sonlu elemanlar (FE) simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Kabuk elemanı bazlı bir kumaş malzeme modeli ilk olarak, küresel bir çelik merminin yüksek hızlı darbesi altında tek katmanlı bir kumaş üzerinde gerçekleştirilen delme testleri kullanılarak doğrulanmış, doğrulanan model daha sonra, sekiz katmanlı Kevlar hedeflere künt bir alüminyum merminin yüksek ve düşük hızlı darbelerini kopyalamak için kullanılmıştır. Çok katmanlı simülasyonlardan elde edilen sonuçların deneysel verilerle iyi bir uyum içinde olduğu gösterilerek, doğrulanan kumaş modeli, interseptör vücut zırhı sisteminin kasık koruyucu panelinde tam ölçekli bir balistik testi simüle etmek için kullanılmıştır. Hem tek hem de çok katmanlı darbelerin simülasyon sonuçlarının, merminin kalan hızları açısından deneysel verilerle iyi bir şekilde uyuduğu görülmüştür [11].

### 3.2. Deneysel Çalışma:

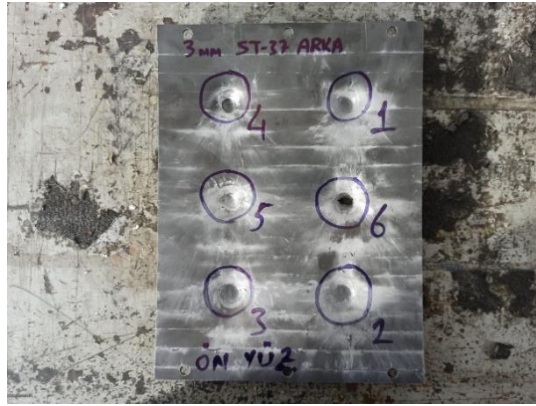
Bu çalışmada, iki adet 3mm kalınlığında, 215x300mm yüzey alanına sahip St37 çeliğini arka ve ön destek levhası olarak kullanıldı. Levhalar arasına bükümlü V kanatçıklar yerleştirildi. Kanatçık paneli 90° açı ile bükülmüştür ve 2,5 mm kalınlığında galvanizli çelik malzemeden oluşmaktadır. Zırh sisteminin kalınlığı kanatçıklar yerleştirildikten sonra destek levhaları ile birlikte 28 mm olmuştur. Bu sistem destek levhaların birbirine vidalanma yöntemi ile sistem montajı sağlanmıştır. Bu alandaki zırh sisteminin ağırlığı 4900g dır. Bu sistemden atışlardaki çarpma enerjisine karşı rijit kalması amacıyla hazırlanan fikstür içerisine resim no.3 teki gibi yerleştirilmiştir. Yüzeye dik olarak 7,62x52mm mermi çekirdeği bulunan silahla 6 adet atış gerçekleştirilmiştir. Kovan barut miktarındaki değişiklikle mermi hızları değiştirilmiş ve yapının V50 balistik limiti ölçülmüştür. Yani geçer geçmez testi yapılmış ve merminin perfore edemeyen en yüksek hızı balistik limit olarak alınmış ve zırh sisteminin balistik enerjisi hesaplanmıştır. Burada ana düşünce tehdit parçacığının ön destek ile hızını yavaşlatmak aynı anda mermi ucunu köreltmek iç yapıda hızı azalmış merminin açılı kanatları ile doğrusal açısının yönünü değiştirmek ve yapı içinde tutmaktır. Artık hız arka destek levha da merminin çıkışına engel olmaktır.

#### 3.2.1. Balistik Limit

Bir yapıda tam delinme perforasyonun oluşmadığı en üst hız olarak tanımlanmaktadır. Bu da yapının balistik enerjisinin Joule olarak hesaplanmasını mümkün kılmaktadır. Buradaki örnek yapı için balistik enerji değeri (2107,31 J), delinmeyen en yüksek hız (660 m/s) için hesaplanmıştır.



**Görsel 3.** Test uygulanmış arka ve ön destek levhaları, iç yapıları deney numunesinin test ortamındaki pozisyonu.



**Görsel 4.** Test uygulanmış arka destek levhasının delinen ve delinmeyen atışların iç tarafta oluşturduğu hasar görüntüleri.



**Görsel 5.** Test uygulanmış zırh sisteminde iç yapının perfore- hasar görüntüleri

Atış No	Çarpma Hızı $v_1$ (m/s)	Penetrasyon Kısmi Delinme (KD)	Perforasyon Tam Delinme (TD)	Çatlama Durumu	Arkadan Kopma	Mermi Çıkış Hızı $v_2$ (m/s)	Balistik Enerji (J) $E_k = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2)$ Çekirdek Ağırlığı, $m=9.65g$
1	675	TAM DELİNME	VAR	VAR	DELİNDİ	ÖLÇÜLEMEDİ	HESAPLANMADI
2	660	VAR	YOK	YOK	DELİNMEDİ	ÖLÇÜLEMEDİ	2107,31 J
3	653	VAR	YOK	YOK	DELİNMEDİ	ÖLÇÜLEMEDİ	HESAPLANMADI
4	649	VAR	YOK	YOK	DELİNMEDİ	ÖLÇÜLEMEDİ	HESAPLANMADI
5	647	VAR	YOK	YOK	DELİNMEDİ	ÖLÇÜLEMEDİ	HESAPLANMADI
6	611	VAR	YOK	YOK	DELİNMEDİ	ÖLÇÜLEMEDİ	HESAPLANMADI

**Çizelge1: Ön ve arka destek levhalı iç yapılı zırh sisteminde ölçülen değerler**

#### 4. SONUÇLAR VE YORUMLAR

Koruma maksatlı üretilen zırhların geniş bir kullanım alanı vardır. Kullanım alanının çeşitliliği zırh malzemeleri ve sistemlerinde yelpazenin genişlemesini getirmektedir. İlgi alanımız koruma olduğu için hedefin korunması ve tehlikeli parçacığın hedefe ulaşmasına engel olmak durumundadır. Bunu zırh sistemi değişkenlerinin araştırılması ve iyileştirilmesi olarak gerçekleştiririz. Bazı durumlarda yeni nesil malzemelerin bu şartlar altında balistik performansı ölçülür. Bazı durumlarda mevcut malzemelerden varyasyon ile karma veya kompozit yapılar elde edilerek bazı denemelerde ise yapı geometrisindeki değişikliklerle sağlanır. Zırh malzemelerinin birincil özelliği tokluk enerjisinin yüksekliği olmalıdır. Veya yüksek sertlik ile beraber hafiflik mobilite için istenen özelliktir. Esneklik ve hafiflik hareket ve konfor için istenen özelliktir. Endüstride kullanılmakta olan 250000 civarındaki malzemeye rağmen anlatılan özelliklerin hepsini aynı anda taşıyan malzemeyi bulmak mümkün değildir. Merminin köreltmesini sağlayan ve durduran zırh sistemleri vardır ancak farklı malzeme türleri bir araya gelerek yapılmıştır.

Seramik ve metal zırhlar için balistik koruma mekanizmaları önemli ölçüde farklıdır. Metalik zırh, merminin enerjisini plastik deformasyon mekanizmasıyla emerken, seramiklerde merminin kinetik enerjisi kırılma yoluyla dağıtılır. Genellikle seramik zırh sistemleri, balistik naylonla kaplanmış ve yüksek çekme mukavemetli fiber astar veya lamine polietilenle bağlanmış monolitik seramik veya kompozit seramik-metal gövdeden oluşur.

Zırh uygulamalarında, metal ve kompozit malzemelerin balistik performans açısından öne çıkan özelliklerinin bir arada kullanılmasıyla oluşturulan zırh sistemleri, hem ağırlık hem de koruma açısından istenen seviyelere ulaşmaktadır. Katmanlı zırh yapıları genellikle ön katman ve destek katmanlarından meydana gelir. Ön katmanlar, özellikle zırh delici mermilere karşı mermi ucunun geometrisini bozarak balistik etkisini azaltmayı amaçlar ve genellikle seramik ya da sert metal gibi malzemelerden üretilir. Destek katmanları ise metal, kompozit veya elastomer gibi malzemelerden yapılır ve ön katman tarafından kısmen durdurulan tehdidin geriye kalan enerjisini soğurur.

Bu çalışmada, UHMWPE (çok yüksek moleküler ağırlıklı polietilen) elyafli kompozit arka destek katmanı eklenmiş levhalara atış testleri yapılmıştır. Test sonuçları, bu levhaların kaplama uygulanmış levhalara benzer balistik dayanım sergilediğini ortaya koymuştur. Balistik yapıların performansı, iç yapısal değişikliklere, malzeme seçimine, katmanlama stratejisine ve geometrik düzenlemelerin kombinasyonuna bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Özellikle kompozit malzemelerin kullanımı ve mikro yapısal optimizasyonlar, darbe dayanımını kayda değer şekilde artırmıştır. Yapısal düzenlemelerdeki değişiklikler, balistik koruma performansının farklı yönlerini etkileyebilmektedir.

İlerleyen araştırmalar, nano yapı malzemeleri ve akıllı materyallerin kullanımı ile balistik performansı geliştirmek hedeflenebilir. Diğer bir yenilikçi yaklaşım da biyomimetik yapıların incelenmesi, enerji dağıtım mekanizmalarını optimize etmek olmalıdır.

## 5.KAYNAKLAR

- [1] Camcı. (2023) Terminal Balistikte, 7,62mm çaplı mermilere karşı v-ara geometrili, tabakalı yapıların enerji absorpsiyon performansının incelenmesi, Doktora Tezi, SUBÜ, 2023
- [2] Adalet Programları Ofisi. (2008). *Vücut Zırhının Balistik Direnci*. NIJ Standardı-0101.06. Washington DC.
- [3] Medvedovski, E. (2010). Ballistic performance of armour ceramics: Influence of design and structure. Part 1. *Ceramics International*, 36(7), 2103-2115.
- [4] Özgültekin, S. E. (2012). Balistik zırhlarda kullanılan kompozit malzeme kombinasyonlarının incelenmesi. Y.Lisans Tezi
- [5] Kılıç, N., Bedir, S., Erdik, A., Ekici, B., Taşdemirci, A., & Güden, M. (2014). Ballistic behavior of high hardness perforated armor plates against 7.62 mm armor piercing projectile. *Materials & Design*, 63, 427-438.
- [6] Alarçın, S. (2014). *Savunma sanayiinde kullanılan kompozit malzemelerin balistik özelliklerinin incelenmesi* (Master's thesis).
- [7] Aydın, M. (2014). Fonksiyonel kademelendirilmiş sandviç plakaların balistik davranışı.
- [8] Derelioğlu, Z. (2010). *Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub> kaplı seramik plakaların balistik dayanımının incelenmesi* (Doctoral dissertation).
- [9] Özşahin, E. (2008). Alüminyum levhaların yüksek hızlı çarpma yükleri altındaki davranışları.

- [10] Arslan, K. (2014). Fonksiyonel kademelendirilmiş plakalar ile takviyelendirilmiş bal peteği sandviç yapıların balistik performansının incelenmesi. *Yüksek Lisans, Erciyes Üniversitesi Makine Mühendisliği*, 137.
- [11]. Fang, H., Gutowski, M., DiSogra, M., & Wang, Q. (2016). A numerical and experimental study of woven fabric material under ballistic impacts. *Advances in Engineering Software*, 96, 14-28.

## BALİSTİK BİLİMİNDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR VE GELECEĞE YÖNELİK YAKLAŞIMLAR

**Öğr. Gör. Dr. Erdal CAMCI**

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, erdalc@subu.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-6894-6244

**Prof. Dr. Fehim FINDIK**

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, findik@subu.edu.tr

ORCID ID: 0000-0003-2537-1951

### ÖZET

İnsanlık varoluşundan beri korunma ihtiyacı devam etmektedir. Sert cisimler ve onların hızla hareket ettirilmeleri bir tehdit oluştururken, onların yumuşak doku veya korunması gereken hedeflere ulaşmasını engellemekte balistik biliminin uğraşısı olmuştur. Balistik bilimi, birçok bilim dalı ile ortak kesişimi olan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Malzeme bilimi ve onun sunduğu alternatifler, fizik bilimi ve hareketli cisimler dinamiği, mühendislik bilimi ve onun geliştirdiği zırh üretim teknikleri ve dayanım artırıcı teknikler bu kesişim noktalarının bir kısmıdır. Bu çalışmada, balistik biliminde yapılmakta olan güncel araştırmalar ve uygulamalar ana hatları ile ve teknolojinin gelecekteki yönelimleri incelenmiştir. Özellikle malzeme biliminde kaydedilen ilerlemeler, sayısal modelleme teknikleri ve yeni nesil savunma teknolojilerinin balistik performansı nasıl etkilediği tartışılmaktadır. Ayrıca, nanoteknoloji ve biyomimetik tasarımlar gibi yenilikçi yaklaşımlar da ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Balistik bilim, malzeme bilimi, savunma teknolojileri, sayısal modelleme, biyomimetik, nanoteknoloji

### 1.GİRİŞ

Balistik, nesnelerin hareketini ve bu hareketlerin etkilerini inceleyen bir bilim dalıdır. Özellikle mermi, roket, top mermisi gibi havada hareket eden cisimlerin davranışlarını analiz eder. Balistiğin amacı, bu cisimlerin uçuş hızlarını, ivmelerini, etkileşimlerini ve hedefe ulaşırken oluşturduğu etkileri incelemektir. Balistik bilimi, hareket eden cisimlerin (örneğin mermiler, füzeler, şarapneller) davranışını, hedefle etkileşimini ve bu süreçte oluşan fiziksel değişimleri inceleyen disiplinler arası bir alandır. Modern teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, balistik araştırmalar daha sofistike hale gelmiştir. Bu bildiride, balistik biliminde yapılan güncel araştırmalar ve gelecekteki olası gelişmeler ele alınarak, bu alanın bilimsel ve mühendislik perspektiflerinden nasıl evrildiği incelenmektedir. Balistik, üç ana bölümde ele alınır:



**İç Balistik:** Tehdidi ateşleyen sistemlerin analizi ile ilgilenir. Ateşleme sırasında oluşan basıncı bu basınca neden olan maddelerin özellikleri ile mermi, top, roket gibi ateşlenmiş harekete hazır olan hareketlilerin ilk hareket esnasında namlu içinin durumlarını inceleyen bilim dalıdır.

**Dış Balistik:** Tehdidin dış ortamdaki hareketi, uçuşu, yerçekiminin etkisi, hareket dinamiği dış balistik ilgi alanıdır. Cisimlerin uçuş rotası, menzil ve çarpma enerjisi ve diğer performans özellikleri incelenir.

**Terminal Balistik:** Merminin ve/veya hareketlinin hedefe ulaştığında hedefe etkileri incelenir. Hedef yapının malzeme, şekil açısından dayanıklılık çalışmaları, koruma seviyeleri hesaplanan enerji değerleri ile yorumlamalar bu alt dalın verdiği bilgiler ışığında gerçekleşir.

### 1.1 Balistik Biliminin Önemi

Savunma sanayisinde ve güvenlik alanında balistik bilimi kritik bir öneme sahiptir. Balistik performansı artırmak hem saldırı hem de savunma sistemlerinde stratejik üstünlük sağlamanın temel anahtarıdır. Bu sebeple, yeni nesil malzemeler, sayısal analiz yöntemleri ve tasarım yaklaşımları üzerine yapılan araştırmalar, balistik biliminde sürekli gelişimi desteklemektedir.

### 1.2 Balistik Korumanın Amacı

Sivil amaçlar için, VIP araç veya para transfer araçları veya kolluk kuvvetlerinden, polisi koruma maksatlı yelek, miğfer ve zırhlı araç üretiminde uygulanırken, askeri amaçlar için vücut koruması, tank ve diğer personel taşıma araçlarında koruma zırh kaplaması olarak uygulamada yer alır.

### 1.3 Balistik Korumanın Felsefesi

Tehdit parçacığına karşı duracak koruyucu yapı geliştirmek. Yavaşlat, parçala, durdur. Nasıl gerçekleştirilebilir, araştırmak. Finansal ve politik nedenlerle dış kaynaklı malzeme tedarikinde tıkanmalar olmakta ve güçlükler yaşanmaktadır. Bu yapıların yerli imkanlarla üretilmesini sağlamak. Yeni nesil malzemelerin balistik uygulanabilirliğini araştırmak. Bu malzemelerle bileşik zırh kombinasyonlarını araştırmak. Gelecekteki çalışmalar için yön verebilmek.

### 1.4 Balistik ve Balistik Koruma ile İlgili Alanlar

**Malzeme Bilimi;** Balistik biliminin temel gereksinimlerini karşılamak için gerekli olan malzemelerin geliştirilmesi ve optimizasyonunda önemli bir bilim dalıdır.

**Makine Bilimi;** Balistik bilimine mekanik tasarım, enerji dönüşümü, hareket analizi, otomasyon, test sistemleri ve dayanıklılık konularında büyük katkılar sağlar. Bu disiplinin sağladığı mühendislik çözümleri, daha hassas, güçlü ve etkili balistik sistemlerin geliştirilmesini mümkün kılar.

**Diğer alanlar;** Kimya, Fizik, Elektronik, Bilgisayar, Uzay mühendisliği, Matematik, Hukuk, Sosyoloji, Adli tıp gibi birçok direkt ilgili bilim dalları vardır. Bu alanların her biri balistiğin hesaplama, tasarım, uygulama, test, simülasyon yazılımlarının geliştirilmesi ve uygulanması ile sonuçların değerlendirilmesi yönüyle ilgi alanları içindedir.

### Çizelge 1. Balistik performansı etkileyen değişkenler

TEHDİT PARÇASININ DEĞİŞKENLERİ	KORUMA YAPISININ DEĞİŞKENLERİ
Mermi geometrisi	Malzeme alternatifleri seçim olanağı
Mermi malzemesi	Malzeme özelliklerinde değişim teknikleri
Mermi mekanik özellikleri	Yapı geometrisi tasarım seçenekleri
Mermi geliş açısı	Yeni malzeme araştırma ve geliştirme
Mermi hızı	

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### Çizelge 2. Balistik Üzerine Son Yıllarda Yapılan Araştırmaların Bir Bölümü

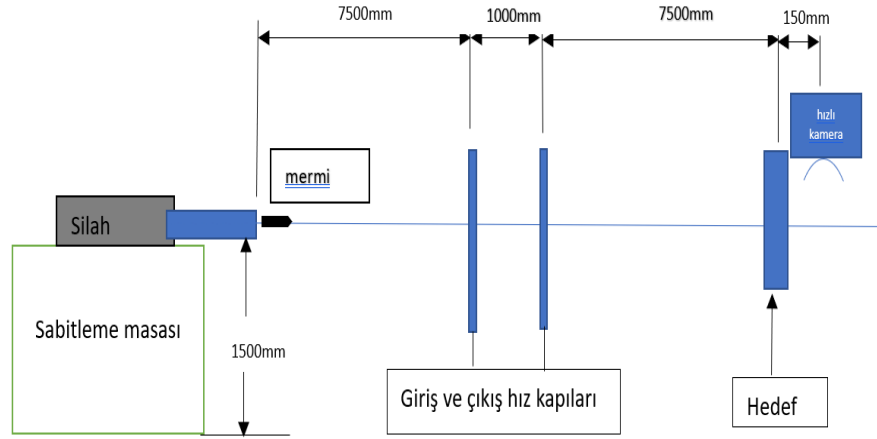
Ref No	Araştırma Konusu	Sonuçlar ve Bulgular
[1]	Çelik ve alüminyum alaşımlarında ısıl işlem ve balistik performansı.	Seramik katman eklemenin balistik performansı artırdığı gözlemlenmiştir.
[2]	Düşük karbonlu çeliklerin ara kritik tavlama sonrası balistik başarımı.	Çift fazlı çelik yapı balistik performansı artırmıştır.
[3]	Hafif silahlara karşı bireysel savunma zırhlar.	Kompozit malzemeler bireysel savunma için uygundur.
[4]	Fiber takviyeli polimer kompozitlerin balistik performansı	Malzemeler balistik uygulamalara uygun özelliklere sahiptir.
[5]	Kompozit zırhların düşük enerjili darbe davranışları	Seramik kompozitler yüksek darbe dayanımı göstermiştir.
[6]	Koruma amaçlı zırh çeliklerinin geliştirilmesi.	Zırh çeliklerinin fiziksel özellikleri geliştirilmiştir.
[7]	Sertleştirilmiş çelik levhaların balistik performans analizi.	Hedeflerin balistik performansı başarılı sonuçlar vermiştir
[8]	Katlı E-cam dokuma kumaş ile kompozit yapılar, dikişli/dikişsiz yapıların mekanik ve balistik performansı değerlendirilmiştir.	Düzlem dışı özelliklerde iyileşme görülmüştür
[9]	Yumuşak ve sert plakalardan oluşan balistik koruyucu malzemeler.	Testler sonucunda yeleklerin balistik koruma özellikleri optimize edilmiştir.
[10]	Delikli plaka tasarımı ile hafif zırh geliştirilmesi.	Delikli plakaların hafif zırh tasarımında etkili olduğu görülmüştür.
[11]	Malzeme kompozisyonunun balistik darbe yüküne etkisi ve hasar mekanizmalarındaki değişiklikler.	Doğru kompozisyonun balistik amaçlar için önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir.
[12]	Katı yakıtlı silahlar için iç balistik simülasyon programı.	İç balistik simülasyon sonuçları doğrulanmıştır.
[13]	Takviye tipinin ve kompozit hasar modellerinin balistik etkisi.	Hibrit kumaşların darbe dayanımı artmıştır.
[14]	Seramiklerin çoklu atışa dayanımının artırılması.	Seramik kaplamaların performansı olumlu sonuçlanmıştır.

[15]	Fonksiyonel kademelendirilmiş plakalar ile sandviç yapı tasarımı.	Seramik kaplamaların performansı olumlu sonuçlanmıştır.
[16]	Aramid esaslı kompozit malzemelerin balistik özellikleri	Kompozitlerin balistik direnç özellikleri geliştirilmiştir.
[17]	Balistik çarpma etkisinin sonlu elemanlar yöntemiyle incelenmesi.	Titanyum levhaların darbe etkisine karşı mukavemeti yüksektir.
[18]	7075 ve 7085 alüminyum alaşımları ile zırh destek plakası üretimi.	Alüminyum matrisli kompozitlerin dayanımı başarılı bulunmuştur.
[19]	Kompozit yapıların balistik davranışlarının incelenmesi.	Zırh delici mermilere karşı dayanım artırılmıştır.
[20]	Hekzagonal geometriye sahip B4C zırh plakalarının balistik dayanımı.	Hekzagonal geometri balistik performansa katkı sağlamıştır.
[21]	Kurşungeçirmez kompozit zırhların sonlu elemanlar analizi.	Simülasyonlar deneysel sonuçlarla uyumludur.
[22]	Twaron kumaşın poli(borosiloksan) ile balistik dayanım analizi.	Twaron kumaşın darbe dayanımı iyileştirilmiştir.
[23]	Antibiyotik vücut zırhlarının performans değerlendirmesi.	Antibiyotik zırhlar başarıyla geliştirilmiştir.
[24]	Sert ve yumuşak malzeme kombinasyonlarının balistik etkisi.	Hibrit malzemelerin darbe davranışı optimize edilmiştir.
[25]	Çelik ve alüminyum tabakalardan katmanlı kompozit panel tasarımı.	Laminatların balistik etkisi artırılmıştır.
[26]	E-cam/doymamış poliester kompozitlerin balistik dayanımı.	Alüminyum plaka sıralamaları analiz edilmiştir.
[27]	APM 2 mühimmata karşı farklı plaka sıralamalarının balistik etkisi.	Balistik yelekler için ideal katman sıralamaları tespit edilmiştir.
[28]	Alüminyum levhaların yüksek hızlı çarpma dayanımları.	Çarpma dayanımları yüksek bulunmuştur.
[29]	Kişisel koruyucu zırhlarda kompozit malzemelerin balistik davranışı.	Kumaş katmanlarının balistik etkileri araştırılmıştır.
[30]	Lamine kompozitlerin çeliklere kıyasla balistik performansı.	Hafif zırhlar lamine kompozitlerden daha iyi sonuç vermiştir.
[31]	Fiber-metal laminatların düşük hız etkisine tepkisi.	Fiber-metal laminatlar performansa etkili bulunmuştur.
[32]	Kevlar ve polipropilen matrisli kompozit zırhların balistik analizi.	Kevlar kompozitler darbe dayanımını artırmıştır.
[33]	Alüminyum lamine kompozitlerin balistik davranışı.	Alüminyum kompozitlerin balistik performansı geliştirilmiştir.
[34]	AA 7075 T651 ve polietilen destekli levhaların balistik etkisi.	Polietilen destekli yapılar dayanıklı bulunmuştur.
[35]	Seramiklerin balistik koruma sistemlerindeki performansı.	Seramik zırhlar balistik testlerde başarılıdır.
[36]	Delikli zırh plakalarının hasar mekanizmalarının analizi.	Delikli plakaların mekanik dayanımı yüksektir.
[37]	Metal-metal ve metal-kumaş katmanlı yapıların balistik etkisi.	Metal kumaş yapılar darbe enerjisini iyi dağıtmıştır.

[38]	Weldox460 çelik levhaların düşük mermi hızlarındaki davranışı.	Çelik levhaların düşük hız darbe dayanımı yüksektir.
[39]	TFML fiber metal laminatların balistik performansı.	Laminatlar hafif ve dayanıklıdır.
[40]	Çift katmanlı çelik plakaların balistik performansının analizi.	Çift katmanlı plakalar yüksek darbe dayanımı göstermiştir.

## 2.1 Son Yıllardaki Çalışmalar

Son yıllarda terminal balistik ile ilgili 350’yi aşkın SCI makale yayımlanmıştır. Bunlara ek olarak 100’ü aşkın inceleme yazısı, Türkiye içinde 50’yi aşkın yüksek lisans ve doktora çalışması yapılmıştır. Bu araştırmalar için Savunma Sanayii Şirketlerinde kurulmuş onlarca balistik laboratuvarı ile özel şirketler, Tübitak ve Üniversiteler tarafından araştırma bursları verilmiştir. Bunların sonucunda yerli üretim koruma zırhları geliştirilmiş, Patent ve Faydalı model koruması alınmıştır.



Görsel 1. Balistik Test Düzenineğinin Şematik Gösterimi [41]

## 2.2 Çalışmaların Ağırlık Noktaları

Endüstride kullanılan yaklaşık 250 bin malzeme alternatifinden, balistik bilimine seçenek olarak aşağıdakiler ağırlıklı olarak çalışılmıştır, bunlar;

- Seramik (Alümina)
- Alüminyum (2024, Temperli 7000 serisi, 5000 serisi)
- Zırh Çeliği (Weldox 500, düşük alaşımlı yüksek mukavemetli)
- FML VE TFML (Fiber Metal Lamina veya Takviyeli Fiber Metal Lamina)
- Aramid, Twaron, Kevlar, Epoksi Cam
- Sert plastik (polimer ve türevleri)

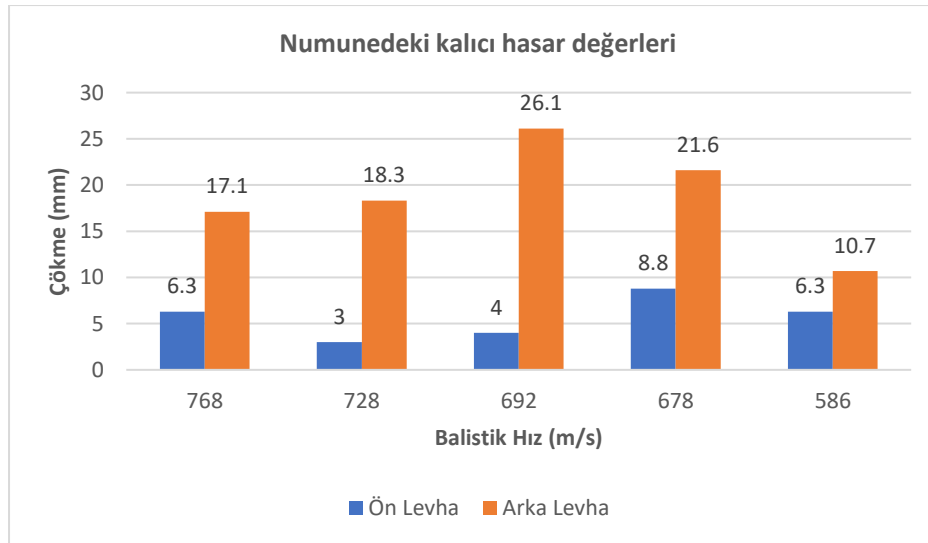
Balistik koruma sistemleri, tasarım yolu ile kompozit veya bileşik yapılar oluşturularak yapılırlar. Bazı çalışmalarda tekli malzeme monolitik-yekpare tasarım gerçekleştirilirken, bazı çalışmalarda çok farklı fazdaki ve yapıdaki birden fazla malzemeyi bir araya getirerek katmanlı

yapılarla tehdit parçası durdurulması amaç edinilmiştir. Bazı çalışmalarda da katmanlar arası farklı malzeme farklı geometri kullanılarak koruma seviyesi artırılması hedeflenmiştir, bunlar;

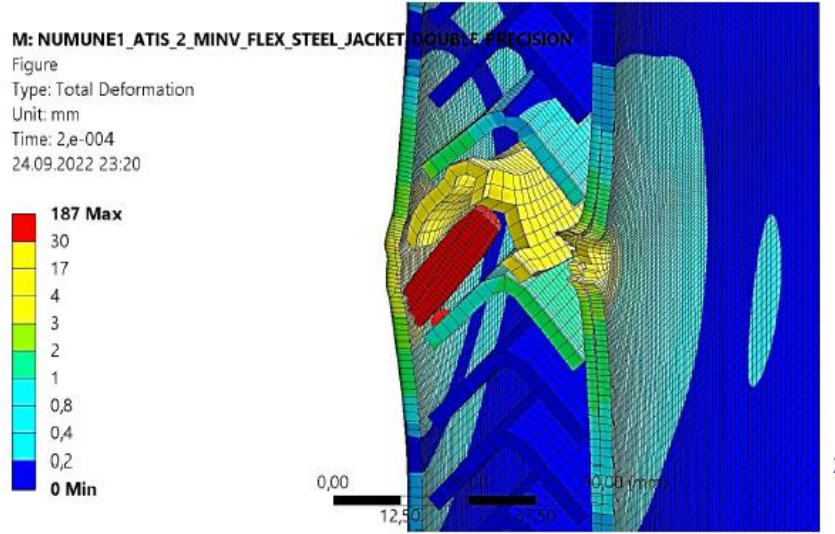
- Katmanlı levha varyasyonları (FML VE TFML (Fiber Metal Laminat veya Takviyeli Fiber Metal Lamina)
- Alüminyum Petek (orta katman)
- Çelik (açılı delikli)
- Sert yumuşak malzeme kombinasyonu
- Sandviç yapılar
- Reçine içine gömdürülen plastik veya aramid yapılar (preg)
- Levhalar arası farklı malzeme ve farklı geometri

Malzeme dünyası daha sert, daha aşındırıcı alternatiflere ulaştıkça tehdit parçasığı malzemesi için seçenek artmakta, zırh delici mermi, roket, top, şarapnel gibi tehdit tasarımları geliştirilmektedir, bunlar;

- Mermi malzemesi
- Mermi geometrisi ile ilgili tasarımlar
- Küt ve sivri uçlu mermilerin etkisinin araştırılması
- Mermi Hızının artırılması
- İç balistik düzeneklerinin geliştirilmesi



**Görsel 2. Test Numunesinde ölçülen kalıcı hasar değerlerine örnek**



**Görsel 3. Numerik Simülasyon metodu ile çarpmanın analizi [42]**

### 3. GELECEK YAKLAŞIMLARI

#### 3.1 Tehdit için gelecekte

- Akıllı mermi sistemleri; güdümlü mermiler, hedefi yönelik rotalı
- Makine öğrenmesi yardımıyla gerçekleştirilebilecek hedef tutturma optimizasyonu
- Hipersonik mühimmatlar, 5 Mach (sesten 5 kat hızlı) veya daha yüksek hızlarda hareket eden hipersonik mühimmat sistemleri
- Yüksek sertlikte mermi, mühimmat malzemeleri
- Elektromanyetik enerji kullanarak mühimmatları çok yüksek hızlarla fırlatan sistemler, geleneksel patlayıcı bazlı sistemlerin yerini alabilir.
- Balistik mermilere gerek duymadan enerjiyle hedefi etkisiz hale getiren sistemler.
- Dronlar ve kara araçları gibi otonom platformlarla entegre edilen balistik sistemler, insan müdahalesine gerek kalmadan hedef belirleme ve ateşleme yapabilir.

#### 3.2 Hedef için gelecekte

- Balistik yelekler, kasklar ve zırhlı araçlarda daha hafif ve daha dayanıklı kompozit malzemelerin geliştirilmesi (örneğin grafen veya nanokompozitler). Hafif ve dayanıklı ürünlerle hedef korunmasının optimizasyonu
- 5 Mach (sesten 5 kat hızlı) veya daha yüksek hızlarda hareket eden hipersonik mühimmat sistemleri, balistik füze teknolojisinde öncü bir alan. Bu tür yüksek hızlı mühimmatları durdurmak için savunma sistemleri geliştirilmesi, balistik biliminin yeni bir araştırma alanı olacaktır.

- Bilgisayar destekli modelleme ve simülasyonlarla balistik mühimmatın etkisini test etmek. Bu, maliyetleri düşürürken daha güvenli bir geliştirme süreci sağlar.
- Balistik olayların daha doğru modellenmesi için gelişmiş fizik motorları ve hesaplama teknikleri ile hiper gerçekliği yakalamak.
- Akıllı materyaller, elektromanyetik zırhlar ve nano teknolojiye dayalı malzemeler, balistik performansı artırmada büyük potansiyele sahiptir.
- Zırhlı araçlar için, gelen balistik mermileri tespit eden ve karşı saldırı yaparak etkisiz hale getiren sistemler.
- Yüksek hassasiyetli radar ve sensörler, füze tehditlerini daha erken tespit edip imha edebilir.
- Alternatif malzemeler; Yüksek mukavemeti ve esnek yapısıyla, grafen bazlı malzemeler balistik zırh uygulamalarında potansiyel olarak kullanılabilir. Karbon nanotüpler, enerjiyi dağıtma ve kırılmaya karşı direnç göstermede etkili olabilir, bu da balistik koruma sistemlerinde devrim yaratabilir. Doğadan ilham alan biyomimetik yapılar, balistik performansın artırılması için yenilikçi bir yol sunmaktadır. Doğada bulunan yapıların dayanıklılığı ve enerji absorpsiyon yetenekleri, savunma sistemlerinde kullanılabilecek yeni malzeme ve yapı tasarımlarına ilham vermektedir.

#### 4. SONUÇ

Balistik bilimi, teknolojideki ilerlemelerle birlikte daha etkili, hassas ve sürdürülebilir sistemler geliştirmeye odaklanacaktır. Yapay zekâ, nanoteknoloji, kuantum fiziği ve enerji tabanlı silahlar bu süreçte önemli bir rol oynayacaktır. Bu alandaki yenilikler, sadece askeri değil, aynı zamanda sivil savunma ve güvenlik uygulamalarında da büyük bir dönüşüme neden olabilecektir.

Balistik bilimi, gelişen teknoloji ile birlikte büyük bir dönüşüm geçirmektedir. Günümüzde malzeme bilimindeki ilerlemeler ve sayısal modelleme teknikleri, balistik performansı artırmada önemli rol oynamaktadır. Gelecekte ise nanoteknoloji, biyomimetik yapılar ve aktif savunma sistemleri gibi yenilikçi yaklaşımlar, balistik biliminde yeni bir boyut kazandıracaktır. Bu gelişmeler, hem savunma sanayi hem de malzeme bilimi açısından önemli katkılar sunacaktır.

#### 5.KAYNAKLAR

- [1] Demir, T. (2008). Metal ve katmanlı zırh malzemelerin 7, 62 mm'lik zırh delici meriler karşısında balistik başarımlarının incelenmesi (Master's thesis, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi).
- [2] Deniz, H. (2009). Çift Fazlı Bir Çeliğin 7, 62mm'lik Zırh Delici Mermi Karşısında Balistik Davranışının İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [3] Yavaş, M. O. (2009). Hafif silahlara karşı bireysel savunma amaçlı kompozit malzeme tasarımı ve balistik dayanımı (Master's thesis, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

- [4] Memiş, Ö. (2009). Balistik amaçlı fiber takviyeli polimer matrisli kompozitler (Master's thesis, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [5] Evcı, C. (2009). Seramik kompozit zırh sistemlerinin darbe ve balistik özelliklerinin belirlenmesi. (Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [6] Atabek, H. (2011). 'bor katkılı bir zırh çeliğinin fiziksel metalurjik esaslar doğrultusunda geliştirilmesi ve balistik performansının değerlendirilmesi' (Doktora tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli).
- [7] Deniz, T. (2011). Ballistic penetration of hardened steel plates (Master's thesis, Middle East Technical University).
- [8] Yolaçan, G. (2013). Katlı E-Cam/ Polyester dokuma kumaş kompozitlerin dikişli ve nano-katkılı formlarının mekanik ve balistik özelliklerinin deneysel belirlenmesi. (Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü).
- [9] Alarçin, S. (2014). Savunma Sanayiinde Kullanılan Kompozit Malzemelerin Balistik Özelliklerinin İncelenmesi. (Master's thesis, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [10] Kılıç, N. (2014). Development of Multi-Layer Ballistic Armor Panel with Simulation and Ballistic Tests (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- [11] Aydın, M. (2014). Fonksiyonel Kademelenendirilmiş Sandviç Plakaların Balistik Davranışı. (Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü).
- [12] Danış, F. (2014). Development of interior ballistic simulation software (Master's thesis, Middle East Technical University).
- [13] Berk, B. (2014). Finite element simulation of ballistic impact on composite plates (MSc Thesis, Dokuz Eylül University).
- [14] Derelioğlu, Z. (2010). Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub> kaplı seramik plakaların balistik dayanımının incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [15] Arslan, K. (2014) Fonksiyonel olarak kademelenendirilmiş plakalar ile takviyelendirilmiş bal peteği sandviç yapıların balistik performansının incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü)
- [16] Barut, C. (2015). Aramid esaslı kompozit malzemelerin balistik performanslarının ve mekanik davranışlarının incelenmesi. (Master's thesis, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [17] Özer, İ. (2015). Balistik çarpma etkisinin sonlu elemanlar yöntemiyle incelenmesi. (Master's thesis, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [18] Durmaz, T. (2017). Development of high strength aluminum matrix composite backing plates for ballistic armor. (Master's thesis, Middle East Technical University).



- [19] Tepeduzu, B. (2017). Ballistic performance of hybrid structures. Ceramics (Master's thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi, Graduate School of Natural And Applied Sciences)
- [20] Gülsever, B.A. (2018). Balistik kullanıma uygun bor karbür seramik kompozitlerinin spark plazma sinterleme yöntemi ile üretimi ve karakterizasyonu. (Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [21] Aktaş, L.T. (2018). Balistik zırhlarda malzeme ve parametre etkilerinin sonlu elemanlar yöntemiyle analizi. (Yüksek Lisans Tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [22] Şenyılmaz, H.K. (2018). Dilatant Malzemelerin Balistik Özelliklerinin Deneysel Araştırılması. (Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [23] David, N. V., Gao, X. L., & Zheng, J. Q. (2009). Ballistic resistant body armor: contemporary and prospective materials and related protection mechanisms. Applied Mechanics Reviews, 62(5).
- [24] Shiue, Y. Y. M. (2014). Design and Optimization of Hybrid Ballistic Protection Systems (Doctoral dissertation, McGill University, Montreal).
- [25] Tambvekar, A. A. (2013). Development and characterization of light weight laminated composite under impact loading (Doctoral dissertation, University of Missouri-Columbia).
- [26] Ünaler, E. (2005). Development and characterization of light-weight armor materials. (Doctoral dissertation, İzmir Institute of Technology).
- [27] Flores-Johnson, E. A., Saleh, M., & Edwards, L. (2011). Ballistic performance of multi-layered metallic plates impacted by a 7.62-mm APM2 projectile. International Journal of Impact Engineering, 38(12), 1022-1032.
- [28] Özşahin, E. (2008). Alüminyum levhaların yüksek hızlı çarpma yükleri altındaki davranışları (Doctoral dissertation, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [29] Özgültekin, S. E. (2012). Balistik zırhlarda kullanılan kompozit malzeme kombinasyonlarının incelenmesi. (Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [30] Übeyli, M., Yıldırım, R. O., & Ögel, B. (2007). On the comparison of the ballistic performance of steel and laminated composite armors. Materials & design, 28(4), 1257-1262.
- [31] Chai, G. B., & Manikandan, P. (2014). Low velocity impact response of fibre-metal laminates—A review. Composite Structures, 107, 363-381.
- [32] Bandaru, A. K., Chavan, V. V., Ahmad, S., Alagirusamy, R., & Bhatnagar, N. (2016). Ballistic impact response of Kevlar® reinforced thermoplastic composite armors. International Journal of Impact Engineering, 89, 1-13.
- [33] Übeyli, M., Yıldırım, R. O., & Ögel, B. (2008). Investigation on the ballistic behavior of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> laminated composites. Journal of Materials Processing Technology, 196(1-3), 356-364.
- [34] ÖZŞAHİN, E., & TOLUN, S. (2011). Polietilen destekli AA 7075 T651 levhalarda katman sıralamasının balistik dayanıma etkisi. İTÜ DERGİSİ/d, 8(2).

- [35] Medvedovski, E. (2010). Ballistic performance of armour ceramics: Influence of design and structure. Part 1. *Ceramics International*, 36(7), 2103-2115.
- [36] Kılıç, N., Bedir, S., Erdik, A., Ekici, B., Taşdemirci, A., & Güden, M. (2014). Ballistic behavior of high hardness perforated armor plates against 7.62 mm armor piercing projectile. *Materials & Design*, 63, 427-438.
- [37] Jena, P. K., Ramanjeneyulu, K., Kumar, K. S., & Bhat, T. B. (2009). Ballistic studies on layered structures. *Materials & Design*, 30(6), 1922-1929.
- [38] Børvik, T., Langseth, M., Hopperstad, O. S., & Malo, K. A. (1999). Ballistic penetration of steel plates. *International journal of impact engineering*, 22(9-10), 855-886.
- [39] Santiago, R., Cantwell, W., & Alves, M. (2017). Impact on thermoplastic fibre-metal laminates: Experimental observations. *Composite structures*, 159, 800-817.
- [40] Yunfei, D., Wei, Z., Yonggang, Y., & Lizhong, S. (2014). Experimental investigation on the ballistic performance of double-layered plates subjected to impact by projectile of high strength. *International Journal of Impact Engineering*, 70, 38-49.
- [41] CAMCI, E. (2023). Terminal balistikte 7, 62mm çaplı mermilere karşı v-ara geometrili ve tabakalı yapıların enerji absorpsiyon performansının incelenmesi.
- [42] Çalışkan, M., Camcı, E., & Findik, F. (2022). Numerical and experimental investigation of the ballistic performance of the armor structure with in-layer deflector against bullets. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 19, e470.

## ULTRA HD LED TELEVİZYONLARIN BİLGİSAYAR DESTEKLİ ARIZA TESPİTİ, ÇÖZÜM YÖNTEMİ VE HAFIZA ENTEGRESİNİN HEX KODLARININ ALMA YÖNTEMİ

**Yüksek Mühendis Cemal ŞAHİNOĞLU**

Mehmet Erdemoğlu Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi Elektrik-Elektronik Öğretmeni,  
65200 Van, Türkiye, [cemalyyu@gmail.com](mailto:cemalyyu@gmail.com), ORCID No: 0009-0005-2685-720X

**Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ**

Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
Bölümü, 13000, Bitlis, Türkiye, [rustemli@beu.edu.tr](mailto:rustemli@beu.edu.tr), ORCID No: [0000-0002-4957-1782](https://orcid.org/0000-0002-4957-1782)

### ÖZET

Ultra HD LED televizyonlar geçmişten günümüze kadar her aşamada iletişim, haberleşme alanında farkındalık göstermiştir. Aktarılan verinin boyutu ve ekran genişliği ile enerji tüketimi artmaktadır. Teknolojinin son harikası olan bu televizyonlar internet, uydu, ekran büyüklüğü, düşük elektrikte çalışma, video görüntü oynatma, resim görsellerini gösterme gibi birçok özelliği içerisinde barındırır. Ana karta bağlı olarak içerisinde bulunan 25Q32 entegre sayesinde Ultra HD LED televizyonların birçok özelliğinden faydalanabilir. Yüksek gerilim gelmesi sonucu ya da yanlış yazılım atılması durumunda bu entegreler devre dışı kalarak televizyonların arızalanmasına neden olur. Örneğin; Besleme kartı çıkış gerilimi entegreye +3,3 volttan daha fazla gerilim gelirse (+4 volt , +5,5 volt gibi) bu durumda entegreye zarar vermiş olabilir. Besleme kartının çıkış gerilimleri ölçülerek ana karta gerekli olan gerilim sağlanmalıdır. Yapılan araştırmalar neticesinde hafıza entegresini çeşitli gerilimlerden korumak, gerekli önlemleri almak ve hafıza entegresi içerisinde bulunan hex kodlarını loader yükleme programıyla elde etmektir.

**Anahtar Kelimeler:** LED televizyonlar, 25Q32 Eeprom, RT809H entegre programlayıcı

**Computer Aided Troubleshooting of Ultra HD LED Televisions, Solution Method and Method of Retrieving Hex Codes of Memory Integrated Circuit**

### Abstract

Ultra HD LED televisions have shown awareness in communication and communication at every stage from past to present. Energy consumption increases with the size of the transferred data and screen width. These televisions, which are the latest wonders of technology, include many features such as internet, satellite, screen size, working with low electricity, playing video images, and showing picture images. Thanks to the 25Q32 integrated circuit located in the main board, it can benefit from many features of Ultra HD LED televisions. As a result of high voltage or incorrect software, these integrated circuits are disabled and cause televisions to malfunction. For example; If the power supply card output voltage reaches the integrated circuit more than +3.3 volts (such as +4 volts, +5,5 volts), it may have damaged the integrated circuit. The output voltages of the power supply card should be measured and the necessary voltage should be provided to the main board. As a result of the researches, it is to protect the memory integrated circuit from various voltages, take the necessary precautions and obtain the hex codes in the memory integrated circuit with the loader loading program.

**Keywords:** LED televisions, 25Q32 Eeprom, RT809H integrated programmer.

## 1. Giriş

Ultra HD LED televizyonlar yüksek gerilimden dolayı veya yanlış yazılım atılması durumunda kendini koruyabilen flash entegre özelliğine sahiptirler, bu durumda televizyon kendini koruma altına alarak panel kısmında sadece ve sürekli kırmızı ışığın yanmasına neden olur. Besleme kartından ana kart içerisinde bulunan 25Q32 flash entegreye +3,3 volt , +5 volt çıkış gerilimi DC akımda sabit çıkıyorsa hafıza entegresi çökmüş yani sıfırlanmış durumda olur. Hafıza entegresi ana kart üzerinden sökülerek RT-809 entegre programlayıcısı yardımıyla gerekli olan flash dump dosyası yüklenir ve entegre aktif hale gelmiş olur. Bazen bu tür arızalar gözle görünür olmasa da bilgisayar yardımıyla giderilebilir. Fakat yapılan bu çalışmalar dışında besleme kartı çıkış gerilimi entegreye +3,3 volttan daha fazla gerilim gelirse (+4,5 volt , +6 volt gibi) bu durumda entegreye zarar vermiş olabilir. Bilindiği gibi yeni entegreler içerisi boş olarak gelir yeniden entegre programlayıcı yardımıyla flash dump dosyası yüklenir. Besleme kartının çıkış gerilimleri ölçülerek ana karta gerekli olan gerilim sağlanmalıdır. Besleme çıkış gerilimleri +12 volt, +3,3 volt, +5 volt gibi değerlerde olmalıdır eğer bu değerlerden fazla gerilim çıkışı olursa kontrol edilmelidir yoksa anakart ve hafıza entegresine zarar verebilir. 25Q32 hafıza entegresi 4 megabaytlık kapasiteye sahip olduklarından doğru akımda (DC) aniden veya fazla gerilimden dolayı entegrenin şişip arızalanmasına neden olur. Bu entegrelerini değerini bulabilmemiz için gerekli olan ultra HD LED televizyonların veri sayfasına (datasheet) bakarak entegre modeli ve değeri bulunabilir. Bu çalışmanın amacı sık sık arızalanan hafıza entegreleri ve ana kart üzerinde bulunan aktif devre elemanlarını nasıl ve ne gibi önlem alarak zarar vermeden düzeltebilmek ve bununla ilgili çözüm yöntemi geliştirmektir. Değerlendirme yapılan ölçümler için genel bir durum analizi yapıp ve meydana gelen olumsuzlukları gidermek için gerekli çözüm önerileri yapılacaktır. Ayrıca flash entegre içerisindeki gerekli program yardımıyla hex dosyaları ilave edilecektir.

### 1.1. İnternet Çağında Televizyon

Son yirmi yılda televizyon ve internet teknolojilerinin kademeli olarak birleştiğine tanık olduk. Dijital videoyu kodlamak ve kodunu çözmek için kullanılan yazılım ve donanım, DVD'ler dahil medyanın bilgisayarlarda görüntülenmesini mümkün kıldı. Televizyon kod çözücü kartları, bilgisayarların video kaydedici ve televizyon ekranı olarak kullanılmasına olanak sağladı. YouTube gibi web siteleri, kullanıcıların daha önce televizyonda izlenebilecek materyalleri yüklemesine ve görüntülemesine olanak tanır. Daha yüksek bant genişliğine sahip internet bağlantıları ve MPEG4-H.264 gibi geliştirilmiş sıkıştırma algoritmaları, internette paylaşılan videonun kalitesinin artmasına olanak sağladı. Mobil iletişim ve akıllı telefonlardaki gelişmeler interneti ve televizyonu evden çıkardı (Beutler, 2011) .

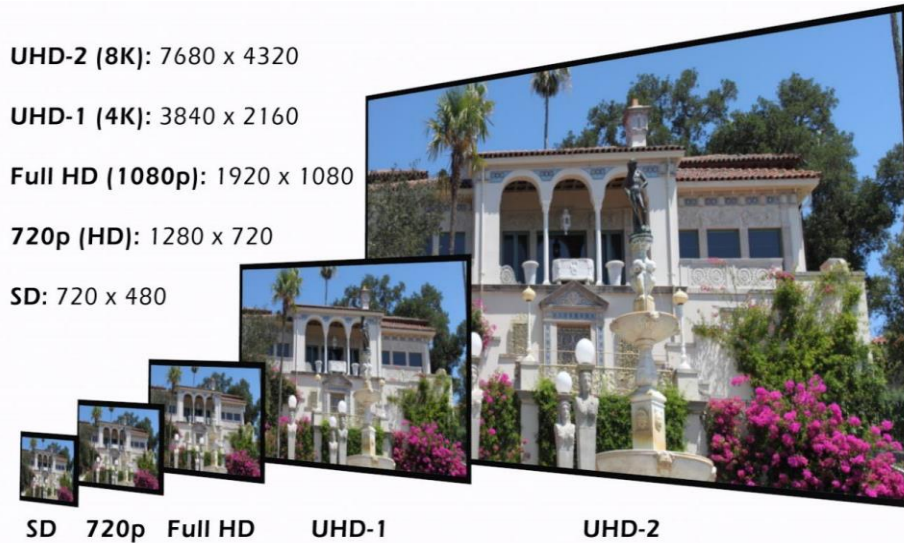
Televizyon yayıncıları, isteğe bağlı video sağlama ve izleyicilere internet aracılığıyla program ve ek materyal sunma fırsatlarını gördü. Netflix ve Amazon'un da aralarında bulunduğu şirketler, filmleri ve diğer materyalleri internet üzerinden premium bir ücret karşılığında kullanıcılara yayınlamaya başladı. Netflix'in House of Cards gibi televizyon programları artık internet televizyon hizmetlerine özel olarak üretiliyor (Sarı & Türker, 2021). Televizyon üreticileri, YouTube ve Netflix gibi hizmetlere destek sağlayan yeni televizyonlar da internet bağlantısı sunmaya başladı. Son on yılda görülen büyük çaplı değişiklikler, bazı

televizyon ve video endüstrisi yorumcularının televizyonun önümüzdeki on yıllarda ayakta kalıp kalamayacağını sorgulamasına yol açtı (Yüksel, 2022).

## 1.2. Ultra Yüksek Çözünürlüklü Televizyon

Ultra yüksek çözünürlük (UHD), full HD' nin 1920 pikselinin ötesinde resim genişliklerine sahip, HD TV formatlarının ötesindeki bir sonraki çözünürlük grubuna verilen etikettir. Şu anda ITU tarafından UHD televizyon (UHD TV) için iki standart onaylanmıştır. Standartlar, 3840 (yatay) x 2160 (dikey) piksel olan UHD-1 ve 7680 x 4320 piksel olan UHD-2 olmak üzere iki çözünürlüğü belirtir. İki standart aynı zamanda yaygın olarak 4K ve 8K olarak da bilinir; bu, yaklaşık yatay çözünürlüklerine bir referanstır. Yatay çözünürlükle bu etiketleme, televizyonda bir önceki gelenekten bir sapmayı temsil etmektedir. Dikey çözünürlük ölçüsü (örneğin 525 satır veya 1080p) temsil eder. Hem 4K hem de 8K, sözleşmenin geçerli olmadığı dijital sinema uygulamalarına yönelik standartlar olarak geliştirildi. Birçok ekipman üreticisi, UHD-1 ürünleri için 4K adını benimsedi ve bu da ismin kalıcı olmasına neden oldu. UHD-1, Full HD' ye göre piksel sayısını dört katına çıkarır ve UHD-2, UHD-1'e göre piksel sayısını dört katına çıkarır. Bu ölçeklendirme faktörünün kullanılması, içeriğin HD ve UHD uzamsal çözünürlükler arasında ölçeklendirilmesini ve küçültülmesini basitleştirir.

UHD formatlarının HD ve SD TV karşılaştırmalı çözünürlükleri aşağıda görsel 1' de verilmiştir (Kara vd., 2019).



Görsel 1. UHD formatlarının HD ve SD TV karşılaştırmalı çözünürlükleri

## 1.3. Televizyon Teknolojisi

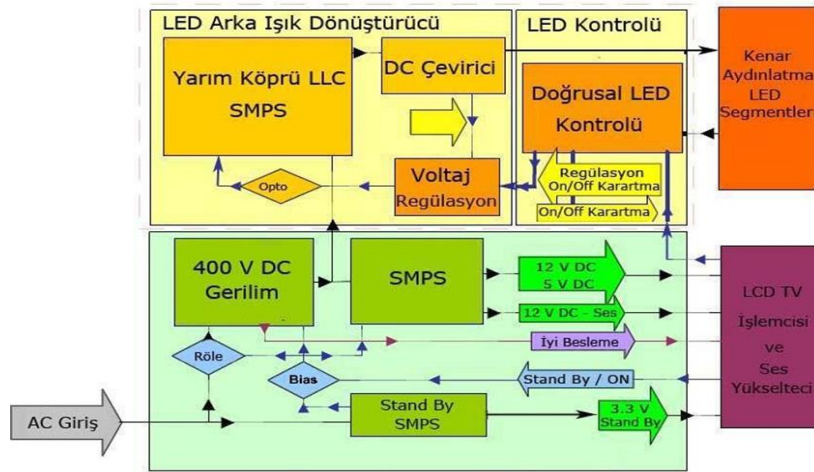
Mekanik olarak taranan sistemler deneysel olarak kullanılırken, televizyon kitle iletişim aracı olarak elektronik kamera tüpleri ve ekranların geliştirilmesiyle pratik hale getirildi. Bu çalışmada kullanılan; LED televizyon ve LED televizyon için kullanılan düşük maliyetli programlanabilir entegre, güncel yazılım, ölçeklendirilebilir, kullanıma açık bir ultra HD televizyon teknolojisi hakkında genel bilgilere değinilmiştir. Bilindiği gibi kalitesiz ucuz devre elemanları kullanıldığı zaman yapılan çalışmanın belirli bir süre sonra arızalanacağı duruma gelebilir (Şahinoğlu, 2024).

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Ultra HD LED Televizyonların Besleme Kartı

LED televizyonlarda bulunan yüksek gerilimi düşük gerilime dönüştüren besleme kartı AC (Alternatif Akım) olan kısım, LED aydınlatmaya gelen gerilimlerin üretildiği, ana besleme ve stand by kısımlarından oluşmaktadır. Ana besleme kartı swich mode power supply anahtarlamalı güç kaynağı tipindedir. LED televizyonlar ilk olarak fişe takıldığında stand by durumundadır. Stand by, dinlenme modudur. Uzaktan kumandadan veya LED televizyonun yan kısmında bulunan tuş takımından açma tuşuna basıldığında televizyon normal çalışma düzenine geçer. LED Televizyon dinlenme (stand by) modunda iken besleme çıkış gerilimi +3.3 volt stand by gerilimi olmalıdır. Fakat bu besleme çıkış gerilimi yoksa stand by swich mode kısmında sorun vardır. LED televizyon ilk açıldığında besleme kartı aktif duruma geçer ve SSB kartına yani ana karta +12 voltluk iki adet DC gerilim gönderilir. Bu gerilimlerden birincisi ana kart üzerinde bulunan ses çıkış entegresinin besleme gerilimidir. Bir diğer +12 volt besleme çıkış gerilimi ise ana kart üzerinde bulunan bütün komutu sağlayan ana işlemciye gider.

LED televizyon besleme kartı blok diyagramı aşağıda görsel 2’de verilmiştir (Standard, 1998).



Görsel 2. LED televizyon besleme kartı blok diyagramı

Hazır bekleme modundan normal çalışma moduna geçildiği zaman LED televizyonların arkasında bulunan aydınlatma ışığı aktif edilir. LED aydınlatmaya gelen güç kartında, LED arka aydınlatma ışığı için ayrıca bir gerilim düzenleyici kart yapısı kullanılmıştır. Ana kart içindeki ana işlemci aynı zamanda LED arka aydınlatma ışıklarının kontrast (parlaklığı) kontrol eden bir sinyal üretir. Televizyon ekranın parlaklığı kumandadan değiştirildiğinde ekran parlaklığını ayarlamak için ana işlemciye gelen bu gerilim değişmektedir. Ana işlemci ekran parlaklığını ayarlarken, LED televizyonların aydınlatma parlaklığını değiştirmek için LED arka ışık aydınlatma swich modu kontrol eder. LED arka aydınlatma ışığı besleme gerilimlerini değiştirir. LED televizyon kapatılırsa ana işlemciden çıkan gerilim sayesinde panel aydınlatma LED’lerinin gerilimi tamamen kesilir. Böylece ana kartın gerilimi kesildiği gibi arka aydınlatma ışık LED’lerinin gerilimi de kesilmiş olacaktır. Fakat besleme kartında bir

düzensizlik olursa ana kart besleme çıkışı koruma moduna geçer. Böylelikle ana kartın zarar görmesi engellenmiş olur. Teknoloji harikası birçok cihazın besleme gerilimleri güç kaynakları ile sağlanmaktadır. Besleme kartları yüksek gelen gerilimi düşük gerilime dönüştürerek ana karta düzenli gerilim gelmesini sağlar (Ingenieurwissenschaften & Schäfer, 2017).

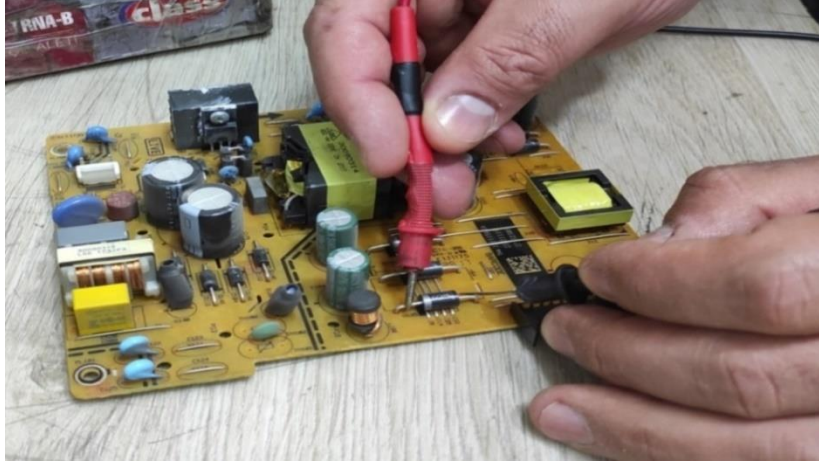
## 2.2. Ultra HD LED Televizyon Arızaları (Besleme Kartı)

LED televizyonların besleme güç devrelerinde birçok DC gerilim sağlanır. DC gerilimler LED televizyondaki diğer kartların yani inverter, ana kart ve LED aydınlatmaya gelen gerilim kartı içerisindeki kısımların besleme gerilimleridir. Ana besleme kartında swich mode çıkışında elde edilen +12 volt DC gerilim beş adet konverter dönüştürücü ile değişik gerilimlere olanak sağlar. Bu gerilimler;

- Swich mode kartındaki pnx 85500 işlemci çekirdek DC gerilimi +1,1 voltuttur.
- Hafıza elemanlarının ddr2 ram bellek DC gerilimi +1,8 voltuttur.
- LVDS DC besleme gerilimi +2,5 voltuttur.
- Ana kart (SSB kartı) üzerindeki besleme DC gerilimi +3,3 voltuttur.
- USB, uydu alıcı tuner ve CI modül üzerine düşen DC gerilim +5 voltuttur.

Swich mode (besleme kartı) 220 volt olan şehir şebeke gerilimi yüksek veya düşük gerilimlere karşı koruma sağlar. Şehir şebeke geriliminin 110 volt ile 250 volt değerleri arasında düzenli olarak çalışabilir. Böylece şebekeden gelen gerilim değişimlerinden etkilenmeden düzenli şekilde çıkış gerilimi sağlarlar. Regüle gerilim değerleri yüksektir. Böylelikle yapı bakımından küçük besleme gerilim devreleri tasarlanmasına yardımcı olur. Besleme çıkışında bulunan +3,3 volt stand by gerilimi, ana kart içinde bulunan pnx 85500 işlemcisinin içerisindeki stand by blok devresini besler. Stand by çıkış sinyali düşük yapıldığında LED televizyon stand by konumundan çıkıp normal çalışma moduna geçtiğinde +12V'luk DC gerilim aktif hale gelecektir. +12 voltluk DC gerilim üretildiğinde +1,1 voltluk DC gerilim hızlı bir şekilde aktif edilir. Böylece çıkan +12 voltluk DC gerilim ses çıkış entegresinin çalışma gerilimidir (West vd., 2003) . DC/DC dönüştürücüden kaynaklanan arızaları bulabilmek için LED televizyon çalıştığında ana kart üzerindeki gerilimleri kontrol etmekle bulunur. LED televizyon stand by durumunda iken anlık gerilim değişimleri gözlemlenir. Stand by durumunda iken çok kısa süre içinde +12 voltluk DC besleme gerilimi meydana gelir. Bu süreçten sonra +1,1 voltluk DC gerilim ortaya çıkmaktadır. +1,1 voltluk gerilimden birkaç milisaniye sonra başka besleme gerilimi görülmektedir. Herhangi bir problem durumunda multimetre ile arıza tespiti yapılabilir. Cam sigorta ana kart üzerinde ve temel güç kaynağından aktarılan +12 voltu besleyen kısımdan hemen sonra gelir. Bu işlemlerden sonra problem sürüyorsa +12 volt ile beslenen hat üzerinde multimetre yardımı ile bulunan elemanlarda kısa devre kontrolü yapılmalıdır. Televizyonun çalışmasında yanlış bir şeyler olduğu gözlemlenirse Programmer EPPROM RT-809 H FLASH DUMP dosyası yükleme cihazı kullanılarak daha fazla bilgi edinilebilir. Programmer EPPROM RT-809 H yükleme cihazı bilgisayara bağlayarak yapılan arıza analiz uygulamasıdır. Bu kontrolü yapabilmek için yetkili servise ait ekipmanlara ve yazılıma sahip olmak gerekir. Bu yazılım her türlü Windows versiyonunda çalışabilen bir ara yüz yazılımıdır. Arızalı olan entegreleri yeniden yükleyerek ultra HD LED televizyonların bilgisayar üzerinden gerekli olan loader yardımıyla yeniden çalışmasını sağlar (Rousselot vd., 2019) .

Ultra HD LED televizyonların stand by gerilimi kontrolü aşağıda görsel 3’te verilmiştir.



Görsel 3. Ultra HD LED televizyonların stand by gerilimi kontrolü

### 2.3. Ultra HD LED Televizyon Ana Kartı Ve Özellikleri

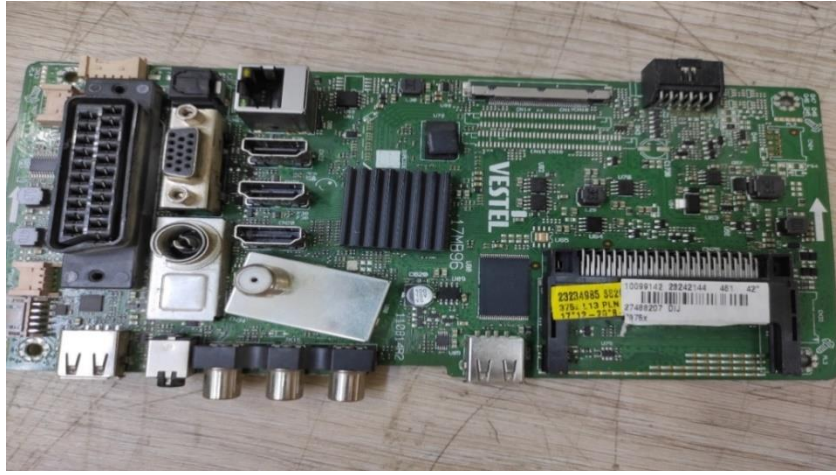
Birçok elektronik cihazlarda olduğu gibi LED televizyonlarda da ana kart bulunmaktadır. Ana kartlar televizyon içinde bulunan tüm giriş ve çıkışları kontrol eden ünedir. Vga girişi, ses konnektör girişleri, usb girişleri, hdmı girişleri, uydu anten girişi, hafıza elemanları gibi kısımlardan oluşmaktadır. Televizyon, bilgisayar, tablet, cep telefonu gibi elektronik cihazların çalışabilmesi için ana karta ihtiyaç duyarlar. Ana kartlar üzerinde işlemci entegresi etrafında toplanan hafıza elemanlarını elektronik devre elemanlarını bobinler, dirençler, mosfetler gibi kısımlardan şema oluşturulur. Burada ses yönetimi televizyonun açılıp kapanması, kanal değişimi, usb flash bellek üzerinden video oynatma-durdurma, internet üzerinden istenilen kanal ve video izleme gibi bölümler ana kart yardımıyla yapılmaktadır. Ana kart elektronik devrelerini birbirlerine sistemin çalışmasını sağlar. Televizyonların çalışması da bu ana kart sistemine bağlıdır ve 25Q32 hafıza entegreleri arıza görmesi durumunda ana kart zarar görür LED televizyonun iyi bir biçimde çalışması mümkün olmayacaktır (Modulators & Peng, 2004). SSB (Small Signal Board) ana kart üzerindeki tüm entegre ve devre elemanları gerekli gerilimi besleme üzerinden alırlar. Dönüştürücü kartı devreye girerek LED televizyonlarda bulunan panelin açılmasını, arka ışığı üreten LED lambaların ışık vermesini ve ana kart üzerindeki tüm kartların düzgün çalışmasını sağlar. Bu nedenle televizyon ekranının açılmasını sağlar. LED televizyonlarda bulunan SSB ana kartlar görüntü ve ses sinyallerinin işlendiği elektronik karttır. DC/DC gerilim dönüşümlerini yapan konverter devreleri de bu kart üzerindedir. DC/DC konverter devreleri besleme kartından aldıkları gerilimi ana kartta bulunan devre elemanlarının ve entegrenin çalışması için farklı DC gerilim seviyelerine dönüştürür. İlk olarak ana kart +3,3 voltluk stand by gerilimini almalıdır. Dönüştürücü üzerinde regüle devresi ile elde edilmiş olan +1,2 voltluk gerilim, ana işlemcinin çekirdek gerilimidir. Ana işlemci üzerinde kontrol edilen ses ve görüntü işlemcisi sistemin kontrol entegresi görevini de yapar. Ana işlemciye tuş takımından veya uzaktan kumandadan televizyonu açma komutu gönderilirse main board üzerinde bulunan ana işlemci besleme kartına sinyal gönderir ve LED televizyonun açılmasını sağlar. Tam bu sırada inverter kartı da çalışması için gerekli gerilimi alarak televizyonun arka LED ışıklarını açar ve LED televizyon çalışmaya başlar (Sugawara vd., 2013).



LED televizyonların açılması için herhangi bir tuşa basılması ile besleme kartının gerilimi gerçekleşmiş olur. Besleme kartı üzerinde çeşitli gerilimler üretilir. Ana kart üzerine düşen gerilim genellikle +12 voltur. +12 voltluk bu gerilim Ana kart üzerinde bulunan konverter katında farklı gerilim değerlerine dönüştürülür (Kelley, 2014). Örneğin;

- +12 volt ve -12 volt ses çıkış entegresi
- +5 volt HDMI çıkış gerilimi
- +3,3 volt Flash entegre çıkış gerilimi
- +3,3 volt LVDS çıkış gerilimi
- +1,8 volt DDR ramlar için çıkış gerilimi
- +3,3 volt DVB/T Kanal kod çözücü için çıkış gerilimi
- +5 volt Uydu alıcı tüner için çıkış gerilimi

Ultra HD LED televizyonların ana kart görüntüsü aşağıda görsel 4’te verilmiştir.



Görsel 4. Ultra HD LED televizyonların ana kart görüntüsü

#### 2.4. Ultra HD LED Televizyonlarında Kullanılan Flash Entegre

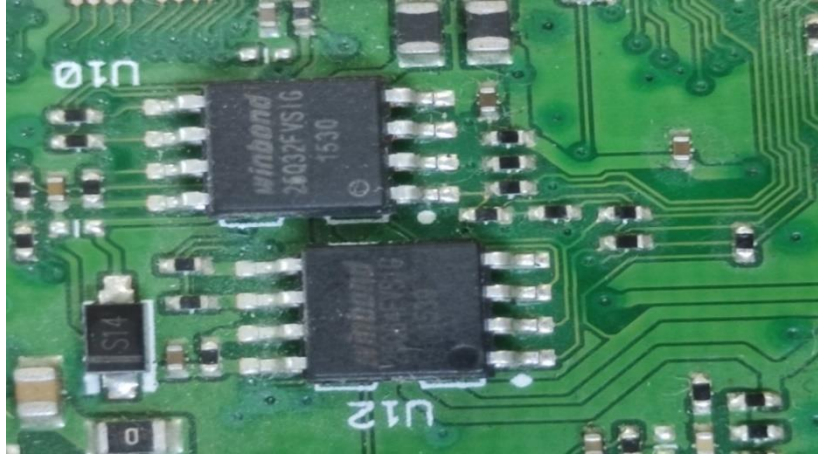
Entegre, kelime anlamı olarak bütünleştirmek, bütünleşik gibi anlamlara gelmektedir. Mikroçip veya IC olarak da bilinen entegre devre, transistörler, dirençler ve kapasitörler gibi birbirine bağlı birden fazla elektronik bileşenden oluşan küçük bir elektronik cihazdır. Entegre devreler, bilgi işleme ve depolama gibi çeşitli işlevleri yerine getirmek için bilgisayarlar, akıllı telefonlar ve televizyonlar da dahil olmak üzere çok çeşitli elektronik cihazlarda kullanılmaktadır. Cihazların minyatürleştirilmesini ve gelişmiş işlevselliği mümkün kılarak elektronik alanını büyük ölçüde etkilemektedirler. Entegre devreler, ayrı bileşenlerden oluşan devrelerden çok daha küçük, daha hızlı ve daha ucuzdur ve büyük bir transistör sayısına olanak tanır. Entegrenin seri üretim kapasitesi, güvenilirliği ve entegre devre tasarımına yönelik yapı taşı yaklaşımı, ayrı transistörler kullanan tasarımlar yerine standartlaştırılmış IC'lerin hızlı bir şekilde benimsenmesini sağlamıştır. Entegreler artık neredeyse tüm elektronik ekipmanlarda kullanılıyor ve elektronik dünyasında devrim yaratmıştır. Televizyonların yanı sıra bilgisayarlar, cep telefonları ve diğer ev aletleri, modern bilgisayar işlemcileri ve mikro denetleyiciler gibi entegre devrelerin küçük boyutu ve düşük maliyeti sayesinde artık modern toplum yapısının temel parçaları haline gelmiştir. Yarı iletken cihaz imalatındaki teknolojik gelişmeler sayesinde çok büyük ölçekli entegrasyon pratik hale getirildi. 1960'lardaki kökenlerinden bu yana, entegrelerin boyutu, hızı ve kapasitesi, aynı boyuttaki entegrelere

giderek daha fazla transistör sığdıran teknik ilerlemelerin etkisiyle muazzam bir ilerleme kaydetmiştir. Modern bir entegre, aynı büyüklükteki bir alanda milyarlarca transistöre sahip olabilir. Kabaca Moore yasasını takip eden ilerlemeler, günümüzün televizyon entegrelerinin 1970'lerin başındaki bilgisayar entegrelerinden milyonlarca daha fazla kapasiteye ve binlerce kat daha hızlı olmasını sağlıyor (Jolla, 2010).

Ultra HD LED televizyonlarda kullanılan Flash (Hafıza) entegreleri şu şekildedir: en çok kullanılan hafıza entegresi 25Q32 tipli entegrelerdir.

- 25Q08 Flash entegresi (1mb)
- 25Q16 Flash entegresi (2mb)
- 25Q32 Flash entegresi (4mb)
- 25Q64 Flash entegresi (8mb)
- 25Q128 Flash entegresi (16mb)
- 25Q256 Flash entegresi (32mb)

Ultra HD LED televizyon ana kartında kullanılan Flash (Hafıza) entegre görünümleri aşağıda görsel 5'de gösterilmiştir.



Görsel 5. Ultra HD LED televizyonda kullanılan Flash entegre görünümü

## 2.5. RT-809H 55 Entegre Programlayıcı (Programmer EPPROM)

Entegre programlayıcı (Programmer EPPROM) RT-809 H Flash dump dosyası yükleme cihazı çökmüş olan entegreleri yeniden yükleyerek ULTRA HD LED televizyonların bilgisayar üzerinden gerekli olan loader yükleme programı yardımıyla yeniden çalışmasını sağlar. Rt-809H LCD/LED televizyonlar dizüstü bilgisayarlar, PC ana kartları, DVD'ler, yönlendiriciler, ev aletleri ve diğer birçok elektronik ekipmanları programlayan (okuma ve yazma) mükemmel yüksek hızlı programlama aracıdır. VGA ISP'si LCD LED monitörleri ve televizyonları bir VGA kablosu yardımıyla açmadan programlamak için özel olarak tasarlanmıştır ve ayrıca programların bir yedeğini kaydedebilir. Yazılımı programlamak ve yedeklemek için daha büyük LED televizyonlar için HDMI bağlantı desteğine ihtiyaç duyulur (Atmel, 2016). RT809H tüm uygulamalara uygun, uygun maliyetli, güvenilir ve hızlı bir evrensel programcı serisidir. Pentium IV işlemcileri veya daha iyi işlemcileri temel alan bilgisayarlar veya dizüstü bilgisayarlar da çalışma sağlar. Yazılımın içindeki sürücü programıyla bilgisayarın USB2.0 hızlı bağlantı noktasıyla doğrudan iletişim kurulur ve kurulum işlemi daha kolay hale getirir.

Rt-809H Entegre programlayıcının yükleme loader' i aşağıda görsel 6' da gösterilmiştir.



Görsel 6. RT809H programmer ve bilgisayara bağlantısı

### 3. Bulgular

Yapılan araştırmalar neticesinde son yılların teknoloji harikası olan LED televizyonlar internete bağlanma özelliği android, youtube, netfix gibi özelliklere sahip olmalarıdır. Bu çalışmanın amacı televizyonların kapanıp açılmaması, kanal göstermemesi, gibi özellikleri yöneten hafıza entegreleridir. Bu entegreler elle ve gözle görünür şekilde tamir edilerek arızayı giderebilmektedir. Fakat Ultra HD LED televizyonlar daha çok yazılımsal hatalardan kaynaklı arıza verebilmektedirler. Bilgisayar yardımıyla gerekli olan hex dosyaları 25Q32 flash bellek entegreye yüklenip televizyonun açılmasını sağlamaktadır. Ultra HD LED televizyonlar yüksek gerilimden dolayı veya yanlış yazılım atılması durumunda kendini koruyabilen flash entegre özelliğine sahiptirler, bu durumda televizyon kendini koruma altına alarak panel kısmında sadece ve sürekli kırmızı ışığın yanmasına neden olur. Besleme kartından ana kart içerisinde bulunan 25Q32 flash entegreye +3,3 volt , +5 volt çıkış gerilimi DC akımda sabit çıkıyorsa hafıza entegresi çökmüş yani sıfırlanmış durumda olur. Hafıza entegresi ana kart üzerinden sökülerek RT-809 entegre programlayıcısı yardımıyla gerekli olan flash dump dosyası yüklenir ve entegre aktif hale gelmiş olur. Bazen bu tür arızalar gözle görünür olmasa da bilgisayar yardımıyla giderilebilir. Fakat yapılan bu çalışmalar dışında besleme kartı çıkış gerilimi entegreye +3,3 volttan daha fazla gerilim gelirse (+4 volt , +4,5 volt gibi) bu durumda entegreye zarar vermiş olabilir. Bilindiği gibi yeni entegreler içerisi boş olarak gelir yeniden entegre programlayıcı yardımıyla flash dump dosyası yüklenir. Besleme kartının çıkış gerilimleri ölçülerek ana karta gerekli olan gerilim sağlanmalıdır. 25Q32 hafıza entegresi 4 megabaytlık kapasiteye sahip olduklarından doğru akımda (DC) aniden veya fazla gerilimden dolayı entegrenin şişip arızalanmasına neden olur. Bu entegrelerini değerini bulabilmemiz için gerekli olan ultra HD LED televizyonların veri sayfasına (datasheet) bakarak entegre modeli ve değeri bulunabilir. Arızalanan hafıza entegreleri ve ana kart üzerinde bulunan aktif devre elemanlarını nasıl ve ne gibi önlem alarak zarar vermeden düzeltebilmek ve bununla ilgili çözüm yöntemi geliştirmektir. Değerlendirme yapılan ölçümler için genel bir durum analizi yapıp ve meydana gelen olumsuzlukları gidermek için gerekli çözüm önerileri yapılacaktır. Ayrıca flash entegre içerisindeki gerekli program yardımıyla hex dosyaları ilave edilecektir. Ölçümler Van Elektrik

ve Elektronikçiler Çarşısı Laboratuvarlarında yapılmıştır.

### Çalışma Sistemi- 1

Öncelikle ultra HD LED televizyonların ilk anda power tuşuna basıldığında kırmızı veya yeşil ışıkta sabit kalmasıdır. Bu olay hafıza entegrenin verilerinin sıfırlanmasıdır. Flash entegrenin 1. giriş ucunun +3,3 volt ve 7. ile 8. Giriş uçlarında +3,3 volt olması gerekir. Flash entegrenin diğer çıkış uçları ise işlemciden gelen çalışma sinyalleridir. Gerilimin düşük yüksek veya düzensiz gelmesi durumunda entegreye zarar verir ve sıfırlanmasını sağlar. Entegrelerin arıza vermesini önlemek için gerilim üzerinde bulunan direncin ve gerilim regülatörünün Flash entegreye +3,3 volt gerilim sağlar. Sağlamlık kontrolü yapılmalı arızalı durumda ise değiştirilmelidir. Dirençler akım ve gerilime karşı gösterilen zorluklar olduğundan dolayı koruyucu görevini görürler.

W25Q32 entegreye gerilimin düzenli çalışması için kullanılan direnç aşağıda görsel 7’de verilmiştir.

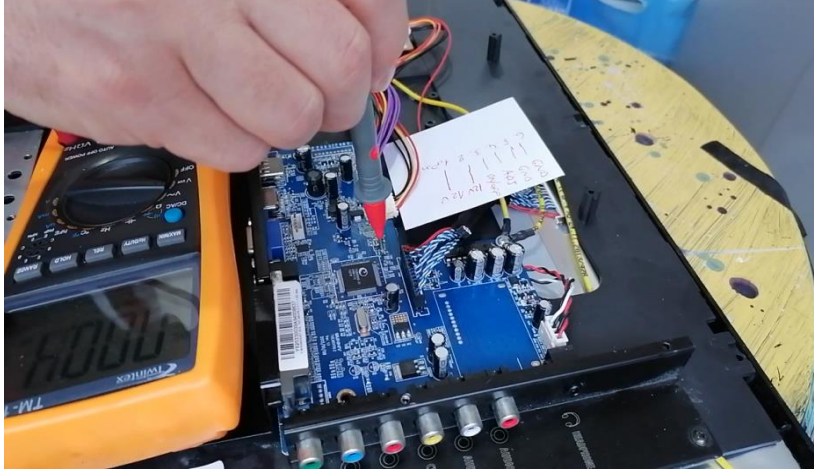


Görsel 7. W25Q32 entegreye gelen gerilimin çalışması için kullanılan direnç

Burada, Flash entegrenin 1. giriş gerilim +Vcc in ucunda 4,7 kilo ohm direnç kullanıldığı 7.ve 8. birleşik çıkış uçlarında ise 100 nanofaratlık kondansatör bağlı olduğu gösterilmiştir. Bundan dolayıdır ki gelen +3,3 volt gerilimin düzenli olması ve entegrenin arızalara karşı korumasına yardımcı olmaktadır. 4,7 kilo ohm’luk direncin yerine 5 kilo ohm’luk direncin bağlanması daha faydalı olacaktır. Çünkü gelen gerilimin düzensiz olmasından dolayı değeri +3,4 volt gibi olursa direnç değeri biraz artış gösterdiğinden Flash entegreyi koruyacaktır. Gerilimlerin düzensiz gelmesinden dolayı entegre verilerinin sıfırlanması veya arızalanması gibi hatalar engellenmiş olacaktır. Flash entegrelerin ve işlemci entegrelerinin çevresi oksitlenmiş olması durumunda çalışmayabilir bu durumda gerilim geçemeyeceğinden dolayı arızanın devam etmesi söz konusudur. Gerekli temizleme yapılmalı ve lehimleme işlemi bittikten sonra entegre uçlarının mutlaka tiner yardımıyla temizlenmesi lazımdır. Ultra HD LED televizyonlar besleme kartı, ana kartı, inverter, anfi (ses sistemi) gibi kısımlardan oluşmaktadır. Besleme kartı yüksek gerilimin olduğu, ana kart üzerinde daha çok düşük gerilimin elektronik malzemelerin ve yazılımsal entegrelerinin olduğu kısımlardır. Besleme kartından ana kart üzerine gelen gerilim uçları 2 adet +12 volt, on-off, ADJ 2 adet GND (şase ucu) olmalıdır. Burada ADJ gerilimi (5,2 volt) LED televizyonların arka aydınlatma, on-off çıkış gerilimi ise Flash entegreye gelen gerilimlerdir. Gerilim ölçümü yapılırken multimetre

aletinin siyah prob kablo ucu televizyonun şase (topraklama) ucuna bağlanmalı diğer kırmızı prob kablosu ise besleme ve ana kart üzerinde bulunan Flash entegresi giriş-çıkış uçlarına bağlanmalı üzerinden geçen gerilim değeri bulunmalıdır.

Besleme gerilim ölçümü aşağıda görsel 8’de verilmiştir.



Görsel 8. Besleme gerilim ölçümü

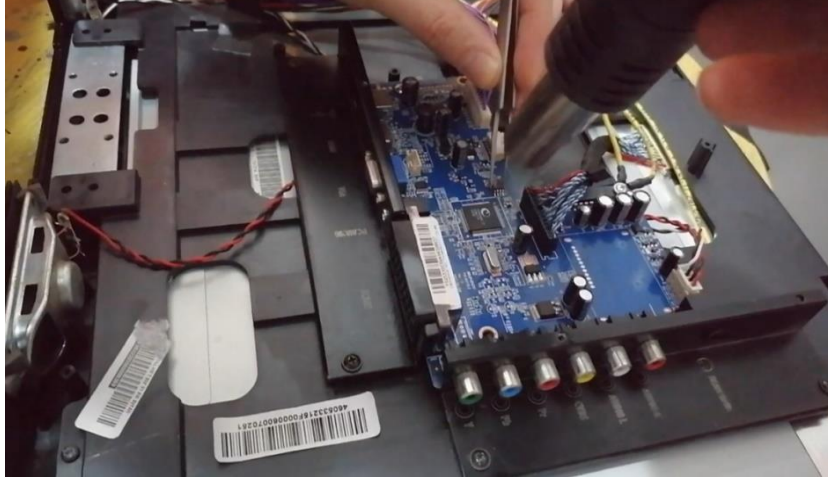
Bu gerilimler +12 volt, +3,3 volt, +5,2 volt gibi doğru akımda çalışan gerilimlerdir. Çalışma sistemi-1 ‘de ultra HD LED televizyonların her türlü komutunu sağlayan Flash entegrenin datasheeti, entegreye yardımcı elektronik malzemeleri, üzerine düşen gerilimler, entegrenin koruması ve lehimleme işlemi gibi çalışmalar gerekli ölçümlerle yapılmıştır. Ultra HD LED televizyonlar yüksek gerilimden dolayı veya yanlış yazılım atılması durumunda kendini koruyabilen Flas entegre özelliğine sahiptirler, bu durumda televizyon kendini koruma altına alarak panel kısmında sadece ve sürekli kırmızı ışığın yanmasına neden olur, besleme kartından ana kart içerisinde bulunan 25Q32 Flash entegreye +3,3 volt, +5 volt çıkış gerilimi DC akımda sabit çıkıyorsa hafıza entegresi çökmüş yani sıfırlanmış durumda olur. Hafıza entegresi ana kart üzerinden sökülerek RT-809 Entegre programlayıcısı yardımıyla gerekli olan Flash dump dosyası yüklenir ve entegre aktif hale gelmiş olur. Fakat yapılan bu çalışmalar dışında besleme kartı çıkış gerilimi entegreye +3,3 volt değil de üzerinde daha fazla gerilim gelirse (+4,5 volt , +6 volt gibi.) bu da entegreye çok zarar vererek entegrenin arızalanmasına neden olur. Bu durumda entegrenin yenisiyle değiştirilmesi zorunda kalınır, bilindiği gibi yeni entegreler içerisi boş olarak gelir yeniden entegre programlayıcı yardımıyla Flash dump dosyası içerisindeki hex kodları yüklenir. Besleme kartının çıkış gerilimleri ölçülerek ana kart’a gerekli olan gerilim sağlanmalıdır.

### 3.2. Çalışma Sistemi- 2

Ultra HD LED televizyonların Flash entegrelerini bilgisayar destekli yazılım atılması gerekli Flash dump dosyasının bilgisayara indirdikten sonra entegreyi RT809H Programmer ve bilgisayara bağlantısı yapılmaktadır. Flash entegrelerin dump dosyasının içerisinde hex kodları mevcut olacaktır. Yazılım yükleyebilmek için bilgisayarın Windows 7 daha üst sürüme ihtiyaç vardır. Yazılım yüklerken herhangi bir müdahalenin yapılmaması gereklidir. Yazılım yükleme sırasında elektrik bağlantısının kesilmesi Flash entegreye zarar verir. Bilgisayar ve yükleme cihazının bağlantı kablolarının kontrol edilmesi gerekir. W25Q32 Flash entegrenin ana kart

üzerinden sıcak üfürme havya ile sökülüp daha sonra RT809H Programmer bağlanarak gerekli olan dump dosyası yüklenir.

Bu durum W25Q32 Flash entegrenin sıcak üfürme havya ile sökülmesi aşağıda görsel 9’da verilmiştir.



Görsel 9. Flash entegrenin sıcak üfürme havya ile sökülmesi

W25Q32 Flash entegrenin Flas dump dosyasının yüklemesinden sonra entegrenin hazır hale gelmesi ve entegrenin içindeki hex dosyaların kodu karşımıza çıkacaktır. W25Q32 Flash entegreler çok hassas yapıya sahiptirler. Bu yüzden bilgisayar üzerinden yükleme yapılırken kesinlikle herhangi bir işlem yapılmaması gereklidir. İçi boş olan veya tamamen sıfırlanan entegreler program yüklendikten sonra eski haline gelir. Ultra HD LED televizyonların hafıza entegrelerinin bilgisayar yardımıyla hex dosyalarının yüklenmesi aşağıda ise yüklenen hex veri dosyalarının tekrardan ultra HD LED televizyona monta edilip hazır hale getirilmesidir. Gerekli yükleme yapıldıktan sonra Flash entegreyi tekrardan ultra HD LED televizyonun ana kartı üzerine lehim yapılması ile olur.

Ultra HD LED televizyonun entegrenin ana kart’a son lehimleme işlemi aşağıda görsel 10’da verilmiştir.



Görsel 10. Ultra HD LED televizyonun entegrenin son lehimleme işlemi

#### 4. Tartışma Ve Sonuç

Gelişen dünyanın en önemli icadı olan ve hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelen ultra HD LED televizyonlar belirli kalite standartlarını taşıması vazgeçilmez bir unsurdur. Televizyon bozulmalarının başında gelen düzensiz elektrik gerilimi doğru ve hızlı biçimde analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. LED televizyon teknolojileri hayatı kolaylaştırıcı ve kontrollü yaşamamıza olanak sağlamaktadır. Ultra HD LED televizyonlar bilgisayar yardımıyla arıza tespiti yapabilmeye ve çözümü sunabilmektedir. LED televizyonlarda kanal geçişlerinin hızlı olması sinyal kalitesi LNB çıkış gerilimlerinin düzenli çalışmasını yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. En dikkat çeken teknolojilerinden birisi ise ultra LED televizyon olup görüntü netliği ve düşük güç tüketimiyle araştırmaya açık bir konu hale gelmiştir. Bu çalışmada, LED televizyonların hafıza entegrelerinin arıza tespiti ve korumasını sağlamaktır. Arıza durumunda ne gibi önlemler alındığı gerekli çalışmalar yapılarak yeniden LED televizyonların kullanılması amaçlanmıştır. Bilgisayar yardımıyla LOADER programının kurulumu yapılır ve gerekli yazılım entegreye yüklenir. Yapılan araştırmalar neticesinde, ultra HD LED televizyonlar yüksek gerilimden dolayı veya yanlış yazılım atılması durumunda kendini koruyabilen Flash entegre özelliğine sahip olmalarıdır. Entegre arızalarını en aza indirebilmek için kullanılan direnç ve kondansatör gibi pasif devre elemanlarının değerini bilmek, besleme çıkış gerilimlerinin minimum en aza indirebilmektir.

Sonuç olarak, ultra HD LED televizyonların arıza durumunda bilgisayar yardımıyla düzenli çalışması görüntü netliği ve tekrar arıza durumunu önlemek için başarılı çalışma olacağı sonucuna varılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda, W25Q32 hafıza entegrenin uçlarına gelen +Vcc geriliminin sabit olması ve entegreye zarar vermemesi sağlanabilir. Bunu entegreye gelen gerilim uçlarında bulunan direnç ve kondansatör gibi pasif devre elemanlarının kaliteli olmasıdır. Görüntü oranı, alınan sinyal gücü, veri hızı gibi ultra HD LED televizyonun ömrü açısından çeşitli ölçümler sağlayarak bu tür arızaları gidermek içindir. Elde edilen ölçümlerle, ultra HD LED televizyonların bilgisayar yardımıyla arıza tespiti ve çözüm yöntemi incelenmiş ve bilinçli kararlar alınmasını sağlayacağını tahmin ediyoruz.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

### **Yazarların Katkı Oranı**

Yazarlar bildiriye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan etmişlerdir.

### **Etik Beyan**

Bu çalışmada sunulan veri, bilgi ve belgeler akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edilmiştir.

### **Finansal Destek**

Bu araştırma herhangi bir fon sağlayan kurumdan / sektörden hibe almamıştır.

### **Açıklama**

Bu çalışma Cemal ŞAHİNOĞLU adlı öğrenciye ait hazırlanmış olan yüksek lisans tezinden türetilmiş olup Sabir RÜSTEMLİ, öğrencinin tez danışmanıdır.

### **KAYNAKLAR**

- Atmel. (2016). ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash DATASHEET. *Datasheet*, 1–294.  
[https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P\\_Datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf)
- Beutler, R. (2011). *broadcasting*. 1–14.
- Ingenieurwissenschaften, D. Der, & Schäfer, D. (2017). *Herausforderungen und Qualitätssicherung beim lokalen Dimmen von LC-Displays mit seitlich angeordneten LEDs Dissertation*.
- Jolla, L. (2010). Stanley H . Chan and Truong Q . Nguyen Website :  
<http://videoprocessing.ucsd.edu>. *Time*, 400–405.
- Kara, P. A., Robitza, W., Pinter, N., Martini, M. G., Raake, A., & Simon, A. (2019). Comparison of HD and UHD video quality with and without the influence of the labeling effect. *Quality and User Experience*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s41233-019-0027-3>
- Kelley, E. F. (2014). Reflection performance in curved OLED TVs. *Information Display*, 30(2), 12–19. <https://doi.org/10.1002/j.2637-496x.2014.tb00696.x>
- Modulators, M., & Peng, F. (2004). *High Performance Liquid Crystals for Displays and Spatial Light Modulators*. 2017, 2004–2019. <https://stars.library.ucf.edu/etd/5405>
- Rousselot, M., Le Meur, O., Cozot, R., & Ducloux, X. (2019). Quality assessment of HDR/WCG images using HDR uniform color spaces. *Journal of Imaging*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/jimaging5010018>
- Sarı, Ü., & Türker, H. (2021). Dijital Platform Kullanıcılarının İzleme Alışkanlıklarına Yönelik Bir Araştırma : Netflix Örneği 1 A Research on the Viewing Habits of Digital Platform Users : The Case of Netflix. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(1), 59–80.
- Standard, S. (1998). *for Television ---- Bit-Serial Digital Interface for High-Definition Television Systems*. 10607(914), 1–9.
- Sugawara, M., Emoto, M., Masaoka, K., Nishida, Y., & Shishikui, Y. (2013). SUPER Hi-VISION for the next generation television: Determination of system parameters. *ITE Transactions on Media Technology and Applications*, 1(1), 27–33.  
<https://doi.org/10.3169/mta.1.27>
- Şahinoğlu, C. (2024). *Ultra HD LED Televizyonların Bilgisayar Destekli Arıza Tespiti Ve Çözüm Yöntemi*. (Yüksek Lisans Tezi). Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis.
- West, R. S., Konijn, H., Sillevs-Smitt, W., Kuppens, S., Pfeffer, N., Martynov, Y., Takaaki, Y., Eberle, S., Harbers, G., Tan, T. W., & Chan, C. E. (2003). 43.4: High Brightness Direct LED Backlight for LCD-TV. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 34(1), 1262–1265. <https://doi.org/10.1889/1.1832516>
- YÜKSEL, H. (2022). DİJİTALLEŞME Bağlamında Türkiye’de Televizyon Yayıncılığının Dönüşümü: Disney Plus Platformu. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 523–538. <https://doi.org/10.30692/sisad.1107757>

## EKLER



( 25Q32 ENTEGRE İÇİNDEKİ HEX KODLAR)

20 65 61 78 36 35 33 34 30 30 34 20 31 2E 35 20 00 00 00 00 E7 CF 52 00 03 EC 9D 09 5C  
CC E9 1F C7 7F D3 39 62 99 D2 85 A5 1C 11 A1 99 D1 69 85 2E 8A 4A 97 CA B6 4C 83 54  
5B 4D C7 94 A2 10 1D 44 B9 CF 84 AC 5D 72 84 DC B7 B2 6E 5A F7 CD BA 6F B9 D7 BD  
E6 FF 3C BF 99 49 9E 89 65 77 B3 FA 3F DF 77 BD 66 FA DD CF EF F9 3C DF EF 73 F8  
BC 76 63 07 0C 6A DF 3F 42 C2 54 27 7C 84 2D 9F CF 7E DB 08 95 DF 02 F6 9B 6F C5 7E  
32 02 A1 D0 9A 2F 10 58 A3 03 0C 5F 20 44 BB 19 53 7E B5 96 4A 41 A2 34 41 1C 6F 6A  
CA 24 46 27 26 84 7D E4 BC E8 C8 58 B1 54 9A 34 F0 4B 94 E9 0B E2 ED E3 1A C4 30 9A  
32 6D 86 A7 CE 65 4A D4 39 0C A3 A6 2B B0 52 1E 76 E0 E1 73 34 F0 9F DA 55 5E DF  
DD D1 DD 05 7F 3B C7 C4 44 55 75 5C 88 44 15 08 F8 B6 15 3B 78 4D 85 CE BD 07 25 8D  
99 B5 64 F3 C1 0B F7 65 78 D3 3F 74 F0 E8 99 8B 37 1D 38 77 EF CF BA 26 96 5D 7D C4  
F1 A3 A6 2C 58 B3 F3 C4 F5 67 5A 46 AD EC DC FA 44 0C 1D 3B 7B E9 96 83 17 CA DF  
D6 35 E1 77 F5 E9 1F 9F 3E F5 97 B5 BB 4F DD 7A 59 AB A1 45 27 CF 7E 92 11 13 E7 17  
EF 38 76 ED A9 A6 61 4B 5B B7 A0 88 21 D9 79 4B 36 A3 9B BD A9 D3 B8 9D 83 57 3F  
C9 F0 09 F3 56 94 1C BE F4 88 A3 D7 0C 3D 6B 60 62 E6 F4 45 EB F7 9E B9 FD AA F6 B7  
6D D1 E1 98 B4 49 F3 57 FD 8A AF 36 68 69 D3 3D 30 3C 79 CC CC C2 0D 7B 4F DF 7A  
C1 35 6E 65 DB 3D 60 50 62 C6 D4 05 AB 4A 0F 5F BC FF 67 9D 86 AD ED BA F5 1E 10  
37 22 77 F6 E2 F5 BB 8E 5D 7E F0 46 C7 C8 4C D8 D5 33 38 7C 70 FA C4 39 4B 37 EC 3A  
76 A9 FC 15 D7 A0 99 A5 43 8F C0 81 F1 23 72 66 2D 5A 53 7A E8 FC ED 67 1A BA 4D  
DA DA 77 F3 13 4B 52 B2 A7 2F 28 66 78 A6 E8 1D C4 71 A3 26 FF B4 FA D7 63 57 9F  
6A E8 9B 59 BB F6 0E 1D 9C 35 7D E1 BA DD 27 6F 3C D3 32 30 B3 76 F1 1F 20 4D 9F  
3C BF B8 04 3D F6 ED 37 8D DB 7E D7 F3 FB 88 21 63 66 2C 5A B7 FB C4 F5 3F 34 F4  
9B 77 70 F6 EB 1F 8F 6E 50 5C 7A E4 F2 43 74 43 CB 2E BD FA 49 86 E5 E6 2F DB BC FF  
CC ED 17 DA 86 2D 3A 38 F9 84 48 86 8D CB 5B BC 7E F7 F1 AB 8F 98 7A 8D DB 76 74  
0F 42 AF 32 E5 A7 E2 92 43 BF 97 BF A9 DD A8 8D BD 7B 50 78 F2 68 7C CF 93 37 FE  
D0 44 0F 75 F5 1F 98 90 31 F5 E7 35 A8 50 4F D4 50 55 39 FA 88 63 D3 26 CE 5B B1 ED  
B7 0B F7 DE D4 6E D8 C6 DE 2D 70 D0 E0 CC A9 0B D8 3B BC D6 31 6E 65 ED E2 2B  
8E 19 36 6E D6 A2 B5 BF 1E B9 78 0F BF 39 1F BD 79 68 DC F0 71 33 7F 29 DE 76 E0 D4  
B5 87 7F D6 32 68 D6 BE 63 37 3F 51 64 52 C6 C4 FC C2 B5 A5 65 67 6F 3C 61 EA 99 A0  
F2 8A 62 46 20 59 B6 1F BA F8 40 46 6C B3 15 E4 1D 82 9E 5D B0 12 C9 F6 50 65 9B 38  
FF 6D DD 26 ED 3B 63 99 C7 CF 5D BE ED B7 DF 71 85 B5 73 F0 EC 1B 3D 4C B9 AD 38  
4E DC 3F 6E E4 A4 F9 C5 A5 47 AF 3C 56 D3 C3 F5 39 80 7D F7 5D A8 7E B5 0C 5B DA  
74 0B 0C 4B 42 75 B3 7E CF A9 9B CF B5 8D D8 76 30 38 73 1A AA 9B A3 A8 BE EB 22  
41 7A F4 09 1B 8C 6A 73 E5 F6 B2 F3 77 5F 72 8D 5A 5A 3B FB F6 8F 4B 9B 30 4F F9 44  
CB 2E DE 62 DC 4C D7 ED 39 7D E7 75 9D 26 96 8E BE 03 12 B3 66 A0 36 7E BE 5C 56  
65 FC 78 C5 C4 47 8B AB 88 20 95 F8 F9 97 6B 8F BC FE AF B6 3F E1 FE FF EC F9 A4  
9A C4 B6 8C AD 7E F7 20 B6 FA 8B B7 A3 B6 F9 BA 96 71 2B 1B 17 3F 54 FD E3 E7 E0  
00 B8 F9 4C 53 BF B9 D0 B1 57 BF E8 54 14 00 1B 76 9F B8 F6 44 4D D7 B4 BD 83 47 F0  
8F C9 A3 A7 FF B2 66 C7 91 4B 6C 2C DB A2 58 8E 4F 9B 30 77 D9 E6 7D A7 6F FC A1  
AE D7 D4 B2 B3 47 70 44 F2 E8 69 3F AF 2A 55 B4 70 7C DB D8 11 B9 F9 4B 37 EE 3D  
79 FD A9 9A AE 49 FB 4E 3D BF 0F 4F CA 9C 8A 9F 8C 85 37 34 EB E0 E4 2D 8A 4E 1D  
3B 6B D1 BA 5D C7 AE 3C 92 D5 65 23 2D 6C 70 26 1B 69 38 69 34 B2 E8 E8 DE 27 3C  
69 34 0A 6F DC BA 34 0D 5A 58 A1 70 4F CC 9C 86 C2 1D B7 2E 63 73 3B F7 3E 11 43 C6  
E6 2D D9 B4 FF EC 9D 57 3A 0D 5B DB BB 05 85 27 65 A1 92 EE 44 77 64 78 26 6C D1  
51 F8 A3 1B 1C BF FA 58 8D A9 FB AD 85 BD 5B C0 40 E9 C8 89 F2 B2 3F 55 47 AF D7  
A9 67 9F 70 54 25 F3 57 6E 2B 3B 77 FB 85 96 41 73 61 57 AF BE 91 43 C7 CC F8 65 F5  
8E C3 17 E5 F1 EA EC CB 26 85 C2 75 3B 51 F2 7A 8B AB C0 15 BD DF F0 1C 36 9D 5D  
79 58 69 4F 5E 21 9B E0 D0 1E 73 B4 F2 E8

## SMART LED TELEVİZYONLARIN BİLGİSAYAR YARDIMI İLE ARIZA TESPİTİ VE ÇÖZÜM YÖNTEMİ

**Yüksek Mühendis Cemal ŞAHİNOĞLU**

Mehmet Erdemoğlu Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi Elektrik-Elektronik Öğretmeni, 65200 Van,  
Türkiye, [cemalyyu@gmail.com](mailto:cemalyyu@gmail.com), ORCID No: 0009-0005-2685-720X

**Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ**

Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,  
13000, Bitlis, Türkiye, [srustemli@beu.edu.tr](mailto:srustemli@beu.edu.tr), ORCID No: [0000-0002-4957-1782](https://orcid.org/0000-0002-4957-1782)

### ÖZET

Smart LED televizyonlar iletişim ve haberleşme alanında günden güne değişmeler, gelişmeler ve farklı kullanım alanları oluşmaktadır. Smart LED televizyonlar gelişmekte olan sistemler çeşitliliği ve sayıları son yıllara oranla artış gösteriyor. Kullanım alanlarına göre maliyet artışı, enerji problemleri yeni çözümler ve yöntemlerin gelişmesine yol açmaktadır. Enerji tüketimi ise bu alanda çözüm bulunmaya çalışılan problemlerin başında geliyor. Smart LED televizyonlar besleme kartı ve ana kart olmak üzere iki elektrik aksamından oluşur. Ana karta bağlı olarak içerisinde bulunan 25Q32 entegre sayesinde Smart LED televizyonların birçok özelliğinden faydalanabilir. Yüksek gerilim gelmesi sonucu ya da yanlış yazılım atılması durumunda bu entegreler devre dışı kalarak televizyonların arızalanmasına neden olur. Sık sık arızalanan hafıza entegreleri ve ana kart üzerinde bulunan aktif devre elemanlarını nasıl ve ne gibi önlem alarak zarar vermeden düzeltebilmek ve bununla ilgili çözüm yöntemi geliştirmektir. Elde edilen ölçümlerle, Smart LED televizyonların bilgisayar yardımıyla arıza tespiti ve çözüm yöntemi incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Smart LED televizyonlar, 25Q32 Eeprom, Kondansatör

### Troubleshooting and Solution Method for Smart LED Televisions with the Help of a Computer

#### Abstract

Smart LED televisions are changing, developing and different areas of use in the field of communication and communication day by day. The variety and number of developing systems of Smart LED televisions are increasing compared to recent years. According to the areas of use, cost increase and energy problems lead to the development of new solutions and methods. Energy consumption is one of the main problems that are tried to be solved in this field. Smart LED televisions consist of two electrical components, the power supply card and the main card. Thanks to the 25Q32 integrated circuit located in the main card, it can benefit from many features of Smart LED televisions. As a result of high voltage or incorrect software, these integrated circuits are disabled and cause televisions to malfunction. How and what precautions can be taken to fix frequently malfunctioning memory integrated circuits and active circuit elements on the main card without damaging them and to develop a solution method for this. Detection of faults in the computer details of Smart LED televisions and solution methods with the measurements obtained.

**Keywords:** Smart LED televisions, 25Q32 Eeprom, Condenser

## 5. Giriş

Bu çalışma, birçok ülkede standart tanımlı televizyon (SDTV) yayınlarını artıran yüksek tanımlı televizyon (HDTV) formatlarına göre televizyonun görüntü kalitesinin iyileştirilmesinde bir sonraki artan adımı sağlayan ultra yüksek tanımlı televizyonun (UHTV) geleceğini ele almaktadır. Smart LED TV'nin, artırılmış çözünürlük, daha hızlı kare, daha fazla dinamik aralık ve daha geniş bir renk sayesinde HD TV'ye göre daha iyi bir izleme deneyimi veriyor (NHK Research, 2014). Bu gelişmeler, yirminci yüzyılın analog televizyon standartlarından televizyon sinyallerinin dijital kodlanmasına ve iletilmesine geçişi son yirmi yılda Smart LED TV'ye geçişi müjdeleyen teknolojiler üzerine inşa edilmiştir. Smart LED televizyonlar için, HD TV çözünürlüklerine göre sırasıyla 4 ve 16 kat piksel artışı sağlayan, genellikle 4K ve 8K olarak adlandırılan iki görüntü çözünürlüğü önerilmektedir (Varney, 2015). Bazı bölgelerde televizyon ekranlarının ve bazı materyallerin internet ve yayın platformları üzerinden kullanıma sunulması, Smart LED televizyonun geldiği anlamındadır. Ancak standartlar henüz kesinleşmediğinden format başlangıç aşamasındadır.

Yüksek çözünürlüklü televizyonlarda ilk akla gelen düşünce, bu tür televizyonların çoğu ev ortamında Smart LED televizyonların çok az fark edilebilir fayda sağlayacağı veya hiç fark edilemeyeceği yönündeydi. Smart LED televizyonlar SD TV ve HD TV arasındaki görsel kalite farkının, SD TV kanallarına ayrılan bant genişliğinin yetersiz olması nedeniyle bazı yayıncılar tarafından yapay olarak genişletildiğine olanak sağlar. Televizyon, ilk yayın hizmetlerinin kuruluşundan bu yana geçen doksan yılda muazzam bir gelişme gösterdi. Ancak Smart LED televizyonlar standartlarının geliştirilmesinde yapılan tercihlerin çoğu, bu doksan yıl boyunca alınan kararlardan temel olarak etkilenmektedir. Televizyon tarihinin analizi aynı zamanda benzer zorluklara veya fırsatlara işaret edebilecek önceki olayları belirleme fırsatı da sağlar.

Analog televizyonun başlangıcından Smart LED televizyonun internetle olan ilişkisine kadar bu tarih boyunca yaşanan önemli gelişmeler, televizyon içerisinde kullanılan elektronik kartlar gibi değişim göstermiştir. Bu tarih, televizyonun gelişimi sırasında karşılaşılan önceki devrimleri ve zorlukları detaylandırmaktadır. Burada Smart LED televizyonların geliştirilmesinde ana kart üzerinde bulunan hafıza entegresinin tanıtımı yapılmıştır. Bulgular ve tartışma kısmı ise incelenen pek çok teknik konunun temelini oluşturmaktadır. Analiz temelinde bir tüketici formatı olarak Smart LED televizyonların geleceği için belirlenen zorlukları ve fırsatları sunmaktadır. Sonuç bölümünde yapılan çalışmadan ne gibi sonuçlar elde edildiği verilmiştir.

### 5.1. İlgili Çalışmalar

Kitlesel bir tüketici ürünü olarak Smart LED televizyonların başarısını veya başarısızlığını etkileyecek faktörlere veya Smart LED TV'nin bir izleme aracı olarak televizyon üzerinde ne gibi bir etkiye sahip olabileceğine ilişkin şu anda yayınlanmış bir akademik araştırma bulunmamaktadır. Smart LED TV'nin evdeki geleceği ve televizyon ve ilgili teknolojilerin daha geniş yeri hakkındaki söylem, sektör yorumcularının ve ticari yayınların ilgi alanı olmaya devam ediyor.

Sinema Filmi ve Televizyon Mühendisleri Derneği (SMPTE) ve Uluslararası

Telekomünikasyon Birliği (ITU) gibi kuruluşların yanı sıra Japan Broadcasting Corporation (NHK) dahil olmak üzere yayıncılar tarafından Smart LED TV standartlarının geliştirilmesinde kapsamlı çalışmalar yapılmıştır (Okaichi vd., 2019). Smart LED TV'nin alanı şu anda önemli bir araştırma alanıdır. Bu araştırma temel olarak Smart LED TV'nin standartları için optimum parametreler ve Smart LED sinyallerinin üretilmesi, işlenmesi, kodlanması, iletilmesi ve görüntülenmesine yönelik yöntemler gibi Smart LED TV'nin teknik yönlerine odaklanmaktadır. Smart LED TV ile ilgili araştırmaların çoğunda teknik değerlendirmelerin yanı sıra kaçınılmaz olarak insan faktörleri de incelenmektedir (Sugawara vd., 2006).

## 5.2. Televizyon Tarihi

Türk televizyon tarihi 1960'lı yıllardan sonra hayata geçmiştir. Televizyonlar: yayın yapılan vericiden görüntü ve seslerin hava dalgaları yardımıyla yayımlanan, elektronik alıcılar sayesinde yeniden görüntü ve sese çevrilmesini sağlayan en güzel teknolojik iletişim aracıdır. Televizyon haber sunma, dizi, spor, yarışma, eğitim ve eğlendirme gibi önemli işlevlerinin yanı sıra kitleleri geniş çapta yönlendirebilme ve etkileyebilme gücüne sahiptirler. Toplumun hayatında siyasal, ekonomik ve kültürel değeri geçmişte ve günümüzde televizyonun önemli yeri vardır. Dünya televizyon tarihi 1923 yılına dayanmaktadır. İngiltere'nin Hastings kasabasında İskoç asıllı bilim insanı John Logie Baird tarafından icat edildi. İlk icat olduğu için fazla verim alamamıştır, 1926 yılında siyah-beyaz görüntü yayını yapmayı başlamıştır. Siyah-beyaz televizyonların kullanıldığı dönemlerde 1955 yılında Amerika da ilk renkli televizyon yayın hayatına geçmiştir. Türk televizyon yayınları ilk defa 1952 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde laboratuvar çalışmalarına başlanmıştır. Evlerde televizyon alıcıları olmadığından dolayı insanlar pek fazla bilmiyorlardı (Erdo, 2008). Türk televizyon tarihi Radyo Televizyon Kurumu'nun kurulmasıyla birlikte Ankara'da siyah-beyaz görüntü ile 1968 yılında TRT yayın hayatına başlamıştır. 1984 yılında TRT renkli yayına 1987 yılında ise Türk televizyonunun ikinci kanalı olan TRT GAP ve TRT-2 yayın hayatına başlamıştır. 1990 yılına doğru TRT-1 ve TRT-2 yayınlarının yanı sıra TRT-3, TRT-4 gibi yayınlarını genişletmiştir. "Intelsat"10 derece doğu uydusundan kiralanan link ile aktarıcıdan uydu yoluyla tüm Türkiye'ye 1987 yılında ulaşmıştır. 90'lı yıllardan sonra özel televizyonların hayata geçtiği ve bu kapsamda birçok özel televizyon yayınının 1994 yılında Türkiye'nin ilk uzaya fırlattığı Türksat 1A-42 derece doğu uydusu üzerinde 60 cm çapında küçük çanak antenlerle yayın hayatına başlamıştır. 2023 yılına kadar 8 adet uydu uzaya fırlatıldı, televizyon radyo kanalları ve internet haberleşmesinde bu durum daha çok etkili olmuştur. Çağımızın en önemli teknolojik buluşlarından olan televizyon, tarihinde analog yayın, karasal yayın, dijital yayın, HD yayın derken günümüzde teknolojinin çok hızlı ilerlemesiyle Smart LED gibi yayın kalitesinin yüksek olduğu sisteme geçilmiştir, günümüzün en etkili kitle iletişim araçlarından biri haline gelmiştir. Bilgi ve teknoloji çağında yaşadığımız bu süreçte Smart LED televizyonlar çok önemli yol almıştır (Şahinoğlu, 2024).

## 1.3. Standart Dönüşümü (SD TV'den HD TV'ye)

Analog program üretiminden dijital ve SD TV'den HD TV'ye geçiş, televizyon şirketlerinin ekipmanlarını yükseltmesiyle aşamalı bir süreç oldu. Bu, malzemenin potansiyel olarak farklı görüntü çözünürlüklerine, en boy oranlarına ve kare hızlarına sahip farklı formatlara dönüştürülmesini gerektirir. Ayrıca taramalı ve aşamalı tarama formatları arasındaki

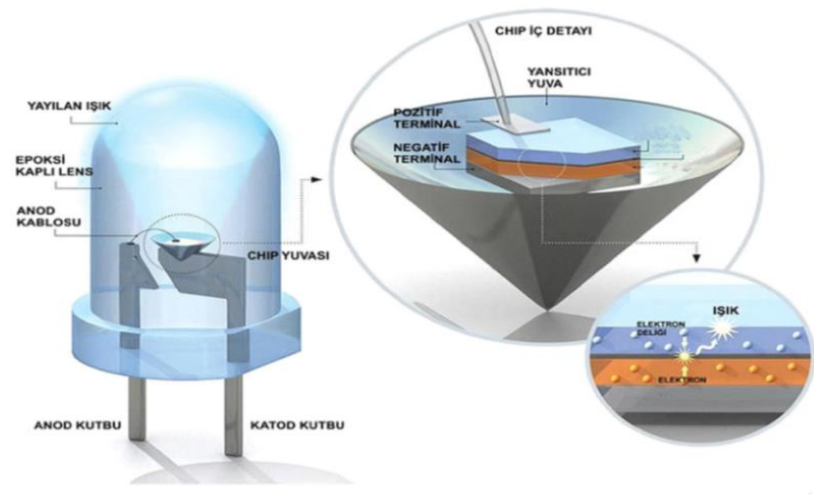
dönüşüm ile dijital ve analog formatların farklı renk ölçümlerinin de dikkate alınması gerekir (SÖĞÜT, 2019). Analog materyali dijital formata dönüştürme işlemine üst dönüşüm denir. Yukarı dönüştürme, görüntünün çözünürlüğünü artırmak için yükseltmeyi veya ek pikseller oluşturmak için enterpolasyon yöntemleri aracılığıyla taramalı taramadan aşamalı taramaya geçişi içerebilir. Dijitalden analog ve HD TV sinyallerinden SD TV üretmenin ters işlemlerine küçültme ve ölçek küçültme denir. Yukarı dönüştürme/ölçek yükseltme ve küçültme/ölçek küçültme terimlerinin teknisyenler, ekipman üreticileri ve araştırmacılar tarafından birbirinin yerine kullanılması yönünde bir eğilim vardır (Siniflandırma & Etk, 2002). Televizyonun dijital çağında, sinyallerin dönüştürülmesi ve görüntülerin ölçeklendirilmesi, tüketici ekipmanı tarafından veya televizyon zincirinin üretim ucunda gerçekleştirilebilir. Dijital HD TV sinyallerini alan set üstü kutular, aşağı dönüştürme veya yukarı dönüştürme gerektiren analog veya dijital bağlantılar üzerinden çeşitli tüketici ekipmanlarına çıkış yapabilir. Benzer şekilde, modern tüketici ekipmanlarının, düşük çözünürlüklü görüntüleri televizyonun daha yüksek ekran çözünürlüğüne yükseltme olanağı sağlaması alışılmadık bir durum değildir. Standartların dönüştürülmesine duyulan ihtiyaç, televizyon sinyalinin yakalama, post prodüksiyon, yayın ve görüntüleme arasındaki farklı aşamalarda bir dizi dönüşümden geçmesine neden olabilir. Bu dönüşümlerle birlikte dijital malzemeye kayıplı sıkıştırma uygulandığında, nihai televizyon görüntüsünün bozulmamasını sağlama konusunda önemli bir zorluk ortaya çıkar (Kuyumcu, 2021).

## 6. Materyal ve Yöntem

### 6.1. Smart LED Televizyon Ekranlarının Yapısı Ve Çalışması

Görüntü teknolojisi, bilginin iletilmesinde kritik bir rol oynar. Bir resim bin kelimeye bedel olduğu için görüntüleme teknolojisi bilgi paylaşımını kolaylaştırır. Katot Işın Tüpü teknolojisi (CRT), 1922'de ticarileşmesinden bu yana 20. yüzyılın sonlarına kadar ekran endüstrisine hakim olmuştur. Ancak mobil elektroniklere duyulan istek gibi yeni trendler, görüntü kalitesi, boyut ve güç tüketimi gibi alanlarda CRT' lere rakip olan ve onları geride bırakan ekranlara olan talebi artırdı. Hafiflikleri, düşük çalışma güçleri ve kompakt tasarımları nedeniyle CRT' lerin yerini alması muhtemel en yeni cihazlardan biri Sıvı Kristal Ekranlardır (LCD). LCD'ler, dijital saatler, cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar ve her türlü küçük ekranlı elektronik cihazın mümkün olmasına olanak sağladı. LCD'ler başlangıçta el ve taşınabilir cihazlar için oluşturulmuş olsa da, bilgisayar monitörleri ve televizyonlar gibi daha önce CRT' lerin tekelinde olan alanlara doğru genişlediler (*MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ LED TV*, 2013). LED' in özelliklerinden biri de yarı iletken materyalden oluşan ve ışık yayan LED çipinin bulunmasıdır. LED çiplerinin yaydıkları ışıkların kaynağı noktasaldır ve içerisinde bulunan yansıtıcılar sayesinde yayılan ışığın belirli bir yöne doğru odaklanması sağlanır. Çiplerden yayılan ışık, diyot (LED) üzerinden yalnızca bir yöne doğru yönelerek ışık üretimini sağlar. Bu süreçten itibaren LED küçük bir ampule dönüşür. Fakat yarı iletken olması sebebi ile LED ışığı basit ampullerden daha dayanıklı ve oluşacak hasarlara karşı korumalıdır.

Aydınlatmalı panellerde kullanılan LED'in yapısı ve kesiti aşağıda görsel 1' de verilmiştir.

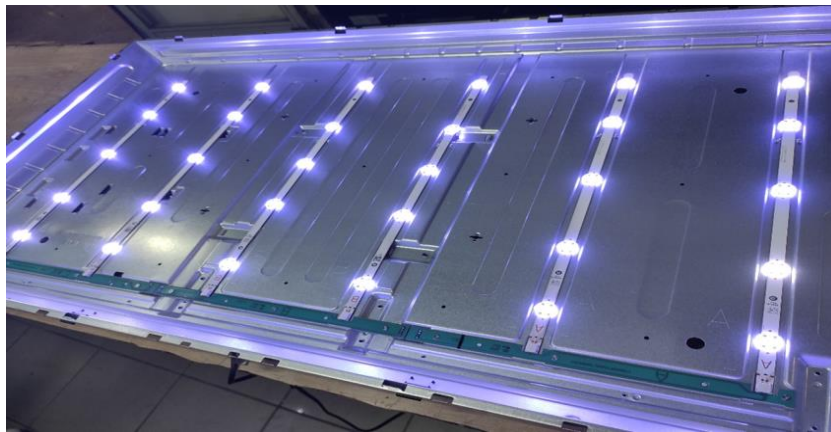


Görsel 1. LED'in yapısı ve kesiti

LED çipi yarı iletken bir yapıya sahip olduğu için ışık yaymaktadır. LED'lerin yayması gereken ışığın renk seçimi için bir takım kimyasal malzeme gerekmektedir. Bunlar; alüminyum, indiyum, galyum, nitrit, arsenit ve fosfat gibi malzemelerdir. Böylece LED çipinin istenen dalga boyunda ışımaya yapması sağlanır. LED televizyonlar bir birinden farklı renklerin bir araya gelmesiyle yapılmaktadır. Bu renkler; yeşil, kırmızı ve sarıdır. LED'lerin çalışmaları belirli bir akım ile gerçekleşmektedir. Akım 5 mA ve 50 mA aralığında olmalıdır. LED çalışma sistemi kırmızının +1,5 volt, sarının +1,8 volt, yeşilin +2,2 volt düzeni ile gerçekleşmektedir. Işık dağılımını yapan diyotların yaydıkları ışığın dalga boyunu ve rengini içerisinde bulunan katkı maddelerinin oranları belirlemektedir. Eğer ışık yayan LED'lerin dalga boyu ve renklerin değişimi istenirse katkı maddelerinin oranı değiştirilebilir (Ashiabor, 2007).

Özet olarak ilk başlarda küçük bir ışık verebilen, cihazlarda elektrik olup olmadığını gösteren bir malzeme iken, şimdilerde Smart LED televizyonlarda LED aydınlatma olarak, dış mekanlarda LED projektörler veya sokak lambaları olarak, haberleşme sektöründe ise kızılötesi LED olarak karşımıza çıkmaktadır. Renkli LED aydınlatmalar dalga boylarına göre Nanometre, beyaz LED aydınlatmalar ise renk sıcaklıklarına göre Kelvin olarak yapılırlar. LED aydınlatmalar mavi, kırmızı, yeşil gibi tek renk ışık yayabilirler (Reklamcılar, 2011).

Smart LED televizyonlarında kullanılan LED barlar aşağıda görsel 2' de verilmiştir.



Görsel 2. Smart LED televizyonlarında kullanılan LED barlar

## 6.2. Smart LED Televizyonların Çalışma Prensibi

Bir Smart LED televizyonun arka kapağı açıldığında bir takım elektronik parçalar ve kartlar bulunurken, aralarındaki bağlantıyı gerçekleştiren birleştirici kabloları ve soketleri bulunmaktadır. Smart LED televizyon fonksiyonel olarak arka kısımda bulunan ışıkları LED'ler ile tamamlanan LCD televizyondur. Son zamanlarda popüler hale gelmiştir. Gün geçtikçe 3D görüntülere olan ilgi artmakta ve bu özellikteki görüntüye sahip yeni televizyonların üretimleri önemli hale gelmektedir. Tüm bu gelişmelerin yanı sıra 2D görüntüyü 3D görüntüye dönüştüren televizyonlar da yaygın olmaya başlamıştır. LED televizyonlarda üç türlü LED aydınlatma kullanılır. Bunlardan kenardan aydınlatma, ışığın ekran arkasına yansıtılması için ekran kenarlarından beyaz LED'ler ile aydınlatma sağlar. Bu teknoloji kullanılan ekranlar daha ince olur ve ışık ekran boyunca eşit olarak dağıtılır. Bir diğer aydınlatma çeşidi ise doğrudan aydınlatmadır. Ekran arkasında doğrudan RGB kullanımını sağlar ve bu teknoloji ile ekranın istenilen alanında karartma uygulanabilir. Üçüncü aydınlatma çeşidi dizi aydınlatmadır. Ekran arkasında tek tek dizilmiş kontrol edilen LED barlardır ve bu teknoloji ile LED televizyonlarda daha az enerji tüketimi sağlanmıştır. Daha fazla renk aralığı sayesinde sahne geçişleri fark edilemez dereceye getirilmiştir (Coffey, 2017).

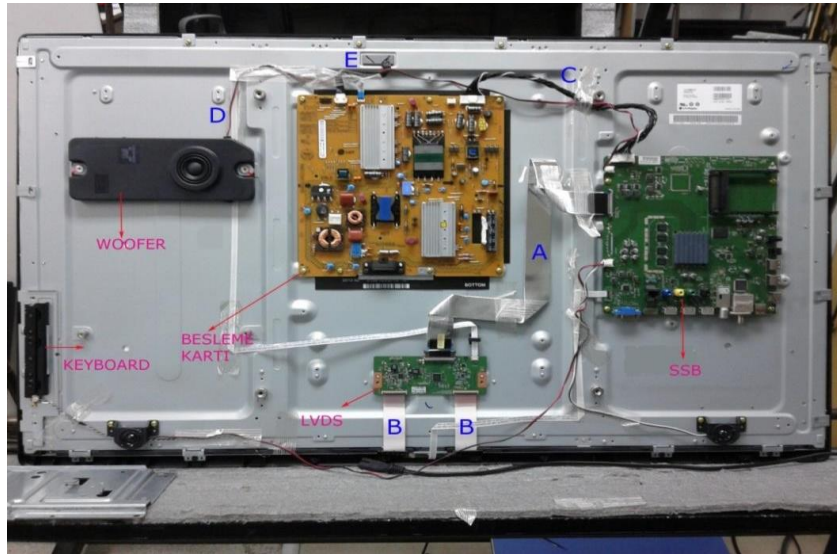
HDMI bağlantıları televizyonlara görüntü aktarımında en çok tercih edilen bağlantılardır. Ses ve görüntünün orijinal bir şekilde olduğu gibi aktarıldığı birimdir. Bir dijital cihaz ile HD (High Definition: Yüksek Çözünürlük) yayınlar sorunsuz bir şekilde izlenebilir. Bu tür HD yayınlar uydu alıcılarının yanı sıra DVD playerler ile de sağlanabilir. HDMI kablosu kullanılarak HD özelliğine sahip elektronik cihazlar ses ve görüntüleri kart üzerinde bulunan işlemciye aktarmaktadır. İşlemciye aktarılan ses ve görüntü televizyonda yapılan ayarlardan sonra A veri kablosu aracılığıyla LVDS kartına yollamaktadır. Bu süreçten sonra gelen görüntü B kabloları kullanılarak panele aktarılır. LVDS kartı aracılığıyla iletilen dijital veriler panel üzerinde işlendikten sonra ekran görüntüsünün oluşumunu başlatır. Aşağıda görülen resimde dâhili HD uydu alıcısının televizyon içerisindeki bağlantısı görülmektedir. Bu şekilde uydu alıcısı kullanılarak HD yayından yararlanabilmektedir. HD yayın avantajı sağlayan dijital cihazlar veya HDMI bağlantı kabloları kullanan televizyonları tercih etmek önemli görülmektedir. Bu deneyimlerin yanı sıra içerisindeki dâhili tuner ve VGA bağlantısı ile de analog yayının SSB tarafından işlenerek televizyonda görüntünün oluşması da başka bir alternatiftir (Mocanu, 2017).

Resimde görülen televizyonda arka kısımda bulunan aydınlatma kenar kısmında bulunan LED'ler vasıtasıyla oluşmaktadır. Besleme kartında bulunan işlemci sayesinde LED'lerin parlaklık oranı ve çalışma işlemi gerçekleştirilir. Bütün elektronik kartlarda olduğu gibi besleme kartlarında gerilim üretilir ve besleme kartları anahtarlamalı tür güç kaynağıdır. Besleme gerilimini SSB aracılığıyla C kablosu kullanılarak almaktadır. +3,3 voltluk gerilim ile televizyonda stand by olmalıdır. Gerilimin olmadığı durumlarda televizyon işlev görmez. Kart üzerinde herhangi bir problem yoksa kumanda veya televizyon üzerinde bulunan tuşlar aracılığı ile televizyon olağan bir şekilde çalışmaya başlayacaktır. Televizyonun açılmaması ve herhangi bir görüntünün olmaması durumunda SSB arızalı durumdadır. SSB' den gelen görüntü LVDS kartında işlenerek panelde üzerindeki pikselleri denetlemektedir. Sürücü kartını görebilmek için ekranın alt bölümünde yer alan panel vidalarını açmak gerekmektedir (Şahinoğlu, 2024).

Sürücü kartında bulunan entegreler panel üzerindeki pikselleri denetlemektedir. SSB' üzerinde bulunan işlemcide işlenen ses durumu ses çıkış entegresine yollanmaktadır. Bu kısımda WOOFER ve TWEETERLAR'ın çalışması için yükseltilmiş ses bilgisi gereklidir ve bu şekilde elde edilmektedir. D kablosu üzerinden ses bilgisi WOOFER' a aktarılır. Televizyon 2+1 ses çıkışı desteklemektedir. Ses seviyesinin kontrolü, ekolayzır ayarları ve sesi tamamen kapatma (MUTE) fonksiyonu SSB üzerinde yapılır.

LED televizyonlarda bulunan yüksek gerilimi düşük gerilime dönüştüren besleme kartı AC (Alternatif Akım) olan kısım, LED aydınlatmaya gelen gerilimlerin üretildiği, ana besleme ve stand by kısımlarından oluşmaktadır. Ana besleme kartı swich mode power supply anahtarlamalı güç kaynağı tipindedir. LED televizyonlar ilk olarak fişe takıldığında stand by durumundadır. Stand by, dinlenme modudur. Uzaktan kumandadan veya LED televizyonun yan kısmında bulunan tuş takımından açma tuşuna basıldığında televizyon normal çalışma düzenine geçer. LED Televizyon dinlenme (stand by) modunda iken besleme çıkış gerilimi +3.3 volt stand by gerilimi olmalıdır. Fakat bu besleme çıkış gerilimi yoksa stand by swich mode kısmında sorun vardır. LED televizyon ilk açıldığında besleme kartı aktif duruma geçer ve SSB kartına yani ana karta +12 voltluk iki adet DC gerilim gönderilir. Bu gerilimlerden birincisi ana kart üzerinde bulunan ses çıkış entegresinin besleme gerilimidir. Bir diğer +12 volt besleme çıkış gerilimi ise ana kart üzerinde bulunan bütün komutu sağlayan ana işlemciye gider.

Smart LED televizyonların elektronik kart düzeni aşağıda görsel 3' de verilmiştir.



Görsel 3. Smart LED televizyonların elektronik kart düzeni

### 2.3. Smart LED Televizyonlarında Kullanılan Flash Entegre

Entegre, kelime anlamı olarak bütünleştirmek, bütünleşik gibi anlamlara gelmektedir. Mikroçip veya IC olarak da bilinen entegre devre, transistörler, dirençler ve kapasitörler gibi birbirine bağlı birden fazla elektronik bileşenden oluşan küçük bir elektronik cihazdır. Entegre devreler, bilgi işleme ve depolama gibi çeşitli işlevleri yerine getirmek için bilgisayarlar, akıllı telefonlar ve televizyonlar da dahil olmak üzere çok çeşitli elektronik cihazlarda kullanılmaktadır. Cihazların minyatürleştirilmesini ve gelişmiş işlevselliği mümkün kılarak



elektronik alanını büyük ölçüde etkilemektedirler. Entegre devreler, ayrı bileşenlerden oluşan devrelerden çok daha küçük, daha hızlı ve daha ucuzdur ve büyük bir transistör sayısına olanak tanır. Entegrenin seri üretim kapasitesi, güvenilirliği ve entegre devre tasarımına yönelik yapı taşı yaklaşımı, ayrı transistörler kullanan tasarımlar yerine standartlaştırılmış IC'lerin hızlı bir şekilde benimsenmesini sağlamıştır. Entegreler artık neredeyse tüm elektronik ekipmanlarda kullanılıyor ve elektronik dünyasında devrim yaratmıştır. Televizyonların yanı sıra bilgisayarlar, cep telefonları ve diğer ev aletleri, modern bilgisayar işlemcileri ve mikro denetleyiciler gibi entegre devrelerin küçük boyutu ve düşük maliyeti sayesinde artık modern toplum yapısının temel parçaları haline gelmiştir.

Yarı iletken cihaz imalatındaki teknolojik gelişmeler sayesinde çok büyük ölçekli entegrasyon pratik hale getirildi. 1960'lardaki kökenlerinden bu yana, entegrelerin boyutu, hızı ve kapasitesi, aynı boyuttaki entegrelere giderek daha fazla transistör sığdıran teknik ilerlemelerin etkisiyle muazzam bir ilerleme kaydetmiştir. Modern bir entegre, aynı büyüklükteki bir alanda milyarlarca transistöre sahip olabilir. Kabaca Moore yasasını takip eden bu ilerlemeler, günümüzün televizyon entegrelerinin 1970'lerin başındaki bilgisayar entegrelerinden milyonlarca kat daha fazla kapasiteye ve binlerce kat daha hızlı olmasını sağlıyor (Jolla, 2010). IC'lerin ayrı bileşenlerden oluşturulan devrelere göre üç ana avantajı vardır: boyut, maliyet ve performans. Boyut ve maliyet düşüktür çünkü çipler, her seferinde bir transistör oluşturmak yerine, tüm bileşenleriyle birlikte fotolitografi ile bir birim olarak basılmıştır. Smart LED televizyonlarda kullanılan Flash (Hafıza) entegreleri şu şekildedir: en çok kullanılan hafıza entegresi 25Q32 tipli entegrelerdir.

- 25Q08 Flash entegresi (1mb)
- 25Q16 Flash entegresi (2mb)
- 25Q32 Flash entegresi (4mb)
- 25Q64 Flash entegresi (8mb)
- 25Q128 Flash entegresi (16mb)
- 25Q256 Flash entegresi (32mb)

W25Q32 Flash entegre görünümü aşağıda görsel 4' de verilmiştir.



Görsel 4. W25Q32 Flash entegre

## 7. Bulgular

Günümüz teknoloji harikası olan Smart LED televizyonları kısaca özetleyecek olursak yazılımsal hatalardan dolayı kullanılamaz hale gelen HD LED televizyonları bilgisayar desteği ile tekrardan çalıştırmak ve Flash entegre içinde bulunan hex kodlarını düzenlemektir. Smart

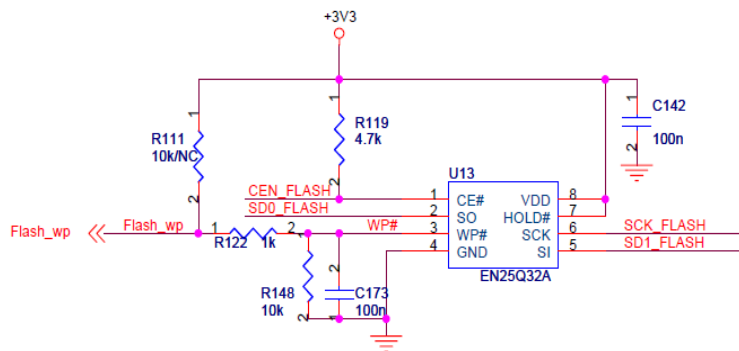
LED televizyonlar internet bağlantısı, dahili uydu alıcılı, video ve müzik oynatıcılı olması yönünden iletişim araçlarından en önemlilerindedir. Neden arızalandığı ne gibi sonuçlar elde edildiği ve nasıl çözüm bulunması gerektiği gerekli ölçümler, şekiller yapılarak incelenmiştir. Smart LED televizyon kurulumu yapılarak bilgisayar ortamında 3 farklı yazılımsal ölçümleri alınıp performans analizlerine değinilmiştir. Ölçümler Van Elektrik-Elektronikçiler Çarşısı ve Mehmet Erdemoğlu Mesleki Teknik Lisesi Laboratuvarlarında yapılmıştır. Smart LED televizyon kurulumu tamamlandıktan sonra bilgisayar bağlantısı kurulup iletişim sağlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı olan Smart LED televizyonların elle ve gözle görünür arızanın olmaması tamamen yazılımsal hatanın olması ve hatanın teknolojinin harikası olan bilgisayar ortamında gerekli olan yazılımların atılması ile hedeflenmiştir. Çalışma sistemi adı altında 3 başlık halinde sunulmuştur. Çalışma sistemi-1' de Smart LED televizyonlarında kullanılan hafıza entegresi elektriksel hatadan dolayı arızalanması, verilerin sıfırlanması gibi durumlarda ne gibi önlem alınmalı, entegreye gelen gerilimin düzenli olması konusu ve besleme çıkış gerilimlerinin kaç volt oldukları ele alınmıştır. Çalışma sistemi-2' de W25Q32 hafıza entegresi Smart LED televizyondan çıkartılarak bilgisayar yardımıyla sıfırlanmış olan hex veri dosyalarının tekrardan loader program yardımıyla geri getirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sistemi-3' de ise yüklenen hex veri dosyalarının tekrardan Smart LED televizyona montaj edilip hazır hale getirilmesidir. Bu durum farklı çalışma karakterlerinin incelenbilmesine olanak sağlamıştır. Gerekli şekil ve ölçümlerle gösterilmiştir.

### 3.1 Çalışma Sistemi- 1

Smart LED televizyonlarda kullanılan Flash (Hafıza) entegresinin özelliklerini sunan datasheet belgelerine ihtiyaç duyulur. Bunun nedeni ise belgede entegrenin çalışma gerilimi, çektiği akım gibi elektriksel karakteristikleri, çalışma olanakları, çoğunlukla ihtiyaç duyulandan örnek uygulama devreleri gibi daha fazla miktarda bilgiler yer alır.

Smart LED televizyonlarda kullanılan Flash entegrenin datasheeti aşağıda görsel 5'de verilmiştir.



Görsel 5. Smart LED televizyonlarda kullanılan Flash entegrenin datasheeti

Öncelikle Smart LED televizyonların ilk anda power tuşuna basıldığında kırmızı veya yeşil ışıktaki sabit kalmasıdır. Bu olay hafıza entegrenin verilerinin sıfırlanmasıdır. Flash entegrenin 1. giriş ucunun +3,3 volt ve 7. ile 8. Giriş uçlarında +3,3 volt olması gerekir. Flash entegrenin diğer çıkış uçları ise işlemciden gelen çalışma sinyalleridir. Gerilimin düşük yüksek

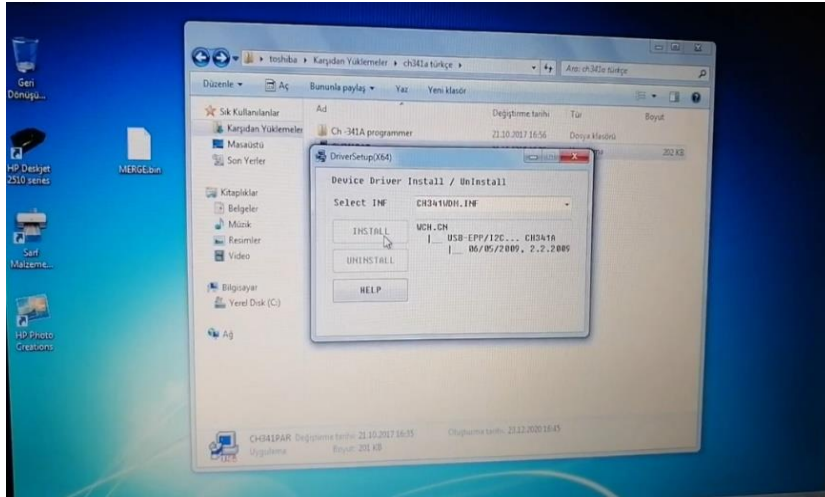
veya düzensiz gelmesi durumunda entegreye zarar verir ve sıfırlanmasını sağlar. Entegrelerin arıza vermesini önlemek için gerilim üzerinde bulunan direncin ve gerilim regülatörünün Flash entegreye +3,3 volt gerilim sağlar. Sağlamlık kontrolü yapılmalı arızalı durumda ise değiştirilmelidir. Dirençler akım ve gerilime karşı gösterilen zorluklar olduğundan dolayı koruyucu görevini görürler.

Smart LED televizyonlar besleme kartı, ana kart'ı, inverter, anfi (ses sistemi) gibi kısımlardan oluşmaktadır. Besleme kartı yüksek gerilimin olduğu, ana kart üzerinde daha çok düşük gerilimin elektronik malzemelerin ve yazılımsal entegrelerinin olduğu kısımlardır. Besleme kartından ana kart üzerine gelen gerilim uçları 2 adet +12 volt, on-off, ADJ 2 adet GND (şase ucu) olmalıdır. Burada ADJ gerilimi (5,2 volt) LED televizyonların arka aydınlatma, on-off çıkış gerilimi ise Flash entegreye gelen gerilimlerdir. Gerilim ölçümü yapılırken multimetre aletinin siyah prob kablo ucu televizyonun şase (topraklama) ucuna bağlanmalı diğer kırmızı prob kablosu ise besleme ve ana kart üzerinde bulunan Flash entegresi giriş-çıkış uçlarına bağlanmalı üzerinden geçen gerilim değeri bulunmalıdır. Besleme kartları yüksek gelen gerilimi (220 volt) çok düşük gerilimlere dönüştürür. Ana kart, inverter ve LED aydınlatma için değişik değerlerde gerilim sağlarlar.

### 3.2. Çalışma Sistemi- 2

Flash entegreyi programlayabilmek için RT809H Programmer kullanılır ve bilgisayara kurulumu yapılır. RT809H Programmer bilgisayara tanımlandıktan sonra Flash entegresi içinde dosya olmadığı için boş olacaktır.

RT809H Programmer bilgisayara kurulumu aşağıda görsel 6' da verilmiştir.



Görsel 6. RT809H Programmer bilgisayara kurulumu

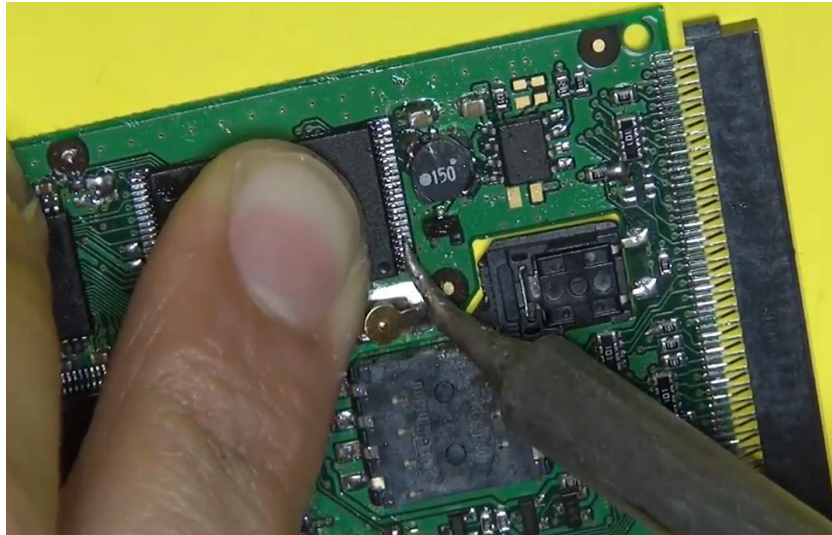
Smart LED televizyonların Flash entegrelerini bilgisayar destekli yazılım atılması gerekli Flash dump dosyasının bilgisayara indirdikten sonra entegreyi RT809H Programmer ve bilgisayara bağlantısı yapılmaktadır. Flash entegrelerin dump dosyasının içerisinde hex kodları mevcut olacaktır. Yazılım yükleyebilmek için bilgisayarın Windows 7 daha üst sürüme ihtiyaç vardır. Yazılım yüklerken herhangi bir müdahalenin yapılmaması gereklidir. Yazılım yükleme sırasında elektrik bağlantısının kesilmesi Flash entegreye zarar verir. Bilgisayar ve yükleme cihazının bağlantı kablolarının kontrol edilmesi gerekir. Smart LED televizyonların Flash

entegrelerini bilgisayar destekli yazılım atılması gerekli Flash dump dosyasının bilgisayara indirdikten sonra entegreyi RT809H Programmer ve bilgisayara bağlantısı yapılmaktadır. Flash entegrelerin dump dosyasının içerisinde hex kodları mevcut olacaktır. Yazılım yükleyebilmek için bilgisayarın Windows 7 daha üst sürümüne ihtiyaç vardır. Yazılım yüklerken herhangi bir müdahalenin yapılmaması gereklidir. Yazılım yükleme sırasında elektrik bağlantısının kesilmesi Flash entegreye zarar verir. Bilgisayar ve yükleme cihazının bağlantı kablolarının kontrol edilmesi gerekir.

### 3.3. Çalışma Sistemi- 3

Smart LED televizyonların Çalışma sistemi-3' te hafıza entegrelerinin bilgisayar yardımıyla hex dosyalarının yüklenmesi aşağıda ise yüklenen hex veri dosyalarının tekrardan Smart LED televizyona monta edilip hazır hale getirilmesidir. Gerekli yükleme yapıldıktan sonra Flash entegreyi tekrardan Smart LED televizyonun ana kart'ı üzerine lehim yapılması ile olur. Lehim yapılan entegre bacaklarının bir birine değmemesi lazım.

Smart LED televizyonun entegrenin ana kart'a son lehimleme işlemi aşağıda görsel 7' de verilmiştir.



Görsel 7. Smart LED televizyonun entegrenin son lehimleme işlemi

## 8. Tartışma Ve Sonuç

Modern dünyanın en önemli icadı olan ve hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelen Smart LED televizyonlar belirli kalite standartlarını taşıması vazgeçilmez bir unsurdur. Dolayısıyla Smart LED televizyon bozulmalarının başında gelen düzensiz elektrik gerilimi doğru ve hızlı biçimde analiz edilmesi büyük önem arz etmektedir. Günümüzde Smart LED televizyon teknolojileri hayatı kolaylaştırıcı ve kontrollü yaşamamıza olanak sağlamaktadır. Diğer yandan güçlü yüksek çözünürlüklü Smart LED televizyonlar enerji verimliliği açısından büyük öneme sahiptir. Smart LED televizyonlar günümüzde teknolojinin çok hızlı şekilde ilerlemesi bu televizyonların artık bilgisayar yardımıyla arıza tespiti yapabilme ve çözümü sunabilmektedir. En dikkat çeken teknolojilerinden birisi ise Smart LED televizyon olup görüntü netliği ve düşük güç tüketimiyle araştırmaya açık bir konu hale gelmiştir. Bu çalışmada, Smart LED televizyonların hangi tip malzemedен oluştuğu nasıl çalıştığı ve arıza durumunda

ne gibi önlemler alındığı gerekli çalışmalar yapılarak yeniden Smart LED televizyonların kullanılması amaçlanmıştır. Dolayısıyla ilk önce Smart LED televizyon tanımı yapılarak çalışma alternatifi açıklanmıştır. Bu alanda kullanılan televizyon için gerekli olan malzeme çeşitleri belirtilerek çalışma esasları ve kullanım alanları detaylı olarak açıklanmıştır. Smart LED televizyonların avantajları ve dezavantajları kullanım alanları, çalışma prensipleri, çeşitleri, incelenerek detaylı olarak incelenmiştir.

Amaç olarak Smart LED televizyonların mutlak olarak ölçülmesi ve bilgisayar destekli arıza tespiti olduğunda, bu amaca hizmet edebilecek en iyi mevcut alternatifin uygulama kolaylığı ve performans bakımından öne çıkan Smart LED televizyon olacağı sonucuna varılmıştır. Buna bağlı olarak W25Q32 entegre kullanılarak Smart LED televizyon tasarlanmıştır. Smart LED televizyon kullanılarak arıza oluşturan elamanların detayları, bilgisayar yardımıyla gerekli olan yükleme dosyaları, elektronik malzemede olması gereken özellikler detaylı olarak açıklanmış ve uygun malzemeler kullanılarak yazılım sal yükleme gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmasında teknolojinin gelişmesinde elektronik cihazların özellikle Smart LED televizyonların yazılımsal hatadan veya yüksek gerilimden dolayı ana kart üzerinde bulunan hafıza entegrenin arızalanması ve televizyonun hiçbir işlem görmemesidir. Smart LED televizyonlar kullanılan elektronik malzemelerin kaliteli olması durumunda daha iyi performansın vereceği internet, android, netfix gibi uygulamaların hızlı bir şekilde çalışmasını yapabilmektedir.

Sonuç olarak, Smart LED televizyonların arıza durumunda bilgisayar yardımıyla düzenli çalışması görüntü netliği ve tekrar arıza durumunu önlemek için başarılı çalışma olacağı sonucuna varılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda, W25Q32 hafıza entegrenin uçlarına gelen +VCC gerilimin sabit olması ve entegreye zarar vermemesi sağlanabilir. Görüntü oranı, alınan sinyal gücü, veri hızı gibi Smart LED televizyonun ömrü açısından çeşitli ölçümler sağlayarak bu tür arızaları gidermek içindir. Elde edilen ölçümlerle, Smart LED televizyonların bilgisayar yardımıyla arıza tespiti ve çözüm yöntemi incelenmiş ve bilinçli kararlar alınmasını sağlayacağını tahmin ediyoruz.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

### **Yazarların Katkı Oranı**

Yazarlar bildiriye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan etmişlerdir.

### **Etik Beyan**

Bu çalışmada sunulan veri, bilgi ve belgeler akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edilmiştir.

### **Finansal Destek**

Bu araştırma herhangi bir fon sağlayan kurumdan / sektörden hibe almadı.

### **Açıklama**

Bu çalışma Cemal ŞAHİNOĞLU adlı öğrenciye ait hazırlanmış olan yüksek lisans tezinden türetilmiş olup Sabir RÜSTEMLİ, öğrencinin tez danışmanıdır.

## KAYNAKLAR

- Ashiabor, A. D. (2007). *A Design for an RGB LED Driver with Independent PWM Control and Fast Settling Time*. 0–86.
- Coffey, V. C. (2017). The Age of OLED Displays. *Opt. Photon. News*, 28(11), 34–41.
- Erdo, E. (2008). *Yaygın bir kitle iletişim aracı olarak televizyonun kamusal işlevleri*.
- Jolla, L. (2010). Stanley H . Chan and Truong Q . Nguyen Website :  
<http://videoprocessing.ucsd.edu>. *Time*, 400–405.
- Kuyumcu, M. (2021). Geleneksel Televizyon Mecrasının Yaşadığı Dijital Dönüşüm Ve Bunun Mecraya Olan Etkileri. *Eurasian Journal of Researches in Social and Economics (EJRSE)*, 8(3), 272–291.
- MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ LED TV*. (2013).
- Mocanu, D. C. (2017). *Network computations in artificial intelligence* (C. 1, Sayı 2017).
- NHK Research. (2014). Broadcast Technology. *Nhk*, 1–24.  
<http://www.nhk.or.jp/str/publica/bt/en/sy0001-1.html>
- Okaichi, N., Kawakita, M., Sasaki, H., Watanabe, H., & Mishina, T. (2019). High-quality direct-view display combining multiple integral 3D images. *Journal of the Society for Information Display*, 27(1), 41–52. <https://doi.org/10.1002/jsid.741>
- Reklamcılar, A. (2011). *Led teknolojisi*.
- Sınıflandırma, D. İ. N., & Etk, S. (2002). *Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüler i nde geometri k düzeltme i n sınıflandırma sonuçlarına etk i s i 1*.
- SÖĞÜT, F. (2019). TÜRKİYE’DE ANALOG YAYINCILIKTAN SAYISAL YAYINCILIĞA GEÇİŞ VE İZLEYİCİYE OLAN ETKİLERİ. *Dördüncü Kuvvet Uluslararası Hakemli Dergi*, 2, 1–14. <https://doi.org/10.33464/dorduncukuvvet.495581>
- Sugawara, M., Mitani, K., Kanazawa, M., Okano, F., & Nishida, Y. (2006). Future prospects of HDTV - Technical trends toward 1080p. *SMPTE Motion Imaging Journal*, 115(1), 10–15. <https://doi.org/10.5594/J11496>
- Şahinoğlu, C. (2024). *Ultra HD LED Televizyonların Bilgisayar Destekli Arıza Tespiti Ve Çözüm Yöntemi*. (Yüksek Lisans Tezi). Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis.
- Varney, R. A. (2015). *Resolution Revolution : The Future of Ultra High Definition Television*. <https://scss.tcd.ie/publications/theses/diss/2015/TCD-SCSS-DISSERTATION-2015-044.pdf>

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE NÜKLEER ENERJİNİN ROLÜ

**Prof. Dr. Zeynep ZAIMOĞLU**

Çukurova Üniversitesi

zeynepzaimoglu6@gmail.com - 0000-0002-9573-4781

### ÖZET

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, günümüzün en acil çevresel sorunlarından biridir. Fosil yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan sera gazları, atmosferde birikerek iklim sisteminde köklü değişikliklere yol açmaktadır. Bu bağlamda, enerji üretiminde alternatif ve düşük karbonlu kaynakların önemi giderek artmaktadır. Nükleer enerji, bu alternatifler arasında öne çıkan bir seçenek olarak değerlendirilmektedir. Nükleer enerji, düşük sera gazı emisyonları ile elektrik üretme kapasitesine sahiptir. Nükleer santraller, fosil yakıtların aksine, işletme sırasında karbondioksit salınımı yapmaz. Bu özellik, nükleer enerjiyi iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir araç haline getirir. Ayrıca, nükleer enerji, büyük miktarda enerji üretme kapasitesi sayesinde, enerji talebinin karşılanmasında güvenilir bir kaynak olarak öne çıkar. Bununla birlikte, nükleer enerjinin benimsenmesi bazı zorluklarla da karşı karşıyadır. Nükleer atık yönetimi, kazalar ve güvenlik endişeleri, bu enerji kaynağının kullanımıyla ilgili tartışmaların merkezindedir. Nükleer santrallerin inşası ve işletilmesi uzun süreli yatırımlar gerektirir ve bu süreçte kamu güveninin sağlanması kritik bir öneme sahiptir. Nükleer enerji, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynayabilir. Ancak, bu potansiyelin gerçekleştirilmesi için güvenli, sürdürülebilir ve etkili nükleer politikaların geliştirilmesi gerekmektedir. İklim hedeflerine ulaşmak için nükleer enerji, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte düşünülmeli ve entegre bir enerji stratejisi içinde yer almalıdır. Bu yaklaşım, hem enerji güvenliğini artıracak hem de sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunacaktır. Bu çalışmada iklim, enerji ve karbon üçgeninde nükleer enerjinin rolü tartışılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Nükleer enerji, Küresel ısınma, Sera gazları, İklim değişikliği.

### 1-GİRİŞ

Bilim insanları, iklim değişikliğine müdahale etmenin kaçınılmaz olduğunu yıllardır vurgulamaktadır. Dünya, halihazırda iklim değişikliğinin etkilerini yaşamaktadır ve bu durum, hem bireylerin yaşamlarını hem de geçim kaynaklarını tehdit etmektedir. Başkan Biden ve Dışişleri Bakanı Blinken, iklim yönetimini ulusal öncelik olarak belirleyip, tüm hükümeti kapsayan bir çaba içinde yer almaktadır.

2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşmalıyız; bu sayede sıcaklık artışını 1.5 derece ile sınırlayarak, büyük iklim felaketlerinden kaçınabiliriz. Bu hedefe ulaşabilmek için, temiz

enerji teknolojilerinin geniş bir yelpazede kullanılması, insanlığın geleceği için elzemdir. Böylece, enerji ihtiyaçlarımızı karşılarken, emisyon hedeflerimizi de yerine getirmiş olacağız (IEA, 2021).

Dünya için vazgeçilmez bir unsur olan enerji, modern yaşamın ve bilimsel gelişmelerin temel direğidir; özellikle elektrik enerjisi, gelişmiş toplumların refah düzeyinin artırılmasında önemli bir yer tutmaktadır. Dünya hızla değişmekte ve ilerlemektedir. Ancak, kalkınma ve yaşam için gerekli enerji kaynakları, dünya genelinde ve özellikle ülkemizde giderek azalmaktadır, bu da çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için alternatif enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu alternatifler arasında ise nükleer enerji öne çıkmaktadır. Nükleer enerji, insan ve çevreye olan faydaları ve zararlarıyla birçok tartışmayı da beraberinde getirmektedir (Kaya, 2012).

20.yüzyılda, nükleer enerji, teknolojik gelişmelerle birlikte hızla büyümüştür. En gelişmiş ülkeler, elektrik enerjilerinin büyük bir kısmını nükleer santrallerden temin etmektedir. Bu durum, hem temiz enerji üretimi açısından hem de bilimsel araştırmalarda tıp, askeri ve tarım gibi alanlarda kullanım açısından büyük önem taşımaktadır. Nükleer enerji, ekonomik olarak uygulanabilir ve doğrudan sera gazı emisyonu üretmeyen az sayıdaki elektrik üretim teknolojilerinden biridir. Özellikle petrol ve doğal gaz gibi kaynakları bulunmayan ve enerjide dışa bağımlı olan ülkelerde nükleer enerji önemli bir alternatif haline gelmektedir (Harunoğulları, 2019).

Nükleer enerji, temiz bir enerji kaynağıdır. Karbon yoğun kaynakların yerine geçebilecek temiz, kesintisiz bir temel yük gücü sağlar. 2019 yılına kadar, nükleer enerji küresel karbon dioksit emisyonlarını 60 gigaton azaltmış ve yaklaşık iki yıl boyunca küresel enerji ile ilgili emisyonları sıfırlamıştır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), net sıfır emisyona ulaşabilmek için 2050 yılına kadar nükleer kapasitenin iki katına çıkarılması gerektiğini ve “sürdürülebilir ve temiz enerji sistemlerinin, nükleer enerji olmadan kurulmasının daha zor, riskli ve pahalı olacağını” belirtmiştir. Enerji güvenliği ve iklim değişikliği gibi zorluklar, aralıklı yenilenebilir enerji üretiminin büyümesini karbonsuz temel yük güç kaynakları ile birleştirme ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bugün sınırlı sayıda temiz, verimli ve esnek temel yük enerji üretim teknolojileri mevcuttur (örneğin hidroelektrik ve jeotermal dışında). Nükleer enerji santralleri (%93 kapasite faktörüyle) herhangi bir üretim türü arasında en yüksek kapasite faktörüne sahiptir ve değişken yenilenebilir enerji kaynakları dahil olmak üzere diğer tüm enerji üretim türlerinden daha az yaşam döngüsü emisyonu (3,5 gCO<sub>2</sub>eq/kWh) üretir (Engin, 2013).

Nükleer enerji santralleri sektörü son yıllarda, maliyet ve güvenlik kaygıları ve yeni teknolojiye yapılacak yatırımların eksikliği nedeniyle duraklama dönemine girmiştir. Ancak, araştırmacılar ve enerji kurumları arasında nükleer enerjinin düşük enerjili enerji kaynakları karışımına yeterince entegre edilmediği konusunda artan bir fikir birliği bulunmaktadır. Karbon enerji teknolojileri, iklim değişikliğinin getirdiği zorluklar ve artan elektrik talebinin çözümü, daha zor ve maliyetli hale gelmektedir.

Temiz enerji çözümünün bir parçası olarak küçük modüler reaktörlerin (SMR) sunduğu benzersiz avantajlar bulunmaktadır. Bu reaktörler, kesintisiz ve güvenilir enerji sağlama kapasitesine sahip olup, diğer temiz enerji kaynaklarını tamamlayabilir ve enerjinin



kullanıcısına yakın, esnek bir konumda çalışabilir. Bu durum, enerji erişimini artırarak, iklim hedeflerine ulaşma yolunda çeşitli endüstrilerde dekarbonizasyonu hızlandıracaktır. Ayrıca, SMR'lar çok az arazi gereksinimi ile boyutlandırılabilir ve ihtiyaçlara göre ölçeklenebilir.

SMR'lar, elektrik dışında kalan zor alanların dekarbonize edilmesinde kritik bir rol oynayabilir; bunlar arasında endüstriyel ısıtma, temiz hidrojen üretimi ve su denizleştirme yer almaktadır. Ayrıca, SMR'lar, mevcut iş gücü, ekipman ve şebeke bağlantıları kullanılarak, daha fazla arazi ve yeni iletim hatları kurulmasına gerek kalmadan kömür santrallerinin yerine geçebilir. Önemli bir diğer husus, SMR'ların gelişmiş güvenlik özelliklerine sahip olmasıdır; aşırı hava koşulları ve deprem gibi olaylara dayanacak şekilde tasarlanmışlardır ve “tasarımı” sayesinde güvenlidirler.

Enerji konusu, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutların kesişiminde yer alır. Bu bağlamda, nükleer enerji, düşük karbon emisyonları sayesinde fosil yakıtlara karşı önemli bir alternatif olarak Türkiye’de değerlendirilmektedir.

Türkiye’de nükleer enerjiden elektrik üretimi, sürdürülebilir bir enerji geleceği için önemli bir seçenek olup, bu seçeneğin sosyal ve çevresel risklerin minimize edilmesi ve toplumsal kabul sağlanarak tercih edilmesi gerektiği düşünülmektedir (İşeri, 2012).

Bu çalışmada, küçük nükleer santraller, yani SMR'ların, özellikle kırsal ve şebekeden uzak alanlardaki kullanım olanakları tartışılacaktır.

## 2. NÜKLEER ENERJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Nükleer enerji, diğer bilinen enerji kaynaklarına kıyasla daha yeni bir kaynaktır. Dünyada ilk kez 16 Temmuz 1945'te ABD'nin New Meksiko eyaletinde yapılan deneylere rağmen, nükleer enerji kavramı, 2. Dünya Savaşı sırasında Japonya'nın Hiroşima (6 Ağustos 1945) ve Nagazaki (9 Ağustos 1945) şehirlerine atılan atom bombaları ile dünya çapında duyulmuştur. Bu bombalar, patladıktan sadece birkaç saniye sonra binaları yok etmiş, canlıları yakmış ve büyük bir yıkıma yol açmıştır. Radyoaktif maddeler, insanlar üzerinde körlük, kısırlık, kanser gibi kalıcı yan etkiler bırakmış ve bu etkiler uzun yıllar boyunca devam etmiştir. 1930'lu yıllarda ise, deneysel amaçla ilk nükleer reaktör, 1942 yılında Enrico Fermi tarafından Chicago Üniversitesi'nin bahçesinde kurularak, bu enerjinin toplumsal fayda sağlaması amaçlanmıştır. Günümüze kadar nükleer enerjinin dünya elektrik üretimindeki payı zaman zaman azalmalar gösterse de, genellikle artış eğilimindedir (Temurçin, K., & Aliagaoglu, 2003).

## 3. NÜKLEER ENERJİNİN KULLANIM ALANLARI

Nükleer enerji kavramı, yeni bir terim olmasına rağmen teknolojik açıdan çok hızlı bir gelişim göstermektedir. Bu enerji kaynağı, birçok farklı alanda kullanılmakta olup, bunlardan en önemlisi elektrik üretimidir. Bunun dışında, nükleer enerji endüstriyel uygulamalarda ve silah sanayiinde (örneğin kıtalar arası balistik füzeler gibi) önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, nükleer enerji tıp alanında da büyük ölçüde kullanılmaktadır. Bugün, dünya genelinde nükleer silaha sahip olan başlıca ülkeler arasında ABD, Fransa, İngiltere, Rusya, İsrail, Çin, Hindistan, Pakistan ve Güney Kore yer almaktadır. Bu ülkeler, sahip oldukları nükleer silahlarla, birçok

gezegeni yok edebilecek kapasiteye sahiptir. Bu ülkeler arasında bir savaş çıkması durumunda, bu savaş sadece ilgili ülkeleri değil, tüm dünyayı tehdit eder hale gelecektir.

#### 4. NÜKLEER ENERJİNİN AVANTAJLARI

Nükleer enerji, önemli bir avantaj olarak, küçük miktarlarda birincil kaynaklardan büyük miktarda kesintisiz enerji üretebilme kapasitesine sahip olmasıyla dikkat çekmektedir. Bu durum, enerji kaynaklarının bol olmasını sağlamanın yanı sıra, fosil yakıtların aksine büyük fiyat dalgalanmaları olmaksızın uzun vadede güvenilir bir enerji kaynağı sunmaktadır. Bu süreçte, gelişmekte olan ülkelerin gelecekteki ekonomik büyümeleri ve enerji talepleri göz önüne alındığında, sürdürülebilir kalkınma için küresel bir stratejinin parçası olarak nükleer enerjinin geliştirilmesi, giderek daha geçerli bir seçenek haline gelecektir. Bu ülkelerin gelecekteki enerji gereksinimleri arasındaki boşluğu doldurmak amacıyla, uzun vadeli projeksiyonlarla nükleer enerjinin yeniden canlandırılması planlanmaktadır. Ayrıca, sanayinin desantralizasyonu ile nükleer enerji arasındaki ilişki gözlemlenmektedir. Kanada, İskandinav ülkeleri, Avrupa'nın Rusya'ya yakın kuzey bölgeleri ve Sibiry'a'nın iç kısımlarında, nükleer enerjiden elde edilen elektrik, sanayi tesislerinin yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Doğanay ve Coşkun, 2017).

Nükleer enerji santralleri, fosil yakıtlarla çalışan santrallere göre çok daha az yakıt kullanmakta, bu nedenle hammadde maliyetleri de oldukça düşüktür. Nükleer santrallerde kullanılan hammadde, hacimsel olarak çok az yer kaplamasına rağmen, son derece yüksek enerji üretimi sağlar (Doğanay ve Coşkun, 2017). Örneğin, dört ton kömürden elde edilen enerji, bir gram uranyumdan elde edilen enerjiye eşdeğerdir. Uranyum çok az miktarda kullanıldığından, yakıt maliyeti düşüktür (Tümertekin ve Özgüç, 2015). Bir ton uranyum, 16.000 ton kömür veya 80.000 varil petrolün yakılmasına eşdeğer 40 milyon kilovat saat elektrik üretebilir (Namli ve Namli, 2014). 1 kg kömürden 3 kWh, 1 kg petrolden 4 kWh elektrik enerjisi üretilirken, 1 kg uranyumdan 50.000 kWh elektrik enerjisi üretilmektedir (Temurçin ve Aliagaoglu, 2003).

Nükleer enerjinin yakıt maliyeti düşük olduğundan, bu enerji kaynağından elde edilen elektrik üretimi, elektrik fiyatlarında istikrar etkisi yaratma potansiyeline sahiptir. Nükleer enerji kaynaklarının etkin ve yaygın kullanımı, hidrokarbon bazlı enerji kaynaklarına olan talebi azaltacaktır. Dünyadaki uranyum ve toryum rezervlerinin gelişen teknolojilerle daha verimli kullanılabilmesi düşünüldüğünden, nükleer enerji açısından kaynak sıkıntısı yaşanmayacağı öngörülmektedir (TAEK, 2010).

Nükleer enerji kaynakları, özellikle elektrik üretimi alanında önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte, nükleer enerji, askeri, tıbbi, endüstriyel ve tarımsal uygulamalarda da geniş bir kullanım alanına sahiptir. Nükleer enerji, ülkelerin nükleer teknolojilerini geliştirmelerinin önemli bir faktörü olarak kabul edilmektedir. Nükleer teknoloji, bilimsel araştırmalarda, tarımda, hayvancılıkta, gıda güvenliğinde, sanayide, elektronik ve uzay teknolojilerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Nükleer teknoloji, endüstride büyük bir öneme sahiptir; sanayi makineleri, ürünlerdeki kusurlar ve çatlaklar

nükleer teknoloji kullanılarak tespit edilmekte, verimlilik arttırılmak için radyoaktif izleyicilerden yararlanılmaktadır. Nükleer teknoloji, birçok kademede çalışan uzmanı istihdam etmektedir. Tarım ve hayvancılıkta, nükleer teknoloji sayesinde, genetik yapısı değiştirilmiş ve hastalıklara karşı dayanıklı bitkilerin geliştirilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir (Harunoğulları, 2019).

Geleneksel yöntemlere alternatif olarak, ışınlama teknolojisiyle gıda koruma ve kalite iyileştirmeleri sağlanmaktadır. Nükleer teknoloji, tıpta da önemli bir yere sahiptir. Nükleer tıp, kanser gibi hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanılır, organların sağlıklı çalışıp çalışmadığı kolayca tespit edilebilir. Röntgen cihazları, nükleer teknoloji ile yaygın şekilde kullanılmaktadır (Akakçe ve Çam, 2019). Ayrıca, kanserli hücrelerin bulunduğu bölgelere radyasyon verilerek, kanserli hücrelerin yok edilmesi sağlanır ve kanserin yayılması engellenir. Küresel kentleşme ve sanayileşme ile tatlı su kaynaklarının kirlenmesi, belediye kanalizasyon çamurunun artışı gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Nükleer teknolojiler, endüstriyel atıkların, su atıklarının ve kanalizasyon çamurunun arıtılması konusunda önemli bir çözüm sunar. Bu çözümler, su kaynaklarının korunmasına, halk sağlığının iyileştirilmesine ve toprak koşullarının iyileştirilmesine yardımcı olabilir.

Endüstriyel tekstil atıklarının arıtılmasında ve tarımsal uygulamalarda biyolojik katkılar sağlamak için kanalizasyon çamurunun sanitasyonunda nükleer teknolojilerin etkinliği kanıtlanmıştır. Su sıkıntısının arttığı günümüzde, suyun yeniden kullanımı konusu daha da önem kazanmaktadır. Radyasyon teknolojileri, içilebilir su üretimi için en önemli tedavi yöntemlerinden biri olarak gelecekte öne çıkacaktır. Deniz ekosistemleri, dünya nüfusunun büyük bir kısmı için hayati bir gıda ve gelir kaynağıdır. Ancak bazı bölgelerde bu ekosistemler, zararlı alg patlamaları (HAB) nedeniyle tehdit altındadır.

Nükleer enerji, sera gazı salınımı yapmayan ve havayı kirletmeyen bir enerji kaynağı olduğu için, çevreye salınan karbonun sınırlandırılmasında önemli bir araçtır. Bu bağlamda, OECD ülkelerindeki nükleer santraller yılda 1.200 milyon ton CO<sub>2</sub> salınımını engellemektedir. Eğer mevcut nükleer santraller yerine modern fosil yakıtlı santraller kullanılsaydı, dünya enerji sektöründeki CO<sub>2</sub> salınımı %8 oranında artacaktır (TAEK, 2010). Nükleer enerjinin düşük karbon emisyonu göz önünde bulundurulduğunda, bu enerji kaynağı, dünya genelindeki sera gazı emisyonlarının %66'sını oluşturan elektrik üretiminde büyük bir rol oynamaktadır. Bu durum, nükleer enerjinin atmosferdeki sera gazı emisyonlarının ve iklim değişikliğinin yönetimi açısından önemli bir kaynak olduğunu göstermektedir (Zinkle ve Was, 2013). Ayrıca, hidrokarbon yakıt kullanan santrallerdeki sülfür ve azot oksitler gibi havayı kirleten gazların salınımı azalacak ve nükleer enerji kullanımı ile solunum yolu hastalıkları ve asidik yağmurların etkisi düşürülecektir (TAEK, 2010). Nükleer santrallerde üretilen katı atık miktarı, güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklarla aynı seviyededir. Ayrıca, nükleer santrallerin çevreye etkisi, fosil yakıtlara kıyasla çok daha düşük seviyededir (TAEK, 2010).

## 5. NÜKLEER ENERJİNİN DEZAVANTAJLARI

Nükleer santraller, pek çok ekonomik ve çevresel fayda sağlasa da, aynı zamanda ülkeler için potansiyel riskler ve tehlikeler barındırmaktadır. Öncelikle, radyoaktivite nedeniyle nükleer santraller, üretim öncesi, üretim süreci ve üretim sonrasında, nükleer atıkların yol açtığı tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadır. Nükleer atıklar, yıllar geçse bile zararlı etkilerinin %99'unu kaybetmezler. Kullanılmış nükleer yakıtın taşınması sırasında ve riskli atıkların nakliyesi sırasında ortaya çıkabilecek tehlikeler söz konusu olabilir. Ayrıca, harcanan yakıtın geri dönüştürülmesi pahalı bir süreç olup, bununla birlikte nükleer hırsızlık ve terör saldırıları gibi riskler de taşımaktadır (Namli ve Namli, 2014). Elektrik enerjisi üretmek amacıyla kurulan nükleer santraller, yalnızca belirli coğrafi özelliklere sahip alanlarda kurulabilmektedir (Doğanay ve Coşkun, 2017). Nükleer santraller, mevzuat ve yönetmeliklere uygun bir şekilde hareket edilmediğinde, yer seçimi sürecinden başlayarak dikkatlice izlenmedikleri takdirde büyük tehlikeler oluşturabilirler (Namli ve Namli, 2014).

Nükleer enerji üretimi sırasında oluşan radyoaktivite, kazara serbest bırakıldığında insan sağlığı ve çevre üzerinde çok ciddi zararlar verebilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle, nükleer enerjinin kullanımında yüksek güvenlik önlemleri alınması zorunludur. Nükleer güvenlik önlemlerinin temel amacı, radyoaktivitenin yayılması veya serbest bırakılması durumunda, büyük zararlar vermeden kontrollü bir şekilde müdahale etmektir. Ne kadar kurumlar denetim altında olsa da, operatörlerin etkin yönetimiyle bile bu enerji kaynağı bir dereceye kadar risk taşıyabilir.

Bugün, nükleer santraller yüksek güvenlik standartlarına sahip olsa da hala çok riskli bir enerji kaynağıdır. Nükleer santrallerde üretilen radyoaktif atıklar, silah yapımında da kullanılabilirdiğinden, bu teknolojinin yaygın kullanımı, nükleer silahların artmasına yol açmaktadır (Üçgül ve Elibüyük, 2016).

## 6. SONUÇ

Nükleer enerji, yalnızca enerji yapısında değil, aynı zamanda küresel ekonomi ve politikada da büyük bir etkiye sahiptir. Dünya çapında ülkeler, şu anda nükleer enerji geliştirme konusunda farklı görüşlere sahip olsa da, nükleer enerjinin kullanımı enerji güvenliğine ve küresel ısınmanın azaltılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Günümüzde nükleer enerji teknolojileri daha da geliştirilmiş olup, uygulama alanı sadece elektrik üretimiyle sınırlı kalmamaktadır. Endüstri, tarım, tıp, çevre koruma ve daha birçok alanda nükleer enerji giderek daha etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Mevcut enerji üretim teknolojilerinin sürdürülebilirliklerinin yetersiz olduğu gözlemlenmiş ve bu durum, hem fırsatlar hem de zorluklar yaratmaktadır. Nükleer enerjinin sürdürülebilirliği, bu enerji kaynağının enerji arzındaki yerini ve önemini ortaya koymaktadır. Nükleer enerji, sermaye yoğun ve merkezileşmiş bir teknoloji olarak uzun vadede yüksek performans sağlayan bir seçenek olarak öngörülmektedir. Aynı zamanda, uluslararası piyasalarda yüksek dalgalanmalara sahip olan petrol ve gaz fiyatları göz önüne alındığında, nükleer enerji iklim politikalarına ve enerji güvenliğine önemli katkılar sunabilmektedir.

Nükleer santrallerin ürettiği elektriğin maliyeti, diğer hidrolik santraller gibi tesislerden elde edilen elektrikle kıyaslandığında daha düşük seviyelerde kalmaktadır. Nükleer santrallerde kullanılan yakıtlar tekrar kullanılabilir ve bu sayede kullanılmış yakıtlar, işlenerek faydalı ürünler ayrıştırılabilir ve yeniden yakıt olarak kullanılabilir. Nükleer enerji, atmosferdeki CO2 salınımı bakımından çevreye duyarlı bir kaynaktır; kömür, petrol ve doğal gaz gibi yakıtlardan elde edilen enerji üretiminde olduğu gibi kirleticiler içermez. Bu nedenle, küresel ısınmaya katkı yapmayan nükleer enerji, bu etkilerin yavaşlatılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Elektrik üretiminde ilk sırada yer alan nükleer santrallere sahip olan ülkelerin çoğu, uluslararası ilişkilerde güçlü ülkelerdir. Bu ülkeler arasında bir anlaşmazlık durumunda, yalnızca bu ülkeleri değil, tüm dünyayı olumsuz şekilde etkileyebilecek büyük çaplı yıkımlar meydana gelebilir. Bu tür yıkıcı etkiler, sadece ilgili ülkelerle sınırlı kalmaz; tüm dünyayı büyük oranda olumsuz etkiler. Bu nedenle, nükleer enerji ve teknolojisi, böyle durumlardan kaçınmak için güçlü bir etkiye sahip olmalıdır.

SMR'lar (Küçük Modüler Reaktörler), araştırma ve geliştirme aşamasındadır ve 2020'lerin sonlarına doğru pazara sunulması beklenmektedir. Bu teknoloji, geleneksel inşaat sektörlerinin düşük verimlilikle mücadele ettiği ülkelerde, maliyetleri önemli ölçüde azaltabilen, fabrikalarda ve tersanelerde yapılan imalatla standartlaştırılmış tesislerin seri üretimini mümkün kılmaktadır. Bu nedenle, SMR'lar özellikle gelişmekte olan pazarlar için uygun bir seçenek oluşturmaktadır. Ayrıca, modüler reaktörler, daha küçük baz yük üretim sistemine ihtiyaç duyan ve büyük sermaye yoğun reaktörleri finanse etmekte veya desteklemekte sınırlı mali alana sahip ülkeler için daha uygun olacaktır. Dünya genelinde nükleer santral teknolojisinin bu sebeple SMR teknolojisinin dağıtım potansiyeli, daha büyük, karmaşık veya maliyetli yeni nesil nükleer reaktörlerden önce değerlendirilerek öncelik verilmektedir.

Nükleer reaktörler, enerji talebine göre ayarlanabilen sağlam enerji kaynakları sağlar. Bazı yenilenebilir enerji kaynakları, örneğin rüzgar ve güneş, hava durumu ve günün saatine bağlı olarak değişkenlik gösteren enerji kaynaklarıdır. SMR'lar, yenilenebilir kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasına yardımcı olacak şekilde birleştirilebilir. Bu özellikler, SMR'lari temiz enerji geçişinde kritik bir rol oynamaya aday kılmaktadır. Ayrıca, bu teknoloji, ülkelerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni (SDG'ler) gerçekleştirmelerine yardımcı olabilir. Enerjiye evrensel erişim hedefine ulaşma çabaları, özellikle uzak ve kırsal bölgelerde hala belirgin boşluklar barındırmakta ve bu boşlukları doldurmak için artan yenilenebilir enerji kullanımı ve SMR'ların tanıtımı büyük bir potansiyel sunmaktadır.

SMR'lar, soğutma suyuna ihtiyaç duymamaları nedeniyle dağlık, ulaşımı zor kırsal bölgelerde kullanım açısından büyük bir avantaj sağlar. Bu, gelişmekte olan ülkelerin emisyonuz bir santral kullanma gereksinimlerini karşılamak için ideal bir çözüm olabilir.

## KAYNAKÇA

Kaya, İ. S. (2012). Nükleer enerji dünyasında çevre ve insan. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 71-90.

HARUNOĞULLARI, M. (2019). Nükleer enerji ve geleceği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 17(1), 110-145.

İşeri, E., & Cem, Ö. Z. E. N. (2012). TÜRKİYE'DE SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI KAPSAMINDA NÜKLEER ENERJİNİN KONUMU. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (47).

Temurçin, K., & Aliğaoğlu, A. (2003). Nükleer Enerji Ve Tartışmalar Işığında Türkiye'de Nükleer Enerji Gerçeği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(2), 25-39.

COŞKUN, O., & Doğanay, H. (2017). Enerji Kaynakları. *Pegem Akademi Yayınları*.

Topal-Namlı, Hanife, and Suat Sean Namlı,(2014) "Türkiye'de nükleer enerji: Artıları ve eksileri." *2014 WEI Uluslararası Akademik Konferans Bildiri Kitabı* .

Özkan, C.; Kaya, A.; Akgül, Y. (2012). Normal values of haematological and some biochemical parameters in serum and urine of New Zealand White rabbits. *World Rabbit Science*. 20(4):253-259. doi:10.4995/wrs.2012.1229

E İşeri, Ö Cem,(2012) - İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi

ZINKLE, Steven J.; WAS, GS,(2013) Materials'ın nükleer enerjideki zorlukları. *Acta Materialia* , 61.3: 735-758.

ÜÇGÜL, İbrahim; ELİBÜYÜK, Ufuk,(2017 ) Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji Jeopolitiği. *anka e-dergi*,

Akakçe N Çam F Bir Gıda Koruma Yöntemi: Işınlama, Çukurova J. Agric. Food Sci. 34(2): 207-221, 2019

Harunoğulları, M. (2019). Nükleer Enerji ve Geleceği, *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 17(1), 110-145, doi: 10.33688/aucbd.554906

<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021> (Erişim tarihi: 15.10.2024)

ENGİN, N, (2013), Nükleer Enerji Gelecekteki Enerji İhtiyacına Çözüm Olabilir Mi?, *Marmara Coğrafya Dergisi* Sayı: 27, S. 575-591  
Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 29 ISBN: 978-605-2249-28-4

## BİOCHAR: GIDA GÜVENLİĞİ VE İKLİM DİRENCİ İÇİN YENİLİKÇİ BİR ÇÖZÜM

**Nur Didem KEŞER**

Çukurova Üniversitesi

d.keser22@gmail.com - 0000-0002-4903-6333

**Prof. Dr. Zeynep ZAIMOĞLU**

Çukurova Üniversitesi

zeynepzaimoglu6@gmail.com - 0000-0002-9573-4781

### ÖZET

Biochar, biyokütlenin karbonca zengin bir yapıya dönüştürülmesiyle elde edilmekte ve toprak sağlığını iyileştirici özellikleriyle hem tarımsal sürdürülebilirliğe hem de çevresel korumaya katkı sağlamaktadır. Karbon tutma kapasitesi sayesinde atmosferik karbondioksit seviyelerinin düşürülmesine katkıda bulunan biochar, aynı zamanda metan ve azot oksit gibi sera gazlarının emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Gözenekli yapısı, toprağın su tutma kapasitesini artırırken, besin maddelerinin daha etkin kullanılmasını sağlayarak bitki gelişimini desteklemektedir. Ayrıca, düşük verimli veya bozulmuş topraklarda ürün verimliliğini artırması, küçük ölçekli çiftçilerin iklim değişikliğiyle mücadele kapasitesini yükseltmektedir. Enerji üretimi sırasında ortaya çıkan bio-yağ ve gaz gibi yan ürünler, yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüştürülerek döngüsel ekonomi için ek fırsatlar yaratmaktadır. Bu bağlamda, farklı tarımsal uygulamalar, toprak türleri ve iklim koşullarındaki uzun vadeli etkiler incelenerek, biochar'ın çevresel sürdürülebilirliğe ve gıda güvenliğine olan katkılarının kapsamlı bir şekilde ortaya konması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biochar, Karbondioksit, Sera gazları, İklim değişikliği

### 1. GİRİŞ

Biyokömür, organik maddenin pirolizinden üretilen karbon açısından zengin bir malzemedir ve gıda güvenliğini ve iklim dayanıklılığını artırma potansiyeliyle tanınır. Kökeni eski tarım uygulamalarına, özellikle Amazon Havzası'ndaki terra preta'nın yaratılmasına dayanan biyokömür, toprak verimliliğini ve tarımsal üretkenliği artırmak için 2.500 yıldan uzun süredir kullanılmaktadır. [ 1 ][ 2 ] Son yıllarda, karbon tutma, toprak sağlığını iyileştirme ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltma kapasitesiyle gıda üretimi ve çevresel bozulmayla ilgili kritik küresel zorlukların üstesinden gelinmesine yardımcı olan sürdürülebilir bir tarım aracı olarak biyokömüre olan ilgi yeniden canlanıyor. [ 3 ][ 4 ]

Biyokömür üretimi, biyokütlenin düşük oksijen koşullarında ısıtılmasıyla gerçekleşir ve bu sayede toprakta yüzyıllarca kalabilen kararlı bir karbon formu elde edilir ve böylece ayrışan organik maddelerden kaynaklanan sera gazı emisyonları etkili bir şekilde azaltılır.[ 5 ][ 6 ]

Uygulamaları toprak iyileştirmenin ötesine geçerek karbon tutma, su kalitesini artırma ve kirlilik yönetimi gibi alanlardaki rolleri de kapsayarak, hem tarımsal hem de çevresel bağlamlarda çok yönlü bir çözüm olarak çok yönlülüğünü ortaya koymaktadır. [ 7 ][ 8 ]

Çok sayıda araştırma, biyokömürün topraklarda besin maddesi tutulumunu ve su tutma kapasitesini iyileştirme yeteneğini vurgulayarak, özellikle besin maddesi bakımından fakir koşullarla karşı karşıya olan bölgelerde ürün verimi ve tarımsal sürdürülebilirliğe önemli faydalar sağladığını ortaya koymuştur. [ 9 ][ 10 ] Biyokömürün benimsenmesi, sağladığı faydaların yanı sıra ekonomik uygulanabilirlik, hammadde ve üretim yöntemlerine bağlı biyokömür özelliklerindeki değişkenlik ve kirleticilerle ilgili potansiyel çevresel endişeler de dâhil olmak üzere çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. [ 11 ][ 12 ] Ayrıca, yönetim sorunları ve destekleyici politikalara duyulan ihtiyaç, yaygın uygulamayı engellemekte ve biyokömürün etkinliğini ve ölçeklenebilirliğini optimize etmek için daha fazla araştırma ve yatırım yapılmasını gerektirmektedir. [ 13 ][ 14 ] Devam eden yasal çalışmalar ve toplum girişimleri, biyokömürün iklim dayanıklılığını ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etmedeki rolünün giderek daha fazla kabul gördüğünü yansıtıyor ve onu küresel gıda güvenliğinin sağlanmasında yenilikçi bir çözüm olarak konumlandırıyor. [ 15 ]



**Görsel 1.** Biochar, 2023

## 1.Biyokömürün Tarihçesi



Biyokömür, kökenleri antik tarım uygulamalarına dayanan 2.500 yılı aşkın zengin ve karmaşık bir tarihe sahiptir. Biyokömür kullanımına dair en eski kanıtlar, yerli halkların tarlalarına kasıtlı olarak kömür ekleyerek terra preta (veya "kara toprak") olarak bilinen bir tür verimli toprak yarattığı Amazon Havzası'na kadar uzanmaktadır. Bu yöntem, çukurlarda odun yakıp kömür üretmek için üzerini örtmeyi içeriyordu, daha sonra bu kömür, mutfak artıkları ve kemikler gibi organik atıklarla karıştırılıyordu ve yüzyıllardır verimli kalan besin açısından zengin bir toprak elde ediliyordu. [ 1 ][ 2 ][ 3 ] Tarımda biyokömür kullanımı Amazon ile sınırlı değildir. Tarihsel kayıtlar, benzer uygulamaların Batı Afrika'nın bazı bölgelerinde, toplulukların toprak verimliliğini artırmak için kömür kullandığı yerlerde uygulandığını göstermektedir. Bu eski teknikler, özellikle toprak kalitesinin düşük olduğu bölgelerde, tarımsal üretkenliğin iyileştirilmesine olanak sağlamıştır.[ 1 ][ 4 ] Biyokömürün faydaları, zamanla istikrarlı karbon açısından zengin toprak birikintileri üreten "kes ve yak" tarım yönteminin ortaya çıktığı dönemde bile fark edilmiştir. [ 4 ][ 5 ]. Biyokömürün özellikleri ve faydaları üzerine araştırmalar, bilim insanlarının sürdürülebilir tarım ve çevre yönetimindeki potansiyel rolünü keşfetmeye başlamasıyla 20. yüzyılın sonlarında ivme kazandı. Uluslararası Biyokömür Girişimi (IBI), biyokömürü düşük oksijen koşullarında biyokütlenin karbonizasyonundan elde edilen katı bir malzeme olarak tanımlıyor; bu, toprak sağlığını iyileştirirken karbon içeriğini koruyan bir işlemdir[ 6 ][ 2 ]

Biyokömüre olan hayranlık, modern tarım yöntemlerinin giderek sürdürülebilirliğe ve sentetik girdilere olan bağımlılığı azaltmaya odaklanmasıyla birlikte, bu eski uygulamalara olan ilginin yeniden canlanmasına yol açtı.[ 4 ][ 6 ]

## **2.Biyokömür Üretimi**

Biyokömür, organik maddelerin pirolizi yoluyla üretilir; bu işlem, biyokütlenin oksijensiz bir ortamda, genellikle 350°C ile 700°C arasında değişen yüksek sıcaklıklarda ısıtılmasını içerir. [ 7 ][ 8 ]. Bu termal ayrışma, çeşitli tarımsal ve çevresel amaçlar için kullanılabilen karbon açısından zengin bir malzemeyle sonuçlanır. Biyokömür için hammadde, tarımsal kalıntılar (pirinç kabuğu ve mısır sapları gibi), tarımsal ormancılık yan ürünleri (ağaç kabuğu ve odun yongaları gibi), hayvancılık atıkları (hayvan gübresi dahil) ve hatta kentsel organik atıklar (kanalizasyon ve biyolojik katılar gibi) dahil olmak üzere çeşitli olabilir.[ 7 ][ 4 ]

### **2.1.Piroliz Yöntemleri**

Biyokömür üretimi esas olarak farklı piroliz yöntemlerine göre kategorize edilir, yavaş piroliz endüstriyel uygulamalar için en yaygın olanıdır. Bu yöntem, gaz ve sıvı yan ürünlerini en aza indirirken biyokömür verimini en üst düzeye çıkaran uzun süreli ısıya maruz kalmayı içerir [ 7 ] Gazlaştırma ve torrefikasyon gibi alternatif yöntemler de mevcuttur, ancak bunlar genellikle biyokömüre ek olarak gazlar ve yağlar da dahil olmak üzere farklı çıktılar üretir.[ 8 ]

### **2.2.Hammadde Seçimi**

Kullanılan hammadde türü, elde edilen biyokömürün özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Düşük nem içeriği ve yüksek lignin seviyeleri ile karakterize edilen yüksek kaliteli hammaddeler, toprak iyileştirmeleri için istenen özelliklere sahip biyokömür üretmek için idealdir. [ 9 ] Kirlenmiş veya düşük kaliteli hammaddeler, nihai ürüne toksin sokabilir ve bu da toprak

sağlığını ve ürün büyümesini olumsuz etkileyebilir.[ 9 ] Dahası, çalışmalar, değişen piroliz sıcaklıklarının biyokömürün besin içeriğini değiştirebileceğini, daha yüksek sıcaklıkların genellikle azot ve fosfor bulunabilirliğinde azalmaya yol açabileceğini göstermiştir.[ 10 ]

### **2.3Biyokömür Üretiminde Yenilikler**

Biyokömür üretim tekniklerinde son zamanlarda kendini idame ettiren piroliz reaktörlerinin geliştirilmesi gibi gelişmeler ortaya çıkmıştır. Bu sistemler, piroliz sırasında üretilen gazları verimli bir şekilde kullanarak sürekli işleme için gerekli ısıyı üretir ve böylece harici enerji gereksinimlerini azaltır[ 11 ]

Yenilikçi üretim yöntemleri yalnızca verimliliği artırmak için değil, aynı zamanda kanalizasyon gibi sorunlu atık kaynakları da dahil olmak üzere biyokömüre dönüştürülebilir hammadde yelpazesini genişletmek için de araştırılıyor.[ 8 ]

### **3.Biyokömür Uygulamaları**

Biyokömür, çeşitli tarımsal ve çevresel zorlukların ele alınmasında çok yönlü bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Uygulamaları, toprak sağlığını iyileştirmekten iklim değişikliğini azaltmaya ve su kalitesini iyileştirmeye kadar uzanmaktadır.

#### **3.1.Toprak İyileştirme**

Biyokömürün birincil uygulamalarından biri toprak iyileştiricisidir. Biyokömür, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini önemli ölçüde iyileştirerek besin ve su tutulmasını iyileştirir. Bu iyileştirme, daha iyi toprak ekolojik işleyişini ve tarımsal verimliliği teşvik eder. [ 12 ][ 7 ] Biyokömür kompozitlerinden azotun kademeli olarak salınması, bitki azot gereksinimleriyle iyi bir şekilde uyumludur ve üre-biyokömür kompozitleriyle işlendiğinde pirinçte %73'e kadar daha yüksek azot emilimini gösteren çalışmalarda gösterildiği gibi, azot alımında artış ve minimum kayıplarla sonuçlanır.[ 12 ]

#### **3.2.Karbon Tutulması**

Biyokömür, insan kaynaklı iklim değişikliğini azaltmak için önemli bir strateji olan karbon sekestrasyonunda önemli bir rol oynar. Tarımsal kalıntıların piroliz yoluyla biyokömüre dönüştürülmesiyle karbon yakalanır ve toprakta yüzlerce ila binlerce yıl kalabilen kararlı bir formda depolanır.[ 12 ][ 7 ]. Bu süreç yalnızca atmosferdeki CO2 konsantrasyonlarını azaltmakla kalmıyor, aynı zamanda toprak karbon depolamasını iyileştirerek fosil yakıt kullanımına bir alternatif sağlıyor.[ 12 ]

#### **3.3.Kirlilik Yönetimi**

Biyokömür ayrıca, özellikle kirlenmiş atık suların arıtılması ve kirleticilerin topraktan uzaklaştırılması olmak üzere çevresel iyileştirmedeki potansiyeli nedeniyle de dikkat çekmektedir. İyileştirilmiş gözeneklilik ve yüzey alanına sahip tasarlanmış biyokömür, ağır metalleri ve organik kirleticileri etkili bir şekilde emebilir ve bu da onu su arıtımı için değerli bir kaynak haline getirir[ 7 ][ 10 ]. Örneğin, Hindistan cevizi kabuklarından elde edilen

biyokömür, sudaki kurşun kirliliğini azaltmada önemli bir etkinlik göstermiştir ve bu da bir iyileştirme malzemesi olarak çok yönlülüğünü vurgulamaktadır.[ 7 ]

### **3.4.Diğer Değişikliklerle Sinerjik Kullanım**

Biyokömürün gübre ve kompost gibi diğer organik gübrelerle bütünleştirilmesi, faydalarını daha da artırabilir. Farklı karbon kaynakları toprağa kirleticiler katabilirken, doğru kullanıldıklarında, genel toprak sağlığını ve verimliliğini iyileştirmek için birbirlerini tamamlayabilirler.[ 7 ] Bu sinerjik yaklaşım, tarımsal girdilerden kaynaklanan olası olumsuz etkileri en aza indirirken besin maddesi bulunabilirliğini optimize etmeye yardımcı olabilir.[ 12 ]

## **4.Biyokömürün Faydaları**

Biyokömür, özellikle tarım ve iklim değişikliğinin azaltılması alanlarında çeşitli küresel zorluklara yönelik çok yönlü bir çözüm olarak dikkat çekmiştir. Faydaları arasında gelişmiş toprak sağlığı, karbon tutulması, iyileştirilmiş su tutulması ve artan ürün verimi yer alır ve bu da onu sürdürülebilir tarım uygulamalarının hayati bir bileşeni haline getirir.

### **4.1.Toprak Sağlığının İyileştirilmesi**

Biyokömürün temel avantajlarından biri, toprak sağlığını iyileştirme yeteneğidir. Biyokömür, toprak organik maddesini artırarak, tarımsal üretkenliğin sürdürülmesi için hayati önem taşıyan toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik bütünlüğüne katkıda bulunur[ 12 ][ 1 ]

Biyokömür uygulaması toprak yapısını iyileştirir, besin maddelerinin tutulmasını destekler ve mikrobiyal aktivite için elverişli bir ortam yaratır.[ 7 ]

Bu, büyüyen küresel nüfus için güvenli ve besleyici gıda üretmek için gerekli olan toprak verimliliğinin artmasıyla sonuçlanır.[ 12 ]

### **4.2.Karbon Tutulması**

Biyokömür, iklim değişikliğiyle mücadele için hayati önem taşıyan karbon sekestrasyonunda önemli bir rol oynar. Biyokömür üretme süreci, aksi takdirde organik maddelerin ayrışmasıyla atmosfere salınacak olan karbondioksiti (CO<sub>2</sub>) yakalar. Bu karbonu binlerce yıl boyunca toprakta depolayarak, biyokömür yılda bir milyar tona kadar karbonu potansiyel olarak sekestrasyon edebilir[ 9 ][ 7 ] Bu uzun vadeli karbon depolama, sera gazı emisyonlarını azaltır ve böylece genel küresel ısınma potansiyelini düşürür.[ 9 ][ 7 ]

### **4.3.Su Tutma ve Kirliliğin Azaltılması**

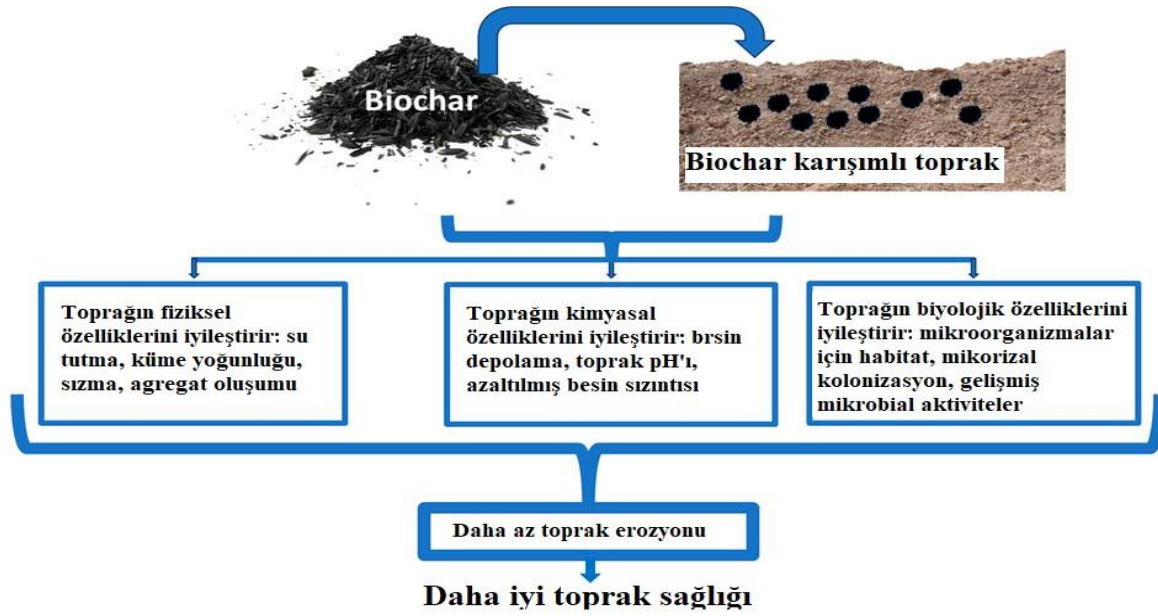
Biyokömür, toprak sağlığı üzerindeki etkilerinin yanı sıra, özellikle kuraklığa eğilimli bölgelerde faydalı olan topraktaki su tutulmasını da iyileştirir[ 9 ]. Sünger benzeri yapısı nemi hapsederek bitkilerin suya daha etkili bir şekilde ulaşmasını sağlar. Ayrıca, biyokömür zararlı kimyasalları emerek ve bunların akiferlere göçünü önleyerek yeraltı suyu kirliliğine karşı bir bariyer görevi görür.[ 1 ]

Bu fonksiyon sadece su kalitesini korumakla kalmıyor, aynı zamanda temiz su kaynaklarına dayanan su ekosistemlerini de destekliyor.

#### 4.4.Ekonomik Faydalar

Biyokömür uygulamasının ekonomik etkileri de dikkate değerdir. Ürün verimini artırarak ve kimyasal gübre ihtiyacını azaltarak, biyokömür çiftçiler için daha yüksek karlılığa yol açabilir [ 9 ] [ 13 ] Ayrıca, su filtrasyonu ve atık yönetimiyle ilişkili maliyetleri düşürerek sürdürülebilir tarım uygulamaları için cazip bir seçenek haline getirir. [ 9 ]

Sayırsız faydasına rağmen, biyokömürün etkinliğinin türüne ve uygulama yöntemine göre değişebileceğini ve kullanımını optimize etmek için daha fazla araştırma yapılmasını gerektirdiğini kabul etmek önemlidir. [ 7 ]



Görsel 2. Biochar ve toprak etkileşimleri, 2024

#### 5.Zorluklar ve Sınırlamalar

Biyokömürün tarımsal uygulamalarda kullanımı, etkinliğini ve sürdürülebilirliğini optimize etmek için ele alınması gereken çeşitli zorluklar ve sınırlamalar sunmaktadır.

##### 5.1.Çevresel Endişeler

Biyokömürün tarımsal sistemlere entegrasyonu, potansiyel çevresel etkileri de dikkate alınmalıdır. Çeşitli karbon kaynaklarının tanıtılması, kullanılan hammaddeye bağlı olarak pestisitler ve ağır metaller gibi kirleticilerin birikmesine yol açabilir. [ 7 ]

Bu durum, özellikle organik tarım sistemlerinde endişe vericidir; çünkü bu tür maddelerin uzun vadede birikmesi toprak verimliliğini ve mikrobiyal çeşitliliği olumsuz yönde etkileyerek insan sağlığını etkileyebilir. [ 7 ]

##### 5.2.Ekonomik uygulanabilirlik

Biyokömür kullanımını çevreleyen temel endişelerden biri ekonomik uygulanabilirliğidir. Biyokömür üretimi ve uygulamasıyla ilişkili ilk maliyetler önemli olabilir, yüksek gelirli

ülkelerde ton başına 325 ila 550 ABD Doları arasında değişebilirken, İngiltere ve ABD gibi belirli bölgelerde maliyetler ton başına 5000 ABD Doları'na kadar çıkabilir[ 12 ]

Avustralya'da maliyetler ton başına 800 ABD dolarına kadar çıkabiliyor ve bu da çiftçiler için yatırımı önemli hale getiriyor, özellikle de uygulamaların genellikle birden fazla sezon boyunca hektar başına 20 ila 100 ton arasında bir miktar gerektirdiği düşünülürken.[ 12 ]

Toprak verimliliğinin artması ve ürün verimliliğinin artması gibi uzun vadeli faydalar bu ön harcamaları aşıya da, ekonomik engeller yaygın bir şekilde benimsenmesinin önünde önemli bir sınırlama olmaya devam ediyor.[ 12 ]

### **5.3.Biyokömür Özelliklerindeki Değişkenlik**

Biyokömürün özellikleri kullanılan hammaddeye ve uygulanan üretim yöntemine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilir. Bu değişkenlik, topraktaki performansını etkileyebilir ve bu da çeşitli toprak ve iklim koşulları altında geçerli öneriler oluşturmak için uzun vadeli saha denemeleri yapmayı gerekli kılar.[ 14 ][ 6 ]

Mevcut bilgi birikimi, esas olarak laboratuvar veya sera ortamlarında yürütülen küçük ölçekli çalışmalardan kaynaklanmaktadır ve bu durum, biyokömürün gerçek dünyadaki tarımsal ortamlardaki uzun vadeli etkilerinin anlaşılmasında bir boşluğa yol açmaktadır.[ 6 ][ 15 ]

### **5.4.Yönetim ve Politika Engelleri**

Bir diğer zorluk ise, biyokömür uygulamalarının benimsenmesini engelleyebilecek politika ve izin çerçeveleri de dahil olmak üzere yönetim sorunlarında yatmaktadır. Ekonomik zorluklar, teknolojik engeller ve daha fazla araştırma ve bilimin daha iyi yayılmasına yönelik acil ihtiyaçla ilgili önemli engeller bulunmaktadır[ 15 ]

Bu engelleri hafifletmek için belirli stratejilerin ana hatlarını belirlemek üzere iş birliği çabaları başlatıldı ve proaktif politikaların geliştirilmesi ve biyokömür piyasalarının istikrarının sağlanması vurgulandı.[ 15 ]

## **6.Tarımda Biyokömür**

### **6.1.Mahsul Verimi Üzerindeki Etki**

Çeşitli tarımsal koşullarda biyokömürün ürün büyümesi ve verimi üzerindeki olumlu etkileri çok sayıda çalışmayla gösterilmiştir. Örneğin, Güney Etiyopya'da yürütülen araştırmalar, biyokömürün uygulanmasının asidik topraklarda bahçe bezelyelerinin (*Pisum sativum* L.) büyümesini önemli ölçüde artırdığını, toprak sağlığının ve ürün verimliliğinin iyileştirilmesine katkıda bulunduğunu göstermiştir.[ 16 ]

Benzer şekilde, yaygın fasulye mahsulleri üzerinde yapılan bir çalışma, biyokömür gübrelemesinin verimi artırdığını ve besin açısından fakir topraklarda sürdürülebilir bir iyileştirme potansiyelini vurguladığını göstermiştir.[ 16 ]

Nepal'de yapılan başka bir araştırma, biyokömürün orta derecede asidik düşük girdili topraklarda besin stresini hafifleterek mısır büyümesini iyileştirdiğini ve zorlu ortamlarda gıda güvenliğini artırmadaki rolü vurgulanmıştır.[ 16 ]

## 6.2.Çevresel Faydalar

Biyokömürün faydası, tarımsal üretkenliğin ötesine geçerek önemli çevresel faydaları da kapsar. Yeşil altyapıyı içeren işbirlikçi bir projede, çiftçiler için pazar fırsatlarını teşvik ederken besin akışını azaltmak için özel biyokömürler kullanıldı .[ 17 ]

Bu ikili yaklaşım yalnızca tarımsal kirliliği ele almakla kalmaz, aynı zamanda biyokömürü çevresel adalet aracı olarak sergileyerek toplumsal ekonomik kalkınmayı da destekler. Biyokömürün uygulanması, karbonu hapsedme yeteneğiyle tanınmıştır, böylece iklim değişikliğini hafifletmede kritik bir rol oynarken aynı zamanda toprak verimliliğini ve dayanıklılığını da iyileştirir.[ 8 ][ 11 ]

## 6.3.Toprak Erozyonunun Azaltılması

Toprak erozyonu, özellikle Sahra Altı Afrika ve Asya'nın bazı bölgelerinde tarımsal üretkenliği etkileyen küresel bir sorundur. Biyokömür uygulaması, toprak bozulmasıyla mücadele için umut verici bir strateji olarak ortaya çıkmıştır. Örneğin, çalışmalar biyokömür iyileştirmelerinin toprak yapısını iyileştirebileceğini ve erozyona duyarlılığı azaltabileceğini, böylece erozyondan ciddi şekilde etkilenen bölgelerdeki tarımsal çıktıları iyileştirebileceğini göstermiştir.[ 10 ][ 18 ]

Çin'de, ormansızlaşma ve yoğun çiftçiliğin toprak bozulmasına yol açan etkilerini tersine çevirmenin bir yolu olarak biyokömürü toprak yönetimi uygulamalarına entegre etme çabaları araştırılıyor.[ 10 ]

## 6.4.Yasama Desteği ve Araştırma Girişimleri

Biyokömürün faydalarının giderek daha fazla tanınması, çeşitli bölgelerde iki partili destek kazanmış ve biyokömür araştırmalarını finanse etmeyi ve sürdürülebilir uygulamalarda kullanımını teşvik etmeyi amaçlayan yasama çabalarına yol açmıştır. Dikkat çekici bir örnek, biyokömür araştırmalarını desteklemeyi amaçlayan ve biyokömürün iklim dayanıklılığı ve tarımsal sürdürülebilirlik için önemi konusunda artan bir fikir birliğini yansıtan Mart 2023'te ABD Kongresi'ne sunulan bir yasa tasarısıdır. [ 19 ] Bu yasal düzenleme hamlesinin, biyokömür üretimini ve uygulamasını geliştiren en iyi uygulamaların ve standartların geliştirilmesini kolaylaştırması ve sürdürülebilir tarım ve çevre yönetiminin kritik bir bileşeni olarak rolünü daha da sağlamlaştırması bekleniyor.

## KAYNAKÇA

- [1] <https://www.gardeningchannel.com/ultimate-guide-biochar/> (Erişim Tarihi:15.11.2024)
- [2] <https://www.ruralsprout.com/make-biochar/> (Erişim Tarihi:17.11.2024)
- [3] <https://biochar-us.org/biochar-production> (Erişim Tarihi:13.11.2024)
- [4] Mylavarapu, R., Nair, V., & Morgan, K. (2013). An Introduction to Biochars and Their Uses in Agriculture: SL383/SS585, 8/2013. EDIS, 2013(8). <https://doi.org/10.32473/edis-ss585-2013>
- [5] <https://attra.ncat.org/publication/biochar-and-sustainable-agriculture/> (Erişim Tarihi:15.11.2024)
- [6] Nair VD, Nair PKR, Dari B, Freitas AM, Chatterjee N and Pinheiro FM (2017) Biochar in the Agroecosystem–Climate-Change–Sustainability Nexus. *Front. Plant Sci.* 8:2051. doi: 10.3389/fpls.2017.02051
- [7] Nepal J, Ahmad W, Munsif F, Khan A and Zou Z (2023) Advances and prospects of biochar in improving soil fertility, biochemical quality, and environmental applications. *Front. Environ. Sci.* 11:1114752. doi: 10.3389/fenvs.2023.1114752
- [8] <https://www.rit.edu/sustainabilityinstitute/blog/what-biochar-and-how-it-made> (Erişim Tarihi:18.11.2024)
- [9] <https://regenerationinternational.org/2018/05/16/what-is-biochar/> (Erişim Tarihi:9.11.2024)
- [10] Sharma P (2024) Biochar application for sustainable soil erosion control: a review of current research and future perspectives. *Front. Environ. Sci.* 12:1373287. doi: 10.3389/fenvs.2024.1373287
- [11] <https://www.greyb.com/blog/innovations-in-biochar-carbon-removal/> (Erişim Tarihi:5.11.2024)
- [12] Pandian K, Vijayakumar S, Mustaffa MRAF, Subramanian P and Chitraputhirapillai S (2024) Biochar – a sustainable soil conditioner for improving soil health, crop production and environment under changing climate: a review. *Front. Soil Sci.* 4:1376159. doi: 10.3389/fsoil.2024.1376159
- [13] Bertrand S, Roberts A.S, Walker E, Biochar and Compost for Climate Change Adaptation and Mitigation (2022) Environmental and Energy Study Institute
- [14] Premalatha RP, Poorna Bindu J, Nivetha E, Malarvizhi P, Manorama K, Parameswari E and Davamani V (2023) A review on biochar's effect on soil properties and crop growth. *Front. Energy Res.* 11:1092637. doi: 10.3389/fenrg.2023.1092637
- [15] Pierson, Derek; Anderson, Nathaniel; Brewen, Jessica; Clark, Nehalem; Hardy, Margaret C.; McCollum, Daniel; McCormick, Frank H.; Morisette, Jeffrey; Nicosia, Timothy; Page-Dumroese, Deborah; Rodriguez-Franco, Carlos; Tirocke, Joanne. 2024. Beyond the basics: A perspective on barriers and opportunities for scaling up biochar production from forest slash. *Biochar.* 6:1.

[16] S. Babu, R. Singh, S. Kumar, S. S. Rathore, D. Yadav, S. K. Yadav, V. Yadav, M. A. Ansari, A. Das, G. A. Rajanna, O. A. Wani, R. Raj, D. K. Yadav and V. K. Singh, Environ. Sci.: Adv., 2023, 2, 1042 DOI: 10.1039/D2VA00324D

[17]<https://insideclimatenews.org/news/29032024/biochar-carbon-sequestration/> (Erişim Tarihi:5.11.2024)

[18] Allohverdi, T., Mohanty, A. K., Roy, P., & Misra, M. (2021). A Review on Current Status of Biochar Uses in Agriculture. Molecules, 26(18), 5584. <https://doi.org/10.3390/molecules26185584>

[19] Rodriguez Franco, Carlos; Page-Dumroese, Deborah S.; Pierson, Derek; Miller, Margaret; Miles, Thomas. 2024. Policy and regulations for mobile biochar production in the United States of America. Forests. 15: 192.



## ELEKTRİKLİ OTOMOBİL KULLANIMININ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

**Prof.Dr. Ferhat PEHLİVANOĞLU<sup>1</sup>**

Kocaeli Üniversitesi, [fpehlivanoglu@kocaeli.edu.tr](mailto:fpehlivanoglu@kocaeli.edu.tr) - <https://orcid.org/0000-0001-6930-0181>

**Semagül KARAASLAN<sup>2</sup>**

Kocaeli Üniversitesi, [iehcsk@gmail.com](mailto:iehcsk@gmail.com) - <https://orcid.org/0009-0007-9240-4166>

### Özet

Bu çalışma, elektrikli otomobil kullanımını etkileyen faktörler arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının rolünü incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada 2012-2022 yılları arasında 12 ülkeye ait elektrikli araç satış verileri, kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla, elektrik enerjisinden elde edilen toplam yenilenebilir enerji miktarı, toplam nüfus ve petrol fiyatları değişkenleri kullanılarak panel veri analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda, nüfus dışındaki tüm değişkenlerin elektrikli araç satışlarını artırdığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrikli otomobil kullanımına olan etkisini sistematik bir şekilde ortaya koymakta ve bu etkinin elektrikli araçların yaygınlaşmasında kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Çalışmada ayrıca, ülkelerin yenilenebilir enerji politikalarının elektrikli araç satışları üzerindeki dolaylı etkileri de incelenmiştir. Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımların, elektrikli araçların çevresel sürdürülebilirlik ve enerji güvenliği açısından önemini artırdığı vurgulanmıştır. Çalışmanın sonuçları, yenilenebilir enerji kaynaklarının ve bu alanda yapılan teşviklerin elektrikli araç pazarındaki büyümeye katkı sağladığını göstermekte olup, bu bulgular, politika yapıcılar ve endüstri liderleri için önemli stratejik çıkarımlar sunmaktadır. Özellikle, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artırılması ve bu kaynakların daha etkin kullanılması, elektrikli araçların benimsenmesini teşvik edebilir. Sonuç olarak, bu çalışma, elektrikli araçların yaygınlaştırılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla teşvik edilmesi gerektiğini ve bu doğrultuda politika ve stratejilerin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu bulgular, sürdürülebilir enerji ve çevre dostu ulaşım sistemleri geliştirilmesi yolunda atılması gereken adımları belirlemeye yardımcı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrikli Otomobil, Yenilenebilir Enerji, Panel Veri Analizi, Enerji Politikaları

### The Impact of Electric Car Use on Renewable Energy Resources

#### Abstract

<sup>1</sup> Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü, Kocaeli, Türkiye, [fpehlivanoglu@kocaeli.edu.tr](mailto:fpehlivanoglu@kocaeli.edu.tr)

<sup>2</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli Üniversitesi, SBE, İktisat Teorisi Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

This study aims to examine the role of renewable energy sources among the factors affecting the use of electric cars. In the study, electric vehicle sales data for 12 countries between 2012 and 2022 are evaluated by panel data analysis method using the variables of gross domestic product per capita, total amount of renewable energy derived from electricity, total population and oil prices. As a result of the analysis, it is found that all variables except population increase electric vehicle sales. These findings systematically reveal the effect of renewable energy sources on the use of electric cars and show that this effect plays a critical role in the diffusion of electric vehicles. The study also examines the indirect effects of countries' renewable energy policies on electric vehicle sales. It is emphasized that investments in renewable energy increase the importance of electric vehicles in terms of environmental sustainability and energy security. The results of the study show that renewable energy sources and incentives in this area contribute to the growth in the electric vehicle market, and these findings have important strategic implications for policymakers and industry leaders. In particular, increasing investments in renewable energy sources and utilizing them more efficiently can encourage the adoption of electric vehicles. As a result, this study highlights the need to further promote renewable energy sources for EV adoption and the importance of developing policies and strategies accordingly. These findings can help identify the steps that need to be taken towards developing sustainable energy and environmentally friendly transportation systems.

**Key Words:** Electric Cars, Renewable Energy, Panel Data Analysis, Energy Policy

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun hızla olan ilgisi, arabaların icadından önceki uzun bir tarihsel süreçte kendini göstermiştir. Bu ilgi, yıllar boyunca süregelen ve farklı dönemlerde çeşitli taşıma araçlarına olan talebi şekillendirmiştir. İlk olarak, insanlar hayvanları kullanarak gerçekleştirdikleri binici seyahatlerle hız elde etmeye çalışmışlardır. Binici seyahatler, özellikle atlar üzerinde gerçekleştirilen yolculuklarla hızın artırılması amacıyla önem kazanmıştır. Ancak zamanla, insanların daha hızlı bir ulaşım aracı arayışları, atların sınırlamalarına ve doğal olarak ortaya çıkan zorluklara yönelik bir çözüm arayışını beraberinde getirmiştir. Bu arayış, ilk olarak Fransız-İsviçreli bir mucidin, ilkel bir otomobil tasarlamasıyla doruğa ulaşmıştır. Otomobilin ilkel formu, insanların hızlı ve etkili bir şekilde hareket etme isteğine cevap vermiş ve bu yeni taşıma aracı, zaman içinde sürekli değişip gelişerek günümüz otomobil teknolojisinin temelini atmıştır (Guarnieri, 2023: 1).

Otomobiller, temel olarak elektrikli, hibrit ve içten yanmalı motor kategorilerine ayrılmaktadır. Bu kategoriler arasında temel işleyiş ve enerji kaynakları bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu çalışmada, özellikle elektrikli araçlara odaklanarak, bu araçların özellikleri ve kullanımının artan popülerliği üzerine akademik bir açıklama sunulacaktır. Elektrikli araçlar, geleneksel içten yanmalı motorlardan farklı olarak tamamen elektrik enerjisiyle çalışan taşıtlardır. Bu araçlar, genellikle bir pil veya batarya seti tarafından sağlanan elektrik enerjisi ile hareket ederler (Yakın, 2023: 5-6).

Elektrikli otomobillerin kökenleri 1800'lerin başlarına kadar gitmesine rağmen, son yıllarda üretim miktarı küresel ölçekte önemli ölçüde artmıştır. Elektrikli araçların popülerliğindeki bu artış, çeşitli faktörlere dayanmaktadır. Öncelikle, çevresel sürdürülebilirlik ve sera gazı

emisyonlarının azaltılması gibi çevresel endişeler, elektrikli araçları tercih edilebilir kılmaktadır. Fosil yakıt kullanımının artışı, bir dizi önemli sorunu da beraberinde getirmektedir (Kaypak, 2011: 3). Bu sorunlardan biri, fosil yakıt kaynaklarının azalması ve bunun sonucunda enerji talebini karşılamak için yeni kaynak arayışlarına yol açmasıdır. Bu durum, enerji güvenliği açısından önemli bir endişe kaynağıdır. Buna ek olarak, sürekli artan petrol fiyatları, enerji maliyetlerini etkileyerek ekonomik istikrar üzerinde olumsuz bir etki yapmaktadır. Fakat daha da önemlisi, fosil yakıtların kullanımının artması, atmosfere salınan sera gazları, karbon gazı ve karbondioksit gibi iklim değişikliğine ve çevre kirliliğine yol açan zararlı emisyonların artmasına neden olmaktadır. Küresel ısınma, bu artan gaz emisyonlarının bir sonucu olarak dünya genelinde iklim değişikliklerine neden olan ciddi bir tehdittir. Bu durum, deniz seviyelerinde yükselme, ekstrem hava olayları, su kaynaklarının azalması ve biyoçeşitlilik kaybı gibi ekosistemleri etkileyen sorunları beraberinde getirmektedir. Ayrıca, atmosfere salınan zararlı gazlar insan sağlığı için de doğrudan veya dolaylı olarak tehlike oluşturmaktadır. Solunum sorunları, hava kalitesinin düşmesi ve iklim değişikliği ile ilişkili hastalıklar gibi sağlık sorunları, fosil yakıtların yaygın kullanımının bir sonucudur. Bu nedenle, enerji sektöründe sürdürülebilir ve çevre dostu alternatiflerin araştırılması ve benimsenmesi, hem enerji güvenliğini sağlamak hem de çevresel sürdürülebilirliği korumak açısından kritik öneme sahiptir. Bu; daha temiz enerji kaynaklarına yönelme, enerji verimliliğinin artırılması ve yeşil teknolojilerin teşvik edilmesi gibi çeşitli önlemleri içermelidir.

Elektrikli araç kullanımını teşvik eden birçok avantajın yanı sıra, menzil kısıtlamaları, batarya teknolojisi ve şarj altyapısı gibi temel sorunlar, elektrikli araçların yaygın benimsenmesinde önemli engeller oluşturmaktadır. Bu sorunların aşılabilmesi için kapsamlı Ar-Ge (Araştırma ve Geliştirme) çalışmalarına ve tüketici odaklı çözümlere büyük ölçüde ihtiyaç vardır. Öncelikle, elektrikli araçların menzil sorununu çözebilmek adına batarya teknolojisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Yüksek enerji yoğunluğuna sahip, hafif ve uzun ömürlü batarya sistemleri üzerine yapılan Ar-Ge çalışmaları, elektrikli araçların menzilin arttırarak günlük kullanım ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeye getirebilir. Buna ek olarak, şarj altyapısının geliştirilmesi de önemlidir (Durmuş ve Kaymaz, 2020: 5).

Elektrikli araç kullanıcılarının rahatlıkla erişebileceği, hızlı ve yaygın şarj istasyonlarına olan ihtiyaç, elektrikli araçların kullanımını arttırmada kritik bir faktördür. Şarj istasyonlarının sayısının artırılması ve teknolojik olarak geliştirilmesi, elektrikli araç kullanımını daha kârlı ve erişilebilir hale getirebilir. Tüketicilere yönelik çalışmalar da bu süreçte kritik bir rol oynamaktadır. Elektrikli araç kullanımının avantajlarının ve çözümlerin geniş kitlelere etkili bir şekilde iletilmesi, tüketicilerin bu teknolojiye olan ilgisini artırabilir. Ayrıca, devlet teşvikleri, vergi avantajları ve satın alma süreçlerinde sağlanacak kolaylıklar gibi tüketici dostu politikalar, elektrikli araçların benimsenmesini teşvik edebilir. Sonuç olarak, elektrikli araçların kullanımını arttırmak için Ar-Ge çalışmaları, altyapı geliştirmeleri ve tüketiciye yönelik stratejilerin entegre bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Bu, sürdürülebilir ulaşımın teşvik edilmesi ve çevresel etkilerin azaltılması açısından önemli bir adım olacaktır (Demirtürk, 2021: 7).

Elektrikli otomobillerin kullanımındaki artış, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kullanımı için önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu artış, elektrik enerjisi talebinin büyük bir kısmını karşılamak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının daha geniş çapta kullanılmasını teşvik ederek çevresel etkileri azaltabilir. Yenilenebilir enerji, sürekli olarak yenilenen ve doğadan elde edilen enerjileri içerir. Bu enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, dalga enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi ve hidrojen enerjisi bulunmaktadır. Elektrikli araçların şarj edilmesinde kullanılan enerjinin bu tür yenilenebilir kaynaklardan sağlanması, fosil yakıtların kullanımına bağlı olan çevresel etkileri büyük ölçüde azaltabilir. Bu durum, hava kirliliği, sera gazı salınımı ve iklim değişikliği gibi sorunların ele alınması açısından önemli bir adımdır. Bu nedenle, elektrikli otomobil kullanımının yaygınlaşması ile birlikte, enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklara dayalı sürdürülebilir bir enerji altyapısının oluşturulması büyük bir önem taşımaktadır (Ustabaş, 2014: 12).

Elektrikli otomobillerin kullanımının giderek artması, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik kalkınma açısından önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Elektrikli araçlar, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak sera gazı emisyonlarını düşürme potansiyeline sahiptir ve bu nedenle iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, bu araçların yaygınlaşması, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımıyla doğrudan ilişkilidir; çünkü elektrikli araçların çevresel avantajlarının tam anlamıyla gerçekleştirilebilmesi, şarj altyapısının yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak geliştirilmesine bağlıdır.

Elektrikli otomobillerin ekonomi üzerindeki etkileri de geniş kapsamlıdır. Elektrikli araç teknolojileri, batarya üretimi, şarj altyapısı ve enerji üretimindeki dönüşümler gibi çeşitli sektörleri etkileyerek yeni iş alanları yaratmakta ve ekonomik büyümeye katkıda bulunmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin benimsenmesi ve yaygınlaşması, ülkelerin enerji politikalarına, ekonomik yapılarına ve tüketici davranışlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu durum, elektrikli araç kullanımını teşvik eden ve engelleyen faktörlerin detaylı bir şekilde incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır .

Bu çalışma, elektrikli otomobil kullanımını etkileyen faktörler arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının rolünü araştırmayı amaçlamaktadır. Literatürde, elektrikli araçların çevresel ve ekonomik etkilerine dair çeşitli çalışmalar bulunmaktadır; ancak bu çalışmaların büyük çoğunluğu tek bir ülke veya bölgeye odaklanmakta ve küresel düzeyde bir analiz sunmamaktadır. Bu araştırma, 12 farklı ülkeyi kapsayan panel veri analizi kullanılarak elektrikli araç satışlarının; yenilenebilir enerji, GSYİH, petrol fiyatları ve nüfus gibi makroekonomik değişkenlerle olan ilişkisini incelemektedir.

Bu çalışmada, esas olarak; yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının, elektrikli araç satışlarını nasıl etkilediği ve elektrikli araç satışları üzerinde GSYİH, petrol fiyatları ve nüfus gibi makroekonomik değişkenlerin etkisinin ne olduğu sorularına cevap aranmıştır. Bu sorulara dayanarak geliştirilen hipotezler ise şu şekildedir: H1: Yenilenebilir enerji kullanımının artması, elektrikli araç satışlarını olumlu yönde etkiler. H2: GSYİH artışı, elektrikli araç satışlarını artırır. H3: Yüksek petrol fiyatları, elektrikli araç satışlarını artırır. H4: Nüfus artışının elektrikli araç satışları üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur.

Elektrikli araçların kullanımının artması, enerji sektöründe önemli bir dönüşüme yol açmakta, bu durum da ekonomilerin yapısını ve çevresel sürdürülebilirlik politikalarını etkilemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep, elektrikli araçların şarj edilmesi için ihtiyaç duyulan enerjinin sağlanmasında kilit rol oynamaktadır. Aynı zamanda, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azalması, enerji fiyatlarının dalgalanmasını ve enerji güvenliği risklerini azaltarak ekonomik istikrarı desteklemektedir. Bu çalışma, elektrikli otomobillerin yaygınlaşmasının yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebi nasıl şekillendirdiğini ve bu dinamiğin ekonomiye nasıl yansıdığını analiz etmeyi hedeflemektedir. Araştırmanın sonuçları, politika yapıcılar ve endüstri liderleri için stratejik çıkarımlar sunmayı amaçlamaktadır.

## 2. Otomotiv Sektörü ve Elektrikli Araçlar

1834 yılında Amerikalı mucit Thomas Davenport tarafından geliştirilen, elektrikle çalışan ilk otomobil, modern elektrikli araç teknolojisinin temellerini atmıştır [Helmert, Marx;2017:2]. Elektrikli araçlar, çeşitli temel bileşenlerden oluşan kompleks bir sistem içermektedir [Algül, 2015]. Bu bileşenler, elektrik motoru, elektronik kontrol modülü, pil yönetim sistemi, akıllı akü şarj cihazı, kablolama sistemi, jeneratif fren sistemi, araç gövdesi, soğutma ve fren gibi unsurları içermektedir. Elektrik motoru, aracın hareketini sağlayan ana güç kaynağıdır. Elektronik kontrol modülü, motorun verimli bir şekilde çalışmasını sağlayarak aracın performansını optimize eder. Pil yönetim sistemi, enerji depolama birimi olan bataryanın verimli ve güvenli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Akıllı akü şarj cihazı, aracın şarj edilmesini kontrol eden bir sistemdir. Kablolama sistemi, enerjinin güvenli bir şekilde iletilmesini sağlar. Jeneratif fren sistemi, frenleme sırasında enerjinin geri kazanılmasını mümkün kılan bir özelliktir. Araç gövdesi, elektrikli aracın taşıyıcı iskeletini oluştururken, soğutma sistemi, motor ve diğer bileşenlerin optimum sıcaklıkta çalışmasını sağlar. Fren sistemi ise aracın güvenli bir şekilde durmasını ve hız kontrolünü sağlar. Bu temel bileşenlerin entegrasyonu, modern elektrikli araçların güvenilirliği, verimliliği ve performansını belirler (Altay ve Livatyalı, 2022: 5). Elektrikli araç teknolojisinin gelişimi, bu bileşenler arasındaki etkileşimleri anlamak, enerji yönetimini optimize etmek ve daha sürdürülebilir bir ulaşım sistemini mümkün kılmak adına sürekli Ar-Ge çalışmalarını gerektirmektedir. Elektrikli araçların tarih boyunca var olmalarına rağmen geçmiş yıllarda daha az önem kazanmalarının temel nedeni, menzil ve batarya sorunlarıdır. Ancak, kıt fosil yakıt kaynakları, yükselen petrol fiyatları ve küresel ısınma endişeleri gibi faktörler, elektrikli araçların tekrar popülerlik kazanmasına ve yaygın kullanımına yol açmıştır. Yakın geleceğin önemli bir teknoloji olarak görülen elektrikli araçların günümüzde yaygınlaşması için, piyasadaki talebin artması ve bu araçların güvenilirliği için batarya sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, batarya sistemlerinin güvenilir ve uzun ömürlü olması, elektrikli otomobil kullanıcılarının güvenini sağlamak adına kritik bir faktördür. Aynı zamanda, bataryanın ömrü tamamlandığında geri dönüştürülebilir olması veya yeni bir bataryanın maliyetinin düşük olması, tüketicilerin elektrikli araçlara olan talebini arttıracaktır (Araz ve Yılmaz, 2019: 11).

Elektrikli otomobillerde kullanılan beş farklı batarya tipi bulunmaktadır: kurşun asit bataryalar (Pb-asit), nikel-kadmiyum bataryalar (NiCd), nikel-metal-hidrit bataryalar (NiMh), lityum-iyon bataryalar (Li-ion), lityum polimer bataryalar ve sodyum nikel klorür (NaCl) batarya sistemleri. Son yıllarda, batarya teknolojisi, özellikle kurşun asit bataryalar konusunda önemli

gelişmeler kaydetmiştir. Bu gelişmeler, bataryaların ömrünü uzatma ve performanslarını artırma yönünde önemli adımları içermektedir. Kurşun asit bataryaların ömrü yaklaşık 8-10 yıl olarak kabul edilmiştir [Hacker vd.; 2009:11]. Ayrıca, elektrikli otomobil kullanım ömrünün 200.000 kilometre olarak kabul edilmesi, bu araçların dayanıklılığı ve uzun ömürlülüğü konusundaki olumlu sinyalleri yansıtmaktadır [Faria vd; 2014]. Bu durum, tüketicilerin elektrikli otomobillere olan güvenini artırarak, bu araçların yaygın kullanımını teşvik edebilir. Elektrikli araç batarya teknolojisinin sürekli olarak iyileştirilmesi, daha uzun ömürlü, geri dönüştürülebilir ve maliyet açısından rekabetçi batarya sistemlerinin geliştirilmesini sağlayarak elektrikli araçların daha geniş bir kitle tarafından kabul görmesine katkıda bulunacaktır [Can Güven ve Gedik, 2019: 730].

Ulusal Altyapı Komisyonu'nun (National Infrastructure Commission-NIC) 2020 raporuna göre, Birleşik Krallık, 2050'de sıfır emisyon hedefine ulaşma amacıyla 2030'a kadar enerji portföyünün yarısını temiz enerji kaynaklarından oluşturmayı planlamaktadır. Bu hedef, Birleşik Krallık'ın çevresel sürdürülebilirlik ve karbon azaltma taahhütlerini güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

Bu stratejik plan, Birleşik Krallık'ın enerji sektöründe dönüşümü hızlandırarak iklim değişikliğiyle mücadelede lider bir konuma gelmesini hedeflemektedir. Temiz enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması, sera gazı emisyonlarını azaltma çabalarını destekleyerek, ulusal ve küresel anlamda çevresel hedeflere katkı sağlayacaktır.

Birleşik Krallık'ın bu enerji dönüşümü, sadece çevresel sürdürülebilirliğe değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma, istihdam ve enerji güvenliği gibi alanlarda da olumlu etkiler yaratmayı hedeflemektedir. 2030'a kadar %50 temiz enerji kullanımı planı, ülkenin enerji altyapısının daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir yöne evrilmesine katkıda bulunacaktır.

Almanya, 2016 yılında, kamu ve sanayide sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla uzun vadeli bir strateji belirlemek üzere İklim Aksiyon Planı (CAP) 2050'yi duyurmuştur. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety-BMUB'nin 2016 tarihli açıklamasına göre, CAP 2050'nin ana hedefi, sera gazı emisyonlarını belirli zaman çerçevelerinde önemli ölçüde azaltmaktır. Bu kapsamda belirlenen hedeflere göre, 2020 itibarıyla sera gazı emisyonları %40 oranında azaltılmalıdır. Ardından, 2030'da bu oran %55'e, 2040'ta %70'e ve en nihayetinde 2050'ye kadar %80-95 seviyelerine çekilmelidir. Almanya'nın bu hedeflerle belirlediği yol haritası, uzun vadeli çevresel sürdürülebilirlik amacına ulaşmak, iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve karbon salınımını büyük ölçüde azaltmak için stratejik bir çerçeve oluşturmaktadır. Almanya'nın bu planı, sadece ulusal düzeyde değil, aynı zamanda küresel iklim çabalarına da önemli bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çerçevede, enerji dönüşümü, enerji verimliliği ve temiz enerji teknolojilerinin teşvik edilmesi gibi politika önlemleriyle Almanya, iklim değişikliği ile mücadelede öncü bir rol üstlenmeyi hedeflemektedir.

Türkiye, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'un 18.05.2005 tarihinde yürürlüğe girmesiyle birlikte, bu alandaki düzenlemeleri arttırmış ve enerji sektöründeki yenilenebilir kaynak kullanımını teşvik etmeyi amaçlamıştır.

Türkiye, bu çerçevede belirlediği hedefler doğrultusunda enerji üretimini daha çevre dostu ve sürdürülebilir bir yöne evirmeyi planlamaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji hedefleri arasında öncelikli olarak, 2023 yılına kadar toplam elektrik üretiminin en az %30'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması bulunmaktadır. Bu kapsamda, ekonomik olarak uygulanabilir olan hidroelektrik enerji, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji ve güneş enerjisi kullanımı için gerekli düzenlemelerin yapılması planlanmıştır. Türkiye'nin belirlediği diğer hedefler arasında ise 2023'e kadar ekonomik olarak kullanılabilir tüm hidrolik kaynakların elektrik üretiminde kullanılması, 600 MW jeotermal enerjinin devreye alınması, ve 20,000 MW rüzgâr enerjisinin kullanıma alınması yer almaktadır. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için hidroelektrik kurulu güç kapasitesinin 20,000 MW, rüzgâr enerjisinin 19,200 MW artırılması planlanmaktadır. Türkiye'nin bu hedefleri, hem enerji sektöründe çevresel sürdürülebilirliği desteklemeyi hem de enerji bağımsızlığını artırmayı amaçlamaktadır. Bu çabalar, Türkiye'nin sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişini hızlandırmayı ve ulusal enerji portföyünü çeşitlendirmeyi hedeflemektedir. [Kırmızıgül ve Baykal, 2023: 227-228]

### **3. Elektrikli Otomobillerin Ekonomik Etkileri**

#### **3.1. Elektrikli Araçların Çevresel Etkileri**

Elektrikli araçların sera gazı salınımı içten yanmalı motora sahip araçlara nispeten çok daha az olmasına rağmen hiçbir zaman sıfır değildir. Sera gazı salınımının 2023 yılı teknolojisinde sıfır olması da mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle burada önemli olan sera gazı emisyonundan daha çok elektrik enerjisi tüketimidir. Elektrikli otomobillerin artması ile birlikte elektrik tüketimi de artmıştır. Böyle bir durumda elektrikli otomobil kullanımının çevre açısından çok olumlu etki yaratmıyor gibi gözükse dahi enerji kullanımını yeşil enerji kaynaklarından temin edildiği takdirde hem çevre hem de gelişmişlik düzeyi adına olağanüstü fark yaratacağı aşıkardır (Erhan vd., 2013: 6). Bu perspektiften bakıldığında, elektrikli otomobil kullanımının çevresel etkisi, enerji altyapısının yeşil ve sürdürülebilir kaynaklardan beslenmesiyle önemli ölçüde iyileştirilebilir. Bu durum, sadece çevre açısından değil, aynı zamanda bir ülkenin gelişmişlik düzeyi açısından da önemli bir gösterge olabilir. Yeşil enerjiye yönelme, sürdürülebilir bir geleceğin inşasında etkili bir adım olarak değerlendirilebilir. Türkiye, enerji açısından dışa bağıli konumda bulunmaktadır. Bu bağıllığın azalması beklenirken yıllar geçtikçe bağıllığın artan trend halinde olduğu gözükmemektedir. 2022 yılında toplam ithalat miktarı 364,4 milyar doların önceki yıla kıyasla yüzde 91,6 oranında artışla 97,1 milyar dolar olan enerji ithalat faturası bu durumu nihai olarak göz önüne çıkarmaktadır. Bu faturanın 2023 yılında düşmesi beklenmektedir. Çevreye olan etki bakımından büyük önem arz eden sera gazı emisyonunda ise Türkiye'de 2023 sera gazı emisyon envanter raporuna göre 2020 yılında 523,9 Mt olan karbondioksit oranı 2021 yılında yüzde 7,7 artış göstererek 564,4 Mt seviyesine ulaşmıştır. Toplam emisyon oranlarından en büyük pay karbondioksit oranına eşdeğer olarak yüzde 71,3 ile enerji kaynaklı emisyonlar oluşturmaktadır (Atmaca ve Sevimoğlu, 2020: 3).

#### **3.2. Elektrikli Araçların Üreticiler ve Şarj İstasyonları Üzerindeki Etkileri**

Elektrikli araç talebinin ve arzının artmasıyla birlikte, çeşitli kuruluşlar ve düzenleyici organlar, şarj istasyonu sorununu çözmek adına çeşitli çabalar sarf etmektedirler. Bu bağlamda, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK) mobil destek uygulaması, elektrikli otomobil sahiplerinin şarj istasyonlarını görüntüleyebildikleri bir aplikasyon olarak öne çıkmaktadır.

"Serbest Erişim Platformu-Şarj@TR" isimli bu uygulama, kullanıcıların şarj istasyonlarını bulma ve erişim konusundaki bilgi ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik önemli bir adımdır.

Elektrikli otomobillerin şarj edilmesi için iki temel yöntem bulunmaktadır. İlk olarak, evde şarj etme imkanı, ancak bu yöntemin etkili olabilmesi için evlere özgü şarj altyapısının kurulması gerekmektedir. İkinci olarak ise şarj istasyonlarında şarj etme seçeneği bulunmaktadır. Dünya genelinde elektrikli şarj istasyonu sayısı sürekli olarak artmaktadır. Elektrikli araç pazarının büyümesiyle birlikte, birçok ülke ve şirket, elektrikli araçların şarj edilebilmesi için altyapıyı geliştirmeye yönelik çeşitli projeleri hayata geçirmektedir. Türkiye'de de, dünya genelinde olduğu gibi, şarj istasyonu sayısında artış gözlemlenmektedir. 2023 yılı itibariyle, Türkiye'de 5077 adet şarj istasyonu bulunmaktadır, ki bu rakamın artması elektrikli otomobil kullanımını destekleyen önemli bir faktördür. Bu gelişmeler, elektrikli araç sahiplerine daha geniş bir şarj altyapısı sunarak kullanım kolaylığı sağlamak adına olumlu bir yönde ilerlemektedir.

### 3.3. Elektrikli Araçların Tüketiciler Üzerindeki Etkileri

21. yüzyılda elektrikli otomobiller, giderek popülerlik kazanmıştır. Bu artışın etkileri, yazılı ve görsel medya reklamlarından otomotiv sektöründeki pazar payındaki artışa kadar geniş bir yelpazeye yayılmıştır. Bu adımlar, başlangıçta küçük gibi görülebilir, ancak ileri düzey Ar-Ge çalışmalarıyla desteklendiği açık bir şekilde görülmektedir. Elektrikli otomobil talebinin artmasındaki temel nedenler arasında kıt kaynaklar ve çevresel etkilerin azaltılması isteğinin yanı sıra aynı zamanda tüketicilere de çekici gelmeye başlamıştır.

Bu artışın temel sebepleri, çevresel faktörler, teknolojik faktörler ve politik faktörler olarak öne çıkmaktadır. Bu faktörlerin bir araya gelmesi, elektrikli otomobillerin talep görmesini sağlamış ve otomotiv endüstrisinde önemli bir değişimi tetiklemiştir. Bu nedenle, çevresel, teknolojik ve politik etkenlerin etkileşimi, elektrikli otomobillerin popülerliğini artıran dinamik bir süreci yönlendirmektedir. Bu gelişmeler, sadece otomotiv sektörünü değil, aynı zamanda genel tüketici davranışlarını da etkileyerek, sürdürülebilir ve çevre dostu bir mobilite geleceğine doğru önemli bir adımı temsil etmektedir. [Seung vd., 2017; 498]

Çevresel faktörler, tüketiciyi dolaylı bir biçimde etkileyerek diğer faktörlere göre nispeten daha az kabul görmektedir. Yakıt fiyatları, şarj istasyonlarına kolay erişim, tüketicinin gelir seviyesi, eğitim düzeyi, cinsiyet ve çevre duyarlılığının, çevresel faktörlere kıyasla daha belirgin bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmektedir.

Teknolojik faktörler ise elektrikli otomobillerin sürüş mesafesi, şarj edilebilirlik ve satın alma fiyatları gibi unsurlarla ilgili olarak önem kazanmaktadır. Sınırlı şarj süresi, menzil sorunu, en yüksek hız limiti ve yüksek fiyatlar, potansiyel alıcıların satın alma niyetini etkileyen kritik faktörler olarak ortaya çıkmaktadır.

Politik faktörler açısından, yüksek GSYH'ye sahip ülkelerde elektrikli otomobillere olan ilginin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, politik faktörlerin, elektrikli otomobil satın alma niyetini belirlemede önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Bu kapsamda, elektrikli otomobil kullanımını destekleyen ülkelerin, vergi indirimleri, finansal kolaylıklar ve sübvansiyonlar gibi



teşvikleri aktif bir şekilde uygulamasının, satın alma niyeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilmektedir.

Sonuç olarak, çevresel, teknolojik ve politik faktörlerin etkileşimi, elektrikli otomobillerin benimsenmesi sürecini kompleks bir şekilde etkilemektedir. Tüketicinin tercihleri, ekonomik koşullar, çevresel kaygılar ve politika destekleri gibi faktörler, elektrikli araç pazarının şekillenmesinde kilit rol oynamaktadır.

#### **4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Petrol, doğal gaz, kömür gibi kıt fosil kaynakların giderek azalması ve artan maliyetlerinin olmasının yanı sıra insan sağlığı açısından doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz etki yaratması sonucu dünyada sınırsız ve temiz halde bulunan yeşil enerji olarak da adlandırılan kaynaklara yenilenebilir enerji kaynakları denir. Toplam zararlı emisyonun azaltılması için yeşil enerji kaynakları enerji üretimine dahil edilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucu yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimi için kullanılması 21. Yüzyılda artış göstermiştir. Bu eğilim, çevresel sorumluluklarının farkında olan bireyler, şirketler ve devletler arasında yeşil enerjiye olan talebin yükselmesiyle paralel bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu durum, enerji üretiminde yeşil enerji kaynaklarına yönelme konusundaki küresel çabaların ve politikaların etkili olduğunu göstermektedir [Akella vd.,2009;390].

Hidrolik enerji, yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yaygın kullanılanıdır ve genellikle barajlarda uygulanmaktadır. Bu sistem, barajlarda biriktirilen suyun rezervuar işlemiyle kontrol edilmesini ve daha sonra bu biriktirilen suyun serbest bırakılmasıyla oluşan enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesini içerir. Bu süreç, hidrolik enerjinin elde edilmesini sağlar. Barajlarda biriken su, rezervuar olarak adlandırılan bu depolama alanında kontrol altında tutulur. Su, ihtiyaç anında serbest bırakılarak yüksek hızla aşağıya doğru akar. Bu akış sırasında suyun potansiyel enerjisi, türbin adı verilen mekanizmalar aracılığıyla kinetik enerjiye dönüştürülür. Türbinin dönen hareketi, bir jeneratör vasıtasıyla elektrik enerjisine çevrilir. Elde edilen elektrik enerjisi, genellikle bir iletim hattı aracılığıyla dağıtım şebekesine gönderilerek kullanıma sunulur. Hidrolik enerji, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak öne çıkar, çünkü suyun potansiyel enerjisinin kullanımı sırasında çevresel atıkların minimal olması ve sera gazı emisyonlarının düşük olması gibi avantajlara sahiptir. Bu nedenle, hidrolik enerji, elektrik üretiminde çevre dostu bir alternatif olarak geniş bir kullanım bulmuştur.

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğindeki hidrojen gazının helyuma dönüştüğü füzyon reaksiyonundan kaynaklanan son derece güçlü bir enerji kaynağıdır. Bu enerji kaynağını etkili bir şekilde kullanmak amacıyla, güneş enerjisinden yararlanmak üzere çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir. Bu teknolojiler arasında güneş kolektörleri, güneş santralleri ve fotovoltaik piller gibi yöntemler bulunmaktadır.

Güneş kolektörleri, güneş ışınlarını toplamak ve bu enerjiyi doğrudan ısı enerjisine dönüştürmek amacıyla kullanılır. Özellikle su ısıtma sistemlerinde ve ısıtma uygulamalarında sıklıkla tercih edilirler. Güneş santralleri ise güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirmek için kullanılır. Fotovoltaik piller, güneş ışınlarından doğrudan elektrik üretmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu teknolojiler sayesinde, güneş enerjisi hem ısı enerjisi olarak doğrudan

kullanılabilir hem de elektrik enerjisi elde etmek için dolaylı olarak değerlendirilebilir. Bu uygulamalar, çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden en etkili şekilde faydalanmayı hedeflemektedir. Bu da hem enerji ihtiyacını karşılamak hem de çevresel sürdürülebilirliği desteklemek açısından önemli bir adımı temsil etmektedir. (Kalogirou vd.,2014; 525)

Rüzgar, atmosferdeki basınç farklarının, kara ve denizin farklı hızlarda ısınmasından kaynaklanan doğal bir hava hareketi olarak ortaya çıkar. Yüksek basınçlı bölgelerden alçak basınçlı bölgelere doğru gerçekleşen bu hava akışına rüzgar denir. Rüzgar, doğal atmosferik olayların bir sonucu olarak sürekli bir enerji kaynağı olarak kabul edilir.

Rüzgar enerjisinden faydalanmak için iki temel yöntem vardır: mekanik enerji ve elektrik enerjisi. Mekanik enerji, genellikle sulama sistemlerinde kullanılmak üzere rüzgar enerjisinin doğrudan mekanik güce dönüştürülmesi anlamına gelir. Bu yöntem, geleneksel tarım uygulamalarında su pompalama gibi mekanik enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılır.

Diğer bir yöntem ise elektrik enerjisi üretimidir. Rüzgar enerjisi santralleri, rüzgarın kinetik enerjisini kullanarak elektrik enerjisi üretir. Bu santraller, genellikle yüksek rüzgarlı bölgelerde konumlandırılarak, dönme hareketi yapan türbinleri vasıtasıyla kinetik enerjiyi mekanik enerjiye, ardından da jeneratörler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürürler. (Johnson vd.,1985;1374-1379)

Bu iki temel yaklaşım, rüzgar enerjisinin farklı amaçlar için etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar. Mekanik enerji, tarımsal faaliyetlerin ve su kaynaklarının yönetiminde kullanılırken, elektrik enerjisi üretimi, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak günümüz enerji taleplerini karşılamada önemli bir role sahiptir. Bu çeşitlilik, rüzgar enerjisinin geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesini sağlar.

## 5. Literatür İncelemesi

Elektrikli araçların satışlarını etkileyen faktörlerin makro düzeyde incelendiği az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri, Sierzchula ve diğerleri (2014) tarafından yürütülmüştür. Çalışmada, 2012 yılında 30 ülkede elektrikli araçların pazar payını belirleyen faktörler regresyon analizi ile değerlendirilmiştir. Kentleşme, hükümet teşvikleri, nüfus yoğunluğu, eğitim seviyesi ve elektrikli araç üretme kapasitesi gibi değişkenler incelenmiştir. Sonuçlar, hükümet teşviklerinin, şarj istasyonu altyapısının ve ülkenin elektrikli araç üretim kapasitesinin, elektrikli araç satışları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Li ve ekibi (2017) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışma ise 2010-2015 yılları arasında 14 ülkede satılan elektrikli araç sayısının sosyo-ekonomik belirleyicilerini panel veri analizi ile araştırmıştır. Çalışmada kentleşme, nüfus yoğunluğu, eğitim düzeyi, şarj istasyonu sayısı, petrol fiyatları, yenilenebilir enerji üretimi ve kişi başına düşen gelir gibi değişkenler ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, kentleşme dışındaki diğer faktörlerin elektrikli araç satışları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Önder ve Kaya (2019) yaptıkları çalışmada elektrikli otomobil satışında sosyo ekonomik faktörlerin etkisi dengesiz panel veri analiz yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. 12 ülkenin 2012-2015 yılları arasındaki ilgili değişkenlere ait veriler kullanılan yöntem sonucunda elektrikli otomobil satışlarının ülkenin eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji üretimi, petrol üretimi ve kentleşmenin olumlu etki yarattığı tespit edilmiştir.

Uçan ve Koçak (2021) yaptıkları çalışmada 1991-2015 yılları arasında çeşitli dünya ülkelerinin istihdam oranı ile yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişki panel veri analizi yöntemi ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda istihdam ile yeşil enerji kaynakları arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Kılınç ve Şahbaz. (2021) çalışmasında Ar-Ge ve demonstrasyon harcamalarının ve inovasyonun göstergesi olan patent başvuru sayısının yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki etkisi çeşitli ülkeler üzerine panel veri analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda kısa dönemde ilgili değişkenler arasında ilgi tespit edilememiştir. Uzun dönemde ise Ar-Ge ve inovasyon artışının yeşil enerji kaynakları üzerinde artan etki yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Zamfir, Croitoru, Burlacioiu ve Dobrin (2022) çalışmalarında, Avrupa Birliği (AB) kapsamında elektrikli araçların (EA) yaygınlaşmasının yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma, elektrikli araçların enerji talebindeki artışının yenilenebilir enerji kullanımını artırma gerekliliği doğrduğunu ve bu sürecin karbon emisyonlarını azaltma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca çalışmada elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla enerji altyapısının yenilenmesi ve yeşil enerji kaynaklarına yapılan yatırımın ekonomik etkileri de değerlendirilmiş. Son olarak AB ülkelerinde elektrikli araçların çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliğe katkı sağladığını, ancak şebeke altyapısının uyum sağlaması gerektiğini öne sürmüşlerdir.

AlHammadi vd (2022) çalışmasında, Birleşik Arap Emirlikleri'nde elektrikli araç şarjı için tasarlanan hibrit yenilenebilir enerji sistemlerinin teknik ve ekonomik analizini yapmışlardır. Çalışmada, güneş ve rüzgar enerjisi kaynaklarının akıllı enerji yönetim sistemleri ile birleştirildiği hibrit enerji sistemlerinin uygulanabilirliği incelenmiştir. Çalışma, bu tür sistemlerin elektrikli araç şarj altyapısına yenilenebilir enerji kaynaklarını entegre ederek maliyet etkinliğini ve enerji verimliliğini artırabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, enerji maliyetlerini azaltırken şebeke bağımlılığını ve karbon emisyonlarını azaltma potansiyeline de dikkat çekilmiştir.

Sioshansi ve Denholm'un (2009) çalışmalarında, plug-in hibrit elektrikli araçların (PHEV) şebeke kaynakları olarak değerini analiz etmişlerdir. Araştırma, bu araçların enerji şebekesine yedek enerji sağlayabilme kapasitesini ve şebeke taleplerini karşılamada nasıl kullanılabileceklerini incelemektedir. Çalışmada, PHEV'lerin şarj ve deşarj yeteneklerinin, özellikle yenilenebilir enerji entegrasyonunda şebeke esnekliğini artırabileceği ve pik yük talebini dengelemeye yardımcı olabileceği belirtilmiştir. Bu özelliklerin enerji maliyetlerini düşürme potansiyeli vurgulanarak PHEV'lerin şebeke yönetimindeki katkıları değerlendirilmiştir.

Jochem, Babrowski ve Fichtner (2015) çalışmalarında, Almanya'daki elektrikli araçların 2030 yılı itibariyle CO<sub>2</sub> emisyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada elektrikli araçların çevresel faydalarını değerlendirmek için Almanya'da gelecekteki enerji üretimi senaryolarına dayalı bir model kullanılmıştır. EV'lerin CO<sub>2</sub> emisyonlarını ne kadar azaltabileceği, kullanılan enerji karışımına ve elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji oranına bağlı olarak değişiklik gösterdiği bulgusu elde edilmiştir. Çalışma, elektrikli araçların daha temiz enerjiyle şarj edilmesinin, Almanya'daki ulaşım sektörü için önemli bir emisyon azaltma potansiyeli ortaya çıkaracağını ve bu potansiyelin 2030'da daha fazla artacağını öngörmektedir.

Lund ve Kempton (2008) çalışmalarında, yenilenebilir enerji kaynaklarının ulaşım ve elektrik sektörlerine entegrasyonu için Vehicle-to-Grid (V2G) teknolojisinin potansiyeli incelemiştir. V2G, elektrikli araçların bataryalarındaki enerjiyi şebekeye geri besleme yeteneğini ifade etmektedir. Çalışma; bu teknolojinin, özellikle rüzgar ve güneş gibi değişken yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu açısından nasıl faydalı olabileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. EV'ler, şebekeye enerji sağlayarak şebeke dengesini iyileştirebilir ve yenilenebilir enerji üretimi ile tüketimi arasındaki uçurumu kapatabilir. Çalışmada ayrıca, V2G teknolojisinin, elektrikli araç sahipleri için ekonomik faydalar sağlayarak, elektrik şebekelerinin esnekliğini ve güvenliğini artırabileceği tartışılmıştır.

Hawkins vd (2013) çalışmalarında, geleneksel içten yanmalı motorlu araçlar ile elektrikli araçların çevresel yaşam döngüsü değerlendirmesini karşılaştırmışlardır. Çalışma da, her iki araç türünün üretimi, kullanımı ve geri dönüşümü aşamalarındaki çevresel etkileri kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Elektrikli araçların, batarya üretimi gibi belirli aşamalarda daha yüksek çevresel etkiler gösterdiği, ancak uzun vadede, özellikle yenilenebilir enerjiyle şarj edildiğinde, önemli ölçüde daha düşük sera gazı emisyonlarına sahip olduğu bulgusu elde edilmiştir. Çalışma, elektrikli araçların çevresel sürdürülebilirlik açısından daha avantajlı olduğunu ancak şebeke enerji karışımının ve batarya üretim teknolojilerinin bu denklemi etkileyen önemli faktörler olduğunu vurgulamaktadır.

Gnann vd (2018) çalışmalarında, elektrikli araçların (PEV) pazarının yayılmasını etkileyen faktörleri ve bu pazarı inceleyen uluslararası model ve yaklaşımları analiz etmişlerdir. Çalışma, PEV pazarının büyümesini yönlendiren çeşitli etkenlere, özellikle hükümet politikaları, tüketici tercihlerinin değişimi, şarj altyapısı, batarya maliyetleri ve çevresel kaygılara odaklanmaktadır. Çalışma da, dünya çapında farklı ülkelerde uygulanan PEV yayılım modellerini karşılaştırarak, pazarın gelişimine katkı sağlayan ekonomik ve sosyal faktörleri analiz edilmiştir.

Bu çalışma, elektrikli otomobillerin kullanımının yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki etkilerini daha kapsamlı bir şekilde ele almakta ve mevcut literatürdeki boşlukları doldurmaktadır. Özellikle, elektrikli araçların enerji talebinin yenilenebilir enerji üretim ve tüketimi üzerindeki etkilerini derinlemesine incelemektedir. Elektrikli araçlar, enerji şebekelerine bağlandıklarında, sadece enerji talebini artırmakla kalmaz, aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu da etkileyebilir. Bu bağlamda, elektrikli araçların enerji tüketimi ve bu tüketimin yenilenebilir kaynaklar üzerindeki baskısı, özellikle güneş ve rüzgar enerjisi gibi değişken kaynakların entegrasyonu açısından önemli bir rol oynamaktadır.

## 6. Ampirik Analiz

### 6.1. Çalışmanın Veri Seti ve Yöntemi

Araştırmada kullanılan veriler, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 2022 raporu, Dünya Bankası “Dünya Kalkınma Göstergeleri” veri tabanı, OECD “enerji istatistikleri” ve “OurWorld” yenilenebilir enerji grafikleri gibi güvenilir kaynaklardan temin edilmiştir. Bu veri kaynakları, elektrikli otomobil kullanımı ile yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki ilişkilerin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için geniş bir veri tabanına erişimi sağlamıştır.

Mikroekonomik bir araştırma kapsamında, elektrikli otomobil kullanımının yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Almanya, ABD, Birleşik Krallık, Fransa, Hollanda, İsveç, İtalya, Portekiz, Norveç, Kanada, Japonya ve Türkiye seçilmiştir. 12 ülke için 2012-2022 yılları arasındaki dönem ele alınmıştır. Bu çalışmada, etkilerin detaylı bir şekilde anlaşılabilmesi amacıyla panel veri analizi yöntemi uygulanmıştır. Seçilen ülkelerin ekonomik ve enerji politikaları bağlamında elektrikli otomobil kullanımının yenilenebilir enerji kaynaklarına olan etkisi, söz konusu dönem içinde meydana gelen değişkenlik ve ilişkiler açısından kapsamlı bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu analiz, elektrikli otomobillerin sürdürülebilir enerji geçiş süreçlerindeki rolünü ve etkilerini anlamak için bir temel oluşturmayı amaçlamaktadır. Son yıllarda panel veri yöntemi, yaygınlaşan bir analiz yaklaşımı haline gelmiştir. Panel veri setleri, hem yatay kesit (farklı birimlerin aynı zamanda ölçüldüğü) hem de zaman (zaman içindeki farklı ölçümler) boyutlarına sahip olduğundan, iki boyutlu bilgi sağlar. Panel veri modellerinde, N tane birim ve her bir birim için T adet gözlem bulunmaktadır. Bu, daha fazla bilgi kullanımı ve serbestlik derecesinde artış sağlar. Artan gözlem sayısı, ölçülen ilişkiye daha fazla değişkenlik katarak, çoklu doğrusal bağıntı sorununu azaltır (Hsiao, 2006:7).

$$E_{it} = \alpha_i + \beta_1 Y_{it} + \beta_2 Y_{it}^2 + \beta_3 Y_{it}^3 + \beta_4 EN_{it} + \beta_5 NY_{it} + v_{it}$$

Bu denklemde,  $\alpha_i$  gözlenemeyen birim etkiyi ifade eder. Sabit etkiler varsayımı altında, bu etkilerin açıklayıcı değişkenlerle korelasyonlu olduğu düşünülür. Bu modelin tahmininde, genellikle kukla değişkenli en küçük kareler veya grup-içi tahmin yöntemleri kullanılır. Bu iki tahmin yöntemi arasında tercih yapılırken, genellikle kukla değişkenli en küçük kareler tahmincisi ile grup-içi tahmin edici yöntemi birbirine eşdeğerdir. Eğer etkilerin rassal olduğu varsayımı altında ise, bu etkiler hata terimi içinde değerlendirilir ve hata terimi iki elemanlı olur. Ayrıca, rassal etki modellerinde, gözlenemeyen etki ile açıklayıcı değişkenler arasında ilişki olmadığı varsayılır. Bu varsayım Hausman testi ile sınanır. Rassal etki varsayımı altında  $\alpha_i$ 'nin varlığı, aynı yatay-kesit birimlerinin kalıntıları arasında korelasyona neden olur. (Hsiao,2003:35)Bu nedenle, genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilebilir. Fakat, rassal etki modellerinde hata teriminin varyans-kovaryans elemanları  $E(u_{i,t}, u_{i,t'}) = W$  skaler tipte özdeş değildir ve bu matrisin elemanları genellikle bilinmemektedir. Bu bilinmeyen elemanlar yerine tutarlı tahminler kullanılarak tahmin yapılır ve bu yöntemle esnek genelleştirilmiş en küçük kareler (EGEKK) adı verilir. (Judge.,1988:484)

Veri analizinde, panel veri modelleri kullanmadan önce, en uygun model türünü belirlemek için çeşitli testler yapılır. F testi, havuzlanmış model ile sabit etki (bir yönlü ve iki yönlü) modeli arasında bir tercih yapmaya yardımcı olurken, LM testi ise rassal etkinin var olabileceği

varsayımı altında, havuzlanmış model ile rassal etki (bir yönlü-iki yönlü) modelleri arasında doğru modelin seçimine yardımcı olur. Rassal etki modelinde birim etki ile açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyonun sıfır olduğu varsayımı, Hausman testi ile test edilir. Bu varsayım sağlanamazsa, rassal etki tahmin edicisi olan genelleştirilmiş en küçük kareler tahmin edicisi  $\beta_{GEKK}$ , yansız ve tutarlı olmayabilir. Dolayısıyla, etkilerin rassal olduğu varsayımı altında uygun tahmin edici seçimi kritik öneme sahiptir. (Baltaği,2005:57-66)

Çalışmada kullanılan ekonometrik model aşağıda gösterildiği gibidir:

Elektrikli araç =  $\beta_0 +$

$\beta_1 \text{Gsyih} \text{it} + \beta_2 \text{yenilenebilir enerji} \text{it} + \beta_3 \text{petrol} \text{it} + \beta_4 \text{nüfus} \text{it} + u \text{it} [1]$

Eşitlik (1)'de verilen değişkenler şu şekilde açıklanmaktadır;

Elektrikli araç = i'inci ülkede, t zamanında satılan elektrikli araç sayısını ifade etmektedir. Söz konusu veriler Uluslararası Enerji Ajansı (İEA) 2022 raporundan elde edilmiştir.
Gsyih = i'inci ülkede, t zamanındaki satın alma gücü paritesine göre kişi başına düşen geliri dolar cinsinden ifade etmektedir. Bu veriler Dünya Bankası'nın Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından elde edilmiştir.
Yenilenebilir enerji = i'inci ülkede, t zamanında elektrik enerjisinden elde edilen toplam yenilenebilir enerjiyi ifade etmektedir. Söz konusu veriler OurWorld data yenilenebilir enerji grafiklerinden elde edilmiştir.
Petrol = i'inci ülkede, t zamanında ithal edilen ham petrolün, ortalama ABD doları cinsinden fiyatını ifade etmektedir. Söz konusu veriler OECD'nin enerji istatistiklerinden alınmıştır.
Nüfus = i'inci ülkede, t zamanındaki toplam nüfusu ifade etmektedir. Söz konusu veriler Dünya Bankası'nın Dünya Kalkınma Göstergeleri veri tabanından elde edilmiştir.

Eşitlikte verilen değişkenler, panel veri modeline dönüştürülerek uygun anlamlılık testleri yapılmış ve aşağıdaki tablo elde edilmiştir.;

**Tablo 1**

elektrikliarac	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
gsyih	2.814644	.810199	3.47	0.001	1.226683	4.402605
yenilenebilirenerji	545.7114	117.7965	4.63	0.000	314.8345	776.5884
petrol	395.4435	212.7726	1.86	0.063	-21.58312	812.4702
nufus	-.0002563	.0002851	-0.90	0.369	-.0008151	.0003024
_cons	-187083	42657.47	-4.39	0.000	-270690.1	-103475.9

Tablo 1’de verilen Panel Veri Modelini; Sabit Etkiler Yöntemi, Rassal Etkiler Yöntemi veya Havuzlanmış veri yöntemi olmak üzere 3 farklı yöntem ile analiz etmek mümkündür. Hangisinin uygun olduğunu test etmek için Fixed Effect Model, Random Effect Model ve Hausman Testi uygulanmış ve tek yönlü sabit birim etkili model olduğu tespit edilmiştir.

Hausman Test Sonuçları:

	Coefficients			
	(b) fe	(B) re	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
gsyih	3.831415	3.559877	.2715381	.2547328
yenilenebi~i	1414.117	360.6159	1053.501	176.8706
petrol	609.761	351.062	258.699	.
nufus	-.0056045	-.0001031	-.0055014	.0043241

Hausman testi, bir modelin sabit etkiler ile tahmin edilen sonuçlarının, rastgele etkiler modeline kıyasla istatistiksel olarak farklı olup olmadığını kontrol etmektedir. Bu farkların önemli olup olmadığına göre, araştırmacılar hangi modelin kullanılacağını belirlemektedirler. Sabit etkiler modeli, bireysel birimler arasındaki sabit (değişmeyen) etkilerin regresyon analizine dahil edilmesini sağlamaktadır. Eğer bağımsız değişkenlerle bu sabit etkiler arasında korelasyon varsa, sabit etkiler modeli daha doğru sonuçlar verebilmektedir.

Ayrıca değişen varyans ve otokorelasyon için Arellano, Froot ve Rogers tahmincisi kullanılmıştır. Son olarak birimler arası korelasyon için Driscoll ve Kraay Tahmincisiyle tahmin edilmiştir. Bu yöntemler ile yapılan analiz sonuçları Tablo 2’de raporlanmıştır.

Tablo 2.

elektrikli~c	Drisc/Kraay					[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.	t	P> t			
gsyih	3.831415	.671824	5.70	0.000	2.334498	5.328332	
yenilenebi~i	1414.117	307.7142	4.60	0.001	728.4871	2099.747	
petrol	609.761	181.6421	3.36	0.007	205.0372	1014.485	
nufus	-.0056045	.0018522	-3.03	0.013	-.0097315	-.0014774	
_cons	-22786.08	115191.1	-0.20	0.847	-279447.8	233875.6	

Göz. Say. 132     $R^2$  0.6757    Prob 0.0000    F-istai. 59.18

Gözlem Sayısı (Göz. Say. 132): Bu, modelde kullanılan veri setindeki gözlem sayısını ifade etmektedir. Çalışmada 132 gözlem kullanılmıştır. Gözlem sayısının yüksek olması, modelin daha güvenilir sonuçlar verdiğini gösterir, çünkü daha fazla veri, modelin doğruluğunu artırmaktadır.

R-kare ( $R^2 = 0.6757$ ): R-kare değeri, modelin bağımsız değişkenlerinin bağımlı değişkeni ne kadar iyi açıkladığını göstermektedir.  $R^2$  değeri % 67.57 olarak hesaplanmıştır; yani model, bağımlı değişkendeki varyansın yaklaşık %67.57'sini açıklayabilmektedir. Bu oran genellikle tatmin edici olarak kabul edilir, ancak modelin mükemmel olmadığı da anlaşılabilir. Kalan %32.43'lük kısım, model tarafından açıklanamayan faktörlerden kaynaklanmaktadır.

Anlamlılık (Prob = 0.0000): Bu, modelin genel anlamlılık testinin p-değeridir. Çalışmada prob değeri (0.0000) olarak hesaplanmıştır. Bu durum modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Genellikle, p-değeri 0.05'ten küçükse, modelin anlamlı olduğu kabul edilir. Yani, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

F-istatistiği, modelin genel uygunluğunu test etmek için kullanılan bir değerdir. Yüksek bir F-istatistiği, modelin genel olarak iyi bir uyum sağladığını gösterir. Çalışmada F istatistiği 59.18 olarak hesaplanmıştır. Buna göre modelin güçlü olduğu ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni anlamlı bir şekilde açıkladığı görülmektedir.

## 6.2. Çalışmanın Bulguları

Bu çalışmada, elektrikli araç satışlarını etkileyen faktörlerin analizi için panel veri yöntemi kullanılmış ve bu bağlamda 12 ülkenin 2012-2022 yıllarına ait verileri incelenmiştir. Panel veri analizi, verilerin hem zamansal hem de kesitsel boyutlarını içermesi nedeniyle daha fazla bilgi sağlamakta ve bu durum, sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır. Ancak, sonuçların sadece istatistiksel anlamlılıkla sunulması, bulguların tam anlamıyla anlaşılmasını zorlaştırabilir. Bu nedenle, bu bölümde elde edilen sonuçlar; ekonomik ve politik çıkarımlar açısından tartışılacaktır.

Araştırmada kullanılan ekonometrik model, elektrikli araç satışlarını (bağımlı değişken) etkileyen temel makroekonomik faktörleri içermektedir. Bağımsız değişkenler olarak GSYİH,



yenilenebilir enerji kullanımı, petrol fiyatları ve nüfus değişkenleri seçilmiştir. Bu değişkenler, literatürde elektrikli araçların satışlarını etkileyen önemli faktörler olarak tanımlanmıştır.

Modelin kurulma sürecinde, öncelikle sabit ve rassal etkiler modelleri arasında bir seçim yapılmıştır. Hausman testi, bu iki modelin kıyaslanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Sabit etkiler modeli, bireysel etkilerin zaman içinde sabit kaldığını varsayar ve bu etkilerin açıklayıcı değişkenlerle korelasyonlu olduğunu kabul eder. Diğer yandan, rassal etkiler modeli, bireysel etkilerin rastgele olduğunu ve açıklayıcı değişkenlerle korelasyonlu olmadığını varsayar. Hausman testi sonucunda, sabit etkiler modelinin daha uygun olduğu tespit edilmiştir, bu da modelde yer alan açıklayıcı değişkenlerin gözlemlenemeyen sabit etkilerle korelasyonlu olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın bulguları, elektrikli araç satışları üzerinde GSYİH, yenilenebilir enerji kullanımı ve petrol fiyatlarının anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji kullanımının elektrikli araç satışları üzerindeki pozitif etkisi, bu araçların çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma potansiyelini vurgulamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının artan kullanımı, elektrikli araçların şarj edilmesinde daha temiz enerji kullanımını teşvik ederek, bu araçların çevresel avantajlarını pekiştirmektedir. Bu bulgu, literatürde yer alan çalışmalarla da uyumludur ve yenilenebilir enerjiye dayalı şarj altyapısının geliştirilmesinin, elektrikli araçların benimsenmesini hızlandıracağı yönündeki argümanları desteklemektedir.

GSYİH'nın elektrikli araç satışlarını artırıcı etkisi, ekonomik refahın artmasıyla birlikte tüketicilerin çevreye duyarlılıklarının ve yenilikçi teknolojilere olan taleplerinin arttığını göstermektedir. Bu sonuç, özellikle yüksek gelirli ülkelerde elektrikli araçların daha yaygın olmasını açıklamaktadır. Petrol fiyatlarının yüksek olması ise elektrikli araçların daha cazip hale gelmesine neden olmaktadır. Fosil yakıt fiyatlarının artışı, tüketicilerin alternatif enerji kaynaklarına yönelmesine yol açarak elektrikli araçlara olan talebi artırmaktadır. Bu bulgu, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların, enerji geçiş süreçlerine olan etkisini vurgulayan literatürle de uyum içindedir.

Bununla birlikte, nüfus değişkeninin elektrikli araç satışları üzerinde anlamlı bir etki yaratmaması dikkat çekicidir. Bu durum, elektrikli araçların benimsenmesinde nüfus yoğunluğundan ziyade, ekonomik ve çevresel faktörlerin daha belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Modelin geçerliliği, Hausman testi ve diğer tanısal testlerle desteklenmiştir. Sabit etkiler modelinin tercih edilmesi, değişkenler arasındaki korelasyonun dikkate alındığını ve sonuçların daha tutarlı olduğunu göstermektedir. Ek olarak, varyansın homojen olup olmadığını kontrol etmek için yapılan Breusch-Pagan testi ve otokorelasyonun varlığını test eden Wooldridge testi sonuçları da modelin geçerliliğini doğrulamaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, elektrikli araçların ekonomik ve çevresel etkilerini inceleyen mevcut literatürle büyük ölçüde uyumludur. Örneğin, yenilenebilir enerji kullanımı ve elektrikli araç satışları arasındaki pozitif ilişki, Li ve arkadaşlarının (2017) çalışmasında da vurgulanmıştır. Benzer şekilde, GSYİH ve petrol fiyatlarının elektrikli araç satışlarını artırıcı etkileri,

Sierzchula ve diğerleri (2014) tarafından ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, çalışmamız literatüre önemli katkılar sunmakta ve mevcut bulguları küresel bir perspektifte doğrulamaktadır.

Sonuç olarak, çalışmanın bulguları, elektrikli araç kullanımının yaygınlaşmasının, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebi artıracığını ve bu durumun ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli olduğunu göstermektedir. Politika yapıcılarının ve endüstri liderlerinin, elektrikli araçların benimsenmesini teşvik etmek için yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımları artırmaları gerekmektedir. Modelin geçerliliği ve güvenilirliği, çeşitli tanısal testlerle doğrulanmış olup, sonuçlar literatürle büyük ölçüde uyumludur.

## **SONUÇ VE DEĞERLENDİRME**

Bu çalışma, elektrikli otomobil kullanımını etkileyen faktörlerin, özellikle yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik değişkenler arasındaki ilişkileri kapsamlı bir şekilde analiz etmeyi amaçlamıştır. Elektrikli araçlar, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma açısından kritik bir rol oynamaktadır. Çalışmada ele alınan 12 ülke Uluslararası Enerji Ajansının 2022 raporundan yola çıkılarak seçilmiştir. Ele alınan ülkelere ait 2012-2022 yılları arasındaki veriler kullanılarak gerçekleştirilen panel veri analizi sonucunda yenilenebilir enerji kullanımı, GSYİH ve petrol fiyatlarının elektrikli araç satışlarını artırıcı etkisi olduğunu ortaya çıkmıştır. Ancak nüfus değişkeninin elektrikli araç satışları üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı tespit edilmiştir.

Bu bulgular, elektrikli araçların çevresel ve ekonomik etkileri üzerine mevcut literatürle büyük ölçüde uyumludur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, elektrikli araçların çevresel avantajlarını maksimize ederken, GSYİH ve petrol fiyatlarının da bu araçların benimsenmesinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Özellikle, yüksek petrol fiyatları, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak elektrikli araçlara yönelimi teşvik etmektedir. Bu sonuçlar, politika yapıcılar için önemli stratejik çıkarımlar sunmaktadır.

Elektrikli araçların çevresel faydalarını maksimize etmek için, şarj altyapısının yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Bu, enerji güvenliğini artıracak ve karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliği destekleyecektir. Elektrikli araç kullanımını teşvik etmek için, vergi indirimleri, sübvansiyonlar ve doğrudan finansal destekler gibi ekonomik teşvikler artırılmalıdır. Bu teşvikler, elektrikli araç pazarının büyümesini destekleyerek, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltacaktır. Elektrikli araçların yaygınlaşması, enerji geçiş süreçlerinde kilit bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, uzun vadeli stratejik planlar geliştirilerek yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımların artırılması ve bu kaynakların etkin kullanımının sağlanması önemlidir.

Elektrikli araçların benimsenmesi, fosil yakıtlardan uzaklaşarak sürdürülebilir bir enerji geçişi sağlamanın anahtarıdır. Bu nedenle, uzun vadeli stratejik planlar geliştirilmeli ve bu planlar enerji üretiminden tüketimine kadar olan tüm süreci kapsamalıdır. Bu durum, özellikle gelişmekte olan ülkeler için enerji güvenliği ve ekonomik istikrarın sağlanmasında kritik bir rol oynayabilir.

Bu çalışma, elektrikli araçların çevresel ve ekonomik etkilerini analiz eden literatüre de önemli katkılar sunmaktadır. Özellikle, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrikli araç satışları üzerindeki etkisini küresel düzeyde ele alarak bu alandaki literatüre yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Ayrıca, GSYİH ve petrol fiyatlarının elektrikli araç pazarındaki etkilerini vurgulayan bulgular, literatürdeki mevcut çalışmaları desteklemekte ve politika yapımcılar için uygulanabilir öneriler sunmaktadır. Bu bağlamda, çalışma, elektrikli araçların yaygınlaşmasının sürdürülebilir enerji geçiş süreçlerindeki kritik rolünü ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, literatüre birkaç önemli katkı sunmaktadır. İlk olarak, elektrikli araç satışlarının yenilenebilir enerji kullanımı ile olan ilişkisini küresel düzeyde ele alarak, bu alandaki boşluğu doldurmuştur. Ayrıca, GSYİH ve petrol fiyatlarının elektrikli araç pazarındaki etkilerini vurgulayarak, bu bulguların ekonomi politikalarının şekillendirilmesinde nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Son olarak, nüfusun etkisinin sınırlı olduğu bulgusu, bu alandaki literatürde nadiren ele alınan bir perspektifi sunmaktadır.

## KAYNAKÇA

Akella, A. K., Saini, R. P., & Sharma, M. P. (2009). Social, economical and environmental impacts of renewable energy systems. *Renewable energy*, 34(2), 390-396.

Algül, H. (2015). *Lityum hava pilleri için Ag/Mg katkılı anot malzemelerinin geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

AlHammadi, A., Al-Saif, N., Al-Sumaiti, A. S., Marzband, M., Alsumaiti, T., & Heydarian-Forushani, E. (2022). Techno-economic analysis of hybrid renewable energy systems designed for electric vehicle charging: A case study from the United Arab Emirates. *Energies*, 15(18), 6621.

Altay, H., & Livatyalı, H. (2022). Elektrikli araçlar için bir şasi dinamometresi tasarımı. *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 20(1), 17-28.

Araz, H. K., & Yılmaz, M. (2019). Elektrikli araçlar için mıknatıs oranı ve moment titreşimi azaltılmış yüksek verimli sürekli mıknatıslı senkron motor tasarım süreci ve gerçekleşmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(2), 1089-1110.

Atmaca, Ç., & Sevimoğlu, O. (2020). Şehir kaynaklı sera gazı emisyonunun belirlenmesi: Kocaeli ili örneği. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(3), 1616-1627.

Baltagi, BH ve Baltagi, BH (2008). Panel verilerinin ekonometrik analizi (Cilt 4, s. 135-145). Chichester: Wiley.

Can Güven, E., & Gedik, K. (2019). Ömrünü Tamamlamış Elektrikli Araç Bataryalarının Çevresel Yönetimi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(2), 726-737.

Demirtürk, D. (2021). Sürdürülebilir ulaşımda sera gazı etkisini azaltmaya yönelik çalışmalar. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1080-1092.

Durmuş, F. S., & Kaymaz, H. (2020). Elektrikli Araç Şarj Yöntemleri. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 3(2), 123-139.

Erhan, K., Ayaz, M., & Özdemir, E. (2013). Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Güç Kalitesi Üzerine Etkileri Impact of Charging Stations for Electric Vehicles on Power Quality. *Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesinin Geleceği Sempozyumu*, 1-5.

Faria, M. V., Baptista, P. C., & Farias, T. L. (2014). Electric vehicle parking in European and American context: Economic, energy and environmental analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 64, 110-121.

Gnann, T., Stephens, T. S., Lin, Z., Plötz, P., Liu, C., & Brokate, J. (2018). What drives the market for plug-in electric vehicles?-A review of international PEV market diffusion models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 158-164.

Guarnieri, M. (2012, September). Looking back to electric cars. In 2012 Third IEEE HISTory of ELection-technology CONference (HISTELCON) (pp. 1-6). IEEE.

Hacker, F., Harthan, R., Matthes, F., & Zimmer, W. (2009). Environmental impacts and impact on the electricity market of a large scale introduction of electric cars in Europe-Critical Review of Literature. *ETC/ACC technical paper*, 4, 56-90.

Hawkins, T. R., Singh, B., Majeau-Bettez, G., & Strømman, A. H. (2013). Comparative environmental life cycle assessment of conventional and electric vehicles. *Journal of industrial ecology*, 17(1), 53-64.

Helmets, E., & Marx, P. (2017). Chapter 9. Electric Cars: Technical Characteristics and Environmental Impacts. In *Transportation and the Environment* (pp. 229-264). Apple Academic Press.

HSIAO, C. (2003), *Analysis of Panel Data*, Second Edition, Cambridge University Press

Hsiao, F. S., & Hsiao, M. C. W. (2006). FDI, exports, and GDP in East and Southeast Asia Panel data versus time-series causality analyses. *Journal of Asian Economics*, 17(6), 1082-1106.

Jochem, P., Babrowski, S., & Fichtner, W. (2015). Assessing CO2 emissions of electric vehicles in Germany in 2030. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78, 68-83.

Johnson, G. L. (1985). *Wind energy systems* (pp. 147-149). Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

JUDGE, George G. (1988), *Introduction to the Theory and Practice of Econometrics*, Second Edition, USA, John Wiley&Sons.

Kalogirou, S. A. (2014). Solar thermal power systems. *Sol. Energy Eng*, 521-552.

- Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011(1), 19-33.
- Kılınç, E. C., & Şahbaz, N. (2021). Ar-Ge ve inovasyonun yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisi: Panel veri analizi. *Alanya Akademik Bakış*, 5(2), 1087-1105.
- Kırmızıgül, İ. E., & Baykal, B. (2023). Elektrikli araç tercihinde tüketici motivasyonu. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2023(2), 223-241.
- Koçak, E., & Uçan, O. (2021). Yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişki. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 99-112.
- Li, X., Chen, P., & Wang, X. (2017). Impacts of renewables and socioeconomic factors on electric vehicle demands—Panel data studies across 14 countries. *Energy Policy*, 109, 473-478.
- Lund, H., & Kempton, W. (2008). Integration of renewable energy into the transport and electricity sectors through V2G. *Energy policy*, 36(9), 3578-3587.
- Önder, H., & Kaya, O. C. (2019). Elektrikli araçların satışı üzerinde sosyo-ekonomik faktörlerin etkisi: bir panel veri analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 17-21.
- Seung, W., Yoon, H. J., Kim, T. Y., Ryu, H., Kim, J., Lee, J. H., ... & Kim, S. W. (2017). Boosting power-generating performance of triboelectric nanogenerators via artificial control of ferroelectric polarization and dielectric properties. *Advanced Energy Materials*, 7(2), 1600988.
- Sierzechula, W., Bakker, S., Maat, K., & Van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy policy*, 68, 183-194.
- Sierzechula, W., Bakker, S., Maat, K., & Van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 68, 183-194. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.043>, s. 185.
- Sioshansi, R., & Denholm, P. (2010). The value of plug-in hybrid electric vehicles as grid resources. *The Energy Journal*, 31(3), 1-24.
- Ustabaş, A. (2014). Mikro ve makro etkileri yönünden elektrikli otomobiller (Türkiye ekonomisi örneği). *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 36(1), 269-291.
- Yakın, A. (2023). Hibrit ve elektrikli taşıtlar. *Verimli ve Çevreci Enerji Sistemleri*, 53.
- Zamfir, A. I., Croitoru, E. O., Burlacioiu, C., & Dobrin, C. (2022). Renewable Energies: Economic and Energy Impact in the Context of Increasing the Share of Electric Cars in EU. *Energies*, 15(23), 8882.

## DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS OF A U-SHAPED ANTENNA USING FELT AND JEAN SUBSTRATE MATERIALS FOR 6G COMMUNICATION APPLICATIONS

**Asst. Prof. Dr. Duygu Nazan GENÇOĞLAN**

Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering,  
Department of Electrical-Electronics Engineering, [dngencoglan@atu.edu.tr](mailto:dngencoglan@atu.edu.tr),

ORCID ID: 0000-0001-5014-9514

### ABSTRACT

This study investigates the design and performance evaluation of a U-shaped antenna utilized for midband of 6G communication applications. The proposed U-shaped antenna design is presented by etching on either felt or jean as substrate materials for 6G communication applications. The proposed antenna structure has a compact structure with substrate dimensions of  $15 \times 18 \text{ mm}^2$  and a thickness of 1 mm, where the radiating element is made up of copper. The most common antenna performance parameters such as return loss, gain, bandwidth, and radiation efficiency are analyzed and compared for the felt and jean substrates within the 6G midband frequency spectrum. The simulation results indicate that the felt-based substrate achieves superior bandwidth performance, while the jean-based substrate exhibits comparable gain values. In other words, the comparison results demonstrate that both substrates achieve competitive performance metrics, with distinct advantages depending on the application. The performance parameters of proposed antenna structure highlight its potential for integration into wearable and flexible communication devices, paving the way for innovative 6G technologies.

**Keywords:** 6G communication, U-shaped antenna, Felt substrate, Jean substrate, Textile-based antennas.

## 1. INTRODUCTION

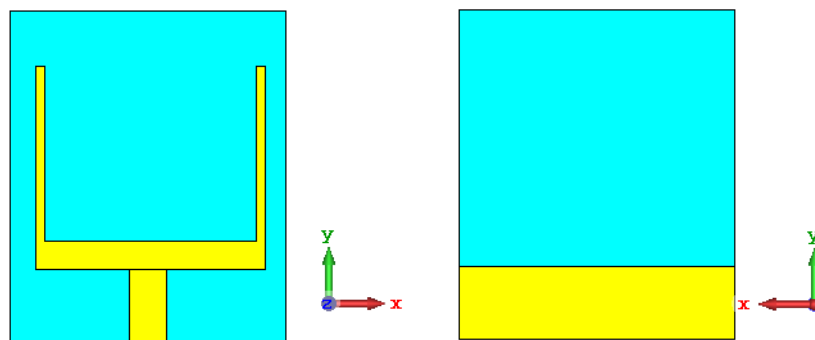
With the development of wireless communication systems, sixth generation (6G) technologies are expected to be implemented by 2030, following the fifth generation (5G) technology [1-4]. This emerging technology is being developed to redefine the standards of connectivity by providing unprecedented data rates, ultra-low latency, massive device connectivity, and unparalleled energy efficiency [3-5]. The 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project (3GPP) attempted the advancement of 6G systems at the end of 2023 [6]. Based on 3GPP, the initial 6G requirements are planned to be finalized by 2028 and requirements with commercial purposes are expected to be completed by 2029 [6-9]. In World Radiocommunication Conferences (WRC) exhibited in Dubai in 2023, 6.425-7.125 GHz frequency band is allocated to 6G for various countries [10, 11]. The conference also suggests a newer frequency band from 7 GHz to 15 GHz range for emerging 6G communication applications [10, 11, 12]. One of the fundamental components for devising 6G is to design efficient, compact, and flexible antennas, which could integrate into wearable devices, smart textiles, and portable communication systems [13-15]. Traditional antenna designs often fail to meet the stringent requirements of 6G, such as flexibility, low-profile structure, and compatibility with unconventional substrates [16-18]. Textile-based antennas have emerged as a promising solution, offering lightweight, flexible, and durable options that align with the demands of next-generation communication systems [19-23]. Felt and jean have commonly been used among textile materials for antenna design procedure [24-32]. Felt exhibits low permittivity and dielectric loss, making it suitable for wideband antenna applications [33]. Its lightweight and flexible nature also enhances its potential for wearable communication devices [24, 26, 34, 35]. Conversely, jean, a durable and widely available fabric, provides mechanical robustness and adequate electromagnetic performance, making it an attractive candidate for antennas in rugged environments or wearable electronics [24, 36]. These materials not only contribute to the functionality of antennas but also align with the growing demand for eco-friendly and sustainable design practices in electronics [37-40].

In this study, a U-shaped antenna is designed and analyzed using felt and jean substrates to evaluate their performance for midband 6G communication applications. The proposed antenna, featuring compact dimensions of  $15 \times 18 \text{ mm}^2$  and a thickness of 1 mm, incorporates a copper radiating element and operates within the midband 6G frequency spectrum. The U-shaped design is chosen for its ability to achieve a wide impedance bandwidth and maintain efficient radiation characteristics. The proposed antenna performance parameters, including return loss, bandwidth, gain, and radiation efficiency, are simulated and compared for both substrate materials to assess their suitability for 6G applications. Preliminary findings suggest that felt-based antennas exhibit superior bandwidth performance, making them ideal for applications requiring wide frequency coverage. Jean-based antennas, while offering slightly narrower bandwidth, deliver competitive gain and efficiency, making them suitable for scenarios where mechanical durability and stability are prioritized. These results underscore the potential of textile-based antennas in bridging the gap between flexible, wearable technology and high-performance communication devices required for 6G technologies.

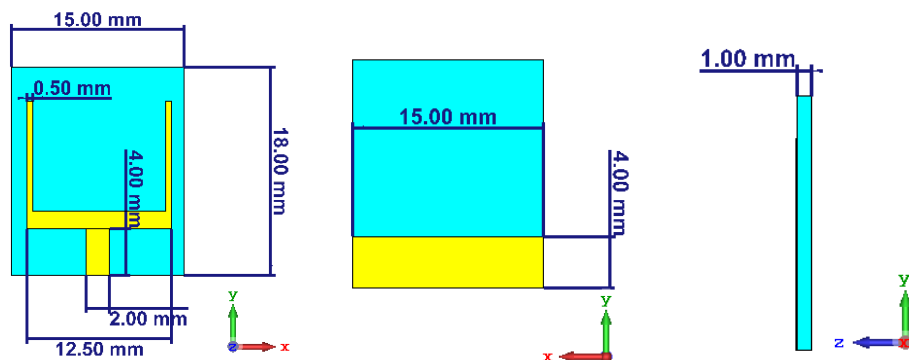
In the subsequent sections, the antenna design methodology, simulation setup, and performance analysis are discussed in detail. The comparison of felt and jean substrates highlights their respective advantages, providing valuable insights for future research and development in textile-based antenna technology for 6G communication applications.

## 2. PROPOSED ANTENNA DESIGN

The proposed U-Shaped flexible antenna structure is presented in Figure 1. Figure 2 also depicts the overall dimensions of the proposed antenna, which is sketched and simulated via CST MWS program. On the other hand, the substrate material is selected as felt with the dielectric permittivity of 1.3, and jeans with the dielectric permittivity of 1.6.



**Figure 1.** The proposed antenna structure along with the front and rear views.



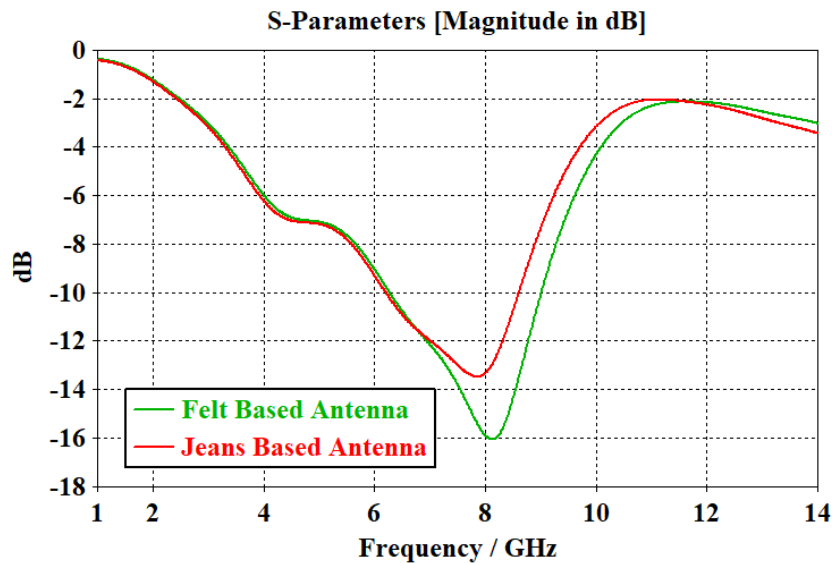
**Figure 2.** The overall dimension of the proposed antenna structure.

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The performance parameters of the proposed antenna structure, which are return loss, gain, and radiation efficiency, are analyzed and compared. Figure 3 illustrates the comparison of the return loss parameters of the proposed structure with respect to the different textile materials as substrate. Table 1 also outlines the RF performance parameters of each antenna. Both antennas cover a significant portion of the proposed midband-6G spectrum (6.425-7.125 GHz). The felt-based antenna has a slightly broader operating range, which suggests its material properties provide better support for wider bandwidth applications. Both antennas resonate near the mid-high band of the 6G spectrum, ensuring compatibility with high-speed and low-latency communication requirements. The felt-based antenna has a slightly higher resonance frequency,



potentially influenced by the material's permittivity and loss tangent. Both antennas demonstrate wide bandwidths, essential for 6G applications requiring high data rates and large channel allocations. The felt-based antenna, with its larger bandwidth, might be more suitable for applications demanding higher throughput or broader frequency coverage. The jeans-based antenna covers a slightly narrower range compared to the felt-based version. However, this range is still well within the anticipated 6G spectrum, providing adequate support for high-speed data transfer and advanced communication systems. This indicates that jeans, as a substrate, offers stable dielectric properties that support high-frequency operations without excessive energy loss.



**Figure 3.** The comparison of the return loss characteristic along with the felt and jeans based separately.

**Table 1. Comparison of RF performance parameters of the proposed textile antenna**

Antenna	Operating Frequency Range (GHz)	Resonance Frequency (GHz)	-10 dB Bandwidth (GHz)
Felt Based	6.25-9.00	8.12	2.75
Jeans Based	6.19-8.62	7.85	2.43

The other critical performance parameters of the proposed textile antenna are gain and radiation efficiency. Figure 4 depicts the gain comparison of the proposed antenna with felt or jeans based. The operating frequency range of each antenna almost starts around 6 GHz and ends up to 9 GHz. That's why the gain parameters are given with respect to these frequency ranges. It is clear from Figure 4 that the jeans-based antenna has higher gain, which makes it a good choice for applications that require higher gain. While the felt based antenna has slightly lower gain, it shows also good performance for high frequency signal propagation. Figure 5 shows a comparison of the radiation efficiency for each antenna. It can be deduced from the radiation efficiency simulation results that jeans-based antenna outperforms the felt based antenna in terms of radiation efficiency in the desired frequency range as well.

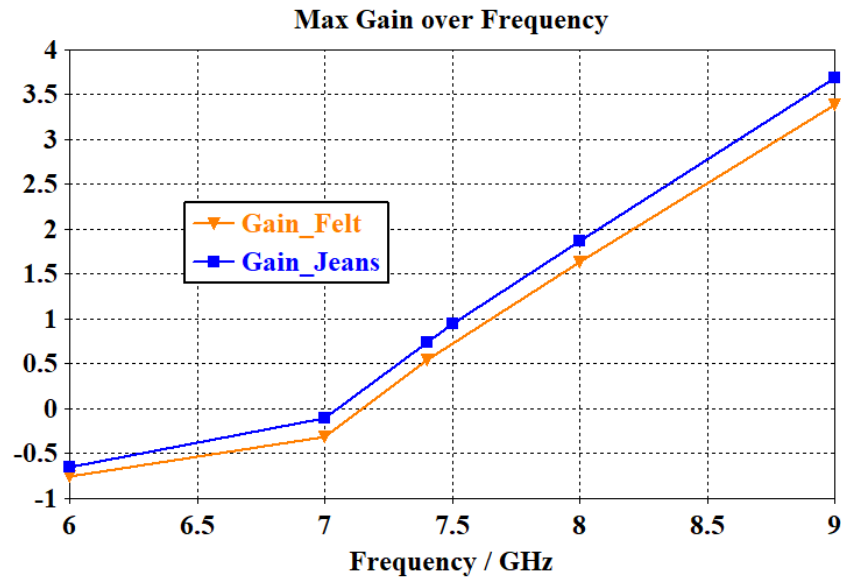


Figure 4. The comparison of the gain along with the felt and jeans based separately.

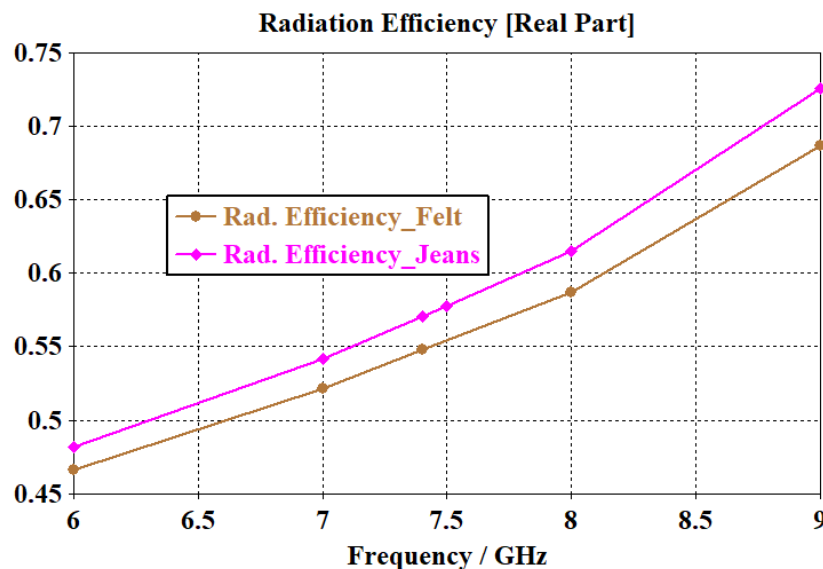


Figure 5. The comparison of the radiation efficiency along with the felt and jeans based separately.

#### 4. CONCLUSION

In this study, textile-based antennas show promise for 6G applications. Felt excels in bandwidth, while jeans offer higher gain and radiation efficiency. Both proposed antenna structures are suitable for midband 6G applications. But the other performance parameters should also be analyzed and investigated whether it is acceptable or not for wearable and flexible communication devices as well. As future works, the crucial parameters for wearable and flexible applications will be analyzed and validated the simulation results by experimental procedure.

## REFERENCES

- [1].M. Na et al., Operator's Perspective on 6G: 6G Services, Vision, and Spectrum, IEEE Communications Magazine, vol. 62, no. 8, pp. 178-184, August 2024, doi: 10.1109/MCOM.001.2400060.
- [2].X. Chen, J. Tan, L. Kang, F. Tang, M. Zhao and N. Kato, "Frequency Selective Surface Toward 6G Communication Systems: A Contemporary Survey," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 26, no. 3, pp. 1635-1675, thirdquarter 2024, doi: 10.1109/COMST.2024.3369250.
- [3].Kumar, R., Gupta, S. K., Wang, H. C., Kumari, C. S., Korlam, S. S. V. P. (2023). From Efficiency to sustainability: Exploring the potential of 6G for a greener future. Sustainability, 15(23), 16387.
- [4].Chowdhury, M. Z., Shahjalal, M., Ahmed, S., Jang, Y. M. (2020). 6G wireless communication systems: Applications, requirements, technologies, challenges, and research directions. IEEE Open Journal of the Communications Society, 1, 957-975.
- [5].Alsharif, M. H., Kelechi, A. H., Albreem, M. A., Chaudhry, S. A., Zia, M. S., Kim, S. (2020). Sixth generation (6G) wireless networks: Vision, research activities, challenges and potential solutions. Symmetry, 12(4), 676.
- [6].<https://www.ericsson.com/en/blog/2024/3/6g-standardization-timeline-and-technology-principles>.
- [7].<https://www.telecomreviewamericas.com/articles/reports-and-coverage/6g-standardization-roadmap-for-future-connectivity/>.
- [8].Jiang, W., Han, B. (2024). Evolution Toward Sixth Generation (6G) Mobile Cellular Systems. In Cellular Communication Networks and Standards: The Evolution from 1G to 6G (pp. 195-210). Cham: Springer Nature Switzerland.
- [9].Toskala, A., Holma, H. (2024). 5G-Advanced Overview. 5G Technology: 3GPP Evolution to 5G-Advanced, 485-503.
- [10].<https://www.nokia.com/about-us/newsroom/articles/6g-mid-band-spectrum-technology-explained/>
- [11].<https://www.itu.int/wrc-23/>.
- [12].<https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/6g-spectrum-enabling-the-future-mobile-life-beyond-2030>.
- [13]. Yong, Zeng., Zhenjun, Dong., Huizhi, Wang., Lipeng, Zhu., Ziyao, Hong., Qingji, Jiang., Dongming, Wang., Shi, Jin., Rui, Zhang. (2024). Multi-Antenna Technology for 6G Integrated Sensing and Communication. doi: 10.48550/arxiv.2407.04404.
- [14]. Emadian, S. R. (2024). Advancements in Antenna Systems for B5G and 6G Applications. In Free Space Optics Technologies in B5G and 6G Era-Recent Advances, New Perspectives and Applications. IntechOpen.
- [15]. R. K. Mahapatra et al., "Compact wideband microstrip circular patch antenna for 6G application," 2023 International Conference on Advancement in Computation & Computer Technologies (InCACCT), Gharuan, India, 2023, pp. 832-837, doi: 10.1109/InCACCT57535.2023.10141831
- [16]. M. H. Maktoomi, Z. Wang, H. Wang, S. Saadat, P. Heydari and H. Aghasi, "A Sub-Terahertz Wideband Stacked-Patch Antenna on a Flexible Printed Circuit for 6G

- Applications," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 70, no. 11, pp. 10047-10061, Nov. 2022, doi: 10.1109/TAP.2022.3185497.
- [17]. A. Algaba-Brazález, H. Wang, P. Castillo-Tapia, L. Manholm, M. Johansson and O. Quevedo-Teruel, "Flexible 6G antenna systems based on innovative lenses combined with array antennas," 2023 17th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Florence, Italy, 2023, pp. 1-5, doi: 10.23919/EuCAP57121.2023.10133680.
- [18]. R. Deng et al., "Reconfigurable Holographic Surfaces for Ultra-Massive MIMO in 6G: Practical Design, Optimization and Implementation," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 41, no. 8, pp. 2367-2379, Aug. 2023, doi: 10.1109/JSAC.2023.3288248.
- [19]. Kumar Baudh, R., Sahu, S., Singh Parihar, M., & Kumar V, D. (2024). A compact wideband low-profile all textile on/off body antenna for Satcom and defense applications. International Journal of Communication Systems, e5933.
- [20]. Roy, A., Bhuiyan, M. R., Islam, M. A., Saha, P., Eshan, S. H., Hasan, R. R., & Basak, R. (2024). Tungsten disulfide based wearable antenna in terahertz band for sixth generation applications. TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control), 22(3), 545-555.
- [21]. Sahu, Y., & Amhia, H. (2023, December). A Review on Recent Advancement in Wearable Textile Antennas & Its Applications. In Proceedings of International Conference on Recent Advancements in Artificial Intelligence (pp. 259-269). Singapore: Springer Nature Singapore.
- [22]. Saleh, S., Saeidi, T., Timmons, N., & Razzaz, F. (2024). A comprehensive review of recent methods for compactness and performance enhancement in 5G and 6G wearable antennas. Alexandria Engineering Journal, 95, 132-163.
- [23]. Allam, A. M. M. A., Helala, M. A., Ghanem, M. G., Raafat, M. A., Fawzy, D. E., Akarsu, G., ... & El-Din, M. S. (2023, May). An Ultra-Wideband Textile-Based Perfect Superstrate Metamaterial Absorber for 6G Applications. In 2023 10th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE) (pp. 286-291). IEEE.
- [24]. Abdelghany, M. (2024). Textile antenna with dual bands and sar measurements for wearable communication. Electronics, 13(12), 2251. <https://doi.org/10.3390/electronics13122251>.
- [25]. Khan, M., Yeboah-Akouwah, B., Islam, K., Tchao, E., Bhattacharyya, S., Dey, R., ... & Alraddady, F. (2022). Novel design of uwb jeans-based textile antenna for body-centric communications. Computer Systems Science and Engineering, 42(3), 1079-1093. <https://doi.org/10.32604/csse.2022.022313>.
- [26]. Batal, K. E., Chakhchaoui, N., Eddiai, A., & Mazroui, M. (2023). Simulation of wearable microstrip patch antenna by using textile material for ambient rf energy harvesting. International Journal of Membrane Science and Technology, 10(4), 1287-1295. <https://doi.org/10.15379/ijmst.v10i4.2243>.
- [27]. Kavitha, A., & Swaminathan, J. N. (2019). Design of flexible textile antenna using FR4, jeans cotton and teflon substrates. Microsystem Technologies, 25(4), 1311-1320.

- [28]. Kavitha, V., Malaisamy, K., Muruges, T. S., & SenthilKumar, M. (2023). Design and development of jeans textile antenna for wireless broadband applications. *Journal of Industrial Textiles*, 53, 15280837231215374.
- [29]. Manikandan, M., Femina, V., Vetricanikumar, J., Vijayakumar, S. D., Karthi, V., & Kumar, V. (2024, June). Performance Analysis of Textile Substrates adopted in Wearable Antennas: A Review. In *2024 International Conference on Advancements in Power, Communication and Intelligent Systems (APCI)* (pp. 1-8). IEEE.
- [30]. Kapetanakis, T. N., Nikolopoulos, C. D., Petridis, K., & Vardiambasis, I. O. (2021). Wearable textile antenna with a graphene sheet or conductive fabric patch for the 2.45 GHz band. *Electronics*, 10(21), 2571.
- [31]. Chen, P., Wang, D., Liu, L., Wang, L., & Lin, Y. (2022). Design of UWB wearable conformal antenna based on jean material. *International Journal of Antennas and Propagation*, 2022(1), 4886844.
- [32]. Tharini, B., & Kannammal, A. (2024). Substrate analysis on the wideband, high gain flower-shaped MIMO antenna. *Physica Scripta*, 99(8), 085521.
- [33]. Hashim, F. F., Mahadi, W. N. L. B. W., Abdul Latef, T. B., & Othman, M. B. (2023). Fabric–Metal Barrier for Low Specific Absorption Rate and Wide-Band Felt Substrate Antenna for Medical and 5G Applications. *Electronics*, 12(12), 2754.
- [34]. Chen, P., Wang, D., Liu, L., Wang, L., & Lin, Y. (2022). Design of uwb wearable conformal antenna based on jean material. *International Journal of Antennas and Propagation*, 2022, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2022/4886844>.
- [35]. Venkatachalam, D., Jagadeesan, V., Ismail, K. B. M., Arun Kumar, M., Mahalingam, S., & Kim, J. (2023). Compact flexible planar antennas for biomedical applications: insight into materials and systems design. *Bioengineering*, 10(10), 1137. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10101137>.
- [36]. John, D. M., Vincent, S., Pathan, S., & Ali, T. (2024). Characteristics mode analysis based wideband sub-6 ghz flexible mimo antenna using a unique hybrid decoupling structure for wearable applications. *Physica Scripta*, 99(3), 035032. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/ad28a1>.
- [37]. Brown, S. and Vacca, F. (2022). Cultural sustainability in fashion: reflections on craft and sustainable development models. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 18(1), 590-600. <https://doi.org/10.1080/15487733.2022.2100102>.
- [38]. Hur, E. and Cassidy, T. (2019). Perceptions and attitudes towards sustainable fashion design: challenges and opportunities for implementing sustainability in fashion. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 12(2), 208-217. <https://doi.org/10.1080/17543266.2019.1572789>.
- [39]. Ahmad Zabidi, N. A. and Jamaludin, K. A. (2024). Pedagogical approaches for sustainable fashion design curriculum: a systematic literature review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(1). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i1/20898>.
- [40]. D'Itria, E., Pei, X., & Bertola, P. (2024). Designing sustainability today: an analytical framework for a design for sustainability model in european fashion and furniture industries. *Sustainability*, 16(8), 3240. <https://doi.org/10.3390/su16083240>.

## KALP KRİZİ GEÇİREN HASTALARIN GÖĞÜS AĞRISI İLE ÖLÜM ANKSİYETESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

**Emine NEHRİ<sup>1</sup>** (Corresponding author)

(Specialist Nurse) Department of Nursing Fundamentals, Nursing Faculty, Ataturk University,  
Erzurum, Turkey

e-mail: [m.nehri@hotmail.com](mailto:m.nehri@hotmail.com)

ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-7292-6270>

**Esin KAVURAN<sup>2</sup>**

(Assistant Professor) Department of Nursing Fundamentals, Nursing Faculty, Ataturk  
University, Erzurum, Turkey

e-mail: [esin.kavuran@atauni.edu.tr](mailto:esin.kavuran@atauni.edu.tr)

ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-9825-8979>

### Özet

**Amaç:** Bu çalışma kardiyoloji yoğun bakımda miyokard enfarktüsü tanısı ile yatan hastalarda göğüs ağrısı ile ölüm korkusu arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla tanımlayıcı ve ilişki arayıcı olarak planlanmış ve uygulanmıştır.

**Materyal ve Metot:** Tanımlayıcı ve ilişki arayıcı nitelikte olan bu çalışma, Ocak 2023 - Eylül 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini Mayıs 2023-Eylül 2023 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi kardiyoloji yoğun bakım ünitesine yatan 165 hasta oluşturmuştur. Veriler; Sosyodemografik Bilgi Formu, Abdel-Khalek Ölüm Anksiyetesi Ölçeği, McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analiz için SPSS 15.00 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Karşılaştırmalı analiz, ortalamalardaki iki farklılığın anlamlılık testi (t-testi) olan ANOVA'yı ve Mann-Whitney-U testini kullanıldı.

**Bulgular:** Katılımcıların McGill Ağrı Ölçeği ile Abdel-Khalek Ölüm Anksiyetesi Ölçeği ve görsel uyarıların ölüme karşı uyandırdığı korku, ölümün getirdiği ruhsal ve fiziksel ağrıya yönelik korku, ölümü anımsatan durumlarla ilgili korku, ölümden sonrasında ilgili oluşan korku ve ölümün kendisinden korkma alt boyutları arasında pozitif yönde yüksek seviyede bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Katılımcıların McGill Ağrı Ölçeği ile duyuşsal ağrı alt boyutu puanı arasında pozitif yönde yüksek seviyede, algısal ağrı alt boyutu puanı arasında pozitif yönde düşük seviyede bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır ( $p < 0.001$ ).

**Sonuç:** Kalp krizi geçiren hastaların Abdel-Khalek Ölüm Anksiyetesi Ölçeği puan ortalamalarının dağılımı incelendiğinde, ölüm kaygısı ve alt boyutları arasında pozitif yönde ileri seviyede bir bağlantı olduğu görüldü. Kalp krizi geçiren hastaların göğüs ağrısı ile ölüm anksiyetesi arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde ve ileri düzeyde bir ilişki olduğu tespit edildi. Bu çalışmada, hemşirenin danışmanlık, liderlik, araştırmacı rollerini kullanarak hastaların ölüm kaygısını başa çıkmada ve güvende hissettmesini, hemşirelik bakım hizmetleriyle sağlanması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hemşirelik, göğüs ağrısı, ölüm anksiyetesi, kalp krizi

### Determination of the Relationship Between Chest Pain and Death Anxiety in Patients with Heart Attack

## ABSTRACT

**Aim:** This study was planned and implemented as a descriptive study in order to determine the relationship between severe chest pain and fear of death during a heart attack.

**Material and method:** This descriptive and correlation-seeking study was conducted between January 2023 and July 2024. The population of the study consisted of 165 patients hospitalized in the cardiology intensive care unit of Atatürk University Research Hospital between January and June 2023. Data; Sociodemographic Information Form, Abdel-Khalek Death Anxiety Scale, McGill Pain Scale Short Form were used. For data evaluation and statistical analysis, it was analyzed using SPSS 15.00 package program. Comparative analysis used ANOVA, a significance test of two differences in means (t-test), and the Mann-Whitney-U test.

**Results:** The participants had positive high levels of scores on the McGill Pain Scale and the Abdel-Khalek Death Anxiety Scale and the sub-dimensions of fear of death evoked by visual stimuli, fear of the mental and physical pain brought by death, fear of situations reminiscent of death, fear of the afterlife, and fear of death itself. It turned out that there was a relationship. It was revealed that there was a high positive correlation between the participants' McGill Pain Scale and the affective pain subscale score, and a low positive correlation between the perceptual pain subscale score ( $p<0.001$ ).

**Conclusion:** When the distribution of the Abdel-Khalek Death Anxiety Scale average scores of patients who had a heart attack was examined, it was seen that there was a strong positive connection between death anxiety and its sub-dimensions. It was determined that there was a statistically significant, positive and advanced relationship between chest pain and death anxiety in patients who had a heart attack. In this study, it is recommended that nurses use the roles of counseling, leadership and researcher to help patients cope with death anxiety and feel safe through nursing care services.

**Key Words:** chest pain, death anxiety, heart attack, Nursing

## Giriş

Hemşireler, bireyin, ailenin ve toplumun sağlığını korumak, geliştirmek ve hastalık durumunda iyileştirmek amacıyla çeşitli roller üstlenirler. Hemşirelerin bu süreçte bireylerle kurdukları etkileşim, sadece fiziksel bakım sağlamakla sınırlı kalmaz, aynı zamanda psikolojik destek de içerir (Açıkgöz & Baykal, 2023). Peplau'nun psikodinamik hemşirelik kuramında vurguladığı gibi, hemşire-hasta arasındaki kişiler arası ilişki, hastaların korku ve kaygılarını hafifletmekte kritik rol oynar. Bu kişiler arası etkileşim, sadece fiziksel rahatlamayı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hastaların kendilerini güvende hissetmelerine yardımcı olarak iyileşme sürecini hızlandırır (Demirbağ, 2021). Benzer şekilde, Orlando ve Travelbee gibi hemşirelik kuramcıları da hemşireliği, "kişiler arası etkileşim süreci" olarak vurgulamışlardır (Çoşkun & Hoşgör, 2024). Bu yaklaşımlar, hemşirelerin hastalarla kurduğu güvene dayalı ilişkilerin önemini vurgulamaktadır. Hemşirelerin profesyonel bilgi ve becerilerini sürekli güncellemeleri, hastaların tedavi süreçlerinde en iyi sonuçları elde etmeye çalışmaları bakım kalitesini artırır. Bu bağlamda hemşireler, kalp krizi gibi acil sağlık sorunlarında kritik rol oynarlar. Koroner arter hastalığı (KAH), dünyada ve ülkemizde en yaygın mortalite ve morbidite nedenlerinden biridir. Türkiye'de koroner arter hastalığının mortalitesi, Avrupa

ülkeleri arasında üst sıralarda yer almaktadır (Akman & Civek, 2022). KAH, kalp krizine kadar birçok klinik durumu içeren kapsamlı bir tanımdır ve kalp krizi, bu hastalar içinde en yüksek mortalite oranına sahip klinik durumdur (Karakoç ve ark., 2017). Kalp krizi geçiren hastalarda en yaygın görülen semptomlardan biri göğüs ağrısıdır. Bu ağrı, hastaların genellikle kriz sırasında en yoğun şekilde deneyimlediği belirti olup, çoğunlukla acil servise başvuru nedeni olarak karşımıza çıkar (Thygesen ve ark., 2018). Hemşireler, göğüs ağrısıyla gelen hastaların değerlendirilmesinde, ağrı şiddeti ile birlikte bu semptomun yol açabileceği psikolojik durumu da göz önünde bulundurmalıdır. Göğüs ağrısı, sadece fiziksel bir semptom olmanın ötesinde, ölüm anksiyetesini tetikleyebilecek bir faktördür (Whitehead ve ark.,2020). Yapılan çalışmalar, kalp krizi geçiren hastalarda göğüs ağrısının, bireylerde yaşamını kaybetme korkusu ve yoğun kaygıya neden olduğunu göstermektedir (Turan ve ark.,2022). Bu nedenle, hemşireler hastaların fiziksel bakımını sağlarken, aynı zamanda ölüm anksiyetesi gibi psikolojik etkilerle başa çıkmalarına da yardımcı olmalıdırlar (Çetin, 2021). Ölüm anksiyetesi, bireyin ölümle ilgili duyduğu korku ve kaygıları içerir. Kalp krizi gibi yaşamı tehdit eden durumlar, hastaların ölüm kaygısını artırabilir. Hemşireler, bu tür anksiyetelerin ortaya çıkabileceğini öngörerek, hastalara sadece fiziksel değil, aynı zamanda duygusal destek de sağlamalıdırlar (Özdemir ve ark., 2022). Ölüm anksiyetesinin, kalp krizi gibi ciddi sağlık sorunları karşısında evrensel bir duygu olarak ortaya çıkması ve bireyden bireye değişiklik göstermesi, hastaların bu durumu yönetme biçimlerini de etkileyebilir (Türkmen, 2012).

Yapılan çalışmalar, göğüs ağrısının ölüm anksiyetesi ile yakından ilişkili olduğunu ve bu anksiyetenin bireylerin yaşam kalitesi ile sosyal yaşamlarına olumsuz etkilerde bulunduğunu göstermektedir (Karakuş ve ark., 2012). Bu noktada, hemşirelerin hastaların psikolojik ve fiziksel iyilik hallerini dengeleyici bir rol üstlenmeleri kritik bir önem taşır. Hemşireler, Gordon'un Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeli'ne dayanarak kalp krizi geçiren hastalarda göğüs ağrısını yönetirken, aynı zamanda hastaların yaşadığı ölüm anksiyetesini de dikkate almalı ve bu iki kavramı birbiriyle ilişkilendirerek bütüncül bir bakım sunmalıdır (Kurt ve ark., 2016). Kalp krizi geçiren hastalarda göğüs ağrısı ile ölüm anksiyetesi arasında önemli bir ilişki olduğu bilinmektedir (Buruntekin F. 2022). Hemşireler, bu süreçte hem hastaların fiziksel semptomlarını hafifletmeye hem de psikolojik olarak destek sağlamaya yönelik girişimlerde bulunarak, hastaların bakım sürecine katkıda bulunmalıdırlar. Bu çalışmada, kalp krizi geçiren hastalarda göğüs ağrısı ile ölüm anksiyetesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi açıklanması amacıyla tanımlayıcı ve ilişki arayıcı türde bir çalışma olarak yürütülmüştür.

### **Araştırma soruları**



1. Kalp krizi geçiren hastaların ölüm anksiyete düzeyleri nedir?
2. Kalp krizi geçiren hastaların ölüm anksiyeteleri ile sosyo demografik özellikleri arasında bir ilişki var mı?
3. Kalp krizi geçiren hastaların ölüm anksiyeteleri ile göğüs ağrıları arasında ilişki var mıdır?

## **Materyal ve Metot**

### **Evren ve Örneklem**

Araştırmanın evrenini veri toplama tarihleri Mayıs 2023- Eylül 2023 arasında Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Kardiyoloji Yoğun Bakıma başvuran 165 MI tanısı almış hasta oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemini ise belirtilen tarihler arasında örnekleme dahil edilme kriterlerine uyan hastalar oluşturmaktadır Araştırmaya dahil edilecek hasta sayısı göstermek için güç analizi kullanılmıştır.Yapılan güç analizinde %5 Tip1 hata ve %80 güç için orta etki büyüklüğünde 128 hastanın yeterli olduğu hesaplanmıştır. Hastalarda 15'ü çalışmaya katılmayı kabul etmediği, 8 hasta okuma yazma bilmediği, 4 hasta Visüel Analog Skalası <3 (VAS) olduğu ve 4 hasta psikiyatri hastası olduğu için çalışmaya dahil edilmemiş ve çalışma toplamda 134 MI hastası ile gerçekleştirilmiştir.

**Veri Toplama Araçları:** Araştırma verileri, Sosyodemografik Bilgi Formu, Abdel-Khalek Ölüm Anksiyetesi Ölçeği (AÖAÖ) , McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu (MAÖ-KF) uygulanmıştır.

**Sosyodemografik Bilgi Formu:** Araştırmacı kendi oluşturduğu formda; yaş, cinsiyet, eğitim durumu gibi sosyo-demografik verileri sorgulayan değerlendiren bunun yanı sıra kronik hastalığını , sigara kullanımıyla ilgili alışkanlıklarını ve hastaneye yatışıyla ilgili kronik hastalık sorularıda yer almaktadır.

**Abdel-Khalek Ölüm Anksiyetesi Ölçeği (AÖAÖ):** Abdel-Khalek Ölüm Kaygısı Ölçeği, 1987 yılında Abdel-Khalek tarafından Arapça olarak geliştirilmiş ve 2004 yılında yeniden düzenlenmiştir. Türkçe geçerlilik güvenilirlik çalışması Sarıçiçek Aydoğan ve ark, (2015) tarafından yapılmıştır. Ölçek 20 madde ve 5 alt boyuttan oluşan 5'li Likert (puanı 1=hayır, 2=biraz, 3=biraz, 4=çok, 5=çok) bir ölçektir. Alt boyutları şu şekilde sınıflandırılmıştır; görsel uyarıların neden olduğu ölüm korkusu (madde 2. 8. 11. 16. 17), ölümün neden olduğu zihinsel ve fiziksel acı korkusu (madde 5. 6. 10. 15. 19), ölüm benzeri durumlardan korkma (madde 3. 12. 14. 18), ölümden sonra yaşam korkusu (madde 7. 9. 13), ölüm korkusunun kendisi (madde 1. 4. 20) . Ölçek sonunda hesaplanan en az puan 20, en çok puan 100'dür. Yüksek puan ölüm korkusunun arttığını belirtmektedir. Cronbach Alpha katsayısı 0.92; alt boyutların Alpha katsayıları 0.86, 0.85, 0.77, 0.60, 0.66 olarak bulunmuştur (Aydoğan ve ark.,2015). Bu

çalışmada ise, Abdel-Khalek Ölüm Anksiyetesi Ölçeği cronbach alfa değeri 0.96, olarak saptanmıştır.

**McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu (MAÖ-KF):** McGill ağrı ölçeği kısa formu 1987 tarihinde Melzack tarafından yenilenmiştir. Bu ölçekte ağrının şiddeti, etki durumu ve özelliğiyle ilgili açıklamalar yapılmıştır. Ölçeğin Türkçe geçerlilik güvenilirliği Biçici tarafından 2010 yılında yapılmıştır. Form üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci Kısım; bu kısım da ağrının özellikleri yer almaktadır. 15 adet yer alan tanımlayıcı kelimelerin 11'i ağrının duyuşal boyutunu tanımlamak için, geri kalan 4'ü ise algısal boyutun değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. İkinci Kısım; kişinin ağrı yoğunluğunu belirlemek için 'hafif ağrı' ile 'dayanılamayacak şiddetli ağrı' arasındaki beş kelime öbeği içermektedir. Üçüncü Kısım; hastanın o durumdaki ağrı şiddetini ölçmek için değerlendirme yapılır. Duyusal ve algısal ağrı, MAÖ-KF'nun alt boyutları olup mevcut ağrı indeksi ve Görsel Kıyaslama Ölçeği'nin (GKÖ) korelasyon katsayıları sırasıyla 0.36, 0.77, 0.92 ve ölçeğin bütününe korelasyon katsayısının 0.59 olduğu belirlenmiştir (Biçici, 2010). Bu çalışmada ise, McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu cronbach alfa değeri 0.70, olarak saptanmıştır.

**Verilerin Toplanması:** Araştırmanın verileri araştırmacı tarafından Atatürk Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesinin kardiyoloji yoğun bakım ünitesinde Mayıs 2023- Eylül 2023 tarihleri arasında yüz yüze görüşme yöntemi ile ortalama 10-15 dk süre içerisinde toplandı. Kurum izni aldıktan sonra araştırmanın verileri toplanmaya başlandı. Araştırmaya katılmaya gönüllü olan hastalar araştırmaya alındı. Hastalara araştırmanın amacı hakkında açıklama yapıldı. Hastalara bilgilendirilmiş onam formu sunularak araştırmaya katılmayı kabul eden hastaların sözel onamları alındı.

**Verilerin Değerlendirilmesi:** Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analiz için SPSS 15.00 paket programı kullanıldı. Veri toplama formları aracılığıyla elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak gerekli hata kontrolleri ve düzeltmeler yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler, sayısal olarak tanımlanmış ayırık değişkenler için sayı ve yüzde olarak ve ölçüm tanımlı sürekli değişkenler için ortalama  $\pm$  standart sapma olarak sunuldu. Karşılaştırmalı analiz, ortalamalardaki iki farklılığın anlamlılık testi (t-testi) olan ANOVA'yı ve Mann-Whitney-U testini kullanıldı.  $P < 0,05$  değeri istatistiksel anlamlılık göstergesi olarak kabul edildi. Kalp krizinde göğüs ağrısı ve ölüm kaygısı puanları, hastaların verdikleri "evet" yanıtlarının toplanmasıyla hesaplandı. Her "evet" yanıtı 1 puan olarak sayıldı.

**Araştırmanın Etik İlkeleri:** Araştırma için Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan ve Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Başhekimliğinden gerekli izin alındı. Tüm çalışmalarda bilgi alınması gönüllülük esasına dayalı olduğundan, araştırmaya dahil edilen hastaların gönüllü katılımı önemli görüldü. Ayrıca çalışmanın amacı ve sonuçların kullanım amacı belirlendikten sonra hastadan sözlü onam alındı (aydınlatılmış onam ilkesi). Araştırmaya katılan kişilere, bilgilerinin başkaları ile paylaşılmayacağı ve “gizlilik ilkesi”ne uyulacağı bilgisi verildi. Araştırmada kullanılan ölçekler için ilgili yazarlardan gerekli kullanım izni alındı .

### **Bulgular**

Bu çalışmada kalp krizi geçiren hastalarda göğüs ağrısı ile ölüm anksiyetesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması  $62.29 \pm 13.29$  olup, %67.9'u erkek, %67.9'u ilkökul mezunu, %82.1'i evlidir. %91.8'i çalışmamakta, %84.3'ü gelirin giderine eşit olduğunu belirtmektedir. Katılımcıların %69.4'ü sigara kullanmamakta, %89.6'sı alkol kullanmamakta ve %71.6'sı sigara dumanına maruz kalmaktadır. MAÖ-KF puan ortalamaları incelendiğinde, kadınlar erkeklere göre, ilkökul mezunları üniversite mezunlarına göre ve çalışmayanlar çalışanlara göre daha yüksek ölçek puanlarına sahiptir ve bu farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0.05$ ). Ancak medeni durum, gelir algısı, yaşanılan yer, sigara ve alkol kullanımı ile sigara dumanına maruz kalma durumları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Kalp Krizi Geçiren Hastalarda Göğüs Ağrısı ile Ölüm Anksiyetesi Arasındaki İlişkinin Bulguları (n=134)

Özellikler	n(%)	AÖAÖ	Test/p	MAÖ-KF	Test /p
<b>Cinsiyet</b>					
Kadın	43(32.1)	41.62±19.11	t=3.290	15.83±6.53	t=3.720
Erkek	91(67.9)	34.89±13.84	<b>p=0.024</b>	12.98±6.11	<b>p=0.003</b>
<b>Eğitim düzeyi</b>					
İlkökul	91(67.9)	35.65±16.23	F=1.412	17.95±5.95	F=5.385
Lise	26(19.4)	41.68±16.21	p=0.247	14.16±7.55	<b>p=0.022</b>
Üniversite ve üzeri	17(12.7)	38.00±14.09		10.60±5.77	
<b>Medeni durum</b>					
Evli	110(82.1)	36.41±14.79	t=5.123	13.45±6.29	t=0.735
Bekâr	24(17.9)	44.50±20.86	<b>p=0.002</b>	12.39±6.22	p=0.464
<b>Çalışma durumu</b>					
Çalışıyor	11(8.2)	36.58±15.64	t=6.334	13.80±8.31	t=5.283
Çalışmıyor	123(91.8)	48.60±19.86	<b>p=0.004</b>	18.21±6.08	<b>p=0.001</b>
<b>Geliri algılama durumu</b>					
Gelirim giderimden az	10(7.5)	50.50±20.87	F=3.973	12.75±8.74	F=0.046
Gelirim giderime eşit	113(84.3)	40.65±15.00	<b>p=0.021</b>	13.26±5.69	p=0.955
Gelirim giderimden fazla	11(8.2)	35.18±18.31	1>2,3	13.63±9.56	
<b>Yaşanılan yer</b>					
İl	69(51.5)	38.68±15.77	F=0.672	13.62±6.63	F=1.479

İlçe	31(23.1)	34.90±14.64	p=0.512	14.16±5.59	p=0.232
Köy	34(25.4)	36.05±17.74		11.69±5.88	
<b>Sigara Kullanma Durumu</b>					
Evet	41(30.6)	39.77±16.02	t=1.261	13.26±7.87	t=0.422
Hayır	93(69.4)	35.94±15.97	p=0.210	13.10±5.44	p=0.674
<b>Sigara Dumanına Maruz Kalma Durumu</b>					
Evet	96(71.6)	38.47±16.32	t=1.584	13.17±6.59	t=0.367
Hayır	38(28.4)	33.50±15.07	p=0.116	13.62±5.36	p=0.714
<b>Alkol Kullanma Durumu</b>					
Evet	14(10.4)	41.57±18.81	t=1.100	15.33±9.25	t=1.209
Hayır	120(89.6)	36.58±15.66	p=0.273	13.05±5.86	p=0.229

Katılımcıların ağrı durumunda hastaneye gitme (%68.7) ve ağrı paylaşımı (%88.1) gibi özelliklerinin MAÖ-KF puan ortalamalarını anlamlı derecede artırdığı belirlenmiştir (p<0.05). Kronik hastalığı olanların hem AÖAÖ hem de MAÖ-KF puanlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır (p<0.05). Ailede kalp krizi geçirenlerin AÖAÖ puan ortalamaları anlamlı olarak daha yüksektir (p<0.05). Ancak, daha önce hastaneye yatış, refakatçi durumu ve ani ölüme şahitlik etme gibi durumlarda her iki ölçek açısından da anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo2).

**Tablo 2.** Katılımcıların Hastalık Durumları ve Hastanede Yatış Deneyimlerine İlişkin Bulgular (n=134)

Özellikler	n(%)	AÖAÖ	Test/p	MAÖ-KF	Test/p
<b>Göğüs ağrısı durumunda yapılan uygulamalar</b>					
Bilinen yöntemleri deneme	23(17.1)	38.60±21.31	F=0.133	10.21±6.00	F=3.449
İlaç alma	19(14.2)	37.36±14.02	p=0.876	13.94±6.07	<b>p=0.035</b>
Hastaneye gitme	92(68.7)	36.68±14.98		13.91±6.16	1<3
<b>Göğüs ağrısı olunca paylaşma durumu</b>					
Evet	118(88.1)	37.21±16.30	t=0.165	16.40±6.24	t=4.754
Hayır	16(11.9)	36.50±14.31	p=0.869	12.07±6.34	<b>p=0.003</b>
<b>Kronik Hastalık Durumu</b>					
Evet	106(79.1)	47.31±16.64	t=5.260	15.53±7.72	t=2.209
Hayır	28(20.9)	36.40±13.68	<b>p=0.004</b>	12.63±5.65	<b>p=0.029</b>
<b>Ailede kalp krizi geçirme durumu</b>					
Evet	85(63.4)	42.59±16.60	t=3.376	13.78±6.41	t=1.241
Hayır	49(36.6)	34.60±14.82	<b>p=0.024</b>	12.37±5.89	p=0.217
<b>Daha önce hastaneye yatış yapma durumu</b>					
Evet	114(85.1)	37.23±16.46	t=0.188	13.14±6.22	t=0.673
Hayır	20(14.9)	36.50±13.72	p=0.851	12.36±6.41	p=0.502
<b>Yatış sırasında refakatçi olma durumu</b>					
Evet	109(81.3)	37.48±16.56	t=0.527	13.27±6.24	t=0.046
Hayır	25(18.7)	35.60±13.71	p=0.599	13.20±6.36	p=0.963
<b>Aile ve çevrede ani ölüme şahitlik etme durumu</b>					
Evet	64(47.8)	37.25±16.25	t=0.091	12.35±6.15	t=1.550
Hayır	70(52.2)	37.00±15.93	p=0.927	14.04±6.25	p=0.124

## **Sonuç**

Bu çalışmada, kalp krizi geçiren hastalarda göğüs ağrısı ve ölüm anksiyetesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Bulgular, göğüs ağrısının yalnızca fiziksel bir semptom olmaktan öte, hastalarda ölüm korkusunu artıran önemli bir psikolojik faktör olduğunu ortaya koymuştur. Kronik hastalığı olan bireylerin ve ailede kalp krizi öyküsü bulunan katılımcıların, ölüm anksiyetesi açısından daha yüksek risk taşıdıkları belirlenmiştir. Ayrıca, ağrı seviyeleri ile ölüm anksiyetesi arasında pozitif bir korelasyon bulunmuş olup, ağrının bir hemşirelik tanısı olarak ele alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, kalp krizi geçiren hastaların fiziksel semptomlarının yanı sıra psikolojik iyi oluşlarının da değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

## **Öneriler**

- Hemşireler, göğüs ağrısını yalnızca fiziksel bir semptom olarak ele almamalıdır, aynı zamanda hastaların ölüm anksiyetesi gibi psikososyal ihtiyaçlarına da dikkat etmelidir.
- Göğüs ağrısının ölüm korkusunu artırdığı göz önünde bulundurularak, hemşireler etkili ağrı yönetimi stratejileri geliştirmelidir.
- Ağrı yönetimi stratejileri, farmakolojik tedavilerin yanı sıra rahatlama teknikleri, nefes egzersizleri ve rehberli imgeleme gibi farmakolojik olmayan yaklaşımları da içermelidir.
- Kalp krizi geçiren hastalar, ağrı yönetimi ve tıbbi tedavilerin yanı sıra psikolojik destek almalıdır.
- Psikososyal destek, ölüm anksiyetesinin hafifletilmesine ve hastaların yaşam kalitelerinin artırılmasına yardımcı olabilir.
- Sağlık profesyonelleri, hastalara ve aile üyelerine ölüm anksiyetesi ile başa çıkma yolları konusunda eğitimler sunmalıdır.
- Kalp krizi öyküsü olan bireylerde ölüm anksiyetesi riski yüksek olduğundan, bu kişilere yönelik erken tanı ve müdahale stratejileri geliştirilmelidir.
- Erken tanı ve müdahale ile hastaların anksiyeteleri erken aşamalarda ele alınabilir ve genel sağlık durumları iyileştirilebilir.
- Kronik hastalığı olan bireylerin ölüm korkusunu azaltmak için düzenli takip ve destek programları uygulanmalıdır.
- Kronik hastalığa sahip bireylerin hem fiziksel hem de psikolojik sağlığı göz önünde bulundurularak tedavi planları yapılmalıdır.

## **Kaynaklar**

1. Açıkgöz, G., & Baykal, U. (2023). Yasal düzenlemeler çerçevesinde hemşirelerin mesleki rolleri ve özerklik. *Istanbul Kent University Journal of Health Sciences*, 2(1), 29-34. <https://doi.org/10.35432/ikuhs.2023.32>
2. Akman, M., & Civek, S. (2022). Karakoç Kumsar, A., & Taşkın Yılmaz, F. (2017). Kardiyovasküler hastalıklar risk faktörlerinden korunmada hemşirenin rolü. *Hemşirelikte Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 2(2), 45-54.
3. Biçici, B. (2010). “McGill ağrı ölçeği kısa formu” nun geçerlik ve güvenilirliğinin incelenmesi (Master's thesis). Ege Üniversitesi.
4. Buruntekin, F. (2022). Miyokard enfarktüsü geçirmiş bireylerde ölüm kaygısı ve günlük yaşam aktiviteleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi (Master's thesis). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi.
5. Coşkun, F., & Hoşgör, D. G. (2024). Hemşirelikte iletişim. In Sağlık profesyonellerinin iletişim becerileri (pp. 71).
6. Çetin, O. (2021). Göğüs ağrısının tanısı ve tedavi yaklaşımları. *Türk Kardiyoloji Dergisi*, 10(1), 78-83.
7. Demirbağ, B. C. (Ed.). (2021). *Hemşirelik kuramları kavram haritalarıyla*. Akademisyen Kitabevi.
8. Karakoç Kumsar, A., & Taşkın Yılmaz, F. (2017). Kardiyovasküler hastalıklar risk faktörlerinden korunmada hemşirenin rolü. *Hemşirelikte Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 2(2), 45-54.
9. Karakuş, G., Öztürk, Z., & Tamam, L. (2012). Ölüm ve ölüm kaygısı. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 21(1), 42-79.
10. Kurt, Y., Özkan, Ç. G., & Demirbağ, B. C. (2016). Bir olgu: Akut miyokard infarktüsünde NANDA tanıları ve NIC girişimleri ile hemşirelik bakımı. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(3), 138-146.
11. Özdemir, G., Bilen, Ö., & Ateş, S. C. (2022). Hastane aciline gelenlerde kalp krizi risk olasılığının belirlenmesi için bir karar destek sisteminin oluşturulması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(4), 2093-2106. <https://doi.org/10.29130/duzcebiltek.1164041>
12. Thygesen, K., Alpert, J. S., Jaffe, A. S., Chaitman, B. R., Bax, J. J., Morrow, D. A., ... & Executive Group on behalf of the Joint European Society of Cardiology (ESC)/American College of Cardiology (ACC)/American Heart Association (AHA)/World Heart Federation (WHF) Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction. (2018). Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Circulation*, 138(20), e618-e651. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000617>
13. Turan, F. (2022). Kalp krizi sonrası ölüm korkusu: Psikolojik ve fizyolojik etkiler. *Türk Kardiyoloji Dergisi*, 44(3), 199-205.
14. Türkmen, S. N., & Çam, M. O. (2012). Miyokart enfarktüsü geçirmiş hastalarda psikoeğitimin psikososyal uyum üzerine etkisinin değerlendirilmesi. *Journal of Psychiatric Nursing/Psikiyatri Hemşireleri Derneği*, 3(3).
15. Whitehead, L., Tierney, S., Biggerstaff, D., Perkins, G. D., & Haywood, K. L. (2020). Bozulmuş bir normallığe hapsolmuş: Ani kalp durmasından sonra kurtulanların ve eşlerinin yaşam deneyimleri. *Canlandırma*, 147, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.09.004>

## DIABETES KNOWLEDGE, ATTITUDES, FAMILY SUPPORT, SELF-EFFICACY, AND SELF-MANAGEMENT BEHAVIORS: THEIR IMPACT ON DIABETES CONTROL IN CANCER PATIENTS WITH DIABETES

**Esin KAVURAN<sup>1</sup>** (Corresponding author)

(Assistant Professor) Department of Nursing Fundamentals, Nursing Faculty, Ataturk  
University, Erzurum, Turkey

e-mail: [esin.kavuran@atauni.edu.tr](mailto:esin.kavuran@atauni.edu.tr)

ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-9825-8979>

**Emine NEHRİ<sup>2</sup>**

(Specialist Nurse) Department of Nursing Fundamentals, Nursing Faculty, Ataturk University,  
Erzurum, Turkey

e-mail: [m.nehri@hotmail.com](mailto:m.nehri@hotmail.com)

ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-7292-6270>

### Abstract

**Introduction:** Cancer and diabetes are complex chronic diseases affecting millions of people worldwide. Managing these two conditions can be challenging due to their biological and psychosocial interactions. In cancer patients with diabetes, diabetes control is influenced by both aspects of the disease, making the treatment process more complicated. This study aims to investigate the impact of psychosocial factors on diabetes control in cancer patients with diabetes.

**Objective:** The objective of the study is to evaluate the mediating role of diabetes knowledge, attitude, family support, self-efficacy, and self-management behaviors on diabetes control in cancer patients with diabetes.

**Methods:** The research relies on comprehensive literature reviews and relevant psychometric assessments conducted on cancer patients with diabetes. Each psychosocial factor was examined as a significant element influencing patients' success in diabetes management.

**Findings:** High knowledge levels in cancer patients with diabetes can improve blood sugar control. However, translating knowledge into practical management skills is crucial. A positive attitude can help patients be more resilient in both their cancer and diabetes journeys. Low morale can negatively affect diabetes management. Family support plays a critical role in both physical and emotional aspects. Family members can increase treatment adherence and support diabetes management. High self-efficacy empowers patients to cope more effectively with both diseases. A weakened sense of self-efficacy can make diabetes management challenging. Self-management behaviors are affected during cancer treatment due to treatment side effects. Maintaining self-management skills is critical for keeping diabetes under control.

**Conclusion:** Cancer treatment introduces additional stress factors and physiological changes that make diabetes control challenging. Diabetes management in cancer patients with diabetes should be addressed using a holistic approach that incorporates the effects of cancer treatment. The interplay between knowledge level, attitude, family support, self-efficacy, and self-management behaviors are critical determinants of how successful patients will be in managing

their diabetes. Therefore, it is important for healthcare providers to develop personalized treatment plans.

**Keywords:** Cancer, diabetes, knowledge, attitude, family support, self-efficacy, self-management behaviors, diabetes control.

## INTRODUCTION

Cancer and diabetes are prevalent and challenging chronic diseases affecting millions of people worldwide. The complex biological and management-related interplay between these two conditions requires further understanding to enable the development of more effective healthcare solutions for patients (Shahid, Ahmed, Le, & Yadav, 2021). People with diabetes often have high insulin levels, which can increase the risk of developing certain types of cancers, including colon, breast, and pancreatic cancers. Additionally, shared risk factors like metabolic syndrome, which involves characteristics such as abdominal obesity, high blood pressure, high blood sugar, and abnormal cholesterol levels, are associated with both diabetes and cancer (Wang & Ding, 2021). Chronic inflammation, which can be present in both conditions, can also trigger cancer development in individuals with diabetes.

Interactions between cancer and diabetes treatments can affect drug efficacy and safety. For instance, some chemotherapy drugs can raise blood sugar levels, making diabetes management more challenging. These situations further complicate the management of both diseases, necessitating personalized treatment strategies, such as tailored dietary modifications for patients (Srivastava & Goodwin, 2020). The psychological and social effects of cancer and diabetes can also impact patients' adherence to treatment and quality of life, increasing their need for emotional support and highlighting the need for a holistic approach to their care (Jiakponna et al., 2024). Managing cancer and diabetes concurrently necessitates personalized treatment plans designed to minimize the impact of both conditions. Considering the interplay between the two is crucial for early intervention and appropriate treatment options (Milluzzo, Vigneri, Martorana, Vigneri, & Sciacca, 2020). This intricate interplay calls for a multidisciplinary approach and treatment modalities that are sensitive to patients' individual needs, requiring continuous dialogue and collaboration among researchers, clinicians, and patients (Shickh, Leventakos, Lewis, Bombard, & Montori, 2023).

To improve treatment adherence and quality of life for cancer patients with diabetes, understanding the impact of psychosocial factors, such as diabetes knowledge, positive attitudes, high self-efficacy, and family support, on diabetes control is crucial (Zhang, Shi, Deng, Yi, & Chen, 2023). Each of these factors is a critical determinant of how successful patients will be in managing their diabetes, and it is important for healthcare providers to develop personalized treatment plans that take these factors into account.



## **The Role of Diabetes Knowledge**

Knowledge level in diabetes management is a critical factor that directly impacts patients' treatment adherence and self-management skills. Patients with comprehensive diabetes knowledge can more effectively implement essential management skills such as blood sugar control, dietary planning, and physical activity (Hamidi, Gholamnezhad, Kasraie, & Sahebkar, 2022). A study by Silva-Tinoco et al. (2020) found that patients with high diabetes knowledge had better blood sugar control and a reduced risk of long-term complications. However, studies in cancer patients with diabetes have shown that knowledge level alone is not sufficient, and patients require additional support and guidance to translate this knowledge into practice (Howell et al., 2021). This highlights the need to convert knowledge level into practical management skills, not just theoretical understanding. Particularly, cancer treatment side effects can pose challenges in diabetes management, underscoring the importance of not only increasing knowledge levels but also its applicability. Diabetes control in cancer patients with diabetes is directly affected by physical, psychological, and biochemical changes brought about by cancer treatment. Diabetes management becomes more complex during the cancer treatment process. Cancer patients with diabetes should be knowledgeable not only about diabetes itself but also about the effects of cancer on diabetes (Joharatnam-Hogan et al., 2021). Cancer treatments, especially chemotherapy and radiotherapy, can affect blood sugar levels, requiring more knowledge and skills in diabetes management. It is crucial for these patients to understand how traditional diabetes management methods are adapted during cancer treatment. Having adequate knowledge about diabetes during cancer treatment is critical for managing fluctuating blood sugar levels due to the treatment. Lack of knowledge can lead to the deterioration of diabetes during the treatment process. Diabetes knowledge empowers patients to better manage their diabetes during cancer treatment, improving overall treatment adherence (Joharatnam-Hogan, Chambers, Dhatariya, Board, & Joint British Diabetes Society for Inpatient Care, 2022).

## **Attitude and Cancer**

A cancer diagnosis can significantly impact one's attitude towards diabetes management. Low morale during cancer treatment can decrease patients' interest in diabetes management. However, a positive attitude can increase commitment to fighting both cancer and diabetes. A positive attitude can help patients be more resilient in both their cancer and diabetes journeys, positively impacting blood sugar control. Stress and anxiety related to cancer treatment can lead to a negative attitude toward diabetes management. In this case, psychosocial support plays a critical role in maintaining a positive attitude (Zhao et al., 2022).

### **Family Support and Cancer**

Family support plays a critical role in both the physical and emotional aspects for cancer patients with diabetes. During cancer treatment, patients may experience decreased energy levels, making diabetes management challenging. Family support enables patients to maintain treatment adherence and self-management behaviors during this period. Family members provide encouragement and motivation as patients cope with the challenges of cancer treatment, which also supports diabetes control. Family support can help patients maintain behaviors such as taking medication regularly, following dietary guidelines, and monitoring blood sugar levels. By reducing stress and anxiety levels during the cancer treatment process, family support helps patients focus more on diabetes management (Parviniannasab, Faramarzian, Hosseini, Hamidizadeh, & Bijani, 2024).

### **Self-Efficacy and Cancer**

A cancer diagnosis can weaken patients' perception of self-efficacy in diabetes management. The challenge of cancer treatment can lead patients to feel inadequate in managing their diabetes. However, strengthening the sense of self-efficacy can empower patients to effectively cope with both diseases (Kırca & Kutlutürkan, 2021). High self-efficacy contributes to patients' success in both cancer treatment and diabetes management processes. Patients with high self-efficacy can improve their treatment adherence and be more consistent in diabetes management. Low self-efficacy can negatively impact patients' motivation in diabetes management. This, coupled with the challenges of cancer treatment, can make diabetes control difficult (Krzemińska, Lomper, Chudiak, Ausili, & Uchmanowicz, 2021).

### **Self-Management Behaviors and Cancer**

During cancer treatment, the self-management behaviors of patients with diabetes are significantly affected. Side effects such as fatigue, nausea, and loss of appetite can make it challenging for patients to maintain regular exercise, healthy eating, and consistent medication use. Maintaining self-management behaviors during cancer treatment is critical for keeping diabetes under control. Implementing these self-management skills can also help mitigate the side effects of cancer treatment. Cancer patients may require additional guidance and support to sustain self-management behaviors during their treatment. In this process, the role of healthcare professionals is also of vital importance (Parviniannasab et al., 2024).

## The Role of Diabetes Knowledge, Attitude, and Self-Efficacy in Managing Diabetes in Cancer Patients

H1: Diabetes knowledge has a positive impact on diabetes control. As diabetes knowledge increases, patients' diabetes management skills also improve.

H2: Diabetes knowledge leads patients to develop a positive attitude towards diabetes management, and this attitude positively influences diabetes control.

H3: Diabetes knowledge increases patients' self-efficacy, and this increase has a positive effect on diabetes control.

H4: A positive attitude increases diabetes management behaviors, and these behaviors improve diabetes control.

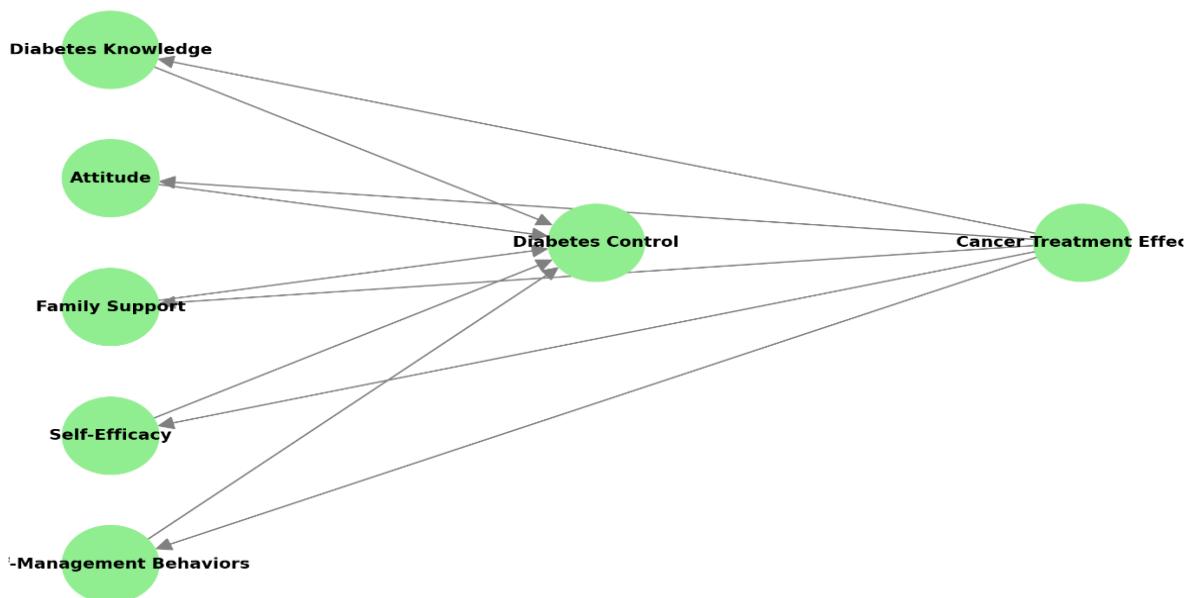
H5: Family support increases patients' self-efficacy, and this increase has a positive effect on diabetes control.

H6: Family support encourages diabetes management behaviors, and these behaviors improve diabetes control.

H7: Self-efficacy positively influences diabetes management behaviors, which in turn improves diabetes control.

H8: Diabetes control positively impacts the effectiveness of cancer treatment. Better diabetes control contributes to more successful cancer treatment outcomes.

**Mind Map: Mediating Factors in Diabetes Control Among Cancer Patients**



Diabetes knowledge empowers individuals to make informed decisions about diabetes management. Having adequate knowledge helps individuals develop a positive attitude towards

diabetes management. Literature suggests that individuals with high diabetes knowledge are more willing to manage their condition and exhibit a positive attitude (Hamidi, Gholamnezhad, Kasraie, & Sahebkar, 2022). Therefore, diabetes knowledge can indirectly influence diabetes control by directly impacting attitude. Diabetes knowledge enhances an individual's confidence and belief in their ability to manage their diabetes. An informed patient feels more competent in dealing with diabetes, leading to increased self-efficacy (Joharatnam-Hogan et al., 2022). High self-efficacy allows individuals to perform diabetes management behaviors more effectively (Hamidi et al., 2022). Hence, diabetes knowledge indirectly impacts diabetes control by promoting self-efficacy. A positive attitude increases an individual's willingness to adopt the necessary behaviors for diabetes management. A positive approach towards diabetes management encourages individuals to take medication regularly, pay attention to their diet, engage in physical activity, and monitor their blood sugar levels (Zhao et al., 2022). Literature highlights a strong association between attitude and management behaviors, emphasizing that attitude positively influences behaviors (Kırca & Kutlutürkan, 2021). Family support strengthens an individual's coping skills and provides motivation. This support can enhance an individual's belief in their ability to manage diabetes, i.e., their self-efficacy. The positive impact of family support on self-efficacy is frequently mentioned, particularly in chronic illnesses (Parviniannasab, Faramarzian, Hosseini, Hamidizadeh, & Bijani, 2024). High self-efficacy contributes to the individual's success in diabetes management, leading to improved diabetes control (Krzemińska, Lomper, Chudiak, Ausili, & Uchmanowicz, 2021). Family support plays a crucial role in sustaining diabetes management behaviors. The support provided by family members enhances an individual's motivation to practice the necessary behaviors for managing diabetes. For instance, family support enables individuals to pay more attention to their diet, take medication regularly, and maintain physical activity (Zhao et al., 2022). Literature suggests that family support has a strong influence on diabetes management behaviors (Parviniannasab et al., 2024). Self-efficacy refers to an individual's capacity to effectively perform the necessary behaviors for diabetes management. Individuals with high self-efficacy exhibit more active behaviors in managing their diabetes. This includes behaviors such as medication use, dietary management, exercise, and blood sugar control (Krzemińska et al., 2021). Literature frequently emphasizes that self-efficacy positively impacts management behaviors, leading to improved diabetes control (Hamidi et al., 2022).

## **Conclusion**

Cancer treatment introduces additional stress factors and physiological changes that make diabetes control challenging. Therefore, diabetes management in cancer patients with diabetes should be addressed using an integrated approach that considers the effects of cancer treatment. For these patients, diabetes control hinges on the delicate management of the interplay between knowledge level, attitude, family support, self-efficacy, and self-management behaviors. Ultimately, diabetes management in cancer patients with diabetes goes beyond simply achieving glycemic control; it necessitates a holistic approach that incorporates the effects of cancer treatment. Each of these parameters is a critical determinant of how successful patients will be in managing their diabetes, and therefore, it is important for healthcare providers to develop personalized treatment plans that take these factors into account.

## References

- Hamidi, S., Gholamnezhad, Z., Kasraie, N., & Sahebkar, A. (2022). The effects of self-efficacy and physical activity improving methods on the quality of life in patients with diabetes: A systematic review. *Journal of Diabetes Research*, 2022(1), 2884933.
- Howell, D., Mayer, D. K., Fielding, R., Eicher, M., Verdonck-de Leeuw, I. M., Johansen, C., ... & Global Partners for Self-Management in Cancer. (2021). Management of cancer and health after the clinic visit: A call to action for self-management in cancer care. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 113(5), 523-531.
- Jiakponna, E. C., Agbomola, J. O., Ipede, O., Karakitie, L. O., Ogunsina, A. J., & Adebayo, K. T. (2024). Psychosocial factors in chronic disease management: Implications for health psychology. *International Journal of Scientific Research Archives*, 12(2), 117-128.
- Joharatnam-Hogan, N., Carter, T. J., Reynolds, N., et al. (2021). Diabetes mellitus in people with cancer. In: Feingold KR, Anawalt B, Blackman MR, et al., editors. *Endotext* [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK575925/>
- Joharatnam-Hogan, N., Chambers, P., Dhatariya, K., Board, R., & Joint British Diabetes Society for Inpatient Care (JBDS), UK Chemotherapy Board (UKCB). (2022). A guideline for the outpatient management of glycaemic control in people with cancer. *Diabetic Medicine*, 39(1), e14636.
- Kırca, K., & Kutlutürkan, S. (2021). Self-efficacy in coping behaviors of cancer patients: Who am I and what can I accomplish?. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 15(3), 610-621.

- Krzemińska, S., Lomper, K., Chudiak, A., Ausili, D., & Uchmanowicz, I. (2021). The association of the level of self-care on adherence to treatment in patients diagnosed with type 2 diabetes. *Acta Diabetologica*, 58, 437-445.
- Milluzzo, A., Vigneri, P., Martorana, F., Vigneri, R., & Sciacca, L. (2020). Type 2 diabetes and cancer: Problems and suggestions for best patient management. *Exploration of Medicine*, 1(4), 184-204.
- Parviniannasab, A. M., Faramarzian, Z., Hosseini, S. A., Hamidizadeh, S., & Bijani, M. (2024). The effect of social support, diabetes management self-efficacy, and diabetes distress on resilience among patients with type 2 diabetes: A moderated mediation analysis. *BMC Public Health*, 24(1), 477.
- Shahid, R. K., Ahmed, S., Le, D., & Yadav, S. (2021). Diabetes and cancer: risk, challenges, management, and outcomes. *Cancers*, 13(22), 5735.
- Shickh, S., Leventakos, K., Lewis, M. A., Bombard, Y., & Montori, V. M. (2023). Shared decision making in the care of patients with cancer. *American Society of Clinical Oncology Educational Book*, 43, e389516.
- Silva-Tinoco, R., Cuatecontzi-Xochitiotzi, T., De la Torre-Saldaña, V., León-García, E., Serna-Alvarado, J., Orea-Tejeda, A., ... & Prada, D. (2020). Influence of social determinants, diabetes knowledge, health behaviors, and glycemic control in type 2 diabetes: An analysis from real-world evidence. *BMC Endocrine Disorders*, 20, 1-11.
- Srivastava, S. P., & Goodwin, J. E. (2020). Cancer biology and prevention in diabetes. *Cells*, 9(6), 1380.
- Wang, X., & Ding, S. (2021). The biological and pharmacological connections between diabetes and various types of cancer. *Pathology-Research and Practice*, 227, 153641.
- Zhang, L., Shi, Y., Deng, J., Yi, D., & Chen, J. A. (2023). The effect of health literacy, self-efficacy, social support and fear of disease progression on the health-related quality of life of patients with cancer in China: A structural equation model. *Health and Quality of Life Outcomes*, 21(1), 75.
- Zhao, Q., Yu, X., Feng, Y., Zhao, Y., Lu, J., Guo, Y., Li, X. (2022). Patients' and family members' knowledge, attitudes and perceived family support for SMBG in type 2 diabetes: A fuzzy-set qualitative comparative analysis. *BMJ Open*, 12(12), e063587.

## HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE "IS-UGHT" SORUNU: TEORİK BİLGİDEN KLİNİK UYGULAMAYA GEÇİŞİN ZORLUKLARI

**Dr. Öğr. Üyesi Esin KAVURAN**

Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD  
esinkavuran@hotmail.com  
Orcid No: 0000-0003-3791-102X

**Rabia ATLI**

Uzman Hemşire  
Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD  
atlirabia.96@gmail.com  
Orcid No: 0000-0002-6911-0035

### ÖZET

**Giriş:** Hemşirelik eğitimi, öğrencilere sadece klinik beceriler kazandırmayı değil, aynı zamanda teorik bilgiyi klinik pratikte etkin bir şekilde kullanabilme yetisini kazandırmayı amaçlayan kapsamlı bir eğitim sürecidir. Bu süreçte öğrenciler, teorik olarak öğrendikleri bilgi ve ilkeleri gerçek hasta bakımı ortamında uygularken çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. "Is-ought" (olan-olması gereken) sorunu, öğrencilerin teorik bilgileri günlük klinik uygulamalara entegre etme sürecindeki güçlükleri anlamak için önemli bir kavramsal çerçeve sunar. İskoç filozof David Hume tarafından ortaya atılan bu ayrım, bireyin gözlemlediği mevcut durum ("is") ile etik ya da ideal olarak yapılması gereken ("ought") arasında bir boşluk olduğunu ifade eder. Hemşirelik eğitiminde bu ayrım, öğrencilerin teorik bilgileri bağlama uygun olarak yorumlama ve uygulama yetisini geliştirmeleri açısından önemli bir zorluk oluşturmaktadır.

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, hemşirelik eğitiminde teorik bilgilerin klinik pratiğe aktarımı sürecinde karşılaşılan "is-ought" sorununu ele alarak, teorik bilgi ile pratik arasında oluşan boşluğun deneyimsel öğrenme yöntemleri ile nasıl kapatılabileceğini incelemektir.

**Yöntem:** Bu çalışma, literatür taraması ve derleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hemşirelik eğitiminde "is-ought" sorunu, deneyimsel öğrenme yöntemleri ve klinik uygulama konularında yapılmış mevcut çalışmalar incelenmiştir. PubMed, CINAHL ve Google Scholar gibi veri tabanlarında ilgili anahtar kelimeler ("is-ought sorunu", "hemşirelik eğitimi", "klinik uygulama", "deneyimsel öğrenme") kullanılarak araştırma yapılmıştır. Elde edilen veriler, teorik bilgilerin klinik pratiğe entegrasyonunu kolaylaştıran öğrenme yöntemleri açısından değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Literatürde, hemşirelik eğitiminde teorik bilgi ile klinik pratik arasındaki uyumsuzlukları gidermek için simülasyonlar, vaka çalışmaları, klinik rotasyonlar ve drama teknikleri gibi deneyimsel öğrenme yöntemlerinin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu yöntemler, öğrencilerin teorik bilgilerini gerçekçi klinik senaryolarla bağdaştırarak karar verme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Simülasyon temelli öğrenme, öğrencilerin farklı hasta senaryolarını deneyimleyerek teorik bilgiyi pratikle ilişkilendirmesini sağlarken, drama teknikleri öğrencilerin bağlamsal ve uygulamalı olarak öğrenme süreçlerini

desteklemektedir. Klinik rotasyonlar ise öğrencilerin teorik bilgi ile klinik uygulamalar arasındaki bağı güçlendirmelerine olanak tanımaktadır.

**Sonuç:** Bu çalışma, hemşirelik eğitiminde "is-ought" sorununun aşılmasında deneysel öğrenme yöntemlerinin önemini vurgulamaktadır. Öğrencilerin teorik bilgiyi pratik uygulamalara etkili bir şekilde entegre edebilmeleri için eğitim programlarının deneysel öğrenme yöntemleri ile desteklenmesi gereklidir. Simülasyonlar, vaka çalışmaları ve drama teknikleri gibi uygulamalar, öğrencilerin bilgi ve beceri kazanımlarını güçlendirmekte ve onları klinik karar alma süreçlerinde daha donanımlı hale getirmektedir. Hemşirelik eğitiminde teori ile pratik arasında köprü kurmak, öğrencilere mesleki yeterlilik kazandırmanın yanı sıra güvenli ve etkili hasta bakımı sunmaları için de kritik öneme sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Hemşirelik eğitimi, is-ought sorunu, klinik uygulama, deneysel öğrenme, teorik bilgi

## THE "IS-UGHT" PROBLEM IN NURSING EDUCATION: CHALLENGES IN BRIDGING THEORETICAL KNOWLEDGE AND CLINICAL PRACTICE

### ABSTRACT

**Introduction:** Nursing education aims not only to equip students with clinical skills but also to enable them to effectively apply theoretical knowledge in clinical practice. Students often encounter challenges when integrating theoretical principles learned in the classroom with real-world patient care. The "is-ought" problem, introduced by the Scottish philosopher David Hume, provides a conceptual framework to understand these challenges. The "is-ought" distinction refers to the gap between what is observed ("is") and what ideally should be done ("ought") in a given situation. In nursing education, this issue presents a significant challenge for students as they work to interpret and apply theoretical knowledge within practical, often complex, clinical settings.

**Aim:** This study aims to examine the "is-ought" problem in nursing education, focusing on the challenges of translating theoretical knowledge into clinical practice and exploring how experiential learning methods can help bridge this gap.

**Method:** This study was conducted using a literature review and synthesis approach. Research on the "is-ought" problem, experiential learning, and clinical practice in nursing education was gathered from databases such as PubMed, CINAHL, and Google Scholar. Keywords included "is-ought problem," "nursing education," "clinical practice," and "experiential learning." The findings were analyzed to identify effective learning methods for integrating theoretical knowledge into clinical practice.

**Findings:** The literature highlights that experiential learning methods, including simulations, case studies, clinical rotations, and drama techniques, are effective in addressing the gap between theoretical knowledge and clinical practice in nursing education. These methods enable students to connect theoretical concepts to realistic clinical scenarios, enhancing decision-making and problem-solving skills. Simulation-based learning allows students to engage with various patient scenarios, linking theoretical knowledge with practical skills.



Drama techniques offer context-based and applied learning experiences, while clinical rotations strengthen the relationship between theory and clinical applications.

**Conclusion:** This study emphasizes the importance of experiential learning methods in overcoming the "is-ought" problem in nursing education. To effectively integrate theoretical knowledge into practical applications, nursing education programs should incorporate experiential learning strategies. Simulations, case studies, and drama techniques enhance students' knowledge and skills, making them better equipped for clinical decision-making. Bridging the gap between theory and practice in nursing education not only builds professional competence but also ensures safe and effective patient care.

**Keywords:** Nursing education, is-ought problem, clinical practice, experiential learning, theoretical knowledge

## 1. INTRODUCTION

Nursing is a profession that requires a complex integration of theoretical knowledge and practical skills, demanding high levels of expertise and ethical responsibility [1]. Nursing education aims to prepare students to cope with this complexity; however, the process often reveals a gap between idealistic theoretical education and realistic clinical practice [2]. A significant dissonance frequently exists between the ideal practices taught theoretically ("ought") and the realities encountered in the clinical field ("is") [3].

This dissonance reflects the ontological distinction between "ought" and "is," famously articulated in philosophy by David Hume as the "is-ought" problem [4]. In the context of nursing education, it represents the ethical dilemmas, practical challenges, and obstacles to professional development faced by students [5].

When students engage in clinical practice, the discrepancies between the ideal care standards taught in theory and the conditions of the real world often result in a phenomenon known as reality shock [6]. Reality shock is defined as the unexpected difficulties and the resultant frustration and stress that students experience during clinical practice [2]. For instance, while nursing students are taught the ethical importance of providing equal care to all patients, factors such as workload or hospital policies may prevent them from delivering the same level of care to each patient [7]. This situation creates an ethical dilemma for students as they experience a conflict between the "ought" (ideal) they learned during their education and the "is" (reality) they face in clinical settings [8].

Reality shock, as described in Benner's classic work (1984), can lead to declines in clinical performance and is frequently referenced in contemporary research [9]. Studies suggest that such dissonance can weaken the application of ethical values (e.g., breaches of patient privacy, unequal resource allocation), compromise patient safety (e.g., errors due to insufficient supervision), and reduce students' professional motivation and satisfaction (e.g., high workload, ethical conflicts) [10].

This review aims to address the "is-ought" problem in nursing education by examining the current literature to identify the challenges students face during the transition from theoretical knowledge to clinical practice. The significance of this study lies in identifying gaps in nursing education and providing constructive recommendations to improve student experiences, enhance the quality of patient care, and better prepare future nurses [11].

## 2. Methodology

### 2.1. Literature Search Strategy

The literature review was conducted in March 2024 using various databases, including PubMed, CINAHL, Scopus, Web of Science, Google Scholar, and university thesis archives [12]. Keywords such as "nursing education," "ethical dilemmas," "clinical practice," "ought" and "is" problems, and "reality shock" were used [13]. Only studies published in English and Turkish with full-text accessibility were considered for inclusion [14].

### 2.2. Study Selection

The criteria for including and excluding studies were as follows:

#### Inclusion Criteria

- Studies directly related to nursing education and clinical practice
- Studies addressing the transition between theoretical knowledge and clinical practice
- Studies focusing on ethical dilemmas and practical challenges faced by nursing students
- Studies reported in English or Turkish with accessible full texts and quality reporting [15].

#### Exclusion Criteria

- Studies not directly related to nursing education
- Methodologically low-quality studies
- Studies consisting only of abstracts and conference proceedings
- Studies with inaccessible or insufficient information [16].

A total of 348 studies were initially identified, with 130 excluded after title and abstract screening [17]. After full-text evaluation, 37 additional studies were excluded, leaving 18 studies included in the review [18].

### 2.3. Data Extraction and Analysis

Data points extracted from the included studies included:

- Methodological design (quantitative, qualitative, mixed methods)
- Participant characteristics and sample sizes
- Data collection tools (surveys, observations, interviews, etc.)
- Study findings: challenges between theoretical knowledge and clinical practice, ethical dilemmas, reality shock, etc. [19].

## 3. Findings

### 3.1. Ethical Dilemmas and Challenges in Applying Professional Values

Theoretical education provides nursing students with a deep understanding of ethical values, patient rights, professional responsibilities, and high care standards [20]. However, real-world clinical settings often present conditions misaligned with these ideals, leading to significant ethical dilemmas for students [21].

In clinical settings, students encounter challenges such as respecting patient privacy, adhering to patient rights, and providing care that aligns with ethical standards [22]. Factors like heavy workloads, limited resources, and time constraints hinder the realization of these ideals [23]. For example, while students are taught to provide equitable care to all patients, clinical realities may prevent this due to resource limitations or organizational restrictions [24]. Such discrepancies create a conflict between the "ought" ethical rules and the "is" realities, often resulting in ethical dilemmas [25].

These dilemmas contribute to "reality shock," described as the stress, anxiety, and dissatisfaction experienced by students when confronted with unexpected challenges in clinical settings [6]. For example, students trained to respect patient confidentiality may face situations where time constraints or workload pressures compromise these ethical principles [7].

### **3.2. Inadequate Clinical Guidance and Support**

The lack of sufficient guidance from experienced nurses in clinical settings creates a significant gap between theoretical knowledge and practical application [26]. Research highlights that factors such as heavy workloads, limited staff, and inadequate pedagogical training among clinical educators impede effective mentoring [27].

This lack of guidance diminishes students' confidence, hampers skill development, and prevents them from effectively implementing the "ought" standards taught during their education [28].

## **5. Conclusions and Recommendations**

To enhance the quality of nursing education, address the "is-ought" problem, and better prepare students for professional practice, the following recommendations are proposed:

### **1. Strengthening Clinical Guidance Programs**

- ✓ Provide clinical educators with advanced training to offer effective mentoring.
- ✓ Expand mentoring and supervision programs to support students during their transition to practice [29].

### **2. Integrating Ethical Education into Clinical Practice**

- ✓ Enrich ethical education with practical and interactive teaching methods, such as clinical scenarios [30].

### **3. Improving Resource and Equipment Availability in Clinical Settings**

- ✓ Equip clinical environments with sufficient resources and technology to facilitate practical learning [31].

### **4. Developing Communication and Conflict Resolution Skills**

- ✓ Offer specialized training programs focused on communication, cultural sensitivity, and conflict resolution [32].

### **5. Reducing Reality Shock Through Orientation Programs**

- ✓ Implement realistic scenario-based orientation programs to prepare students for clinical challenges [33].

### **6. Advancing Research and Encouraging Further Studies**

- ✓ Conduct broader studies using mixed methodologies to deepen understanding

## **REFERENCES**

1. Benner P. From novice to expert: excellence and power in clinical nursing practice. Addison-Wesley; 1984.
2. Kramer M. Reality shock: why nurses leave nursing. Mosby; 1974.
3. Duchscher JE. Transition shock: the initial stage of role adaptation for newly graduated registered nurses. *J Adv Nurs*. 2009;65(5):1103–13.
4. Hume D. A treatise of human nature. Oxford University Press; 1739.
5. Ferguson LM, et al. How nursing education influences ethical decision-making: a qualitative study. *Nurse Educ Today*. 2020;85:104260.
6. Hussein R, et al. Factors associated with new graduate nurses' readiness for clinical practice: a systematic review. *J Nurs Manag*. 2019;27(4):567–78.

7. Perry B. Role modeling excellence in clinical nursing practice. *Nurse Educ Pract.* 2009;9(1):36–44.
8. Williamson GR, et al. The role and responsibilities of the student nurse mentor: An integrative review. *J Clin Nurs.* 2021;30(19–20):2801–11.
9. Jackson D, et al. The clinical challenges faced by nursing students during their education: a narrative review. *Collegian.* 2021;28(5):521–9.
10. World Health Organization. Transforming and scaling up health professionals' education and training: WHO guidelines 2013. WHO Press; 2013.
11. International Council of Nurses. Nursing education and practice: Perspectives and priorities. Geneva: ICN; 2018.
12. Murray SC, et al. Impact of mentoring on student nurses' clinical practice: An integrative review. *J Nurs Manag.* 2020;28(4):864–71.
13. Ferguson LM. Ethical dilemmas in nursing education: A qualitative study. *Nurse Educ Today.* 2022;110:105118.
14. Cho H, et al. Ethical dilemmas among nursing students in clinical practice. *Nurs Ethics.* 2021;28(5):690–703.
15. Williamson GR. Clinical education in nursing: Addressing reality shock and transition challenges. *Nurse Educ Pract.* 2020;45:102850.
16. American Nurses Association. Scope and standards of practice. 3rd ed. Silver Spring: ANA; 2015.
17. Maben J, et al. The impact of organizational culture on ethical practice in nursing education. *J Clin Nurs.* 2019;28(23–24):4175–83.
18. World Health Organization. Global strategic directions for strengthening nursing and midwifery 2016–2020. Geneva: WHO Press; 2016.
19. Canadian Nurses Association. Code of Ethics for Registered Nurses. Ottawa: CNA; 2017.
20. Gopee N. Mentoring and supervision in healthcare. London: Sage Publications; 2018.
21. Keeling J. Nursing and healthcare ethics: A practical guide. Oxford: Wiley-Blackwell; 2016.
22. NMC (Nursing and Midwifery Council). The Code: Professional standards of practice and behavior for nurses, midwives, and nursing associates. London: NMC; 2015.
23. Lazenby M, et al. Nursing education in ethical practice: A global review. *Int J Nurs Educ Scholarsh.* 2021;18(1):32–45.
24. Jackson D, et al. Educating future nurses to navigate ethical dilemmas: Evidence from nursing programs. *Collegian.* 2022;29(1):121–8.
25. Henderson A, et al. Mentoring new graduate nurses: Perspectives from mentors and mentees. *J Clin Nurs.* 2020;29(17–18):2807–15.
26. World Health Organization. Nursing now: Empowering nurses for global health. Geneva: WHO; 2021.
27. American Association of Colleges of Nursing. Essentials of Baccalaureate Education for Professional Nursing Practice. Washington DC: AACN; 2008.
28. Royal College of Nursing. Clinical supervision in nursing: Guidance for safe practice. London: RCN; 2020.
29. Canadian Nurses Association. Entry-to-practice competencies for registered nurses. Ottawa: CNA; 2019.
30. British Journal of Nursing. Ethical dilemmas in clinical practice: Nursing perspectives. *Br J Nurs.* 2021;30(12):712–9.

31. Anderson J, et al. The role of leadership in fostering ethical decision-making in clinical nursing. *Nurse Lead*. 2021;19(2):139–45.
32. National League for Nursing. *Achieving diversity and equity in nursing education*. Washington DC: NLN; 2020.
33. International Council of Nurses. *Advanced nursing practice: Ethical challenges and opportunities*. Geneva: ICN; 2020.
34. AACN. *Pathways to excellence in nursing education: Standards and guidelines*. Washington DC: AACN; 2019.

## HEMŞİRELİK UYGULAMALARINDA ULUSLARARASI FARKLILIKLAR VE EŞİTSİZLİKLER

**Dr. Öğr. Üyesi Esin KAVURAN**

Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD  
esinkavuran@hotmail.com

Orcid No: 0000-0003-3791-102X

**Rabia ATLI**

Uzman Hemşire

Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD  
atlibabia.96@gmail.com

Orcid No: 0000-0002-6911-0035

### ÖZET

Bu derleme, hemşirelik mesleğindeki uluslararası farklılıkları ve eşitsizlikleri ele almaktadır. Hemşirelik eğitimi, yetkileri, sorumlulukları ve çalışma koşulları, ülkelerin sağlık sistemleri, ekonomik kaynakları ve kültürel bağlamlarına göre büyük değişkenlik göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde hemşireler, daha iyi eğitim olanaklarına, geniş yetkilere ve uygun çalışma koşullarına sahipken, gelişmekte olan ülkelerde sınırlı kaynaklar, yetersiz eğitim ve düşük maaşlar gibi sorunlar öne çıkmaktadır. Bu eşitsizlikler, hem mesleki tatmini hem de sağlık hizmetlerinin kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Eğitim standartlarının uyumlaştırılması, çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve uluslararası işbirliklerinin artırılması, hemşirelik mesleğinde eşitliğin sağlanması için temel çözüm önerileri olarak sunulmaktadır. Mesleğin uluslararası düzeyde güçlendirilmesi, sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmanın yanı sıra küresel sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğini destekleyecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Hemşirelik uygulamaları, uluslararası farklılıklar, eşitsizlikler, sağlık hizmetleri, hasta bakımı

## INTERNATIONAL DIFFERENCES AND INEQUALITIES IN NURSING PRACTICES

### ABSTRACT

This review addresses the international disparities and inequalities in the nursing profession. Nursing education, authority, responsibilities, and working conditions vary significantly depending on countries' healthcare systems, economic resources, and cultural contexts. In developed countries, nurses benefit from better educational opportunities, expanded authority, and favorable working conditions, while in developing countries, limited resources, inadequate training, and low wages are prominent challenges. These disparities adversely affect both job satisfaction and the quality of healthcare services.

Harmonizing educational standards, improving working conditions, and enhancing international collaborations are proposed as key solutions to achieve equity in the nursing profession. Strengthening the profession at the international level will not only improve the quality of healthcare services but also support the sustainability of global healthcare systems.

**Keywords:** Nursing practices, international differences, inequalities, healthcare, patient care

## INTRODUCTION

The nursing profession plays a critical role in protecting, promoting, and managing the health of individuals and communities. To fulfill these essential functions, nurses must possess adequate knowledge, skills, and authority. However, nursing education, competencies, responsibilities, and working conditions vary significantly depending on the healthcare systems, economic resources, and cultural norms of different countries. These variations lead to inequalities that affect both job satisfaction and the overall quality of healthcare services. This article addresses these differences and inequalities in the nursing profession and offers potential solutions (1).

### Differences in Nursing Education

Nursing education varies considerably across countries due to differences in healthcare systems, cultural norms, and economic resources. These variations shape the knowledge and skills of nurses, directly impacting the level of professionalization in the field and the quality of healthcare services. Marked disparities exist between developed and developing countries in terms of the structure, duration, content, and accessibility of nursing education (1).

In developed countries, nursing education is typically offered at the undergraduate level in universities and features a comprehensive structure combining theoretical and practical training (1). In Germany, nursing education spans three years and includes both theoretical and practical coursework; reforms introduced in 2020 have further academicized the profession (2). In the United States, four-year Bachelor of Science in Nursing (BSN) programs encompass clinical practices and leadership skills, with graduates required to pass the National Council Licensure Examination (NCLEX) (3). In Japan, four-year undergraduate programs emphasize geriatric care in response to the needs of an aging population (4).

In contrast, developing countries such as India and Mexico offer both diploma (three years) and undergraduate (four years) nursing education programs. While diploma programs are more common in rural areas, undergraduate education is more accessible in urban centers. In the Philippines, three-year nursing programs are designed with a focus on preparing graduates for overseas employment (5).

Postgraduate opportunities for specialization also differ significantly. In developed countries, nurses can pursue careers in popular areas such as nurse practitioner roles, oncology, and anesthesia in Canada and the United Kingdom, or chronic disease management, mental health,

and maternity care in the United States and Australia (6). However, such opportunities are limited in developing countries and are often confined to major urban universities. Nurses in rural areas face substantial challenges in accessing these programs (6).

Furthermore, the lack of undergraduate education opportunities in rural areas, insufficient educational materials, and inadequate financial resources in developing countries reduce the quality of nursing education. This limitation hinders nurses' knowledge and skills, negatively impacting the quality of healthcare services and restricting their participation in the international workforce (7).

### **Differences in Nursing Authority**

In developed countries, nurses' authorities have been expanded to enhance healthcare efficiency and allow for more autonomous roles in patient care. In the United States and Canada, nurse practitioners can independently conduct patient examinations, diagnose illnesses, and prescribe medications. They also lead in areas such as primary healthcare, chronic disease management, and patient education (8). In the United Kingdom, advanced practice nurses can make critical decisions, such as triage in emergency departments, and work independently in specific clinical areas (2). In Germany, advanced practice nurses independently perform procedures such as wound care and intravenous therapy; however, their practice remains under physician directives (9). In contrast, nurses' authorities in developing countries are often limited and lack legal support. For example, in Turkey, nurses work under the supervision of physicians, while in rural regions of India and Mexico, the absence of doctors often necessitates nurses taking on broader responsibilities. However, these expanded roles are not formally recognized or institutionally supported (10). In the Philippines, while nurses are equipped with skills tailored for overseas work, the absence of regulatory frameworks for independent practice highlights a significant gap (5).

This disparity increases nurses' workloads and negatively impacts job satisfaction in developing countries. Nursing authority levels are heavily influenced by cultural norms and economic conditions (1). Historically, the perception of nursing as a female-dominated profession has reinforced the notion in some societies that nurses should primarily play a supportive role. For example, in countries such as India and Kenya, nurses are often seen as assistants to doctors, with limited decision-making autonomy (11).

Economic conditions also contribute to this issue. Limited healthcare budgets in low-income countries restrict opportunities for nurses to pursue advanced education and gain greater authority. In Kenya and India, nurses' ability to perform complex procedures is often



constrained by insufficient training and resource limitations (9). This undermines the quality of patient care and the overall efficiency of healthcare systems (7).

Nurses' authority is shaped by regulations established by professional organizations and governments. In developed countries, these regulations aim to increase nurses' autonomy. For example, in the UK, the Nursing and Midwifery Council defines nurses' roles and authorities, while in the US, state-level nursing boards set the scope of practice (2). In Germany, federally determined legal frameworks restrict nursing authority, though some states offer more flexible arrangements (9). In developing countries, regulatory frameworks typically limit nurses' independence, mandating that they work under physician supervision (10). However, in rural areas, the lack of physicians often leads to nurses informally taking on greater responsibilities. This lack of formal recognition and support hinders the profession's growth (1).

### **Impact of Inequalities on Nursing**

Inequalities in nursing authority, responsibilities, and working conditions have profound effects on job satisfaction and healthcare quality (11). Developed countries, with better education, resources, and professional development opportunities, generally see higher job satisfaction among nurses (6). For example, the average annual salary for nurses in Canada is approximately 80,000 CAD, which significantly enhances job satisfaction (3).

In contrast, nurses in developing countries face challenges such as low salaries, heavy workloads, and limited professional development opportunities. In India and Kenya, nurses are often overburdened due to staff shortages and are paid wages that do not reflect the skills and knowledge required for their roles (10).

Education and working condition disparities also affect patient care quality. In developed countries, access to comprehensive education programs and modern technology allows nurses to optimize care. In developing countries, limited access to education and resources hampers the management of complex medical conditions, leading to poorer patient outcomes (7).

### **REFERENCES**

1. World Health Organization (WHO): Resources on nursing roles and global healthcare challenges. <https://www.who.int>
2. Nursing and Midwifery Council (UK): Regulatory body for nurses and midwives in the UK. <https://www.nmc.org.uk>
3. Canadian Nurses Association (CNA): Information on nursing in Canada. <https://www.cna-aiic.ca>
4. Yamada, R. (2014). Measuring the Quality of Undergraduate Education in Japan. Dordrecht: Springer. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-981-4585-81-1>

5. Appiah, S. (2020). Quality of nursing education programme in the Philippines: Faculty members perspectives. *BMC Nursing*, 19, 110. <https://doi.org/10.1186/s12912-020-00508-9>
6. Frenk, J., Chen, L., Bhutta, Z. A., Cohen, J., Crisp, N., Evans, T., ... & Zurayk, H. (2010). Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems in an interdependent world. *The Lancet*, 376(9756), 1923-1958.
7. Al-Worafi, Y.M. (2024). Nursing Education Challenges in Developing Countries. In: Al-Worafi, Y.M. (Eds.), *Handbook of Medical and Health Sciences in Developing Countries*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74786-2\\_202-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74786-2_202-1)
8. American Nurses Association. <https://www.nursingworld.org>
9. Kayz International. Almanya'da Hemşirelik. <https://www.kayzinternational.com/almanyada-hemsirelik>
10. Al-Worafi, Y.M., Siddique, A., Ming, L.C., & Dhabali, A.A. (2024). Nursing Education, Practice, and Research in India. In: Al-Worafi, Y.M. (Eds.), *Handbook of Medical and Health Sciences in Developing Countries*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74786-2\\_503-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74786-2_503-1)
11. International Council of Nurses (ICN): Insights into global nursing trends. <https://www.icn.ch>

## THE EFFECTS OF A NATURAL COMPOUND UROLITHIN-A ON HEALTH AND DISEASE

**Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK**

Gaziantep University, drhulyacicek@hotmail.com , ORCID ID: 0000-0002-1065-1582

**Hanım Seval KAYA**

Gaziantep University, [hanmsavas@gmail.com](mailto:hanmsavas@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-2900-8332

### ABSTRACT

Urolithin A (UA) is a natural compound produced by the conversion of dietary ellagitannins (ETs) and ellagic acid (EA) by intestinal bacteria. The health benefits of pomegranate fruit have been linked to its high content in polyphenols, especially ellagitannins. Other fruits and nuts such as strawberries, yams, blueberries, raspberries, tea, walnuts, chestnuts, blackberries, pecans and mulberries also contain ellagitannins. However, the bioavailability of ellagitannins and ellagic acid is very low. These molecules undergo extensive metabolism to produce urolithins, which are much better absorbed by the gut microbiota. It is therefore conceivable that the health effects of ellagitannin-containing products may be related to these urolithins produced in the gut and it is therefore important to assess the biological effects of these metabolites. Recent research, mostly based on in vitro tests, has shown preliminary evidence of anti-inflammatory, anticarcinogenic, antidiabetic, antioxidant and antimicrobial effects of ellagitannins, supporting their potential contribution to the health effects attributed to pomegranate and ellagitannin-rich foods. Consumption of ETs has been associated with positive effects against many pathologies, including metabolic disorders and diabetes. The number of in vivo studies is still limited, but it is possible that urolithins may have a beneficial effect on intestinal and systemic inflammation.

**Keywords:** Urolithin A, mitophagy, anti-inflammatory, anticarcinogenic, antidiabetic, antioxidant, antimicrobial

### DOĞAL BİR BİLEŞİK UROLİTİN-A'NIN SAĞLIK VE HASTALIKTAKİ ETKİLERİ

#### ÖZET

Ürolitin A (UA), gıdalarla alınan ellagitanninler (ET'ler) ve ellajik asitin (EA) bağırsak bakterileri tarafından dönüştürülmesi ile üretilen doğal bir bileşiktir. Nar meyvesinin sağlık üzerine faydaları, polifenollerdeki, özellikle de ellagitanninlerdeki yüksek içeriğiyle ilişkilendirilmiştir. Çilek, yer elması, yaban mersini, ahududu, çay, ceviz, kestane, böğürtlen, ceviz ve dut gibi diğer meyve ve kabuklu yemişler de ellagitannin içerirler. Ancak ellagitanninlerin ve ellajik asidin biyoyararlanımı çok düşüktür. Bu moleküller, bağırsak mikrobiyotası tarafından çok daha iyi emilen ürolitinler üretmek için kapsamlı bir metabolizmaya maruz kalır. Bu nedenle, ellagitannin içeren ürünlerin sağlık üzerindeki

etkilerinin bağırsakta üretilen bu ürolitinlerle ilişkili olabileceği düşünülebilir ve bu nedenle bu metabolitlerin biyolojik etkilerinin değerlendirilmesi önemlidir. Çoğunlukla in vitro testlere dayanan son araştırmalar, ürolitinlerin anti-enflamatuar, antikarsinojenik, antidiyabetik, antioksidan ve antimikrobiyal etkilerine dair ön kanıtlar göstererek nar ve ellagitannin bakımından zengin gıdalara atfedilen sağlık etkilerine potansiyel katkılarını desteklemiştir. ET'lerin tüketimi, metabolik bozukluklar ve diyabet de dahil olmak üzere birçok patolojiye karşı olumlu etkilerle ilişkilendirilmiştir. İn vivo çalışmaların sayısı hala sınırlıdır, ancak ürolitinlerin bağırsak ve sistemik inflamasyon üzerindeki önleyici etkilerini göstermektedir ve bu da daha fazla araştırmayı teşvik etmektedir. Bu metabolitlerin sağlık üzerindeki etkilerini açıklığa kavuşturmak için hem in vivo hem de mekanistik çalışmalar gereklidir. UA, bağırsak mikrobiyotası tarafından ellagitanninlerden üretilen ve geniş bir yelpazede sağlık faydaları sunan doğal bir bileşiktir. Antioksidan, anti-enflamatuar, anti-kanser ve yaşlanma karşıtı özelliklere sahip olan UA, birçok hastalığın önlenmesi ve tedavisinde potansiyel bir destek sunabilir. Ancak, insan sağlığı üzerindeki etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Ürolitin A, mitofaji, anti-inflamatuar, antikarsinojenik, antidiyabetik, antioksidan, antimikrobiyal

## Giriş

Ürolitin adı ilk olarak koyun böbrek taşlarından izole edilen iki metabolite verildi ( Trifolium subterraneum'un yonca taşının nedeni olduğu ve ellagitanninlerin önemli bir kaynağı olabileceği bildirilmiştir) ve bunlara ürolitin A ve ürolitin B adı verilmiştir (1). Ürolitin A (UA), UA 40 yıl önce keşfedilmiş bağırsak bakterileri tarafından yutulan ellagitanninler (ET'ler) ve ellajik asitten (EA) üretilen doğal bir bileşiktir; nar, meyveler ve kuruyemişler gibi besinlerde bol miktarda bulunan kompleks polifenollerdir (2). Bu metabolitler öncüllerinden çok daha iyi emilir ve çilek ve fındık gibi gıda ürünlerinde bulunan ellagitanninler ve EA'ya atfedilen sağlık etkilerinden sorumlu oldukları öne sürülmüştür (3).

Ellagitannin içeren besinler (çilek, ceviz, nar, ahududu, meşe fiçısında yıllandırılmış şarap, vb.) kanserlerde kemopreventif, kardiyoprotektif ve antioksidan etkileri nedeniyle ilgi çekmiştir. Ellagitanninler (ET'ler) olduğu gibi emilmezler ancak bağırsak florası tarafından metabolize edilerek hidroksidibenzopiran-6-on türevleri olan ürolitin A elde edilir. Ürolitin metabolitlerinden biri olan ürolitin A yalnızca yüksek konsantrasyonlara ulaştıkları idrar kesesinde ve safra kesesinde birikir, ancak analiz edilen dokuların hiçbirinde (kas, yağ dokusu, böbrek, karaciğer, kalp, vb.) birikmemektedir (4).

U A, immünomodülatör özelliklere dayalı çeşitli metabolik hastalıklar için terapötik potansiyeli nedeniyle giderek daha fazla ilgi görmektedir. UA araştırmalarındaki son gelişmeler, UA uygulamasının beyin, yağ, kalp ve karaciğer dokuları dahil olmak üzere çeşitli dokulardaki iltihabı azalttığını ve Alzheimer hastalığı, tip 2 diabetes mellitus ve alkolsüz yağlı karaciğer hastalığının başlangıcının potansiyel olarak gecikmesine veya önlenmesine yol açtığını göstermektedir (5). Bunun yanında Ürolitin A, in vivo ve in vitro çalışmalarla gösterildiği gibi çeşitli anti-inflamatuar ve anti-kanser etkilere sahiptir (6).

Bu derleme, UA'nın son in vitro ve in vivo çalışmalara dayalı mekanik ve biyolojik etkilerini toparlamayı amaçlıyor. Özellikle UA'nın bağışıklık fonksiyonu, nörolojik hastalık, obezite, obeziteyle ilişkili metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalık içindeki inflamasyonla mücadele etme yeteneğine bakmaktayız.

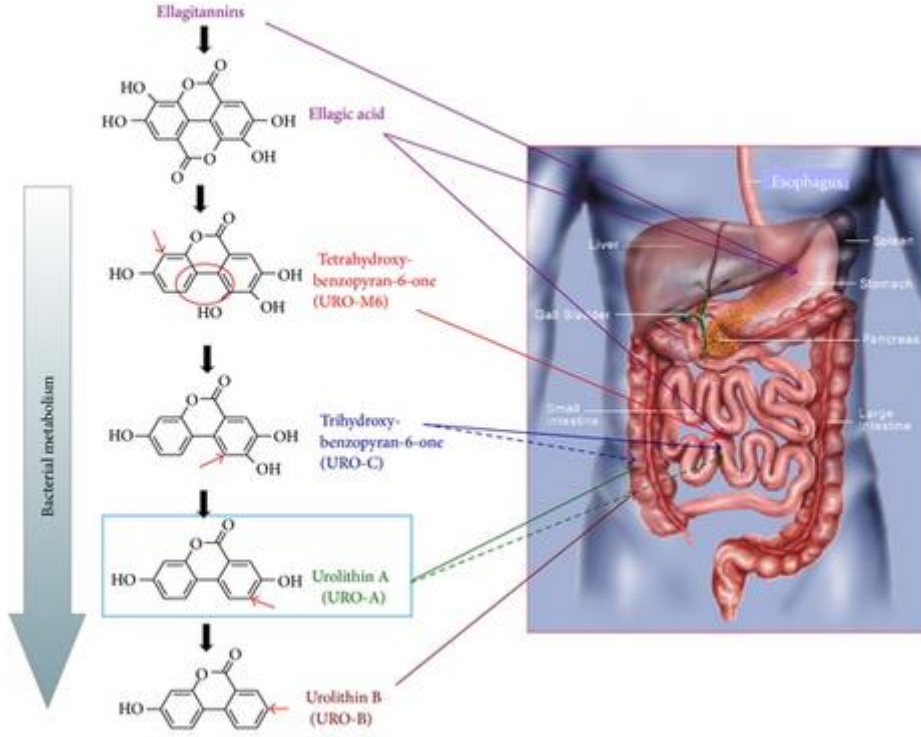
### Ürolitin Metabolitleri ve Doku Dağılımı

Ürolitinler doğada yaygın moleküller değildir, fakat Tamarix nilotica çiçeklerinden yeni bir doğal ürün olan 3,4,8,9,10-pentahidroksi-dibenzo-[b, d ]piran-6-on izole edildi ; bu ürün aynı zamanda bilinen ellagik asit bileşiği olan 2,3,7,8-tetrahidroksi[1]benzopirano[5,4,3-cde][1]benzopiran-5,10-dion'u da içermektedir. Bunlar ellagitanninler açısından zengin bitkilerde bildirilmiştir (7).

Diyet ellagik asit ve ilgili polifenoller insanlarda dibenzopiran-6-on türevlerine metabolize edilir ve bu metabolitlerin mikrobiyal kökeni öne sürülmüştür. Ancak, bu şimdiki kadar gösterilmemiştir. Altı gönüllü tarafından bağışlanan dışkı örnekleri anaerobik koşullar altında inkübe edilen ve alikotlar ellagik asit, ellagitannin punikalagin ve cevizden elde edilen ellagitanin açısından zengin bir özütün dışkı metabolizmasını değerlendirmek için kullanılmıştır. İzoflavon daidzein, daha önce bildirilen mikrobiyal metabolitlerin (dihydrogenistein, O -demetilangolensin ve equol) üretimini sistemin pozitif kontrolü olarak takip etmek ve izoflavon ile ellagik asit dışkı florası metabolizması arasındaki benzerlikleri değerlendirmek için aynı dışkı örnekleriyle inkübe edilmiştir. Fermantasyondan sonra, farklı gönüllülerden alınan tüm dışkı kültürlerinde, ellagik asit, punikalagin ve ellagitannin özütünden, farklı üretim hızları ve konsantrasyonlarla "ürolitin A" metaboliti (3,8-dihidroksi-6 H -dibenzo[ b , d ]piran-6-on) üretilen, metabolit konsantrasyonundaki ve metabolit üretim kinetiğindeki bu büyük değişkenlik, ellagitanninlerin insan tüketiminden sonra bu metabolitlerin in vivo idrarla atılımında bulunan büyük değişkenlikle ve dışkı mikroflorasının bileşimindeki farklılıklarla tutarlı görülmüştür. İzoflavon ile dışkı mikroflorası tarafından ellagik asit metabolizması arasında bir korelasyon gözlenmiştir. Çalışma, yakın zamanda bildirilen, insanlarda in vivo üretilen hidroksi-6 H -dibenzo[ b , d ]piran-6-on türevlerinin mikrobiyal kökenini doğrulamaktadır (8).

İnsan Ellagitannin (ET) metabolizmasını açıklamak için iber domuzu kullanılan bir çalışmada, domuzlara ET'lerin zengin bir kaynağı olan tahıl yemi veya meşe palamudu verilmiştir. Plazma, idrar, safra, lümen ve bağırsak dokuları (jejunum ve kolon), dışkı, karaciğer, böbrek, kalp, beyin, akciğer, kas ve deri altı yağ dokusu analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, meşe palamudu ET'lerinin jejunumda ellagik asit (EA) salgıladığını, daha sonra bağırsak florasının EA'yı sırayla metabolize ederek tetrahidroksi- (ürolitin D), trihidroksi- (ürolitin C), dihidroksi- (ürolitin A) ve monohidroksi- (ürolitin B) dibenzopiran-6-on metabolitleri ürettiğini ve bunların lipofilisite arttığında tercihen emildiğini göstermektedir. 25 ürolitin ve 6 EA türevi dahil olmak üzere otuz bir ET türevi metabolit tespit edilmiştir. EA'nın safra, glukuronid ve metil glukuronidlerinde ve özellikle ürolitin A, C ve D türevlerinde yirmi altı adet yoğun konjuge metabolit tespit edilmiş ve bu da çok aktif bir enterohepatik dolaşımı doğrulanmıştır. Periferik plazmada ürolitin A ve B ile dimetil-EA-glukuronid tespit edildi. Safra ve idrarda EA metabolitlerinin varlığı ve bağırsak dokularında yokluğu midede emilimini düşündürmektedir.

Dışkıda tespit edilen tek metabolit ürolithin A'dır ve glukuronidi ile birlikte idrarda en bol bulunan metabolittir. Analiz edilen hiçbir organda metabolit birikmemiştir. ET'lerin tüm metabolizması ilk kez gösterilmiş olup, insanlarda yapılan önceki çalışmaları doğrulamış ve aktif enterohepatik dolaşım aracılığıyla vücutta ürolitin metabolitlerinin uzun süreli kalıcılığını açıklamaktadır (Şekil 1) (4).



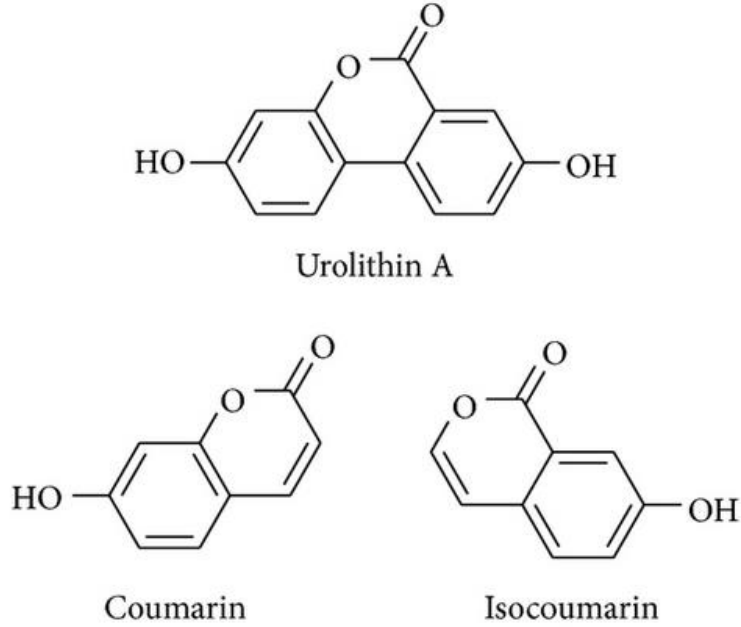
Şekil 1. Bağırsakta urolitinlerin ardışık üretimi.

### Ürolitin A Metabolizması

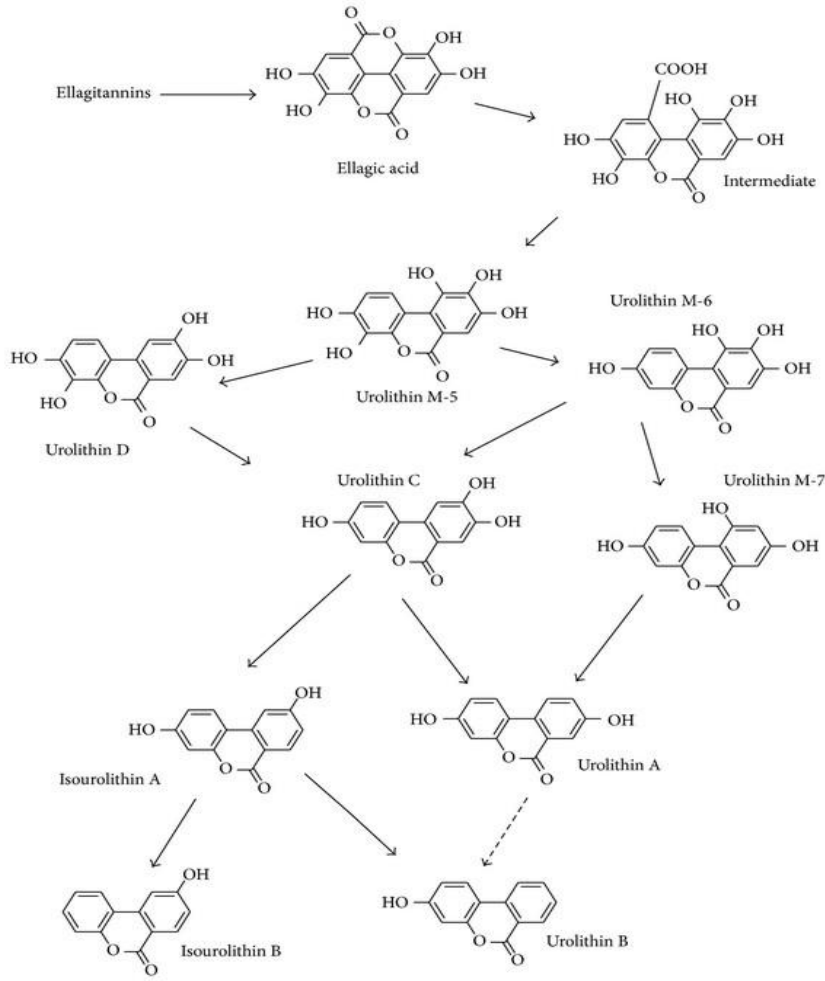
Ürolitinler, ellagik asidin laktone halkarından birinin açılıp dekarboksilasyonu ve farklı pozisyonlardan hidroksillerin ardışık olarak uzaklaştırılmasıyla üretilen bütün bir metabolik aileyi oluşturur (9). Ürolitin metabolitleri, UV fotodiyot dizisi dedektörleriyle birleştirilmiş HPLC ile tespit edilmelerini ve ayırt edilmelerini sağlayan farklı UV spektrumlarına sahiptir. Konjugasyon da dahil olmak üzere yapısal özellikler ile UV spektrumları ve tutulma süreleri arasındaki korelasyonlar belirlenmiştir. Kemirgenler (sıçanlar ve fareler), insanlar, domuzlar, sincaplar, kunduzlar, koyunlar, boğa buzağuları, kuşlar ve böcekler dahil olmak üzere ellagitanninlerle beslenen farklı hayvanlarda ürolitin türevlerinin üretimi araştırılmıştır. Tüm memeliler ürolitin üretmiştir ve bunların glukuronil ve sülfat konjugatları plazma ve idrarda tespit edilen ana metabolitlerdir. Konjuge olmayan ürolitinler dışkıda, ruminal içerikte ve kunduz kastoryumunda tespit edilmiştir (9).

Ürolitinler, farklı hidroksil ikamelerine sahip dibenzopyran-6-on türevleridir. Kimyasal olarak kumarin ve izokumarinin (benzokumarinler) bir kombinasyonu olarak düşünülebilirler (Şekil 2). Bunlar, tannaz adı verilen bağırsak bakteri enzimleri tarafından ellajik asitten, ellajik asitte bulunan iki laktondan birinin kaybı (laktonez/dekarboksilaz aktivitesi) ve hidroksillerin ardışık

uzaklaştırılması (dehidroksilaz aktiviteleri) yoluyla üretilir. UA ve ürolitin B (UB) en bol bulunan son ürünlerdir ve UA türler arasında en çok korunan ve en yaygın olarak incelenen ürolitindir (1, 3) (Şekil 3). İlk olarak 1980 yılında sıçanlarda bir EA metaboliti olarak tanımlanan (10) benzer bağırsak mikrobiyomu ET'lerin UA'ya dönüşümü daha sonra sinekler ve fareler de dahil olmak üzere birçok türde gösterilmiştir (1).



Şekil 2. Benzokumarinlerden biri olan ürolitin A'nın kimyasal yapısı

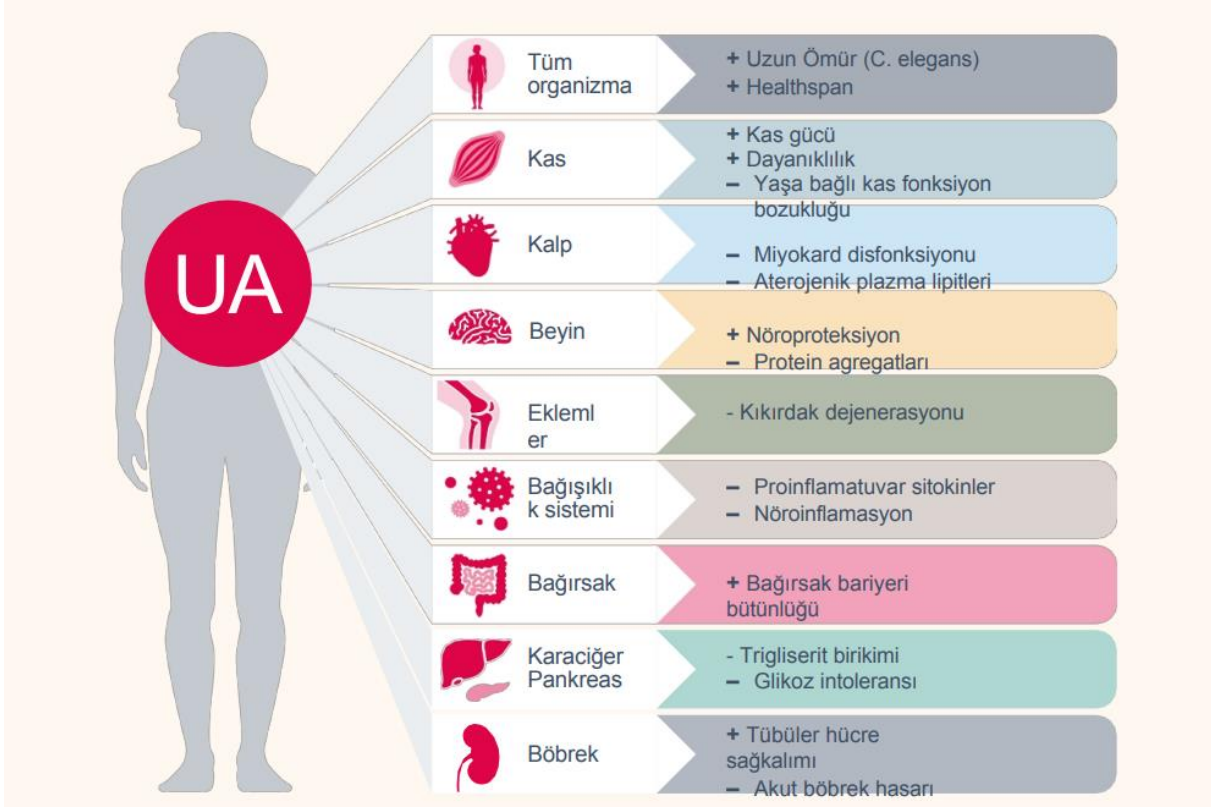


Şekil 3. Bağırsak mikrobiyotasının ellagitannin ve ellajik asit metabolizması

### Ürolitin A Etki Mekanizmaları

Geniş bir spektrumunda gıda kaynaklı bileşik olan UA incelendiğinde hem yaşlanma hem de kronik hastalıklarla bağlantılı sağlık sorunlarına karşı etkilidir. Daha da önemlisi, UA, genç hayvanlarda kas fonksiyonunun iyileştirilmesi ve yaşlı farelerde yaşa bağlı kas gerilemesinin önlenmesiyle gösterildiği gibi fizyolojik gerilemeye karşı koruma sağlar ve UA'nın sağlıklı bir ortamda yararlarını göstermektedir (Şekil 4) (2).





Şekil 4. Ürolitin A'nın (UA) Sağlık Üzerindeki Etkileri.

Çok sayıda in vitro ve in vivo çalışma, ellagitanninlerin kardiyovasküler hastalıklara karşı potansiyel koruyucu etkilerini destekleyen anti-inflamatuvar, anti-aterosklerotik ve anti-anjiyojenik aktivite sergilediğini göstermektedir. Ellagitanninler düşük biyoyararlanım gösterir ve bağırsakta ellajik asit ve mikrobiyota metabolitleri ürolitin A ve ürolitin B'ye dönüşür. Ürolithinler plazmada çoğunlukla düşük  $\mu\text{M}$  konsantrasyonlarda glukuronidler olarak bulunur (11).

Ürolithin A'yı (UA), oral tüketimden sonra hem in vitro hem de in vivo mitofajiyi indükleyen birinci sınıf doğal bir bileşik olarak tanımlanan çalışmada, C. elegans'ta (İplik kurdu), UA yaşla birlikte işlevsiz mitokondrilerin birikmesini ve yaşam süresinin uzamasını önlediği görülmüştür. Benzer şekilde, UA, mitokondriyal solunum kapasitesini korurken, hareketlilik ve faringeal pompalama dahil olmak üzere C. elegans'ta yaşlanma sırasında normal aktiviteyi uzatmaktadır. Bulgularımız, ürolithin A'nın sağlık yararlarını ve mitokondriyal ve kas fonksiyonunu iyileştirme stratejilerindeki potansiyel uygulamasını vurgulamaktadır (12).

Erken diyabetli bir sıçan modelinde, ellagitannin açısından zengin gıdaların ana bağırsak mikrobiyota fenolik metabolitleri olan ürolitin A (UA) veya ürolitin B'nin (UB) in vivo uygulanmasının, miyokardiyal dokudaki diyabet kaynaklı mikro çevresel değişiklikleri azaltıp kardiyak fonksiyonel bozukluğu önleyip önleyemeyeceğini değerlendirilmiştir. In vivo ürolitin tedavisi, pro-inflamatuvar sitokin fraktalkinin miyokardiyal ekspresyonunu yaklaşık %30 oranında azaltarak, kardiyak hücrelerin hiperglisemiye karşı erken inflamatuvar yanıtını önlemektedir (13).

Obezite diyabet, yağlı karaciğer ve hatta kanser dahil olmak üzere birden fazla sağlık sorununa yol açar. Burada, ellagitanninlerinin (ET'ler) bağırsak mikroflorasından türetilen bir metabolit olan ürolitin A'nın (UA), farelerde olumsuz etkilere neden olmadan diyet kaynaklı obeziteyi ve metabolik işlev bozukluklarını önlemektedir. UA tedavisi, kahverengi yağ dokusunda (BAT) termojenezi artırarak ve beyaz yağ dokusunun (WAT) esmerleşmesini sağlayarak enerji harcamasını (EE) artırmaktadır (14).

Ürolitin A ile on iki haftalık tedavi verilen, yüksek kolesterolü beslenen ve aort yararlanması olan sıçanlarda, plazma lipid ve Anjiyotensin II seviyelerinde anlamlı bir azalma ve aort lezyonunda iyileşme görülmüştür. Çalışma sonucuna göre, ürolitin A uygulamasının ateroskleroza hafiflettiği güvenle söylenebilmektedir (15).

Yedi ürolitin türevinin antioksidan özellikleri hücre tabanlı bir deneyde değerlendirilen bir çalışma, ürolitinlerin antioksidan aktivitesinin hidroksi gruplarının sayısı ve molekülün lipofilitesi ile ilişkili olduğunu göstermiştir (16). Bu çalışma sonuçlarına göre ürolitin A diğer ürolitin türlerine göre zayıf bir antioksidan etkiye sahiptir. Zayıf bir antioksidan olmasına rağmen ürolitin A etkisi plazma konsantrasyon aralığındadır.

Ürolitinlerin östrojenik ve/veya antiöstrojenik aktivite gösterebileceğini öne sürmektedir. Bu amaçla hem ürolithinler hem de diğer bilinen fitoöstrojenler (genistein, daidzein, resveratrol ve enterolakton) östrojene duyarlı insan meme kanseri MCF-7 hücrelerinde hücre çoğalmasını indüklemeye kapasitesini ve  $\alpha$ - ve  $\beta$ -östrojen reseptörlerine bağlanma yeteneğini değerlendirmek için denenen moleküler modeller, Hem ürolithin A hem de B, antiproliferatif veya toksik etkiler olmaksızın yüksek konsantrasyonlarda (40  $\mu$ M) bile doza bağlı östrojenik aktivite gösterir ancak diğer fitoöstrojenler yüksek konsantrasyonlarda hücre çoğalmasını engellemiştir. Genel olarak, Ürolitinler diğer fitoöstrojenlerden daha zayıf östrojenik aktivite göstermektedir (17).

Prostat kanseri hücrelerinde 22Rv1 hücre hattı tarafından yapılan bir çalışmada, ürolitin A-B-C değişen dozlar da CYP1B1 aktivitesini ve ekspresyonunu azalttığı görülmüştür (18). Stokrom p450 enzim ailesinin alt birimlerinden olan CYP1B1 vücutta birçok dokuda aktif rol almaktadır. CYP1B1 aktivitesinin yüksek olduğu dokularda kanser oluşma riski yüksektir. Ürolitin A CYP1B1 aktivitesini azalttığından dolayı kansere yakalanma riskini azaltmada ve kanser tedavisinde yeni bir yaklaşım olarak görülebilir.

Ellagik asit (EA) ve onun kolon metabolitleri olan ürolitin-A ve ürolitin-B'ye yanıt olarak Caco-2 (insan kolon karsinomu hücre dizisi) hücrelerinde modüle edilen yeni gen ekspresyon profilleri ve hücre fonksiyonları tanımlanmıştır. Çalışmada, hücrelerin EA ve ürolitinlere maruz bırakılması hücre büyümesini durdurmuştur. Onkogenlerin ve tümör baskılayıcı genlerin ekspresyon düzeylerindeki değişiklikler öne çıkmıştır. Çalışma sonucuna göre, EA ve ürolitin-A ve -B'nin, diyetle lümeninde elde edilebilen konsantrasyonlarda, kolonu kaplayan epitel hücrelerdeki birden fazla genin ifadesini düzenleyerek kolon kanseri önlenmesine katkıda bulunabileceğini gösterilmektedir (19).

## Sonuç

İnsanlarda ürolitin A değerlendirilmesi zor olabilmektedir. Ürolitin A ve diğer metabolitler insan bağırsağında üretilmiş olsa bile, sentetik olarak insanlara uygulanması ve gıda

maddelerinde olduğu gibi bulunmaması nedeniyle kimyasallar ile biyolojik sistem arasındaki etkileşimleri, zararlı sonuçları yönünden endişelere yol açabilir. Hayvan modellerinde ürolitin A toksikolojik değerlendirmesi de eksiktir.

## Kaynaklar

1. Espín JC, Larrosa M, García-Conesa MT, Tomás-Barberán F. Biological significance of ürolitins, the gut microbial ellagic acid-derived metabolites: the evidence so far. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2013;2013(1):270418.
2. D'Amico D, Andreux PA, Valdés P, Singh A, Rinsch C, Auwerx J. Impact of the natural compound ürolitin A on health, disease, and aging. *Trends in molecular medicine*. 2021;27(7):687-99.
3. Tomás-Barberán FA, González-Sarrías A, García-Villalba R, Núñez-Sánchez MA, Selma MV, García-Conesa MT, et al. Ürolitins, the rescue of “old” metabolites to understand a “new” concept: Metabotypes as a nexus among phenolic metabolism, microbiota dysbiosis, and host health status. *Molecular nutrition & food research*. 2017;61(1):1500901.
4. Espín JC, González-Barrio R, Cerdá B, López-Bote C, Rey AI, Tomás-Barberán FA. Iberian pig as a model to clarify obscure points in the bioavailability and metabolism of ellagitannins in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(25):10476-85.
5. Toney AM, Fox D, Chaidez V, Ramer-Tait AE, Chung S. Immunomodulatory role of ürolitin A on metabolic diseases. *Biomedicine*. 2021;9(2):192.
6. Rogovskii VS. The therapeutic potential of ürolitin A for cancer treatment and prevention. *Current cancer drug targets*. 2022;22(9):717-24.
7. Nawwar M, Souleman A. 3, 4, 8, 9, 10-Pentahydroxy-dibenzo [b, d] pyran-6-one from *Tamarix nilotica*. *Phytochemistry*. 1984;23(12):2966-7.
8. Cerdá B, Periago P, Espín JC, Tomás-Barberán FA. Identification of ürolitin A as a metabolite produced by human colon microflora from ellagic acid and related compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005;53(14):5571-6.
9. Gonzalez-Barrio R, Truchado P, Ito H, Espín JC, Tomas-Barberan FA. UV and MS identification of ürolitins and nasutins, the bioavailable metabolites of ellagitannins and ellagic acid in different mammals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011;59(4):1152-62.
10. Doyle B, Griffiths L. The metabolism of ellagic acid in the rat. *Xenobiotica*. 1980;10(4):247-56.
11. Giménez-Bastida JA, González-Sarrías A, Larrosa M, Tomás-Barberán F, Espín JC, García-Conesa MT. Ellagitannin metabolites, ürolitin A glucuronide and its aglycone ürolitin A, ameliorate TNF- $\alpha$ -induced inflammation and associated molecular markers in human aortic endothelial cells. *Molecular nutrition & food research*. 2012;56(5):784-96.
12. Ryu D, Mouchiroud L, Andreux PA, Katsyuba E, Moullan N, Nicolet-dit-Félix AA, et al. Ürolitin A induces mitophagy and prolongs lifespan in *C. elegans* and increases muscle function in rodents. *Nature medicine*. 2016;22(8):879-88.
13. Savi M, Bocchi L, Mena P, Dall'Asta M, Crozier A, Brighenti F, et al. In vivo administration of ürolitin A and B prevents the occurrence of cardiac dysfunction in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cardiovascular diabetology*. 2017;16:1-13.

14. Xia B, Shi XC, Xie BC, Zhu MQ, Chen Y, Chu XY, et al. Ürolitin A exerts antiobesity effects through enhancing adipose tissue thermogenesis in mice. *PLoS Biology*. 2020;18(3):e3000688.
15. Cui G-H, Chen W-Q, Shen Z-Y. Ürolitin A shows anti-atherosclerotic activity via activation of class B scavenger receptor and activation of Nef2 signaling pathway. *Pharmacological Reports*. 2018;70:519-24.
16. Bialonska D, Kasimsetty SG, Khan SI, Ferreira D. Ürolitins, intestinal microbial metabolites of pomegranate ellagitannins, exhibit potent antioxidant activity in a cell-based assay. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009;57(21):10181-6.
17. Larrosa M, González-Sarrías A, García-Conesa MT, Tomás-Barberán FA, Espín JC. Ürolitins, ellagic acid-derived metabolites produced by human colonic microflora, exhibit estrogenic and antiestrogenic activities. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2006;54(5):1611-20.
18. Kasimsetty SG, Bialonska D, Reddy MK, Thornton C, Willett KL, Ferreira D. Effects of pomegranate chemical constituents/intestinal microbial metabolites on CYP1B1 in 22Rv1 prostate cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009;57(22):10636-44.
19. González-Sarrías A, Espín JC, Tomás-Barberán FA, García-Conesa MT. Gene expression, cell cycle arrest and MAPK signalling regulation in Caco-2 cells exposed to ellagic acid and its metabolites, ürolitins. *Molecular nutrition & food research*. 2009;53(6):686-98.

## THE SPIDER WEB AND ITS FASCINATING POTENTIAL IN MEDICINE

**Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK**

Gaziantep University, drhulyacicek@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1065-1582

**Doç. Dr. Adile AKPINAR**

Gaziantep University, aozdemir@gantep.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5815-1096

### ABSTRACT

Spiders have over 50 thousand species in the world and they are most notable for their webs and their webs are researched in every field. Spider webs are remarkable for both their physical properties and their medical potential. Spider silk is an ideal material for use in many fields such as wound healing, drug delivery and tissue engineering thanks to its strength, flexibility, biodegradability and biocompatibility rivaling steel. In wound healing, spider silk accelerates regeneration and reduces the risk of infection by promoting cell growth. In drug release, silk increases the effectiveness of treatment with its controlled release feature. It can be especially beneficial in chemotherapy and chronic pain treatments.

In tissue engineering, spider silk offers a structure similar to human tissues and supports the growth of cells such as skin, bone and nerve. Thanks to its biodegradability, it dissolves in the body spontaneously as new tissue forms, eliminating the need for additional surgical intervention. Furthermore, for medical implants, spider silk offers an advantage over traditional materials with its light weight and biocompatibility.

However, large-scale production of spider silk is challenging. However, the production of synthetic silk through genetic engineering promises to overcome these challenges. The use of spider silk in medicine will become more feasible with long-term studies on its biocompatibility and advances in production technologies. This innovative material has the potential to offer groundbreaking solutions in the healthcare field.

**Keywords:** Spider web, Biocompatibility, Tissue engineering, Drug release, Wound healing

### ÖRÜMCEK AĞI VE TIP ALANINDAKİ BÜYÜLEYİCİ POTANSİYELLERİ

#### ÖZET

Örümcekler dünyada 50 bin üzerinde türe sahiptirler ve en fazla ağ örmeleri ile dikkat çekmekte ve ağları her alanda araştırılmaktadır. Örümcek ağları, hem fiziksel özellikleri hem de tıbbi potansiyelleriyle dikkat çeker. Örümcek ipeği, çeliğe rakip mukavemeti, esnekliği, biyolojik olarak parçalanabilirliği ve biyouyumluluğu sayesinde yara iyileşmesi, ilaç salınımı ve doku mühendisliği gibi birçok alanda kullanım için ideal bir malzemedir. Yara iyileşmesinde örümcek ipeği, hücre büyümesini destekleyen yapısıyla rejenerasyonu hızlandırır ve enfeksiyon riskini azaltır. İlaç salınımında ise ipek, kontrollü salım özelliğiyle tedavi etkinliğini artırır. Özellikle kemoterapi ve kronik ağrı tedavilerinde fayda sağlayabilir.

Doku mühendisliği alanında örümcek ipeği, insan dokularına benzer bir yapı sunar ve deri, kemik, sinir gibi hücrelerin büyümesini destekler. Biyolojik olarak parçalanabilirliği sayesinde yeni doku oluştuğunda vücutta kendiliğinden çözünerek ek cerrahi müdahaleye gerek kalmaz.

Ayrıca, tıbbi implantlar için de örümcek ipeği hem hafifliği hem de biyoyumluluğuyla geleneksel malzemelere göre avantaj sunar.

Bununla birlikte, örümcek ipeğinin büyük ölçekli üretimi zorluklar barındırır. Ancak, genetik mühendislik çalışmalarıyla sentetik ipek üretimi bu zorlukları aşmayı vaat etmektedir. Örümcek ipeğinin tıptaki kullanımını, biyoyumluluğuna dair uzun vadeli çalışmalar ve üretim teknolojilerindeki gelişmelerle daha uygulanabilir hale gelecektir. Bu yenilikçi malzeme, sağlık alanında çığır açıcı çözümler sunma potansiyeline sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Örümcek ağı, Biyoyumluluk, Doku mühendisliği, İlaç salınımı, Yara iyileşmesi

### 1. Giriş

Örümcek ağları, yalnızca karmaşık güzellikleri nedeniyle değil, aynı zamanda sahip oldukları olağanüstü fiziksel özellikler nedeniyle de yüzyıllardır insanların ilgisini çekmiştir. Son zamanlarda, bilim insanları ve araştırmacılar örümcek ipeği ve örümcek ağları için tıp alanındaki uygulamalar ile potansiyel yeni bir kullanım alanı keşfettiler (1). Örümcek ipeğinin yüksek gerilme mukavemeti, biyoyumluluğu, esnekliği ve biyolojik olarak parçalanabilirliği gibi benzersiz özellikleri, onu yara iyileşmesinden ilaç dağıtımına ve hatta doku mühendisliği için bir iskele olarak geniş bir tıbbi kullanım yelpazesi için cazip bir malzeme haline getirmektedir. Bu derleme, örümcek ağlarının tıp alanındaki ilgi çekici potansiyelini araştırmakta, en son araştırmaları özetlemekte ve dönüştürücü uygulamalarını tartışmaktadır (2).

### 2. Örümcek İpeğinin Özellikleri

Örümcek ipeği genellikle doğanın en dikkat çekici malzemelerinden biri olarak anılır. Bu ipek, çelikle karşılaştırılabilir bir mukavemet, kauçuğa rakip bir esneklik ve inanılmaz derecede hafif ve biyolojik olarak parçalanabilir bir yapı sergiler. Örümcekler çeşitli amaçlar için her biri belirli fiziksel özelliklere sahip farklı ipek türleri üretir. Örneğin örümcek ipeği sertliği ve gücüyle bilinir, bu da onu dayanıklılık ve esneklik gerektiren uygulamalar için ideal bir aday haline getirir (3). Ayrıca, örümcek ipeği biyolojik olarak uyumludur, yani insan vücudunda bağışıklık tepkisine neden olmadan kullanılabilir; bu özellik dikişler ve implantlar gibi tıbbi uygulamalar için kritik öneme sahiptir (4).

Örümcek ipeğinin tıbbi uygulamalar için bu kadar cazip olmasının nedenlerinden biri de moleküler düzeydeki yapısıdır. Örümcek ipeği, esas olarak glisin ve alanin gibi amino asitlerden oluşan, esnekliğine ve gücüne katkıda bulunan protein bazlı bir malzemedir. Bu özellikler ipeğin esnemesine ve enerjiyi absorbe etmesine olanak tanır; bu özellikler yara iyileşmesinde ve doku rejenerasyonu için iskele olarak faydalıdır. Araştırmacılar ayrıca örümcek ipeğinin antimikrobiyal olduğunu ve özellikle enfeksiyona eğilimli alanlarda tıbbi kullanım için uygunluğunu daha da artırdığını keşfettiler (5).

### 3. Yara İyileşmesinde Uygulamalar

Yara iyileşmesi, örümcek ipeğinin önemli bir etki yaratabileceği en umut verici alanlardan biridir. Yaralar, özellikle de kronik yaralar, enfeksiyon riski ve geciken iyileşme süreleri nedeniyle tıbbi tedavide zorluk teşkil etmektedir. Örümcek ipeğinin biyoyumluluk ve antimikrobiyal özellikleri onu yara pansumanları için cazip bir aday haline getirmektedir (6).

Araştırmalar, örümcek ipeği liflerinin cilt hücrelerinin büyümesi için destekleyici bir yapı sağlayarak yara iyileşmesini destekleyebildiğini ve rejenerasyon sürecini hızlandırdığını göstermiştir. Ayrıca, örümcek ipeğinin antimikrobiyal özellikleri, yara tedavisinde önemli bir endişe kaynağı olan enfeksiyon riskini azaltmaya yardımcı olur (7).

Çeşitli deneyler, örümcek ipeği proteinlerinin yeni hücre büyümesi için etkili bir iskele görevi görebileceğini göstermiştir. Örneğin ipek, hücrelerin tutunmasına, çoğalmasına ve nihayetinde doku yenilenmesine olanak tanıyan bir çerçeve görevi görür. Bu özellikle cildin yeniden yapılanması için yardıma ihtiyaç duyulan büyük yaraların veya yanıkların tedavisinde avantajlıdır (8).

Buna ek olarak, örümcek ipeği zaman içinde belirli büyüme faktörlerini veya ilaçları serbest bırakacak şekilde tasarlanabilir, bu da daha hızlı iyileşmeyi teşvik ederek ve sık pansuman değiştirme ihtiyacını azaltarak yara bakımındaki potansiyelini artırır (9).

#### **4. İlaç Salınımında Örümcek İpeği**

Örümcek ipeğinin tıptaki bir diğer heyecan verici uygulaması da ilaç salınımı alanındadır. İpeğin benzersiz yapısı, ilaçları kontrollü bir şekilde taşımasına ve salmasına olanak tanıyarak potansiyel olarak tedavilerin etkinliğini artırır ve yan etkileri azaltır. Örneğin, araştırmacılar ilaçları örümcek ipeği partikülleri ya da yavaş yavaş çözünerek sabit bir oranda salınan filmler içine yerleştirmeyi denemişlerdir. Bu yaklaşım özellikle kemoterapi veya kronik ağrı yönetimi gibi zaman içinde yavaşça salınması gereken ilaçların verilmesinde faydalı olabilir (10,11).

Örümcek ipeği kullanılarak ilaç verilmesi, özellikle hedefe yönelik ve sürekli ilaç salınımı gerektiren hastalıkların tedavisinde geniş kapsamlı etkilere sahip olabilir. Örümcek ipeği, biyoyuumluluğu sayesinde bir ilacı kapsülleyerek ilaca ulaşana kadar bozulmaya karşı koruyabilir (12).

Biyoyuumluluğu sayesinde örümcek ipeği bir ilacı kapsülleyerek vücuttaki hedefine ulaşana kadar bozulmaya karşı koruyabilir. Hedef bölgeye ulaştığında, ipek çözünebilir ve ilacı kademeli olarak serbest bırakarak hassas dozlamaya olanak tanır. Bu teknik, lokalize, kontrollü bir salım sistemi sağlayarak erken ilaç salımı veya sistemik yan etkiler gibi geleneksel ilaç dağıtım yöntemleriyle ilişkili riskleri en aza indirir (13).

#### **5. Doku Mühendisliği ve Rejenerasyondaki Rolü**

Örümcek ipeğinin tıp alanındaki en çığır açıcı uygulamalarından biri doku mühendisliğindeki potansiyel kullanımıdır. Örümcek ipeğinin gücü, esnekliği ve biyolojik olarak parçalanabilirliği onu yeni doku yetiştirmek için ideal bir iskele haline getirmektedir (14). Doku mühendisliği, genellikle hücre bağlanması ve büyümesi için bir çerçeve sağlayan iskeleler aracılığıyla doku işlevini eski haline getirmek, korumak veya iyileştirmek için biyolojik ikameler oluşturmayı içerir. Örümcek ipeğinin yapısı insan dokularında bulunan hücre dışı matrisi yakından taklit ettiğinden bu rol için umut verici bir adaydır (15).

Bu alandaki araştırmalar örümcek ipeğinin deri, kemik ve hatta sinir hücrelerini büyütmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Bilim insanları örümcek ipeğinden iskeleler oluşturarak laboratuarda insan hücrelerinin büyümesini destekleyebildiler ve hasarlı dokuların ve hatta tüm organların yenilenmesinde potansiyel uygulamaların önünü açtılar (16). Örneğin, sinir hücrelerinin örümcek ipeği iskeleleri boyunca büyüdüğü gösterilmiştir, bu da bu malzemenin omurilik yaralanmaları veya diğer sinir hasarları için tedavilerde kullanılma olasılığını artırmaktadır. Dahası, örümcek ipeği biyolojik olarak parçalanabilir olduğundan, yeni doku oluşturulmuş vücutta kademeli olarak çözünebilir ve iskeleyi çıkarmak için ek ameliyatlara olan ihtiyacı azaltır (17,18).

## 6. Örümcek İpeği ve Tıbbi İmplantlar

Vidalar, plakalar ve diğer tıbbi cihazlar gibi implantlar genellikle kemik iyileşmesini desteklemek veya hasarlı dokuları değiştirmek için kullanılır. Ancak bu implantlar için kullanılan metal ve plastik gibi geleneksel malzemeler sertlikleri, ağırlıkları veya bağışıklık tepkilerini tetikleme potansiyelleri nedeniyle komplikasyonlara neden olabilir (19). Örümcek ipeği hem güçlü hem de hafif olduğu için benzersiz bir çözüm sunmakta ve geleneksel malzemelerle ilişkili komplikasyon riskini azaltmaktadır. Dahası, örümcek ipeği biyolojik olarak uyumlu olduğundan, insan dokusuyla daha sorunsuz bir şekilde bütünleşme potansiyeline sahiptir, bu da daha az bağışıklık tepkisine ve hastalar için daha iyi uzun vadeli sonuçlara yol açar (20).

Son zamanlarda araştırmacılar, insan vücuduyla uyumluluğunu artırmak için implantlar üzerinde örümcek ipeği kaplamaları denemeye başladılar. Bu kaplama, hücrelerin implantın etrafında büyümesini teşvik ederek implantın çevresindeki dokuyla daha doğal bir şekilde bütünleşmesine yardımcı olabilir (21). Örümcek ipeği ayrıca zamanla bozunacak şekilde tasarlanabilir, iyileşmeyi destekleyen geçici bir yapı sağlar ve daha sonra çözünerek çıkarma ameliyatı ihtiyacını ortadan kaldırır (22). Ortopedik uygulamalarda, örümcek ipeği diğer biyomalzemelerle birlikte kullanılarak metallerin gücünü örümcek ipeğinin biyoyuymuluğuyla birleştiren kompozit malzemeler oluşturulabilir ve böylece dayanıklı ancak insan vücuduna daha uyumlu implantlar elde edilebilir (23).

## 7. Kısıtlamalar ve Gelecek Yönelimleri

Umut vaat eden birçok uygulamasına rağmen, örümcek ipeğinin tıp alanında yaygın kullanımı çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Bu engellerin başında örümcek ipeğini büyük ölçekte üretmenin zorluğu gelmektedir (24). Büyük miktarlarda ipek üretmek için yetiştirilebilen ipekböceklerinin aksine, örümcekler yalnız ve bölgesel yaratıklardır, bu da onları çok sayıda yetiştirmeyi zorlaştırır. Bununla birlikte farklı besinlerle farklı sıcaklık değerlerinde beslenen örümceklerinde farklı miktarda ağ ürettikleri belirlendi (26). Ancak bilim insanları genetik mühendisliği yoluyla bu zorluğun üstesinden gelme konusunda önemli adımlar atmışlardır. Araştırmacılar, örümcek ipeği genlerini bakterilere, mayalara ve hatta bitkilere yerleştirerek, tıbbi kullanım için hasat edilebilen ve saflaştırılabilen sentetik örümcek ipeği üretmeyi başardılar (25). Ayrıca, özellikle vücutta uzun süre kalmasının gerekebileceği durumlarda, örümcek ipeğinin uzun vadeli biyoyuymuluğuna ilişkin hala birçok bilinmeyen vardır (15).

Gelecekteki araştırmaların bu faktörlerin yanı sıra alerjik reaksiyonlar veya diğer olumsuz etkilere ilişkin potansiyeli daha derinlemesine incelemesi gerekecektir. Bununla birlikte, sentetik örümcek ipeği üretimi daha verimli hale geldikçe ve biyolojik etkileşimlerine ilişkin anlayışımız geliştikçe, örümcek ipeği temelli tıbbi uygulamaların giderek daha uygulanabilir ve uygun fiyatlı hale gelmesi muhtemeldir.

## Sonuç

Örümcek ipeğinin tıp alanındaki potansiyeli çok büyük ve umut vericidir. Yara iyileştirme ve ilaç dağıtımından doku mühendisliği ve tıbbi implantlara kadar, örümcek ipeğinin benzersiz özellikleri onu çok sayıda tıbbi uygulama için ideal bir malzeme haline getirmektedir. Özellikle üretimin ölçeklendirilmesi konusunda zorluklar devam etse de sentetik biyoloji ve genetik mühendisliğindeki ilerlemeler örümcek ipeği temelli tıbbi çözümlerin halka sunulmasını daha gerçekçi hale getirmektedir. Bu alandaki araştırmalar ilerledikçe, örümcek ipeği tıpta temel bir malzeme haline gelebilir ve günümüzde sağlık alanındaki en acil sorunlardan bazıları için yenilikçi çözümler sunabilir.

## Kaynaklar



1. Selden, P. A., Shear, W. A. & Bonamo, P. M. 1991. A spider and other arachnids from the Devonian of New York, and reinterpretations of Devonian Araneae. *Palaeontology* 34, 241–281.
2. Newman J, Newman C. Oh what a tangled web: the medicinal uses of spider silk. *Int J Dermatol.* 1995 Apr;34(4):290-2. doi: 10.1111/j.1365-4362.1995.tb01600.x. PMID: 7790149.
3. Joel AC, Rawal A, Yao Y, Jenner A, Ariotti N, Weissbach M, Adler L, Stafstrom J, Blamires SJ. Physico-chemical properties of functionally adhesive spider silk nanofibres. *Biomater Sci.* 2023 Mar 14;11(6):2139-2150. doi: 10.1039/d2bm01599d. PMID: 36727424.
4. Piorkowski D, Liao CP, Joel AC, Wu CL, Doran N, Blamires SJ, Pugno NM, Tso IM. Adhesion of spider cribellate silk enhanced in high humidity by mechanical plasticization of the underlying fiber. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2021 Feb;114:104200. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.104200. Epub 2020 Nov 11. PMID: 33214109.
5. Baumgart L, Schaa EM, Menzel F, Joel AC. Change of mechanical characteristics in spider silk capture threads after contact with prey. *Acta Biomater.* 2022 Nov;153:355-363. doi: 10.1016/j.actbio.2022.09.056. Epub 2022 Sep 24. PMID: 36167237.
6. Lee WJ, Cho K, Kim AY, Kim GW. Injectable Click Fibroin Bioadhesive Derived from Spider Silk for Accelerating Wound Closure and Healing Bone Fracture. *Materials (Basel).* 2022 Jul 30;15(15):5269. doi: 10.3390/ma15155269. PMID: 35955202; PMCID: PMC9369627.
7. Chouhan D, Mandal BB. Silk biomaterials in wound healing and skin regeneration therapeutics: From bench to bedside. *Acta Biomater.* 2020 Feb;103:24-51. doi: 10.1016/j.actbio.2019.11.050. Epub 2019 Dec 2. PMID: 31805409.
8. Sun W, Gregory DA, Tomeh MA, Zhao X. Silk Fibroin as a Functional Biomaterial for Tissue Engineering. *Int J Mol Sci.* 2021 Feb 2;22(3):1499. doi: 10.3390/ijms22031499. PMID: 33540895; PMCID: PMC7867316.
9. Lin B, Dong K, Zhou S, Li X, Gao B. Hybrid biological macromolecules spider-silk fibroin optical patches for efficient wound healing. *Int J Biol Macromol.* 2024 Nov;280(Pt 4):135965. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.135965. Epub 2024 Sep 24. PMID: 39322126.
10. Chen J, Hu J, Zuo P, Su X, Liu Z, Yang M. Tailor-made spider-eggcase-silk spheres for efficient lysosomal drug delivery. *RSC Adv.* 2018 Mar 6;8(17):9394-9401. doi: 10.1039/c8ra00232k. PMID: 35541844; PMCID: PMC9078666.
11. Kucharczyk K, Weiss M, Jastrzebska K, Luczak M, Ptak A, Kozak M, Mackiewicz A, Dams-Kozłowska H. Bioengineering the spider silk sequence to modify its affinity for drugs. *Int J Nanomedicine.* 2018 Jul 20;13:4247-4261. doi: 10.2147/IJN.S168081. PMID: 30050299; PMCID: PMC6055833.
12. Lammel A, Schwab M, Hofer M, Winter G, Scheibel T. Recombinant spider silk particles as drug delivery vehicles. *Biomaterials.* 2011 Mar;32(8):2233-40. doi: 10.1016/j.biomaterials.2010.11.060. Epub 2010 Dec 24. PMID: 21186052.
13. Schierling MB, Doblhofer E, Scheibel T. Cellular uptake of drug loaded spider silk particles. *Biomater Sci.* 2016 Sep 20;4(10):1515-1523. doi: 10.1039/c6bm00435k. PMID: 27709129.
14. Branković M, Zivic F, Grujovic N, Stojadinovic I, Milenkovic S, Kotorcevic N. Review of Spider Silk Applications in Biomedical and Tissue Engineering. *Biomimetics (Basel).* 2024 Mar 11;9(3):169. doi: 10.3390/biomimetics9030169. PMID: 38534854; PMCID: PMC10967872.
15. Salehi S, Koeck K, Scheibel T. Spider Silk for Tissue Engineering Applications. *Molecules.* 2020 Feb 8;25(3):737. doi: 10.3390/molecules25030737. PMID: 32046280; PMCID: PMC7037138.

16. Bakhshandeh B, Nateghi SS, Gazani MM, Dehghani Z, Mohammadzadeh F. A review on advances in the applications of spider silk in biomedical issues. *Int J Biol Macromol*. 2021 Dec 1;192:258-271. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.09.201. Epub 2021 Oct 8. PMID: 34627845.
  17. Sonavane S, Westermark P, Rising A, Holm L. Regionalization of cell types in silk glands of *Larinioides sclopetarius* suggest that spider silk fibers are complex layered structures. *Sci Rep*. 2023 Dec 14;13(1):22273. doi: 10.1038/s41598-023-49587-z. PMID: 38097700; PMCID: PMC10721825.
  18. Jeffery F, La Mattina C, Tuton-Blasingame T, Hsia Y, Gnesa E, Zhao L, Franz A, Vierra C. Microdissection of black widow spider silk-producing glands. *J Vis Exp*. 2011 Jan 11;(47):2382. doi: 10.3791/2382. PMID: 21248709; PMCID: PMC3341101.
  19. Widhe M, Johansson J, Hedhammar M, Rising A. Invited review current progress and limitations of spider silk for biomedical applications. *Biopolymers*. 2012 Jun;97(6):468-78. doi: 10.1002/bip.21715. Epub 2011 Sep 6. PMID: 21898363.
  20. Li G, Li Y, Chen G, He J, Han Y, Wang X, Kaplan DL. Silk-based biomaterials in biomedical textiles and fiber-based implants. *Adv Healthc Mater*. 2015 Jun 3;4(8):1134-51. doi: 10.1002/adhm.201500002. Epub 2015 Mar 13. PMID: 25772248; PMCID: PMC4456268.
  21. Poddar H, Breitling R, Takano E. Towards engineering and production of artificial spider silk using tools of synthetic biology. *Eng Biol*. 2020 Mar 16;4(1):1-6. doi: 10.1049/enb.2019.0017. PMID: 36970229; PMCID: PMC9996717.
  22. Li F, Bian C, Li D, Shi Q. Spider Silks: An Overview of Their Component Proteins for Hydrophobicity and Biomedical Applications. *Protein Pept Lett*. 2021;28(3):255-269. doi: 10.2174/0929866527666200907104401. PMID: 32895035.
  23. Melke J, Midha S, Ghosh S, Ito K, Hofmann S. Silk fibroin as biomaterial for bone tissue engineering. *Acta Biomater*. 2016 Feb;31:1-16. doi: 10.1016/j.actbio.2015.09.005. Epub 2015 Sep 7. PMID: 26360593.
  24. Kiseleva AP, Kiselev GO, Nikolaeva VO, Seisenbaeva G, Kessler V, Krivoschapkin PV, Krivoschapkina EF. Hybrid Spider Silk with Inorganic Nanomaterials. *Nanomaterials (Basel)*. 2020 Sep 16;10(9):1853. doi: 10.3390/nano10091853. PMID: 32947954; PMCID: PMC7559941.
  25. Tokareva O, Michalczychen-Lacerda VA, Rech EL, Kaplan DL. Recombinant DNA production of spider silk proteins. *Microb Biotechnol*. 2013 Nov;6(6):651-63. doi: 10.1111/1751-7915.12081. PMID: 24119078; PMCID: PMC3815454.
- Hameed B, Akpınar A, Ceyhan Dİ. The web amount and quality of web spiders (Agelenidae, Pholcidae), *Agelena labyrinthica* (Clerck, 1757) and *Holocnemus pluchei* (Scopoli, 1763), depending on food and temperature. *Turkish Journal of Zoology* 2022 Vol. 46: No. 4, <https://doi.org/10.55730/1300-0179.3088>.

## OBSTETRİK ACİLLER: ABORTUSLAR

**Doç. Dr. Zümür YILAR ERKEK**

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, zyilar@hotmail.com, 0000-0002-0495-9003

**Öğr. Gör. Serpil TOKER**

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, serpil.toker@gop.edu.tr, 0000-0001-6809-6342

### ÖZET

Gebelerin yaklaşık dörtte birinde ilk trimesterde kanama yaşaması beklenmektedir. Gebe kadınların yaklaşık %25'inde 12. gebelik haftasından önce kanama görülür. Tanıda obstetrik olmayan nedenler, canlı intrauterin gebelikte kanama, erken gebelik kaybı ve ektopik gebeliğin birbirinden ayırt edilmesi önemlidir. İlk trimester kanamasının nedenini tespit edebilmek ve uygun tedavi protokolünü sağlamak için fizik muayene ve laboratuvar bulguları (hCG kitleri, progesteron seviyesi) ve ultrasonografi kullanılabilir.

Erken gebelik dönemindeki bu riskli durumları önlemede en önemli amaç anne ölümlerini azaltmaktır. Bu acil durumlarda süreci yönetebilmeleri için ebelerin, takip, tedavi ve danışmanlıkla ilgili farkındalıklarını artırmak gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Abortuslar, Obstetrik aciller, Erken gebelik kanamaları

### OBSTETRIC EMERGENCIES ABORTIONS

#### Abstract

About a quarter of pregnant women are expected to experience bleeding in the first trimester. About 25% of pregnant women experience bleeding before the 12th week of pregnancy. It is important to differentiate between non-obstetric causes, bleeding in a viable intrauterine pregnancy, early pregnancy loss and ectopic pregnancy. Physical examination, laboratory findings (hCG kits, progesterone levels) and ultrasonography can be used to identify the cause of first trimester bleeding and to provide the appropriate treatment protocol.

The most important goal in preventing these risky situations in early pregnancy is to reduce maternal mortality. In order to manage these emergencies, midwives need to increase their awareness of follow-up, treatment and counseling.

**Keywords:** Abortions, Emergency obstetrics, Early pregnancy bleeding

### GİRİŞ

Gebelik yaşınının 20. haftadan küçük ve fetüs ağırlığının 500 gramın altında olduğu durumlarda gebeliğin sonlanmasına abortus denir. Tüm gebeliklerin %50-70'i, klinik olarak tanılanan gebeliklerin %10-15'i düşükle (abortusla) sonlanmaktadır.

Vajinal kanamanın eşlik ettiği gebeliğin erken dönemlerinde ortaya çıkan olan abortuslar şu şekilde sınıflandırılmaktadırlar (Nas ve Yılmaz, 2006);

1. Abortus imminens
2. Abortus incipiens
3. İnkomplet abortus
4. Komplet abortus
5. Missed abortus
6. Blighted ovum (boş gebelik)

Abortuslar genellikle (%80) ilk 12 hafta içinde ve çoğunluğu fetal nedenlere bağlı meydana gelmektedir. Bunlarında hemen hemen yarısının nedeni kromozomal anomalilerdir. Genel olarak görülen kromozomal anomali ise trizomilerdir. 12. Haftadan sonra görülen abortuslara genellikle maternal faktörler neden olmaktadır. Enfeksiyonlar, endokrin hastalıklar, beslenme bozuklukları, ilaç ve çevresel faktörler, immünolojik faktörler, trombofili, uterus patolojileri ve servikal yetmezlik maternal faktörler arasındadır (Gezginç ve Dalkılıç, 2011).

### **Abortusların Sınıflandırılması**

**Abortus İmmünense;** Abortus imminenste ağrının eşlik ettiği hafif vajinal kanama görülür ve tedavisi bekleyiş yönetimidir (Hendriks ve ark., 2019). Muayene de serviks kapalıdır ve bu hastalara yatak istirahati önerilmektedir (Gezginç ve Dalkılıç, 2011). Ancak yatak istirahatinin sonuçları iyileştirdiğine ve progesterin kullanımının yarar sağladığına dair kanıt yoktur (Kanıt düzeyi C) (ACOG, 2017, McCall ve ark., 2013). Coomarasamy ve ark. (2019)' da yaptıkları bir RKÇ'de gebeliğin erken döneminde kanaması olan kadınlar arasında, ilk trimesterde uygulanan progesteron tedavisinin plaseboya göre anlamlı derecede daha yüksek canlı doğum insidansına yol açmadığını belirtmişlerdir (Coomarasamy ve ark., 2019)

İnsan koryonik gonadotropin ( $\beta$ -hCG) düzeylerinin kantitatif  $\beta$  alt birimindeki eğilimler, normal hamileliği anormal erken gebelikten ayırt etmede kullanılmaktadır. Ayırıcı  $\beta$ -hCG seviyesi (mL başına 1.500 ila 3.000 mIU) ve transvajinal ultrasonografide intrauterin gebeliğin

görülməsi tanıda önemlidir (Hendriks ve ark., 2019). Bunların yanı sıra gebeye koitustan kaçınması ve bol sıvı alması önerilmektedir.

**Abortus İncipiense;** Abortus incipienste ağrının, servikal dilatasyon ve silinmenin eşlik ettiği yoğun kanama mevcuttur. Abortusa engel olunamaz ve küretaj ile gebeliğin sonlandırılması gerekmektedir (Gezginç ve Dalkılıç, 2011). Klinik olarak iki seyri vardır; İnkomplete abortus ve komplete abortus.

**Komplete abortus;** fetüs ve eklerinin tamamının vajinal kanamayla birlikte uterusun dışına atılmasıdır (Yıldız Eren, 2022).

**İnkomplete abortus;** fetüs ve eklerine ait materyallerin tamamının uterus dışına atılmadığı, uterusun içinde kaldığı durumdur (Yıldız Eren, 2022).

### **Komplete abortusta;**

Yaşam bulguları ve kanama takibi yapılır.

Gerekirse hekim istemi ile anlahezik, uterotonik ajanlar ve demir tedavisi başlanır.

Kötü kokulu akıntı, kasık ağrısı veya ateş olması durumunda mutlaka sağlık kuruluşuna başvurması önerilir.

Taburculuk eğitimi yapılır (Acil Obstetrik Bakım Hemşire Katılımcı Kitabı, 2014)

**İnkomplete ve Komplete Abortus Yönetimi (Acil Obstetrik Bakım Hemşire Katılımcı Kitabı, 2014).**

### **İnkomplete abortusta;**

- Gebelik 12 haftadan küçükse;
  - Serviksten dışarı uzanan gebelik ürünleri alınır.
  - Gebeliği sonlandırmak için medikal indüksiyon veya vakum aspirasyon ile küretaj yapılır
- Gebelik 12 haftadan büyükse;
  - Öncelikle medikal indüksiyon uygulanır.
  - Kalan gebelik ürünleri küretaj ile boşaltılır.
  - Kalan parça olduğu yönünde şüphe varsa kavite içi kontrol edilir.
  - antibiyotik profilaksisi başlanır.

- Yaşam bulguları ve kanama takibi yapılır.
- Kötü kokulu akıntı, kasık ağrısı veya ateş olması durumunda mutlaka sağlık kuruluşuna başvurması önerilir.

Missed abortus ve blighted ovumda (boş gebelik) gebenin şikayeti yoktur veya çok az miktarda vajinal kanama vardır. Tanı ultrasound ile konular ve gecikmeden uterus içi boşaltılmalıdır (Gezginç ve Dalkılıç, 2011). Missed abortus genellikle durdurabilir düşüklerden sonra ortaya çıkmaktadır (Doğan Yüksekol ve Çıkrık, 2022).

**Septik Abortus:** Abortusa bağlı enfeksiyon gelişmesidir. Güvensiz abortus sonrasında sık görülmektedir. Minimal tıbbi standartların sağlanmadığı çevre koşullarında ya da gerekli becerilere sahip olmayan kişiler tarafından gerçekleştirilen abortuslarda, gebe uterusun veya serviks-vajenin travmatize edilmesine bağlı olarak ya da ihmal edilmiş düşük vakalarında uterin içeriğe sekonder enfeksiyonun eklenmesi sonucu gelişmektedir. Ateş, kötü kokulu akıntı, pelvik veya abdominal ağrı, servikal hareketlerde hassasiyet görülmektedir. Multidisipliner yaklaşımla tedavi planlanmalıdır. Mümkünse gerekli kültür örnekleri alınıp, uygun antibiyotik tedavisine başlandıktan sonra uterin kavitenin boşaltılması ve perforasyon yönünden kontrol edilmesi gerekmektedir. Tetanoz profilaksisi yapılmalıdır.

## **Abortuslarda Değerlendirme**

### **Fizik Muayene**

Adet dönemine eşit veya daha ağır kanama ve ağrının eşlik ettiği kanama, erken gebelik kaybı riskinin artmasıyla ilişkilidir (Hendriks ve ark., 2019). Hastalar hipovoleminin belirti ve semptomları açısından değerlendirilmelidir. Hemodinamik instabiliteyi gösteren hayati bulgular veya fizik muayenede peritoneal bulgular acil değerlendirme gerektirmektedir. Spekulum muayenesi vajinit, servisit veya servikal polip gibi obstetrik olmayan kanama nedenlerinin belirlenmesine yardımcı olur. Spekulum muayenesinde gebelik ürünleri görünüyorsa, tamamlanmamış düşük tanısı konulabilir ve tedavi önerilebilir. Kanamanın obstetrik olmayan kesin bir nedeni bulunmadıkça veya gebelik ürünleri görülmedikçe ileri değerlendirme gerekmektedir (Reproductive Health Access Project, 2017).

### **Laboratuvar testi**

#### ***β-insan koryonik gonadotropin***

İnsan koryonik gonadotropinin ( $\beta$ -hCG)  $\beta$  alt birimi, gebe bir kadının plazmasında ovulasyondan sekiz gün sonra bile tespit edilebilmektedir. Yaşayan intrauterin gebeliği olan

semptomatik kadınlarda, başlangıçtaki  $\beta$ -hCG seviyeleri mL başına 1.500 mIU'dan az, mL başına 1.500 ila 3.000 mIU veya mL başına 3.000 mIU'dan fazla ise 48 saat içinde en az sırasıyla %33, %49, %40 oranında artması beklenmektedir (Barnhart ve ark., 2016). Daha yavaş bir artış hızı, erken gebelik kaybını veya ektopik gebeliği akla getirmektedir. Yaklaşık 10 haftalık gebelikte,  $\beta$ -hCG seviyesi tipik olarak düzleşir veya azalır, bundan sonra seri ultrasonografi tercih edilen tanı aracı olarak kullanılmaktadır (Barnhart ve ark., 2016).

### **Rh Faktörü**

Başvuru anında Rh durumu bilinmiyorsa Rh faktör testi yapılmalıdır. Rh (D) immün globulin (Rhogam), karın travması veya ektopik hamileliği olan tüm Rh negatif hastalar ve uterus aspirasyonu yapılanlara 72 saat içinde endikedir. Rh (D) immün globulin ayrıca erken gebelik kaybindan sonraki 72 saat içinde, özellikle de ilk trimesterin sonlarında uygulanabilir, ancak bu ortamda alloimmünizasyon riskinin %1,5 ila %2 olduğu tahmin edilmektedir (ACOG, 2017). Düşük tehdiyle başvuran Rh-negatif hastalarda Rh (D) immün globulin kullanımı lehine veya aleyhine yeterli kanıt yoktur. 12. gebelik haftasından önce 50 veya 120 mcg'lik bir doz tavsiye edilir, ancak daha düşük dozlar mevcut değilse 300 mcg uygulanabilir (ACOG, 2017). 12 hafta sonra 300 mcg doz verilmelidir (ACOG, 2017).

### **Progesteron**

Serum progesteron ölçümü, özellikle ultrasonografinin kesin sonuç vermediği durumlarda erken dönemde yaşanabilir veya yaşanmaz gebelik arasında ayırım yapmada yararlı olabilmektedir. İlk trimester kanaması olan kadınlarda gebelik sonucunu tahmin etmek için tek bir progesteron testinin doğruluğunu değerlendiren bir meta-analiz, mL başına 6 ng'den (L başına 19,1 nmol) daha düşük bir düzeyin, %99'luk bir negatif tahmin değeriyle, canlı gebeliği güvenilir bir şekilde dışladığını göstermektedir. Düşük progesteron düzeyi intrauterin gebeliği ektopik gebelikten ayırt etmekte kullanılamaz (Verhaegen ve ark., 2012).

### **Hemoglobin**

Gebelik sırasında kanaması olan tüm kadınların başlangıç hemoglobin düzeyi belgelenmelidir (ACOG, 2017).

### **Ultrasonografi**

Gebelik haftasına göre embriyolojik gelişimin gerilerde kaldığı durumlarda erken gebelik kaybı veya ektopik gebelik şüphesi artmaktadır (Rodgers ve ark., 2015).

### ***Spontan Abortuslarda İzlem ve Bakım***

Yüksek  $\beta$ -hCG seviyeleri ile intrauterin gebeliğin tespit edilememesi, erken gebelik kaybı veya ektopik gebelik açısından endişe yaratmaktadır. Erken gebelik kaybının tanısını koyan ultrason bulguları arasında ortalama gebelik kesesi çapının 25 mm daha küçük olması, embriyonun olmaması ve CRL uzunluğu 7 mm veya daha fazla olduğunda fetal kalp aktivitesinin olmaması yer almaktadır. Erken gebelik kaybının tedavi seçenekleri arasında bekleyiş yönetimi, mifepriston ve misoprostol ile tıbbi tedavi veya uterus aspirasyonu yer almaktadır (Hendriks ve ark., 2019).

Vajinal kanama şikayeti ile kliniğe başvuran gebenin öncelikle kanamasının rengi, miktarı ve niteliği değerlendirilmeli, ağrısı ve ağrı ile baş etme mekanizmaları değerlendirilmeli, gebe ve ailesine psikolojik destek sağlanmalıdır. Bunların yanı sıra;

- Eksiksiz ve detaylı bir anamnez alınmalıdır.
- Gebenin kanama miktarı ve genel durumu yakından takip edilmelidir. Kanama miktarının değerlendirilmesinde ped takibi yapılmalıdır. Temiz ped veya kıyafet 5 dakikadan daha kısa sürede ıslanıyorsa şiddetli kanama olarak değerlendirilmelidir.
- Kanamanın rengi, miktarı ve şekli değerlendirilmeli, içerisinde fetal doku bulunup bulunmadığı incelenmelidir.
- Hastanın ağrı durumu değerlendirilmeli ve ağrıyla baş etme stratejileri geliştirmesine yardım olunmalıdır.
- Hastanın vital bulguları hızla değerlendirilmeli ve takip edilmelidir.
- Uterusun gebelik haftasıyla olan uyumu ve servikal dilatasyon değerlendirilmelidir.
- Mümkünse USG ile hasta değerlendirilerek fetal kalp atımları, fetüs ve ekleri incelenmelidir.
- Şok belirti ve bulguları yönünden hasta yakından takip edilmeli, gerekiyorsa sıvı replasmanına başlanmalıdır.
- Duruma göre gerekli ise gebenin oral alımı olası bir anestezi gereksinimine karşı durdurulmalıdır.
- Eğer hastanın kan grubu Rh negatif ise düşük sonrası Anti D-İmmünglobulini uygulanmalıdır.
- Eğer hastaya küretaj ya da misoprostol vb. ilaç uygulanacaksa hastanın hazırlanmasına yardımcı olunmalıdır.



- Hasta ve ailesine gereksinim duyduğu psikolojik destek sağlanmalı, duygularını ifade etmelerine izin verilmelidir.
- Taburcu olurken pis kokulu akıntı, kanama miktarında artış, ağrı ve ateş gibi semptomların enfeksiyon belirtisi olabileceği konusunda eğitim verilmelidir.
- Abortus sonrası yeterli istirahatin önemi vurgulanmalı ve iki hafta boyunca koitustan kaçınılması gerektiği vurgulanmalıdır.
- Danışmanlıkta ilk adet in yaklaşık- hafta sonra olabileceği ifade edilmeli ve hafta sonra kontrole gelmesi konusunda bilgilendirilmelidir (Doğan Yüksekol ve Çıkrık, 2022).

Erken gebelik kaybından sonra doğum kontrolü kullanmak isteyen hastalar hemen başlayabilirler. Hamile kalabilecek tüm kadınlara folik asit almaları önerilmektedir. Hemen tekrar hamile kalmayı denemenin güvenli olduğu, erken gebelik kaybından sonraki ilk üç ay içinde gebe kalmaya çalışanların gebelik ve canlı doğum oranları, daha uzun süre bekleyenlere göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Schlieb ve ark., 2016; Sundermann ve ark., 2017).

Murphy ve arkadaşlarının yaptıkları bir sistematik derlemede (2012), gebelik kaybından sonra psikolojik desteğin refahı iyileştirdiğine dair yeterli kanıt bulmamasına rağmen, bireylerin danışmanlığa başvurma kararını kendilerinin vermesi gerektiği vurgulanmıştır.

Sonuç olarak acil bir durum olarak karşımıza çıkan abortusların yönetimi konusunda ebelerin farkındalıklarının artırılması ve süreci yönetebilmeleri için hizmet içi eğitimlerle desteklenmeleri gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1) Acil Obstetrik Bakım Ebe/Hemşire Katılımcı Kitabı, 2014. Ankara
- 2) American College of Obstetricians and Gynecologists. (2017). ACOG practice bulletin No. 181: Prevention of Rh D alloimmunization. Clinical management guidelines for obstetrician-gynecologists. *Obstet Gynecol*, 130(2), e57-70.
- 3) Barnhart, K. T., Guo, W., Cary, M. S., Morse, C. B., Chung, K., Takacs, P., ... & Sammel, M. D. (2016). Differences in serum human chorionic gonadotropin rise in early pregnancy by race and value at presentation. *Obstetrics & Gynecology*, 128(3), 504-511.
- 4) Coomarasamy, A., Devall, A. J., Cheed, V., Harb, H., Middleton, L. J., Gallos, I. D., ... & Jurkovic, D. (2019). A randomized trial of progesterone in women with bleeding in early pregnancy. *New England Journal of Medicine*, 380(19), 1815-1824.

- 5) Doğan Yüksekol, Ö., & Çıkrık, M. A. (2022). Gebelik ve Postpartum dönemde kanama ve yönetimi. İçinde G. Demirel ve ark., (Ed.), *Obstetrik Aciller ve Yönetimi* (s.131-141), Akademisyen Kitapevi, Ankara.
- 6) Gezginc, K., & Dalkiliç, E. U. (2011). Obstetrik Acillere Yaklasim/Management of Obstetric Emergencies. *Eurasian Journal of Emergency Medicine*, 10(3), 128.
- 7) Hendriks, E., MacNaughton, H., & MacKenzie, M. C. (2019). First trimester bleeding: evaluation and management. *American family physician*, 99(3), 166-174.
- 8) McCall, C. A., Grimes, D. A., & Lyerly, A. D. (2013). “Therapeutic” bed rest in pregnancy: unethical and unsupported by data. *Obstetrics & Gynecology*, 121(6), 1305-1308.
- 9) Murphy, F. A., Lipp, A., & Powles, D. L. (2012). Follow-up for improving psychological well being for women after a miscarriage. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3).
- 10) Nas, T., & Yılmaz, E. (2006). Erken Gebelik Kanamaları. *Turkiye Klinikleri. J Surg Med Sci*, 2, 1-5.
- 11) Reproductive Health Access Project. First trimester bleeding algorithm. November 1, 2017. <https://www.reproductiveaccess.org/resource/first-trimester-bleeding-algorithm/>. Erişim tarihi: 20.02.2024
- 12) Rodgers, S. K., Chang, C., DeBardleben, J. T., & Horrow, M. M. (2015). Normal and abnormal US findings in early first-trimester pregnancy: review of the society of radiologists in ultrasound 2012 consensus panel recommendations. *Radiographics*, 35(7), 2135-2148.
- 13) Schliep, K. C., Mitchell, E. M., Mumford, S. L., Radin, R. G., Zarek, S. M., Sjaarda, L., & Schisterman, E. F. (2016). Trying to conceive after an early pregnancy loss: an assessment on how long couples should wait. *Obstetrics and gynecology*, 127(2), 204.
- 14) Sundermann, A. C., Hartmann, K. E., Jones, S. H., Torstenson, E. S., & Edwards, D. R. V. (2017). Interpregnancy interval after pregnancy loss and risk of repeat miscarriage. *Obstetrics and gynecology*, 130(6), 1312.
- 15) Verhaegen, J., Gallos, I. D., Van Mello, N. M., Abdel-Aziz, M., Takwoingi, Y., Harb, H., ... & Coomarasamy, A. (2012). Accuracy of single progesterone test to predict early pregnancy outcome in women with pain or bleeding: meta-analysis of cohort studies. *Bmj*, 345.

- 16) Yıldız Eren, C. (2022). Gebelik ve Postpartum dönemde kanama ve yönetimi. İçinde G. Demirel ve ark., (Ed.), *Obstetrik Aciller ve Yönetimi* (s.131-141), Akademisyen Kitapevi, Ankara.

## OBSTETRİK ACİLLER: EKTOPIK GEBELİK

**Doç. Dr. Zümür YILAR ERKEK**

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, zyilar@hotmail.com, 0000-0002-0495-9003

**Öğr. Gör. Serpil TOKER**

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, serpil.toker@gop.edu.tr, 0000-0001-6809-6342

### ÖZET

Ektopik gebelik, ilk trimester gebeliğe bağlı ölümlerin en önemli nedenlerinden biridir. İlerleyen tanı ve tedavi yöntemleri ile ektopik gebeliklerin insidansının artmış olmasına rağmen ektopik gebeliğe bağlı maternal mortalite ve morbidite hızında azalma sağlanmıştır. Ektopik gebelik, ölümlerle sonuçlanabilen acil bir durum olmasının yanında, kadının daha sonraki dönemde fertilitate şansını da etkileyen bir problemdir. Gelişmiş ülkelerde ektopik gebeliklerle ilgili asıl problem fertilitate prognozu olarak karşımıza çıkmaktadır. Risk faktörleri arasında; ektopik gebelik öyküsü, pelvik inflamatuvar hastalık, infertilite, in vitro fertilizasyon, rahim içi araç kullanımı, sigara kullanımı gibi faktörler yer almaktadır. En sık görülen belirtileri ve bulguları gebelik belirtilerinin yanı sıra ilk trimesterde görülen vajinal kanama ve karın ağrısıdır. Tanı kanda bakılan serum  $\beta$ -hCG düzeyi ve vajinal ultrason ile konulur. Ektopik gebelik tedavisinde konservatif, medikal veya cerrahi yaklaşım tercih edilebilir. Ebeler çalışma alanlarında sıklıkla obstetrik aciller ile karşılaşmakta ve ilk müdahaleyi onlar yapmaktadır. Bu nedenle obstetrik aciller arasında yer alan ektopik gebelikler konusunda ebelerin farkındalıklarının artırılması önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Acil Obstetrik, Ektopik gebelik, Erken gebelik kanamaları

### OBSTETRIC EMERGENCIES ECTOPIC PREGNANCY

#### ABSTRACT

Ectopic pregnancy is one of the leading causes of first trimester pregnancy-related deaths. Although the incidence of ectopic pregnancies has increased with advancing diagnostic and therapeutic methods, the rate of maternal mortality and morbidity due to ectopic pregnancy has decreased. Ectopic pregnancy is not only an emergency situation that can result in death, but also a problem that affects a woman's fertility chances in the later period. The main problem with ectopic pregnancies in developed countries is the fertility prognosis. Risk factors include history of ectopic pregnancy, pelvic inflammatory disease, infertility, in vitro fertilization, intrauterine device use and smoking. The most common symptoms and signs are

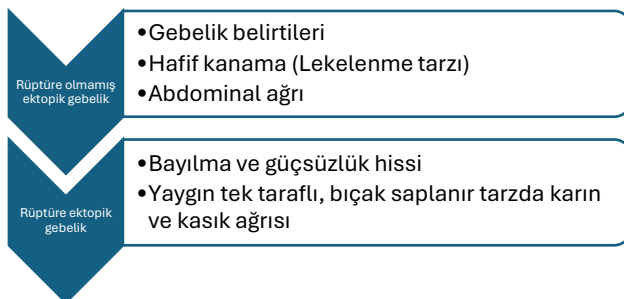
pregnancy symptoms, as well as vaginal bleeding and abdominal pain in the first trimester. The diagnosis is based on blood serum  $\beta$ -hCG levels and vaginal ultrasound. Conservative, medical or surgical approach may be preferred in the treatment of ectopic pregnancy. Midwives frequently encounter obstetric emergencies in their work areas and they are the first to intervene. Therefore, it is important to increase the awareness of midwives about ectopic pregnancies, which are among obstetric emergencies.

**Keywords:** Emergency obstetrics, Ectopic pregnancy, Early pregnancy bleeding

## GİRİŞ

Ektopik gebelik, fertilize olmuş bir oositin, uterus dışına, genellikle tüplere implantasyonunun gerçekleştiği bir durumu ifade eder (Bertizlioğlu, 2024). Dış gebelik görülme sıklığı Amerika Birleşik Devletleri'nde %1 ila %2 arasındadır ve tüm anne ölümlerinin %6'sından sorumludur. Güney Kore'de yapılan bir araştırmada her 1000 gebelikten ortalama 17,3'ünün ektopik gebelik olduğu tespit edilmiştir (Park ve ark., 2018). Risk faktörleri arasında pelvik inflamatuvar hastalık, geçirilmiş tubal cerrahi, geçirilmiş ektopik gebelik, rahimde dietilstilbestrol maruziyeti (Hendriks ve ark., 2019; Acil Obstetrik Bakım Hemşire Katılımcı Kitabı, 2014), infertilite tedavileri, endometriozis, özellikle tubalara yakın uterin myomlar (Acil Obstetrik Bakım Hemşire Katılımcı Kitabı, 2014), sigara kullanımı, RİA, ileri yaş (Bertizlioğlu, 2024) yer alır. Ektopik gebelik için bekleme yönetimi, metotreksat ile tıbbi tedavi veya cerrahi müdahale dahil olmak üzere tedavi seçeneklerini belirlemek için belirlenmiş kriterler kullanılmalıdır (Hendriks ve ark., 2019). Doğru tanı ve tedavi uygulanmazsa ektopik gebelik massif hemoraji, şok, DIC ve ölüme yol açabilir (Acil Obstetrik Bakım Hemşire Katılımcı Kitabı, 2014).

## Ektopik Gebelik Belirtileri



## Tanı

Tanı, öykü, fizik muayene bulguları, laboratuvar testleri ve ultrasonografi bulgularının bir araya getirilmesiyle konulur (Bertizlioğlu, 2024). Ektopik gebelikte fertilitenin korunarak, hızlı ve doğru tanı ile acil müdahale önemlidir. Ayırıcı tanı, gebeliğin görülmesi beklenen  $\beta$ -hCG seviyesi ortaya çıkmış olmasına rağmen yapılan transvajinal ultrasonografide intrauterin gebelik materyalinin görülmemesidir. Kullanılan ultrason cihazının tipine, sonografi yapan kişiye ve gebelik sayısına göre durum farklılık göstermektedir. Yüksek  $\beta$ -hCG düzeyi ve intrauterin gebelik göstermeyen ultrasonografi kombinasyonu, erken gebelik kaybı veya ektopik gebelik açısından endişe uyandırmalıdır (ACOG, 2019).

## Tedavi ve Yönetimi

Tedavi ektopik gebelik odağının rüptüre olup olmamasına, hastanın stabilizasyonuna ve hastanın fertilizasyon isteğine göre bekleme, medikal ve cerrahi olarak planlanır (Kurt ve Aksoy, 2022). Rüptüre ektopik gebelik belirtileri ve semptomları sergileyen, şüpheli veya doğrulanmış ektopik gebelik hastaları acilen cerrahi müdahale gerekmektedir. Ektopik gebelik tanısı konulduysa, hasta klinik olarak stabil kabul edildiyse ve etkilenen fallop tüpü rüptür olmadıysa tedavi seçenekleri arasında intramüsküler metotreksat ile tıbbi tedavi veya salpingostomi ile cerrahi tedavi (fallop tüpünü yerinde bırakarak ektopik gebeliğin çıkarılması) veya salpenjektomi (etkilenen fallop tüpünün bir kısmının veya tamamının çıkarılması) yer alır. Ektopik gebeliği tıbbi veya cerrahi olarak yönetme kararı, bireysel hasta faktörleri ve tercihleri, klinik bulgular, ultrason bulguları ve  $\beta$ -hCG düzeylerine göre belirlenmelidir (Hendriks, 2019). Beklenti yönetimi nadirdir ancak asemptomatik olan ve  $\beta$ -hCG düzeyleri çok düşük olan ve düşmeye devam eden ektopik gebelik şüphesi olan hastalar için yakın takip ile düşünülebilir (ACOG, 2019). Tüm ektopik gebeliklerin %18-20'si herhangi bir tedaviye gerek kalmadan rezorbe olmaktadır (Kurt ve Aksoy, 2022).

Ektopik gebelik sonrasında gebenin Rh uyuşmazlığı var ise; 72 saat içinde anti D IgG uygulanmalıdır. Taburculuk sonrası kadın ve aile fertilitite durumu ile ilgili bilgilendirilmeli ve anemi açısından kadın değerlendirilmelidir (Acil Obstetrik Bakım Hemşire Katılımcı Kitabı, 2014).

Kathpalia ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmaya (2018) 80 şüpheli ektopik gebe vakası dahil edilmiştir. Prospektif olarak yapılan çalışmada ektopik gebelik görülme sıklığı 100 doğumda 2,46 olarak bulunmuş ve %28,7'sinde belirgin bir risk faktörünün olmadığı belirlenmiştir. Birçok vakada birden fazla risk faktörünün olduğu ve “ektopik üçlüsü” sadece 21 vakada

mevcut olduğu tespit edilmiştir. On altı vaka asemptomatik ve ikisi acil olarak kabul edilmiştir. Hastaların ultrason bulguları tutarsız ve geniş kapsamlı olarak bulunmuş ve 37 şüpheli vakada seri olarak  $\beta$ -hCG ölçülmüştür.

## KAYNAKÇA

- 1) Acil Obstetrik Bakım Ebe/Hemşire Katılımcı Kitabı, 2014. Ankara
- 2) ACOG practice bulletin no. 193: tubal ectopic pregnancy [published correction appears in *Obstet Gynecol.* 2019;133(5):1059]. *Obstet Gynecol.* 2018;131(3):e91-e103.
- 3) Bertizlioğlu, M. (2024). Ektopik gebelik. *Sağlık Bilimleri Alanında Uluslararası Araştırmalar XVIII*, 57.
- 4) Hendriks, E., MacNaughton, H., & MacKenzie, M. C. (2019). First trimester bleeding: evaluation and management. *American family physician*, 99(3), 166-174.
- 5) Kathpalia, S. K., Arora, D., Sandhu, N., & Sinha, P. (2018). Ectopic pregnancy: Review of 80 cases. *Medical Journal Armed Forces India*, 74(2), 172-176.
- 6) Kurt, B., & Aksoy, H. (2022). Gebelik ve Postpartum dönemde kanama ve yönetimi. İçinde G. Demirel ve ark., (Ed.), *Obstetrik Aciller ve Yönetimi* (s.131-141), Akademisyen Kitapevi, Ankara.
- 7) Park, J. E., Yuk, J. S., Cho, I. A., Baek, J. C., Lee, J. H., & Park, J. K. (2018). Ectopic pregnancy incidence in the Republic of Korea in 2009–2015: A population-based cross-sectional study. *Scientific reports*, 8(1), 17308.

## AMELİYAT SIRASINDA BASINÇ YARALANMASI VE ÖNLENMESİ

Öğrenci Hemşire, **Sudem Nur GÖGERCİN**,  
Maltepe Üniversitesi,

[sudemnurgogercin@gmail.com](mailto:sudemnurgogercin@gmail.com),

ORCID NO: 0009-0007-8305-6462

Öğrenci Hemşire, **Nurcan DALLI**,

Maltepe Üniversitesi,

[dallinurcan1@gmail.com](mailto:dallinurcan1@gmail.com),

ORCID NO: 0009-0005-6344-7533

Dr. Öğr. Üyesi, **Hatice ERDOĞAN**,

Maltepe Üniversitesi, Hemşirelik Yüksekokulu,

[haticeerdogan@maltepe.edu.tr](mailto:haticeerdogan@maltepe.edu.tr),

ORCID NO:0000-0001-6376-0267

Ameliyat sırasında hastalar yüksek risk altındadır. Genel anestezi altında uzun süren ameliyatlarda basınç yaralanması riski artmaktadır. Ameliyathanelerde multidisipliner bir ekip üyesi olan hemşireler, hastaların basınç yaralanması riski altında olduğunu bilmeli gerekli önlemleri almalıdır.

Basınç yaralanmaları, kemik çıkıntıları üzerinde basınç, makaslama, çekme gibi nedenlerle ortaya çıkan cilt bütünlüğünü bozan yaralanmalardır. Uzun süren ameliyatlarda, hastaya verilen pozisyon, anestezi, hipotermi gibi nedenlerle cilt bütünlüğünde bozulma, doku ve sinir harabiyeti ve ameliyat sonrası 3. ve 7. günlere kadar uzanan basınç yaralanmalarının oluşmasına neden olmaktadır. Ameliyathane hemşireleri, hemşirelik süreci doğrultusunda yüksek risk altındaki hastaları belirlemeli ve risk değerlendirmesini yaparak hemşirelik tanımlarını oluşturmalıdır. Hastaların kliniğe kabul edildiği andan itibaren risk değerlendirilmesi yapılmalı, riskli hastalar belirlenmeli ve basınç yaralanmalarını önlemeye yönelik girişimler planlanmalıdır. Hemşireler, hemşirelik süreci aşamalarını (verilerin toplanması, planlanması, uygulanması ve değerlendirmesi) titizlikle yürütmelidir. Basınç yaralanması oluşmasında hastaların beden kitle indeksinin  $18.5 < \text{veya} > 24.9$  olması, kronik rahatsızlığı özellikle diyabet ve hipertansiyonun varlığı, 65 yaş üstü ve hareket kısıtlılığı gibi bireysel faktörler ve ameliyat masasının özellikleri, ameliyatın süresi, ameliyatın türü, anestezinin türü, ameliyathanenin ısı ve nemi gibi çevresel faktörler etkili olmaktadır. Ameliyathanelerde basınç yaralanmalarını önlemede birçok kanıta dayalı uygulama yapılmaktadır. Hastaların ameliyat için uygun pozisyonu belirlenmeli ve desteklenmeli, koruyucu örtülerin seçimi sağlanmalı, basıncı dağıtan destek yüzey ve aksesuarlar belirlenmelidir. Literatürde ameliyat sırası oluşabilecek basınç yaralanmalarının önlenmesi kapsamında birçok çalışma yer almaktadır. Yapılan bu çalışmalar alana entegre edilmelidir.

Sonuç olarak, ameliyat sırasında meydana gelen basınç yaralanmalarının önlenmesinde, bireysel ve çevresel risk faktörlerinin belirlenmesi ve önlemeye yönelik girişimlerin kanıta dayalı uygulamalar kullanılarak yapılması gerekmektedir. Bu konuda ameliyathane hemşirelerinde farkındalık oluşturulması ve hizmet içi eğitimlerin verilmesi önerilmektedir.



Anahtar Kelimeler: Ameliyathane, basınç yaralanması, basınç yaralanmasını önleme, hemşirelik.

## PSİKİYATRİ KLİNİKLERİNDE FİZİKSEL KISITLAMA YÖNTEMLERİNE ALTERNATİF BİR BAKIŞ

**Uzman Hemşire, Muradiye POLAT**

Ondokuzmayıs Üniversitesi, mrdypolat@gmail.com – 0000-0002-9583-1637

**Doç.Dr, Serap GÜLEÇ KESKİN**

Ondokuzmayıs Üniversitesi, dr.seraps@gmail.com – 0000-0001-9109-373X1

### ÖZET

Fiziksel kısıtlama, psikiyatri kliniklerinde yatan hastaların şiddet eğilimli davranışlar sergilediği, kontrol yöntemlerin hastayı ve çevresindekileri korumada yetersiz kaldığı durumlarda, hastanın ve diğerlerinin güvenliğini sağlamak amacıyla hemşireler tarafından uygulanmaktadır. Her ne kadar hasta yararına olsa da, kullanımına bağlı olarak hastada fiziksel, psikolojik ve sosyal boyutta istenmeyen etkiler görülmekte olup, hastalar duygusal ve bilişsel olarak da olumsuz etkilenmektedirler. Bu nedenle son yıllarda doğru fiziksel tespit kullanımına dair tartışmalar gündeme gelmiş, kısıtlama uygulamasının azaltılması için farklı müdahaleler geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda yapılan bu derlemenin amacı, fiziksel kısıtlamayı azaltmaya yönelik uygulamalar hakkında sağlık çalışanlarına alternatif bir bakış açısı sunmak ve yol göstermektir.

**Anahtar Kelimeler :** Fiziksel kısıtlama; psikiyatri hemşireliği; psikiyatri servisleri

### AN ALTERNATIVE LOOK AT PHYSICAL RESTRAINT METHODS IN PSYCHIATRIC CLINICS

#### ABSTRACT

Physical restraint is applied by nurses in psychiatric clinics in cases where patients exhibit violent behaviors and control methods are insufficient to protect the patient and those around them, in order to ensure the safety of the patient and others. Although it is beneficial for the patient, unwanted effects are observed in the patient physically, psychologically and socially due to its use, and patients are also negatively affected emotionally and cognitively. For this reason, discussions on the correct use of physical restraint have been brought to the agenda in recent years, and the need to develop different interventions to reduce the use of restraint has

emerged. In this context, the purpose of this review is To offer an alternative perspective and guide healthcare professionals about practices to reduce physical restriction.

**Keywords:** Physical restraint; psychiatric nursing; psychiatric services

## GİRİŞ

Psikiyatri kliniklerinde güvenlik konusu bakım ve tedavinin önemli bir parçasıdır. Bu servislerde tedavi gören bireylerde firar etme, kuralları bozma veya saldırgan davranışlar güvenli çevrenin sürdürülmesini, tedavi ve bakımı olumsuz etkilemektedir. Bu ve bunun gibi durumlarda tedavi gören hastanın, bulunduğu çevrenin ve sağlık çalışanının güvenliğini sağlamak için farklı yöntemlerin gerekliliği saptanmıştır(Singh vd.,1999; Cowman ve Walsh, 2004; Tekkaş & Bilgin, 2010; Bilici, Sercan & Tufan, 2013; Göktaş ve Buldukoğlu, 2017). Özellikle acil psikiyatrik hastaların çoğunluğunda isteği dışında yatırılmış olması, şiddete meyilli olmaları ve gerçekle bağlantıları kopmasından dolayı zorlu hasta grubundadır. Psikiyatri hastanelerinin kalabalık, uyanların fazla olduğu, kilitli kapılar ile hastalara engellenmişlik hissettirebilen ortamlar olduğu bilinmektedir. Bu gibi durumlarda eğitimli personelin yetersizliği hastalara sunulan kaliteli bakımı sağlamayacağı için, hastaların saldırganlığı artabilmektedir(Coşkun & Avlamaz, 2010). Bu hastalara bakım verenler genellikle bu tür riskleri azaltmak için rahatlatma yöntemleri ve kriz yönetimi gibi alternatif yaklaşımlar uygularlar. Bununla birlikte, alternatifler sorunu çözmeyi başaramadığında zorunlu müdahale uygulanır. Bu önlemler biride fiziksel kısıtlamalardır. Fiziksel kısıtlamanın uygulanması, kötüye kullanımını kapsayan klinik ve etik tartışmalara neden olan uygulamalar arasında yer alabilmektedir. 2019 yılında, Avrupa Konseyi İnsan Hakları Üyesi Dunja Mijatovic, Avrupa Konseyi Parlamenterler Meclisi önünde yaptığı konuşmada, ruh sağlığında kısıtlamaya son verilmesini tavsiye etmiştir. Bu tavsiyenin ardından ruh sağlığı uzmanları arasında kısıtlamanın artıları ve eksileri büyük bir tartışmaya neden olmuştur (Newton-Howes & Gordon, 2020; Zinkler & von Peter, 2019; Appelbaum, 2019). Daha yakın bir geçmişe gidersek Dünya Psikiyatri Birliği, kısıtlamayı azaltmak ve hastalarla işbirliğini teşvik eden hasta odaklı tedaviyi öne çıkarmak adına kısıtlamayı yalnızca son çare olarak kullanan yasal reformlar konusunda bildiri yayınlamıştır (Monahan vd., 1995; Szasz, 2009).

Psikiyatri klinik hemşiresinin görev yetki ve sorumlulukları ile ilgili olarak 2016 yılında Hemşirelik Yönetmeliğinde değişiklik yapılmış ve “Tecrit ya da tespit gerekiyorsa, bu hastaya açıklama yapar, sık aralarla gözlemler, güven verir ve gözlemlerini kaydeder, ayrıca olası riskler için tedbirini alır.” ve “Hastanın kendine ya da çevresine zarar verme riskini gösteren belirtileri takip eder, engelleyici, önleyici yaklaşımlar uygular.” maddelerine yer verilmiştir. Fiziksel kısıtlamalar bu maddeyle birlikte hemşirenin yapacağı uygulamalar arasında yerini almıştır (Özdelikara ve Kaya 2018). Bu nedenle bu derleme, fiziksel tespit kullanımını azaltmaya yönelik uygulamalar hakkında sağlık çalışanlarına bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

## 2. FİZİKSEL TESPİT VE KISITLAMA

Fiziksel tespit, hastanın ellerini, ayaklarını, veya hareket etme becerilerini geçici olarak kısıtlamak için kullanılan bir yöntemdir(Perez vd.,2017; Lin vd.,2018). Bu tespit yöntemi fiziksel aktivitelerinin kontrolü sağlanmakta ve hasta bireyin kendisine ya da başka bir kimseye

zarar verme riskinin önüne geçmek amacıyla kullanılan ekipmanlarla uygulanmaktadır(S.H.G.2016). Özellikle alternatif yöntemlerin fayda sağlamadığı durumlarda, hastanın ve çevresinin güvenliğini sağlamak amacıyla hemşireler tarafından uygulanmaktadır (Stewart vd.,2010; Brooke, P.S.,2013). Bu yöntem her ne kadar hasta yararına bir uygulama olsa da uygulama sırasında istenmeyen sonuçlarla karşılaşmaktadır (Taylor vd.;2011). Bu nedenle hemşirelerin fiziksel tespitin hasta üzerindeki etkilerini bilmesi, gerekliliğini iyi değerlendirmesi ve takip etmesi gerekmektedir(Eşer & Hakverdioğlu, 2006; Göktaş & Buldukoğlu,2017).

### 3. FİZİKSEL KISITLAMA AZALTMA MÜDAHALELERİ

Fiziksel kısıtlama müdahalelerini azaltmak için bazı çalışmalar mevcuttur(McCue vd., 2004; Damen, 2009; Duxbury vd, 2019; Ye vd, 2021). Psikiyatri kliniklerinde çalışan hemşirelerin kısıtlamaya alternatif yöntemler konusunda bilgi ve becerilerini geliştirmeleri gerekmektedir. Ayrıca kısıtlayıcı uygulamalar yaparken empatik tutum içinde olmaları önemlidir(Coşkun & Avlamaz, 2010). Hemşirelerin herhangi bir saldırganlık olayı karşısındaki algısı, vereceği tepkinin ve hastaya yaklaşımının belirleyicisi olmaktadır. Sağlık ekibinin saldırganlığa ilişkin bilgi, beceri, tutum ve davranışları saldırganlığın açığa çıkmasının yordayıcıları olarak tariflenmektedir (Oflaz&Yıldırım,2020).Tespit uygulamalarını azaltmada öncelikle multidisipliner bir ekip oluşturulmasının gerekliliği belirtilmiştir. Ekip; psikiyatri uzmanı, hemşire, psikolog, sanat terapisti, sosyal çalışmacı ve yönetim kadrosundan oluşmalıdır. Ekibin psikiyatri kliniklerinde tespit uygulamalarının azaltılması için çalışması ve uyum içinde olması fiziksel tespit yöntemlerine başvurmayı azaltacaktır(McCue vd., 2004).

Fiziksel kısıtlamayı azaltmaya yönelik eylemler;

Kısıtlama uygulamadan önce hastanın saldırgan davranışlarını yönetmek ve gerilimi azaltmak için bazı teknikler kullanılabilir:

- Hastanın kişisel alanına saygı gösterilmeli,
- Hastaya karşı kışkırtıcı olunmamalı,
- Kısa ve net bir şekilde iletişim kurulmalı,
- Hastanın duyguları tanınmalı,
- Hastaya kilinikteki kurallar ve sınırlar açık ve net belirlenmeli,
- Hasta ile güven duygusu sağlanmalı (De Berardis vd.,2020).

Tüm bunlara ilaveten agresif davranışlar sıklıkla tespit edilmesi ve özellikle ilk üç gün, agresif davranışların en yüksek prevalans oranlarıyla ilişkili olması gibi kanıta dayalı bilgiler ışığında yeterli farmakolojik tedavinin planlanması fiziksel kısıtlamayı sınırlandırılabilir ve önleyebilir (Woods & Ashley,2007).

#### 3.1.Fiziksel Kısıtlamaya Yatkın Hastaların Belirlenmesi

Fiziksel kısıtlama kararı hekim hekime aittir ve profesyonel kişilerce yapılmalıdır. Hekim olmadığı zaman hemşire karar vererek uygular fakat fiziksel kısıtlama uygulamasından sonra 12 saat içinde hekim tarafından istemi yazılmalıdır (Kaya & Dogu, 2018). Yatışı yapılan hastanın ilk psikiyatrik değerlendirme yapılırken, hastanın saldırgan davranışları

değerlendirilmelidir(McCue vd., 2004). Bu değerlendirmenin yatışın ilk gününde yapılması çok önemlidir. Yapılan bir çalışmaya göre kısıtlama uygulamalarının en fazla (%48) yatışın ilk günü uygulandığı saptanmıştır (Uzun vd., 2015).

Fiziksel kısıtlama kararı alınmadan önce:

- Hastanın tanısı, cinsiyeti, yaşı, eğitim durumu, hastanede yatış süresi, dikkate alınarak değerlendirme yapılmalıdır. Fiziksel kısıtlama uygulamalarını azaltmak için, tespitte yatkın hastaların belirlenmesinde bu değerlendirme önem arz etmektedir.
- Kısıtlamayı uygulayacak hemşirenin hasta açısından risk oluşturan durumları iyi bilmesi ve girişimlerini buna yönelik planlaması hem hasta açısından hem de hemşirelik bakımı açısından daha etkin sonuç almasına katkı sağlayabilecektir.
- Kısıtlama kararı verilmeden önce hastaya stres/öfke azaltma yöntemleri hakkında verilen eğitimlerin kısıtlamayı azaltmada etkin olduğu belirlenmiştir.

### 3.2. Personel Eğitimi

Fiziksel kısıtlama kararı veren ve uygulayan personel için öncelikle bu yöntemin hastalar üzerindeki olumsuz etkilerini ve kısıtlama sonrası hastada ortaya çıkabilecek şiddet davranışlarını öngörebilmesi, olası şiddetin önlenmesi için zorlayıcı olmayan teknikleri içeren bir eğitim planlanmalıdır. Bu eğitim sonucunda personelin şiddet korkusunu ve buna bağlı olarak gelişen kısıtlayıcı yöntemlere başvurmayı azaltmak için şiddet içermeyen meşru müdafaa bilincinde olması amaçlanmıştır. Yine bu eğitimde karşılıklı saygıyı vurgulayan eğitimlerin de fiziksel kısıtlama azaltma programında yer alması gerekmektedir. Kısıtlama uygulamayı azaltmak için verilen bu eğitimin uzman ve deneyimli kişilerce verilmesi gerekmektedir(Bilici, R.;2007). İletişim becerilerinin ve multidisipliner işbirliğinin geliştirilmesi, alternatif yaklaşımların uygulanması fiziksel tespit gereksinimini önleyebilir. Ajitasyon riski olan hastaların belirlenmesi, ajitasyona neden olan durumların yönetilmesi sağlayabilir (Kooken vd., 2023).

### 3.3. Çevresel Düzenlemeler

Fiziksel kısıtlamayı azaltmak için personel ve hasta eğitiminin etkinliğini artırmak için çevresel düzenlemelerin de iyi yapılması gerekir. Bu düzenlemeler terapötik bir ortamın oluşmasında etkili olacaktır. Örneğin, dinlenme ve stresi yönetme becerilerinin kazanılmasını kolaylaştırmak için sessiz, sakin, dışarıdan gelen rahatsız edici gürültüden uzak bir oda planlanmalı ve bu odada fiziksel olarak rahat edilebilecek şekilde ayarlanmış mobilya ve kitap gibi okuma materyalleri bulundurulmalıdır(Taxis, 2002). Ulrich ve ark. hastaların saldırganlığını ve stresini tetikleyen faktörlerin fiziksel ortamlarından kaynaklandığını belirleyerek, hasta odası tasarımına yönelik kavramsal bir model geliştirmişlerdir. Bu amaçla, iyi planlanmış kanıta dayalı bir hasta odası tasarımı, hastaların faydalanacağı bahçeler, manzaralı pencereler ve gün ışığına daha fazla maruz kalma gibi olumlu dikkat dağıtıcı unsurlar sağlayarak çevreyle ilgili stresi en aza indirebileceği düşünülmüştür. Buna ilaveten diğer modeller, binaların temizliği, koşulları yada dekor gibi yapısal çevrenin kalitesinin çatışmaları azaltabileceğini öne sürmektedir (Ulrich, R. vd.,2018).

Yapısal çevrenin fiziksel kısıtlama üzerindeki etkisini açıklaştıran bir diğer çalışma Aarhus'taki, eski Psikiyatri Üniversite Hastanesi'nin yeni ve modern olarak planlanmış bir hastaneye taşınmasıyla ortaya çıkmıştır (Bowers, 2009).

#### 4. SONUÇ

Sonuç olarak, fiziksel kısıtlamaya karar veren ve uygulayan personelin kısıtlamanın gerekliliğini iyi değerlendirmesi, hastada gelişebilecek komplikasyonları takip etmesi gerekmektedir. Kısıtlama kararı almadan önce alternatif yöntemler geliştirerek uygulamaya geçilmesinin hasta yararına olacağı düşünülmektedir

#### KAYNAKÇA

- Appelbaum, P. S. (2019). Saving the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities—from itself. *World Psychiatry*, 18(1)
- Bilici, R. (2007). Psikiyatri kliniklerinde tespit ve tecrit uygulamaları. *Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi*, İstanbul, Bakırköy Ord. Prof. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi
- Brooke, P.S. (2013). Legal and Ethical Basis for Practice. In EM. Varcarolis, (Ed). *Essentials Psychiatric Mental Health Nursing: A Communication Approach to Evidence-Based Care* (pp: 81-95). 2nd ed. China: Elsevier Saunders.
- Bowers, L. (2009). İngiltere'deki akut psikiyatri servislerinde personel faktörleri ile çatışma ve sınırlama düzeyleri arasındaki ilişki. *Psikiyatri hizmetleri*, 60 (2), 231-239.
- Coşkun, S., & Avlamaz, F. (2010). Akut psikiyatri kliniklerinde uygulanan mekanik tespit sayı ve süresinin bir yıl içinde gösterdiği değişimin incelenmesi. *Psikiyatri Hemşireliği Dergisi*, 1(2), 51-55.
- Cowman, S. ve Walsh, J. (2004). Safety and security procedures in psychiatric acute admission wards. *NT Research*, 9(3), 185-193.
- Damen, I. M. (2009). The effectiveness of a restraint reduction policy implemented to reduce the use of physical restraint with children and adolescents in a residential care facility.
- De Berardis, D., Ventriglio, A., Fornaro, M., Vellante, F., Martinotti, G., Fraticelli, S., & Di Giannantonio, M. (2020). Overcoming the use of mechanical restraints in psychiatry: A new challenge in the everyday clinical practice at the time of COVID-19. *Journal of Clinical Medicine*, 9(11), 3774.
- Duxbury, J., Baker, J., Downe, S., Jones, F., Greenwood, P., Thygesen, H., ... & Whittington, R. (2019). Minimising the use of physical restraint in acute mental health services: the outcome of a restraint reduction programme ('REsTRAIN YOURSELF'). *International journal of nursing studies*, 95, 40-48.
- Eşer, İ., & Hakverdioğlu, G. (2006). Fiziksel tespit uygulamaya karar verme. *Cumhuriyet Nursing Journal*, 10(1), 37-42.
- Göktaş, A. ve Buldukoğlu, K. (2017). Physical restraint practice in psychiatric settings and psychiatric nursing approach Psikiyatri kliniklerinde fiziksel tespit uygulaması ve psikiyatri hemşireliği yaklaşımı. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4206-4218.
- Hastane, S. K. S. (2016). TC Sağlık Bakanlığı, Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sağlıkta

- Kalite ve Akreditasyon Daire Başkanlığı SKS-Hastane (Versiyon-5; Revizyon-01), 1. Revizyon-2. Baskı: Ankara.
- Kaya, H., & Dogu, O. (2018). Intensive care unit nurses' knowledge, attitudes and practices related to using physical restraints. *International Journal of Caring Sciences*, 11(1), 61-70.
- Kooken, R. W., Tilburgs, B., Ter Heine, R., Ramakers, B., & van den Boogaard, M. (2023). A multicomponent intervention program to Prevent and Reduce Agitation and physical restraint use in the ICU (PRAISE): study protocol for a multicenter, stepped-wedge, cluster randomized controlled trial. *Trials*, 24(1), 800.
- Lin, Y. L., Liao, C. C., Yu, W. P., Chu, T. L., & Ho, L. H. (2018). A Multidisciplinary Program Reduces Over 24 Hours of Physical Restraint in Neurological Intensive Care Unit. *The journal of nursing research : JNR*, 26(4), 288–296.
- McCue, R.E., Urcuyo, L., Lili, Y., Tobias, T., & Chambers, M.J. (2004). Reducing restraint use in a public psychiatric inpatient service. *The Journal of Behavioral Health Services & Research*, 31(2), 217-224.
- Monahan, J., Hoge, S. K., Lidz, C., Roth, L. H., Bennett, N., Gardner, W., & Mulvey, E. (1995). Coercion and commitment: understanding involuntary mental hospital admission. *International Journal of Law and Psychiatry*, 18(3), 249-263.
- Newton-Howes, G., Gordon, S., & Fedchuk, D. (2020). Making the World of Difference: a service user-led education programme reshaping the learning environment in psychiatry. *Australasian Psychiatry*, 28(2), 226-228.
- Oflaz, F., & Yıldırım, N. (2020). Psikiyatri hemşireliği sertifikası konuları. Ankara Nobel Tıp Kitabevleri.
- Özdelikara, A., & Ebru, K. A. Y. A. (2018). Kısıtlama Altındaki Hastanın Bakımında Bir Yol Haritası. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 22(1), 37-43.
- Perez, D., Peters, K., Wilkes, L., & Murphy, G. (2017). Physical Restraints In Intensive Care: Experiences Of Patients, Families And Nurses. *Australian nursing & midwifery journal*, 24(10), 45-45.
- Singh, N. N., Singh, S. D., Davis, C. M., Latham, L. L., & Ayers, J. G. (1999). Reconsidering the use of seclusion and restraints in inpatient child and adult psychiatry. *Journal of Child & Family Studies*, 8(3).
- Stewart, D., Van der Merwe, M., Bowers, L., Simpson, A., & Jones, J. (2010). A review of interventions to reduce mechanical restraint and seclusion among adult psychiatric inpatients. *Issues in mental health nursing*, 31(6), 413-424.
- Szasz, T. (2009). Coercion as cure: A critical history of psychiatry. Transaction publishers.
- Taylor, C. R., Lamone, P., Lillis, C., & Lynn, P. (2011). *Fundamentals of Nursing Care: The Art and Science of Nursing Care*. Walters Kluwer.
- Taxis, J.C. (2002). Ethics and praxis: Alternative strategies to physical restraint and seclusion in a psychiatric setting. *Issues in Mental Health Nursing*, 23, 157-170
- Tekkaş, K. ve Bilgin, H. (2010). Psikiyatri Servislerinde Kullanılan Profesyonel Kontrol Yöntemleri: Kullanım Nedenleri, Türleri, Uluslararası Uygulamalar ve Algılamalar. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 21(3), 235-237.
- Ulrich, R. S., Bogren, L., Gardiner, S. K., & Lundin, S. (2018). Psychiatric ward design can

- reduce aggressive behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 57, 53-66.
- Uzun, U., Sancak, B., Özer, Ü., & Özen, Ş. (2015, December). Tespit Uygulamalarını Etkileyen Değişkenler: Bir Ruh Sağlığı Hastanesi Örneği. In *Yeni Symposium* (Vol. 53, No. 4).
- Woods, P., & Ashley, C. (2007). Violence and aggression: A literature review. *Journal of psychiatric and mental health nursing*, 14(7), 652-660.
- Ye, J., Xia, Z., Wang, C., Liao, Y., Xu, Y., Zhang, Y., ... & Xiao, A. (2021). Effectiveness of CRSCE-based de-escalation training on reducing physical restraint in psychiatric hospitals: a cluster randomized controlled trial. *Frontiers in psychiatry*, 12, 576662
- Zinkler, M., & von Peter, S. (2019). End coercion in mental health services—toward a system based on support only. *Laws*, 8(3), 19.



## KOYUN KARACİĞERLERİNDE KİSTİK EKİNOKOKKOZUN PATO FİZYOLOJİSİNDE SİNDEKAN-1 PROTEİNİN ROLÜ

**Dr, NİHAT YUMUŞAK**

Harran Üniversitesi, nihatyumusak@harran.edu.tr - ORCID: 0000-0002-9299-2902

### ÖZET

Kistik ekinokokkozis dünya çapında farklı hayvan türlerinde önemli sağlık problemlerine neden olan zoonotik paraziter bir hastalıktır. Hastalığın patofizyolojisi hakkında sınırlı bilgi mevcuttur. Sindekan-1 (Sdc1) farklı karaciğer hastalıklarının patofizyolojisinde önemli rolleri olan ve karaciğer hücreleri tarafından salınan bir proteindir. Bu çalışmada kistik ekinokokkozisli koyun karaciğerlerinde Sdc1 salınımındaki değişikliklerin immunohistokimyasal olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplam 51 hidatid kistli karaciğer dokusu incelendi. Histopatolojik incelemeler amacıyla doku örnekleri hematoksilin-eosin (HE) ile boyandı. Aynı karaciğer dokularında Sdc1 immunohistokimyasal olarak belirlendi. Enfekte karaciğer dokularında başlıca şiddetli yangısal reaksiyon, konjesyon ve kist duvarları çevresindeki hepatositlerde yaygın dejenerasyon ve nekrozlar görüldü. Kist duvarları çevresindeki hepatositlerde şiddetli Sdc1 immunpozitif reaksiyon belirlendi. Kontrol grubuna ait karaciğer dokuları ise hafif immunpozitif reaksiyon gösterdi. Bu çalışmada ekinokokkozisli koyun karaciğer dokularında Sdc1 salınımının belirgin şekilde arttığı tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Ekinokokkozis, karaciğer, koyun, sindekan-1.

### 1. GİRİŞ

Kistik ekinokokkozis (hydatidosis), Taeniidae ailesindeki Echinococcus cinsi sestodların larval formlarının neden olduğu zoonoz bir paraziter enfeksiyondur. Dünyanın birçok bölgesinde insan ve hayvan sağlığı problemleri oluşturmaktadır (1, 2, 3). Çiftlik hayvanlarında ciddi sağlık problemlerine neden olmakla birlikte et, süt, yapağı kalitesinde ve döl verimi üzerine önemli ekonomik kayıplara yol açar. Enfeksiyona koyunlarda Taeniidae ailesine bağlı Echinococcus granulosus cinsine ait sestodların larva ve erişkinleri neden olur. Enfeksiyonun taşınmasında ve yayılmasında köpekler rol almaktadır (4, 5, 6). Kist hidatike bağlı oluşan karaciğer hasarında lipid peroksidasyonunda artış, TAS düzeylerinde azalma ve TOS düzeylerinde ise artma tespit edilmiştir (6, 7, 8). Patolojik olarak yapılan çalışmalarda ise enfekte karaciğerde kist çevresinde nekroz, kalsifikasyonlar ve inflamasyonun şekillendiği tespit edilmiştir (8, 9, 10).

Sindekan-1 başlıca karaciğer hücrelerinin basolateral yüzeyinden salınır ve karaciğerde triacylglycerolrich lipoproteins (TRLs)'in reseptörü olarak görev yapar (11, 12, 13). Son yıllarda yapılan çalışmalarda karaciğer sirozu, kronik karaciğer hastalığı, safra kanalı proliferasyonu, karaciğer fonksiyon bozuklukları, karaciğer paraziter hastalıklarında ve hepatoselüler karsinom gibi karaciğer patolojilerinde önemli rollerinin olduğu belirlenmiştir (14, 15, 16).

## 2. DENEYSSEL ÇALIŞMALAR

Toplam 51 hidatid kistli karaciğer dokusu incelendi. Alınan karaciğer dokularında histopatolojik ve immunohistokimyasal çalışmalar amacıyla doku örnekleri nötral (Ph-7.0) formaldehitte tespit edildi. Tespit edilen doku örnekleri rutin patolojik doku takibine alınarak dereceli alkol ve ksilol serilerinden geçirildi ve parafinde bloklandı. Hazırlanan bloklardan 5 µ kalınlığında kesitler lamlara alındı. Hazırlanan preparatlar alkol ve ksilol serilerinden geçirilerek hematoksilin eozin (HE) ile boyandı. İmmunohistokimyasal boyamalar litaratürde belirtilen streptavidin-biotin-peroksidaz (ABC) yöntemine göre yapıldı.

## 3. SONUÇLAR

Histopatolojik olarak enfekte karaciğerlerde özellikle kistik yapılarının çevresinde şiddetli kanama ve ödem görüldü. Kist çevresinde kalın bağdokusundan oluşan fibröz doku görüldü. Ayrıca vena sentralis ve remark kordonlarında dilatasyonlar ve şiddetli vasküler hiperemi ile ödem gözlemlendi. Kist çevresinde ve yer yer fokal alanlar halinde karaciğer lopcuklarında nekrozis belirlendi. Bu alanlarda hepatositlerde vakuoler dejeneratif değişiklikler yaygın olarak görüldü.

İmmunohistokimyasal olarak enfekte karaciğer dokularında özellikle kistler çevresindeki hepatositlerde şiddetli immun reaksiyonun olduğu dikkati çekti. Ödem ve inflamasyonun olduğu alanlardaki hepatositlerde Sindekan-1 immun reaksiyon verdiği tespit edildi.

## 4. GENEL DEĞERLENDİRME

Yapılan bu çalışmada immunohistokimyasal olarak Sindekan-1 antikorunun özellikle kist çevresindeki ve dejeneratif hepatositlerin yoğun olduğu alanlarda şiddetli pozitif reaksiyon verdiği belirlendi. Literatürle paralel olarak kist çevresinde bulunan fibröz dokuda hafif şiddette immunpozitif reaksiyonun olduğu belirlendi.

## KAYNAKÇA

- [1] Al Malki, J., Ahmed, N., Epidemiological and histomorphologic studies in sheep infected with hydatid cyst in Taif area. Saudi J Biol Sci, 29, 2022.
- [2] Budke, C.M., Global socioeconomic impact of cystic echinococcosis. Emerg Infect Dis, 12, 2006.
- [3] Cabrera, P.A., Haran, G., Benavidez, V., et al., Transmission dynamics of Echinococcus granulosus, Taenia hydatigena and Taenia ovis in sheep in Uruguay. Int J Parasitol, 25, 1995.
- [4] Craig, P.S., McManus, D.P., Lightowers, M.W., et al., Prevention and control of cystic echinococcosis. Lancet Infect Dis, 7, 2007.
- [5] Eckert, J., Deplazes, P., Biological, epidemiological, and clinical aspects of echinococcosis, a zoonosis of increasing concern. Clin. Microbiol. Rev, 17, 2004.
- [6] Ersayit, D., Kilic, E., Yazar, S., Artis, T., Oxidative stress in patients with cystic echinococcosis: relationship between oxidant and antioxidant parameters. Sağlık Bil. Dergisi, 18, 2009.

- [7] Heidarpour, M., Mohri, M., Borji, H., Moghdass, E., Oxidative stress and trace elements in camel (*Camelus dromedarius*) with liver cystic echinococcosis. *Vet Parasitol*, 187, 2012.
- [8] Kılıç, E., Yazar, S., Başkol, G., Artış, T., Ersayit, D., Antioxidant and nitric oxide status in patients diagnosed with *Echinococcus granulosus*. *Afr J Microbiol Res*, 4, 2010.
- [9] Serfettin, M., Merih, G., Tulay, C., Astarcioglu, H., The Pathology of Echinococcosis and the Current Echinococcosis Problem in Western Turkey (A Report of Pathologic Features in 80 Cases). *Turk J Med Sci*, 33, 2003.
- [10] Widdicombe, J., Basañez, M.G., Entezami, M., Jackson, D., Larrieu, E., Prada, J.M., The economic evaluation of Cystic echinococcosis control strategies focused on zoonotic hosts: A scoping review. *PLoS Negl Trop Dis*, 16, 7, 2022.
- [11] Kim, C.W., Goldberger, O.A., Gallo, R.L., Bernfield, M., Members of the syndecan family of heparan sulfate proteoglycans are expressed in distinct cell-, tissue-, and development-specific patterns, *Mol Biol Cell*, 5, 1994.
- [12] Gopal, S., Arokiasamy, S., Pataki, C., Whiteford, J.R., Couchman, J.R., Syndecan receptors: pericellular regulators in development and inflammatory disease. *Open Biol*, 11, 2021.
- [13] Nam, E.J., Hayashida, K., Aquino, R.S., Couchman, J.R., Kozar, R.A., Liu, J., Park, P.W., Syndecan-1 limits the progression of liver injury and promotes liver repair in acetaminophen-induced liver injury in mice. *Hepatology*, 66, 2017.
- [14] Roskams, T., Rosenbaum, J., De Vos, R., David, G., Desmet, V., Heparan sulfate proteoglycan expression in chronic cholestatic human liver diseases. *Hepatology*, 24, 1996.
- [15] Reszegi, A., Tátrai, P., Regős, E., Kovalszky, I., Baghy, K., Syndecan-1 in liver pathophysiology. *Am J Physiol Cell Physiol*, 323, 2022.
- [16] Teng, Y.H.F., Aquino, R.S., Park, P.W., Molecular functions of syndecan-1 in disease, *Matrix Biol*, 31, 2012.

## KUZULARDA BEYAZ KAS HASTALIĞININ NEDEN OLDUĞU KALP HASARINDA PATOMORFOLOJİK BULGULAR

**Dr, NİHAT YUMUŞAK**

Harran Üniversitesi, nihatyumusak@harran.edu.tr - ORCID: 0000-0002-9299-2902

### ÖZET

Beyaz kas hastalığı ülkemizde ve dünyanın birçok bölgesinde yeni doğan kuzu ve oğlaklarda vitamin ve mineral eksikliğine bağlı oluşan ve ölüme sonuçlanan bir hastalıktır. Hastalık genellikle yeni doğan ya da 0-3 aylık kuzularda görülür. Hastalığın patogeneğinde serbest oksidatif radikaller (ROS) önemli rollere sahiptirler. Vit-E ve Selenyum eksikliğinde; kas hücresinde metabolizma sonucu oluşan serbest radikallerin miktarı artar. Serbest radikaller membran lipidlerinin peroksidasyonuna ve sitoplazmik organellerin protein moleküllerini yıkıma uğratar. Hücre içine kalsiyum iyonu girerek mitokondriumlarda birikir ve enerji sistemi tükenir. Sonuçta hyalin dejenerasyonu şekillenir. ROS hücre membranında, hücre proteinlerinde ve hücrel integrinlerin yıkımlanmasına ve ekstraselüler matriksin (ECM) hasarına neden olur. Sağlıklı hayvanlarda oksidatif hasar anti-oksiant mekanizması tarafından engellenir. Vitamin E ve selenyum gibi antioksidantlar glutasyon peroksidaz enzimlerini aktive ederek kardiyositlerdeki membran integrinlerini ve ECM'i serbest radikallere karşı korur. Hastalıktan ölen kuzulara yapılan nekropsilerde özellikle sol ventrikül myokardiumunda dilatasyonlar görülür. Myokardiumunda nekrotik ve dejeneatif değişiklikler belirgindir. Şiddetli olgularda bu alanlarda geniş mineralizasyonlar görülür. Histolojik olarak ise myofibrillerin düzenlerini kaybettikleri, myositlerde belirgin şişkinlik ve hyalin dejenerasyonları görülür. Sarkoplazmada bazofilik kalsium birikimleri şekillenir.

**Anahtar Kelimeler:** Beyaz kas hastalığı, patomorfoloji, kuzu.

### 1. BEYAZ KAS HASTALIĞI

Beyaz kas hastalığı; White muscle disease, Stiff lamb disease, Nutritional muscular dystrophy olarak bilinen küçük ruminantlarda yaygın olarak görülen; vitamin E ve selenyum yetersizliğine bağlı olduğu bildirilen; kalp kasında ve iskelet kasını etkileyen ve genellikle ölümlerle sonuçlanan bir hastalıktır (1, 2, 3).

Gerek ülkemizde ve gerekse yörenizde küçük ruminantlarda beyaz kas hastalığının önemli ekonomik kayıplara neden olduğu dikkati çekmektedir. Özellikle doğum mevsimi olarak kabul edilen ocak-mart aylarında bu hastalığa ait olguların belirgin sayıda arttığı görülmektedir (4, 5, 6). Genellikle 0-3 aylık kuzu ve oğlaklarda iştahsızlık ve özellikle topallıkla kendini gösteren ve kalp yetersizliğine bağlı ölümlere neden olmaktadır. Vit-E ve Selenyum eksikliğinde; kas hücresinde metabolizma sonucu oluşan serbest radikallerin (serbest elektron içeren moleküller) miktarı artar (5, 7, 8, 9, 10). Serbest radikaller membran lipidlerinin peroksidasyonuna ve sitoplazmik organellerin protein moleküllerini yıkıma uğratar. Hücre içine kalsiyum iyonu girerek mitokondriumlarda birikir ve enerji sistemi tükenir. Sonuçta hyalin dejenerasyonu şekillenir (8, 10, 11, 12).

Hasta hayvanın klinik bulgularına bakıldığında ve alınan anemnezde hayvanda süt içmede isteksizliğin ilk bulgu olduğu görülür. Daha sonra hayvanın hareketlerinde yavaşlama, yürümede güçlük (kaslardaki dejenerasyona bağlı), topallık ve sendeleme sonunda yerden kalkamama şekilenir (6, 9, 13, 14). Hastalığın tanısı, hastalıkta görülen erken dönem bulgularının birçok hastalıkta görülen nonspesifik bulgu olması nedeniyle güçleşmektedir (12, 14, 15, 16). İlerleyen olgularda ise tanısının kolay olması fakat dejenerasyon ve nekrozun başlamasıyla birlikte geri döşümsüz ve tedaviye istenilen düzeyde yanıt vermediği görülür. Yapılacak olan erken dönem kan muayeneleri ise tanıya yardımcı olsada zaman alması nedeniyle çoğu zaman sonuçsuz kalmaktadır (9, 11, 12, 15).

## 2. PATOMORFOLOJİK BULGULAR

Hastalığın makroskobik bulgularına bakıldığında kalp ve iskelet kasında yaygın dejenerasyonlara bağlı adetae pişmiş et manzarasında olduğu, bu alanlarda ayrıca kalsiyum çöküntülerinin varlığı gözlenir. Bu kaslardan alınan dokuların histopatolojik incelemelerinde; yaygın hyalin dejenerasyonları gözlenir. Nekroza uğramış kas demetleri arasında mavi-mor renkte kalsiyum tuzlarıyla karşılaşılr (9, 11, 12, 13, 14, 15).

## 3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Hastalığın çoğunlukla klasik tedavi yöntemi olan Vitamin E + Selenyum takviyelerinin hayvan sahibinin ve veteriner hekimlerin gözlemleri doğrultusunda yeterli olmadı görülmektedir. Her iki vitamin ve mineralin antioksidant özelliğinden yararlanılarak yapılmaya çalışılan tedavi yöntemi yetersiz kalmakta ve yeni yöntemlerin araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Gerek yapılan ilaç tedavisi ve özellikle yüksek oranda ölümlerle sonuçlanması, tedavi edilen hayvanların ise gelişme geriliği göstermesi nedeniyle ülke ekonomisine çok ciddi kayıplara neden olmaktadır. Hastalığın patogenezinin antioksidan düzeyinde düşünülmesi tedavide yetersiz kalınmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu hastalığın patogenezindeki aydınlatılması gereken noktalara odaklanılmalıdır.

## KAYNAKÇA

- [1] Abutarbush, S.M., Radostits, O.M., Congenital nutritional muscular dystrophy in a beef calf. The Canadian Veterinary Journal, 44, 9, 2003
- [2] Ataollahi, F., Mohri, M., Seifi, H.A., PinguangMurphy, B., Wan Abas, W.A.B., & Osman, N. A.A., Evaluation of copper concentration in subclinical cases of white muscle disease and its relationship with cardiac troponin I. PloS One, 8, 2, 2013
- [3] Beytut, E., Karataş, F., Beytut, E., Lambs with white muscle disease and selenium content of soil and meadow hay in the region of Kars, Turkey. Vet J, 163, 2002
- [4] Bostedt, H., Schramel, P., The importance of selenium in the prenatal and postnatal development of calves and lambs. Biol Trace Elem Res, 24, 1990.
- [5] Diplock, A.T., Metabolic functional defects in selenium deficiency. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B., 294, 1981.

- [6] Ghanem, M.M., Anwar, M.R., Abd ElRaof, Y.M., El-Attar, H.M., Clinical, hematological and biochemical changes in lambs suffered from nutritional muscular dystrophy. *Benha Vet. Med. J.*, 30, 2, 2016.
- [7] Ramirez, B.E., Hernandez, C.E., Hernandez, C.L.M., Tortora, P.J.L., Effect of parenteral supplement with sodium selenite on lamb mortality and hematic values of selenium. *Agrociencia*, 38, 2004.
- [8] Ramirez, B.E., Tórtora, J.L., Huerta, M., Hernández, L.M., López, R., Crosby, M., Effect of selenium–vitamin E injection in selenium-deficient dairy goats and kids on the Mexican plateau. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 57, 2005.
- [9] Sobiech, P., Zarczyńska, K., The influence of selenium deficiency on chosen biochemical parameters and histopathological changes in muscles of goat kids. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 23, 2, 2020.
- [10] Tapiero, H., Townsend, D.M., Tew, K.D., The antioxidant role of selenium and seleno-compounds. *Biomed. Pharm.*, 57, 2003.
- [11] Tharwat, M., Al-Sobayil, F., Mehana El-Sayed, M., Cardiac troponin I in healthy newborn goat kids and in goat kids with cardiac nutritional muscular dystrophy. *Acta Veterinaria Hungarica*, 61, 4, 2013.
- [12] Tunca, R., Erdoğan, H.M., Sözmen, M., Çitil, M., Devrim, A.K., Erginsoy, S., Uzlu, E., Evaluation of cardiac troponin I and inducible nitric oxide synthase expressions in lambs with white muscle disease. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 33, 1, 2009.
- [13] Van Winden, S.C., Kuiper, R., Congenital white muscle disease in a Belgian blue calf. *Tijdschr Diergeneeskd*, 127, 2002.
- [14] Yavuz, O., The pathological investigations on nutritional myopathy causing lamb deaths in neonatal period. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 6, 2, 2017.
- [15] Yumusak, N., Yigin, A., Polat, P., Hitit, M., Yilmaz, R., Expression of ADAMTS-7 in myocardial dystrophy associated with white muscle disease in lambs. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 21, 1, 2018.

## BUZAĞILARDA BİREYSEL VEYA GRUP YETİŞTİRME SİSTEMLERİNİN BÜYÜME PERFORMANSI VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

**Dr. Öğr. Üyesi Buket BOĞA KURU**

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Kars,  
buket\_vetfak@hotmail.com - ORCID: 0000-0002-7170-270X

**Doç. Dr. Mushap KURU**

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Kars,  
mushap.kuru@kafkas.edu.tr – ORCID: 0000-0003-4409-251X

### ÖZET

Buzağı barındırma sistemleri, sütten kesme öncesi dönemdeki büyüme performansı, sağlık sonuçları ve refahı şekillendirmede önemli bir rol oynar. Hastalık bulaşmasını en aza indirmek ve yönetimi basitleştirmek için geleneksel olarak bireysel barındırma tercih edilse de, grup ve çift halinde barındırma sistemleri, uygun yönetim altında sağlığı tehlikeye atmadan önemli avantajlar sunar. Sosyal ortamlarda yetiştirilen buzağılar, daha erken yaşta ve daha fazla miktarda katı yem tüketerek daha iyi büyüme oranları ve sütten kesme sonrası daha iyi performans sağlar. Sosyal barındırma ile ilişkili davranışsal faydalar arasında, sütten kesme gibi zorlu geçişler sırasında azaltılmış stres tepkileri ve gelecekteki sürü entegrasyonu için kritik olan sosyal becerilerin gelişimi yer alır. Grup halinde barındırılan buzağılar ayrıca, daha iyi refahın bir göstergesi olan daha fazla oyun davranışı sergilerler. Ancak, solunum yolu ve bağırsak hastalıklarının potansiyel yayılımı ve çapraz emme gibi davranışsal sorunlar gibi zorluklar, grup barındırma sistemlerinde dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır. Çift barındırma, sosyal etkileşimi desteklerken sağlık risklerini azaltmak için yönetilebilir grup boyutlarını koruyan dengeli bir yaklaşım sunan umut verici bir alternatiftir. Bu sistem, buzağuların daha büyük grupların karmaşıklıkları olmadan arkadaşlık ve sosyal öğrenmenin faydalarını deneyimlemelerine olanak tanır. Genel olarak, bireysel barındırmadan sosyal barındırma sistemlerine geçiş, daha iyi büyüme, refah ve uyum sağlayarak, nihayetinde süt işletmelerinin uzun vadeli verimliliğini artıran önemli bir iyileşmeyi temsil eder.

**Anahtar kelimeler:** Bireysel, buzağı, sağlık, süt tüketimi, yem tüketimi.

### Influence of Individual and Group Housing Systems on Growth Performance and Health in Calves

#### Abstract

Calf housing systems play a pivotal role in shaping growth performance, health outcomes, and welfare during the pre-weaning period. Traditionally, individual housing has been preferred to minimize disease transmission and simplify management. However, group and pair housing systems, when managed appropriately, offer significant advantages without compromising animal health. Calves raised in social environments consume solid feed earlier and in greater quantities, leading to improved growth rates and enhanced post-weaning performance. Behavioral benefits associated with social housing include reduced stress responses during challenging transitions, such as weaning, and the development of social skills critical for future herd integration. Group-housed calves also exhibit increased play behavior, an indicator of improved welfare. Nevertheless, challenges such as the potential spread of respiratory and enteric diseases, as well as behavioral issues like cross-sucking, require careful consideration in group housing systems. Pair housing emerges as a promising alternative, providing a balanced approach that supports social interaction while maintaining manageable group sizes to reduce health risks. This system allows calves to experience the benefits of companionship and social learning without the complexities of larger groups. Overall, transitioning from individual to social housing systems represents a significant improvement in calf management, promoting better growth, welfare, and adaptability, ultimately benefiting the long-term productivity of dairy operations.

**Key words:** Calf, feed consumption, health, individual, milk consumption

## 1. Giriş

Buzağı yetiştiriciliği, özellikle sütçü ırk düve yetiştirme sürecinde, çiftlikler için önemli bir ekonomik yük oluşturur. Sütçü ırk düveler için yapılan yatırımların geri dönüşü genellikle 3-4 yıl gibi uzun bir süre gerektirir. Bu nedenle, süttten kesim öncesi kritik dönemin optimal şekilde yönetilmesi ve bu süreçte barınma sistemlerinin etkisinin iyi anlaşılması büyük önem taşır. Geleneksel olarak bireysel barındırma, buzağular arasında hastalık bulaşma riskini azaltmak amacıyla tercih edilmiştir. Ancak, son yıllarda yapılan araştırmalar, çift barındırmanın hastalık bulaşması üzerinde kayda değer bir olumsuz etkisi olmadığını ve aksine, bir dizi avantaj sunduğunu ortaya koymuştur (Mahendran, 2023).

Çiftlik hayvanlarında (koyun, domuz, at, keçi ve sığır gibi) laktasyon döneminde yavrular anneleriyle birlikte barındırılır ve bu yavrular genellikle benzer yaştaki akranlarıyla da temas halindedirler (Costa vd., 2016). Fakat bu durumu özellikle süt sığırcılığı işletmelerinde istisna tutabiliriz. Bu sektördeki standart uygulama, buzağuları doğumdan kısa bir süre sonra anneden ayırmak ve laktasyon döneminde bireysel bölmelerde büyütmektir (Vasseur vd., 2010). Ancak inek ile buzağının sınırlı veya kısıtlı sosyal teması, doğal koşullarda meydana gelen anne-yavru ilişkisi ile çelişmektedir (Costa vd., 2016; Reinhardt & Reinhardt, 1981; Vasseur vd., 2010).

Bu bildiride amaç, buzağılarda tekli veya çoklu yetiştirme sistemlerinin yem/süt tüketimi, büyüme performansı ve sağlık durumu üzerine etkisi ile ilgili bilgi vermektir.



## 2. Buzağuların Grup Halinde Barındırılması

Sütçü ırk buzağuların grup halinde barındırılmasının en önemli avantajlarından birisi buzağı başına düşen iş yükünün azalmasıdır (Broom & Leaver, 1978). Genel olarak yetiştiriciler buzağuların grup halinde barındırıldığında iş gücü azaldığını ve zaman tasarrufu sağlandığını ifade etmişlerdir (Hötzel vd., 2014). Buzağular için otomatik besleme sistemlerinin geliştirilmesi, özellikle büyük süt işletmelerinde grup barındırmanın benimsenmesini hızlandırmıştır (Kung vd., 1997). Ayrıca hem süt üreticileri hem de kamuoyu tarafından hayvan refahına yönelik farkındalık artmıştır ve önemli bir refah endişesi, buzağuların sosyal izolasyonudur (Ventura vd., 2013). Dahası, grup barındırmanın sütçü ırk buzağularda günlük canlı ağırlık artışını (GCAA) artırdığı gösterilmiştir (Jensen vd., 2015). Genel olarak elde edilen sonuçlara göre sosyal barındırmanın sütçü ırk buzağuların genel performansını olumlu yönde etkilediğini desteklemektedir (Costa vd., 2016).

## 3. Bireysel veya Grup Olarak Yetiştirilen Buzağularda Süt/Yem Tüketimi ve Büyüme Performansı

Buzağuların grup halinde barındırılması, bireysel barındırmaya kıyasla daha yüksek canlı ağırlık artışıyla ilişkili olabilmektedir. Grup halinde barındırılan buzağularda artan kuru madde tüketiminden kaynaklandığı ile bu durum en net şekilde açıklanabilir (Costa vd., 2016; McFarland vd., 2024). Doğumdan sonraki ilk birkaç hafta içinde anne veya diğer yaşlı hayvanlarla temasın, ruminantların daha erken yaşta katı yem tüketiminin başlamasını ve özellikle süttan kesim öncesi dönemde daha fazla yem yemeleri için teşvik ettiği bildirilmiştir (Nolte vd., 1990). Grup halinde barındırılan buzağuların süttan kesim öncesi dönemde konsantre yem tüketiminin arttığını ve bunun da süttan kesim sonrası daha yüksek ağırlık artışlarına yol açtığı belirlenmiştir. Bu yazarlar, bu faydaların grup halinde barındırılan buzağuların sosyal öğrenmelerinden kaynaklandığını düşünmüşlerdir (Warnick vd., 1977). Mekanizma ne olursa olsun hem sosyal kolaylaştırma hem de sosyal öğrenme, grup halinde barındırılan buzağuların bireysel olarak barındırılan buzağulara kıyasla daha yüksek katı yem tüketimi ve daha iyi canlı ağırlık artışı göstermesine neden olabilir (Tablo 1) (Costa vd., 2016; McFarland vd., 2024).

Gruplar halinde yetiştirilen erkek buzağular, bireysel olarak barındırılan buzağulardan daha hızlı canlı ağırlık kazanabilmektedir (Andrighetto vd., 1999; Xiccato vd., 2002). Sütle beslenme dönemindeki erken kazanımların, yaşlı düvelerin sonraki canlı ağırlık kazanımları üzerindeki avantajlarının olduğu ifade edilmiştir (Bond vd., 2015). Erken kazanımların ayrıca pubertanın başlangıcı, ilk ve sonraki laktasyonlarda süt üretimi üzerinde olumlu etkileri olabilmektedir (Moallem vd., 2010). Sosyal çevre, buzağuların toplam gıda alımı, diyeti ve katı yem alımının sürekliliği üzerinde derin etkilere sahip olabilir. Sosyal arkadaşların sağlanması, 11 denemeden 8'inde katı gıda alımını, performansı (canlı ağırlık artışı gibi) veya her ikisini de artırmıştır. Diğer 3 denemede, ayrı ayrı barındırılan ve grup halinde barındırılan buzağular arasındaki farklılık tespit edilememiştir. Ayrıca, grup barındırılmasında performansın azaldığı yönünde bir bulguya rastlanmamıştır (Tablo 1)(Costa vd., 2016). Ancak, çapraz emme,

saldırıcılık ve hastalık bulaşması dahil olmak üzere çeşitli endişeler süt çiftliklerinde grup barındırılmasının benimsenmesini engellemektedir (Hötzel vd., 2014; Pempek vd., 2013).

**Tablo 1:** Tek veya grup yetiştirmenin buzağılarda beslenme davranışı ve büyüme performansı üzerindeki etkileri (Costa vd., 2016)

Tedavi	Cinsiyet	Parametre	Sosyalleşmenin etkisi
Tek; grup (3 buzağı)	Erkek	Vücut ağırlığı	+
Tek; grup (6 buzağı)	Dişi ve Erkek	Katı yem alımı	+
Tek; grup (6 buzağı)	Dişi ve Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	+
Tek; grup (6 buzağı)	Dişi ve Erkek	Katı yem alımı	=
Tek; grup (3 veya 4 buzağı)	Erkek	Kuru mama ve süt tozu	+
Tek; grup (3 veya 4 buzağı)	Erkek	Vücut ağırlığı	+
Tek; grup (3 veya 4 buzağı)	Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	=
Tek; Çift	Dişi ve Erkek	Katı yem alımı	=
Tek; Çift	Dişi ve Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	=
Tek; Çift	Erkek	Katı yem alımı	+
Tek; Çift	Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	+
Tek; Çift	Dişi	Konsantre yem alımı	+
Tek; Çift	Dişi	Günlük canlı ağırlık artışı	=
Tek; Çift	Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	=
Tek; grup (4 buzağı)	Erkek	Katı yem alımı	+
Tek; grup (4 buzağı)	Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	+
Tek; Çift	Dişi ve Erkek	Konsantre yem alımı	+
Tek; Çift	Dişi ve Erkek	Vücut ağırlığı	+
Tek; Çift	Dişi	Katı yem alımı	=
Tek; Çift	Dişi	Günlük canlı ağırlık artışı	=
Tek; grup (3 buzağı)	Dişi	Ot tüketimi	+
Tek; grup (3 buzağı)	Dişi	Canlı ağırlık kazancı	=
Tek; grup (3 buzağı)	Dişi ve Erkek	Final vücut ağırlığı	+
Tek; grup (3 buzağı)	Dişi ve Erkek	Konsantre yem alımı	=
Tek; grup (3 buzağı)	Dişi ve Erkek	Katı yem alımı	+
Tek; grup (3 buzağı)	Dişi ve Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	+
Tek; grup (5 buzağı)	Erkek	Katı yem	=
Tek; grup (5 buzağı)	Erkek	Vücut ağırlığı	=
Tek; grup (6 buzağı)	Dişi ve Erkek	Katı yem alımı	=
Tek; grup (6 buzağı)	Dişi ve Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	+
Tek; grup (4 buzağı)	Erkek	Vücut ağırlığı	+
Tek; grup (4 buzağı)	Erkek	Günlük canlı ağırlık artışı	+

+ : Sosyalleşmenin pozitif yönde etkisi, = : Sosyalleşen grup ile bireysel benzer etkili

Yapılan bir çalışmada buzağılarda 2, 4 ve 8'li yetiştirme 5 aylık süre boyunca, başlangıç ve son vücut ağırlığı, ağırlık artışı ve günlük ortalama canlı ağırlık artışı açısından grup büyüklükleri arasında anlamlı farklar göstermemiştir. Sağrı yüksekliği ve göğüs çevresi artan

buzağı yaşıyla birlikte anlamlı şekilde artmıştır ancak ne kalça yüksekliği ne de göğüs çevresi bir arada barındırılan buzağı sayısından etkilenmemiştir (Abdelfattah vd., 2013).

Sütçü ırk buzağuların tekli veya ikili barındırılmasının buzağı başlangıç yemi tüketimi üzerine, süt tüketimi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca barındırma yönteminin buzağuların günlük ortalama canlı ağırlık artışı (GCAA) üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Bučková vd., 2021).

Bireysel veya ikili şekilde yetiştirilen buzağularda süttten kesilmeden önce ve sonra gruplar arasında fark olmaksızın istikrarlı bir şekilde canlı ağırlık kazanmışlardır. Süttten kesim haftasında, çift halinde barındırılan buzağular normal şekilde canlı ağırlık kazanmaya devam ederken, tek başına barındırılan buzağular büyümede stabil kalmış ve canlı ağırlık kazanamamışlardır. Gruplar arasında tüketilen süt, başlangıç yemi veya saman miktarlarında fark bulunmamıştır. Ayrıca kendi kendini temizleme, meme emme veya uzanma süresinde de fark tespit edilmemiştir (Chua vd., 2002).

Bireysel barınma sistemlerinde yapılan küçük düzenlemeler, buzağuların çift olarak yetiştirilmesini mümkün kılabilir. Çift olarak barındırılan buzağuların sütle beslenme döneminde daha fazla yem tükettiklerini, ancak canlı ağırlık artışının bireysel olarak barındırılan buzağularla benzer kaldığı görülmüştür. Çift olarak barındırılan buzağular, süttten kesim sırasında daha az stres yaşar ve performans seviyelerini koruyabilirler (Çam & İnal, 2021).

Bir meta-analiz sonuçlarına göre sütçü ırk buzağuların ağırlık kazancı ve yem alımı parametreleri grup halinde barındırılanlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine ortalama GCAA, küçük padok alanlarında (<1.5 m<sup>2</sup>/buzağı) barındırılan buzağularda grup barındırma ile pozitif olarak etkilendiğini bulunmuştur (Donadio vd., 2024).

Çift veya tekli barındırmanın sütçü ırk buzağularda süttten kesme öncesi dönemde benzer başlangıç yemi tüketimi ile ortalama GCAA gösterdiği ortaya koyulmuştur. Süttten kesme ve sonrasında, çiftli buzağular daha yüksek başlangıç yemi tüketimine sahip olduğu ve GCAA'ları artmaya devam ederken, tekli barındırılan buzağular büyüme gerilemesi yaşamıştır. Bu sonuçlar, çiftli barındırmanın süttten kesme ve sonrasında büyümeyi artırdığını ve danaların farklı aşamalarda davranışlarını değiştirdiğini göstermektedir (Liu vd., 2019).

Grup halinde barındırılan (3, 6 ve 12'li) buzağular üzerinde yapılan bir çalışmada, 12'li barındırılan buzağularda vücut ağırlığı diğer gruplara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tekli buzağular, grup halindeki buzağulara göre daha düşük gönüllü katı yem alımı ve daha yüksek vücut uzunluğu göstermiştir. Omuz yüksekliği, 46 günlük yaşta tekli ve 3'lü buzağularda 6 ve 12'li buzağulara göre daha yüksek belirlenmiştir (Lv vd., 2021).

#### 4. Bireysel veya Grup Yetiştirilmesinin Buzağularda Sağlık Üzerine Etkisi

Buzağı morbiditesi ve mortalitesi, sürü sağlığının kritik göstergeleridir. Mortalite oranları büyük ölçüde değişmekte olup, bölgelere göre %4.4-%14.5 arasında değişen oranlar

bildirilmiştir (Brickell vd., 2009; Raboisson vd., 2013). Buzağıdan buzağıya temas yoluyla yayılan enterik ve solunum yolu hastalıkları, bireysel barındırma ile azaltılabilir, bu da buzağı sağlığını takip etmeyi kolaylaştırır (Kung vd., 1997). Ancak çalışmalar, bireysel barındırmanın grup barındırmaya kıyasla her zaman sağlık konularında avantajları olduğunu göstermemektedir (Abdelfattah vd., 2013; Gulliksen vd., 2009; McFarland vd., 2024; Webster vd., 1985). Sütle besleme yöntemleri, yataklık ve grup büyüklüğü gibi faktörler hastalık riskini önemli ölçüde etkilemektedir (Costa, 2015).

Grup barındırma, buzağılar için karışık sağlık sonuçları sunmaktadır. Özellikle büyük gruplarda ( $\geq 7$  buzağı), grup barındırmanın daha yüksek hastalık ve ölüm oranlarıyla ilişkili olduğu ileri sürülmektedir. Ancak, küçük, stabil gruplar ve benzer yaşlardaki buzağuların barındırılması, dinamik veya yaş açısından çeşitlilik gösteren gruplara kıyasla daha iyi ağırlık artışı ve azalmış solunum yolu hastalıkları prevalansı ile ilişkilendirilmiştir. Kapalı alanlarda grup barındırma, solunum yolu hastalıkları riskini artırırken, açık alanlara kıyasla ishal riskini düşürmektedir. Özellikle büyük gruplarda enfeksiyon riskini azaltmak için etkili yönetim ve uzmanlık gereklidir (Lorenz vd., 2011).

Grup büyüklüğü sağlığı etkiler, daha büyük gruplar (örneğin, 8-12 buzağı) daha küçük gruplara göre daha yüksek solunum yolu hastalığı oranları ve mortalite gösterir (Losinger & Heinrichs, 1997; Svensson & Liberg, 2006). Uygun yönetim, havalandırma, hijyen ve izleme dahil olmak üzere, grup barındırmada sağlık risklerini azaltır. Grup halinde barındırılan buzağılar üzerinde yapılan çalışmalar karışık sonuçlar bildirmektedir. Bazıları artan hastalık riskini gösterirken (Maatje vd., 1993), diğerleri ise daha az ishal ve solunum yolu hastalığı oluşabildiğini bildirmişlerdir. Sütle besleme, hijyen ve havalandırma gibi faktörler hastalık önlemede önemli bir rol oynar (Babu vd., 2009; Hänninen vd., 2003).

Buzağuların 2, 4 ve 8'li şekilde yetiştirme ishal görülme sıklığı açısından benzer sonuçları ortaya çıkarmıştır, ancak dışkı skorlarının yetiştirme başlangıcından üç ay sonrasında birinci, ikinci veya dördüncü aya göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Denemelerin ilk ayında, sekizli gruplardaki buzağılarda, ikili ve dörtlü gruplardaki buzağılara göre daha yüksek oranda öksürük vakası ile karşılaşılmıştır. Ek olarak, burun akıntısı skorları birinci, ikinci ve üçüncü aylarda grup büyüklükleri arasında benzer olarak tespit edilmiştir (Abdelfattah vd., 2013).

Bireysel veya grup halinde barındırılan buzağılar incelendiğinde rotavirus ve coronavirus ile en az bir kez enfekte olma durumu grup halinde olanlarda daha yüksek olarak belirlenmiştir. Yine her iki enfeksiyona maruz kalma da grup barındırılanlarda daha yüksek olarak saptanmıştır. Yine bireysel barındırılmanın rotavirusa erken yaşta yakalanmaya karşı koruyucu etkisi olmuştur. Bununla birlikte bireysel olarak barındırılmanın doğum sonrası ishal başlama günü üzerine pozitif etkili olmuştur (Bertoni vd., 2021).

Sütçü ırk buzağuların bireysel barındırılması, gelişimleri üzerindeki olumsuz etkilerine rağmen bazı ülkelerde kullanımı hala yaygındır. Ana nedenlerden biri, çiftçilerin buzağuların grup halinde barındırılmasından daha pratik bulmalarıdır. Pratik ile refah arasında bir uzlaşma,

buzağları çiftler halinde barındırmak olabileceği ifade edilmiştir. Buzağların bireysel veya ikili şekilde barındırılması buzağı sağlığı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla buzağların oyun ve sosyalleşme durumları göz önünde bulundurulduğunda ikili yetiştirme tekli yetiştirmeye göre tercih edilebilir (Bučková vd., 2021).

Grup halinde barındırılan (3, 6 ve 12'li) buzağlar üzerinde yapılan bir çalışmada, bireysel buzağlar, grup halinde barındırılan buzağlara göre daha fazla dil yuvarlama davranışı sergilemiştir. Yine, 15 günlük yaşta 12'li yetiştirilen buzağları en yüksek kalp atım seviyesini göstermesi dışında, gruplar arasında anlamlı kalp atış farkı bulunmamıştır. Tükürük salgı immunglobulin A seviyeleri 12'li yetiştirilen buzağlarda diğerlerine göre daha yüksek belirlenmiştir. Grup halinde barındırılan buzağlarda serum interlökin-2, interlökin-6 ve tümör nekrozis faktör- $\alpha$  konsantrasyonları bireysel grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda grup yetiştirmenin bağışıklık sistemi üzerine olumlu etkilerinin olabileceği ifade edilmiştir (Lv vd., 2021).

## 5. Sonuç

Bu bildiride, farklı barındırma sistemlerinin sütçü ırk buzağlarının büyümesi, sağlığı ve refahı üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır. Bulgular, çift veya grup halinde sosyal barındırmanın, bireysel barındırmaya göre daha iyi büyüme oranları, daha erken ve artan katı yem alımı ve gelişmiş davranışsal uyum gibi çeşitli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Sosyal kolaylaştırma ve öğrenmeye atfedilen bu faydalar, çift veya grup barındırmanın daha iyi genel gelişim ve uzun vadeli performansı, özellikle süten önceki ve sonraki dönemlerde stresin azaltılması ve ağırlık artışının artırılmasını destekleyebileceğini düşündürmektedir. Ancak, grup barındırmanın benimsenmesi, çapraz emme, saldırganlık ve hastalık bulaşması gibi endişelerle engellenmektedir. Bireysel barındırma, rotavirus enfeksiyonu gibi bazı hastalıkların riskini azaltabilirken, sosyal barındırmadan sürekli olarak daha üstün sağlık faydaları sağlamaz. Hijyen, havalandırma ve takip gibi etkili yönetim uygulamaları, grup barındırma ile ilişkili sağlık risklerini azaltmak için önemlidir. Ayrıca, benzer yaşta küçük, stabil gruplar genellikle daha büyük veya dinamik gruplara göre sağlık ve büyüme açısından daha iyi performans gösterir. Bazı çalışmalar, belirli parametrelerde barındırma sistemleri arasında anlamlı farklılıklar olmadığını bildirirken, sosyal barındırmanın buzağı bağışıklığı ve uyum üzerindeki olumlu etkileri göz ardı edilemez. Pratiklik ve refah arasındaki dengeyi göz önünde bulundurarak, çift barındırma, sosyal etkileşimin faydalarını sunarken daha büyük gruplarla ilişkili riskleri en aza indirerek umut verici bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, buzağların sağlığı, refahı ve performansının maksimize edilmesini sağlamak için zorlukları ele almak ve barındırma sistemlerini daha da optimize etmek için yönetim stratejilerini geliştirmeyi amaçlamalıdır.

## 6. Kaynakça

Abdelfattah, E. M., Schutz, M. M., Lay, D. C., Marchant-Forde, J. N., & Eicher, S. D. (2013). Effect of group size on behavior, health, production, and welfare of veal calves. *Journal of Animal Science*, 91(11), 5455-5465. <https://doi.org/10.2527/JAS.2013-6308>

- Andrighetto, I., Gottardo, F., Andreoli, D., & Cozzi, G. (1999). Effect of type of housing on veal calf growth performance, behaviour and meat quality. *Livestock Production Science*, 57(2), 137-145. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00170-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00170-5)
- Babu, L. K., Pandey, H., Patra, R. C., & Sahoo, A. (2009). Hemato-biochemical changes, disease incidence and live weight gain in individual versus group reared calves fed on different levels of milk and skim milk. *Animal Science Journal*, 80(2), 149-156. <https://doi.org/10.1111/J.1740-0929.2008.00620.X>
- Bertoni, E. A., Bok, M., Vega, C., Martinez, G. M., Cimino, R., & Parreño, V. (2021). Influence of individual or group housing of newborn calves on rotavirus and coronavirus infection during the first 2 months of life. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 1-6. <https://doi.org/10.1007/S11250-020-02540-Y/FIGURES/2>
- Bond, G. B., von Keyserlingk, M. A. G., Chapinal, N., Pajor, E. A., & Weary, D. M. (2015). Among farm variation in heifer BW gains. *Animal*, 9(11), 1884-1887. <https://doi.org/10.1017/S175173111500097X>
- Brickell, J. S., McGowan, M. M., Pfeiffer, D. U., & Wathes, D. C. (2009). Mortality in Holstein-Friesian calves and replacement heifers, in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. *Animal*, 3(8), 1175-1182. <https://doi.org/10.1017/S175173110900456X>
- Broom, D. M., & Leaver, J. D. (1978). Effects of group-rearing or partial isolation on later social behaviour of calves. *Animal Behaviour*, 26(PART 4), 1255-1263. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(78\)90116-1](https://doi.org/10.1016/0003-3472(78)90116-1)
- Bučková, K., Šárová, R., Moravcsíková, Á., & Špinka, M. (2021). The effect of pair housing on dairy calf health, performance, and behavior. *Journal of Dairy Science*, 104(9), 10282-10290. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19968>
- Chua, B., Coenen, E., Van Delen, J., & Weary, D. M. (2002). Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 360-364. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(02\)74082-4](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(02)74082-4)
- Costa, J. H. C. (2015). *Food neophobia, feeding and sorting behaviour in dairy calves* [Doctor of Philosophy]. University of British Columbia.
- Costa, J. H. C., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2016). Invited review: Effects of group housing of dairy calves on behavior, cognition, performance, and health. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2453-2467. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10144>
- Çam, M., & İnal, Ş. (2021). Sütçü buzağılarda çift yetiştirme: Sistemik derleme. *Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(2), 102-108. <https://doi.org/10.5336/vetsci.2020-79027>
- Donadio, J. P., De-Sousa, K. T., Torres, R. de N. S., Alves, T. C., Hötzel, M. J., & Deniz, M. (2024). A meta-analysis approach to evaluate the effects of early group housing on calf performance, health and behavior during the preweaning period. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/JDS.2024-25159>
- Gulliksen, S. M., Lie, K. I., Løken, T., & Østerås, O. (2009). Calf mortality in Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 92(6), 2782-2795. <https://doi.org/10.3168/JDS.2008-1807>

- Hänninen, L., Hepola, H., Rushen, J., de Passillé, A. M., Pursiainen, P., Tuure, V. -m., Syrjälä-qvist, L., Pyykkönen, M., & Saloniemi, H. (2003). Resting behaviour, growth and diarrhoea incidence rate of young dairy calves housed individually or in groups in warm or cold buildings. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 53(1), 21-28. <https://doi.org/10.1080/09064700310002008>
- Hötzel, M. J., Longo, C., Balcão, L. F., Cardoso, C. S., & Costa, J. H. C. (2014). A survey of management practices that Influence performance and welfare of dairy calves reared in Southern Brazil. *PLoS ONE*, 9(12), e114995. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114995>
- Jensen, M. B., Duve, L. R., & Weary, D. M. (2015). Pair housing and enhanced milk allowance increase play behavior and improve performance in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 98(4), 2568-2575. <https://doi.org/10.3168/JDS.2014-8272>
- Kung, L., Demarco, S., Siebenson, L. N., Joyner, E., Haenlein, G. F. W., & Morris, R. M. (1997). An evaluation of two management systems for rearing calves fed milk replacer. *Journal of Dairy Science*, 80(10), 2529-2533. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(97\)76206-4](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(97)76206-4)
- Liu, S., Ma, J., Li, J., Alugongo, G. M., Wu, Z., Wang, Y., Li, S., & Cao, Z. (2019). Effects of pair versus individual housing on performance, health, and behavior of dairy calves. *Animals*, 10(1), 50. <https://doi.org/10.3390/ani10010050>
- Lorenz, I., Earley, B., Gilmore, J., Hogan, I., Kennedy, E., & More, S. J. (2011). Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. *Irish Veterinary Journal*, 64(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-14/METRICS>
- Losinger, W. C., & Heinrichs, A. J. (1997). Management practices associated with high mortality among preweaned dairy heifers. *Journal of Dairy Research*, 64(1), 1-11. <https://doi.org/10.1017/S0022029996001999>
- Lv, J., Zhao, X. W., Su, H., Wang, Z. P., Wang, C., Li, J. H., Li, X., Zhang, R. X., & Bao, J. (2021). Effects of group size on the behaviour, heart rate, immunity, and growth of Holstein dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 241, 105378. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2021.105378>
- Maatje, K., Verhoeff, J., Kremer, W. D., Cruijisen, A. L., & van den Ingh, T. S. (1993). Automated feeding of milk replacer and health control of group-housed veal calves. *The Veterinary Record*, 133(11), 266-270. <https://doi.org/10.1136/VR.133.11.266>
- Mahendran, S. (2023). Impacts of individual and pair housing on calves. *Animal Science Cases*, 2023, 1-9. <https://doi.org/10.1079/animalsciencecases.2023.0002>
- McFarland, D. S., McFarland, L. M., Shaw, D. J., & Macrae, A. I. (2024). Calf management: Individual or paired housing affects dairy calf health and welfare. *Animals*, 14(11), 1540. <https://doi.org/10.3390/ani14111540>
- Moallem, U., Werner, D., Lehrer, H., Zachut, M., Livshitz, L., Yakoby, S., & Shamay, A. (2010). Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. *Journal of Dairy Science*, 93(6), 2639-2650. <https://doi.org/10.3168/JDS.2009-3007>

- Nolte, D. L., Provenza, F. D., & Balph, D. F. (1990). The establishment and persistence of food preferences in lambs exposed to selected foods. *Journal of Animal Science*, 68(4), 998-1002. <https://doi.org/10.2527/1990.684998x>
- Pempek, J. A., Eastridge, M. L., Botheras, N. A., Croney, C. C., & Bowen Yoho, W. S. (2013). Effects of alternative housing and feeding systems on the behavior and performance of dairy heifer calves. *The Professional Animal Scientist*, 29(3), 278-287. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30234-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30234-5)
- Raboisson, D., Delor, F., Cahuzac, E., Gendre, C., Sans, P., & Allaire, G. (2013). Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2913-2924. <https://doi.org/10.3168/JDS.2012-6010>
- Reinhardt, V., & Reinhardt, A. (1981). Natural sucking performance and age of weaning in zebu cattle (*Bos indicus*). *The Journal of Agricultural Science*, 96(2), 309-312. <https://doi.org/10.1017/S0021859600066089>
- Svensson, C., & Liberg, P. (2006). The effect of group size on health and growth rate of Swedish dairy calves housed in pens with automatic milk-feeders. *Preventive Veterinary Medicine*, 73(1), 43-53. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2005.08.021>
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R. I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K. M., & de Passillé, A. M. (2010). A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *Journal of Dairy Science*, 93(3), 1307-1316. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2429>
- Ventura, B. A., von Keyserlingk, M. A. G., Schuppli, C. A., & Weary, D. M. (2013). Views on contentious practices in dairy farming: The case of early cow-calf separation. *Journal of Dairy Science*, 96(9), 6105-6116. <https://doi.org/10.3168/JDS.2012-6040>
- Warnick, V. D., Arave, C. W., & Mickelsen, C. H. (1977). Effects of group, individual, and isolated rearing of calves on weight gain and behavior. *Journal of Dairy Science*, 60(6), 947-953. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(77\)83968-4](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(77)83968-4)
- Webster, A. J. F., Saville, C., Church, B. M., Gnanasakthy, A., & Moss, R. (1985). Some effects of different rearing systems on health, cleanliness and injury in calves. *British Veterinary Journal*, 141(5), 472-483. [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(85\)90042-9](https://doi.org/10.1016/0007-1935(85)90042-9)
- Xiccato, G., Trocino, A., Queaque, P. I., Sartori, A., & Carazzolo, A. (2002). Rearing veal calves with respect to animal welfare: effects of group housing and solid feed supplementation on growth performance and meat quality. *Livestock Production Science*, 75(3), 269-280. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00319-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00319-0)



## BUZAĞILARDA BİREYSEL VEYA GRUP YETİŞTİRME SİSTEMLERİNİN SOSYAL DAVRANIŞLARA ETKİSİ

**Dr. Öğr. Üyesi Buket BOĞA KURU**

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Kars,  
buket\_vetfak@hotmail.com - ORCID: 0000-0002-7170-270X

**Doç. Dr. Mushap KURU**

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Kars,  
mushap.kuru@kafkas.edu.tr – ORCID: 0000-0003-4409-251X

### Özet

Bu bildiride, buzağılarda bireysel veya grup yetiştirme sistemlerinin sosyal davranış ve gelişim üzerindeki etkilerinin ele alınması amaçlanmıştır. Doğal koşullarda anneleri ve yaşlılarıyla etkileşim kuran buzağuların, modern sütçülük uygulamalarıyla erken dönemde annelerinden ayrılması sosyal izolasyona yol açmaktadır. Sosyal izolasyon, buzağuların sosyal, bilişsel ve beslenme davranışlarını olumsuz etkilerken, grup yetiştirme sosyal öğrenme, oyun davranışı ve çevresel uyum gibi alanlarda avantajlar sağlamaktadır. Grup halinde yetiştirilen buzağular, bireysel yetiştirilenlere göre daha aktif, daha az stresli ve sosyal bağları güçlü bireyler olarak gelişmektedir. Sosyal barındırma, bilişsel performansı artırırken çapraz emme ve agresyon gibi davranışsal sorunlar yaratabilmektedir. Ancak, süt alımının artırılması, kademeli süttten kesme ve grup stabilizasyonu gibi uygun yönetim stratejileri bu sorunları minimize edebilir. Çiftli barındırma, bireysel barındırmaya göre daha fazla sosyal etkileşim sunarken, davranışsal sorunları da kontrol altında tutarak ideal bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, erken dönem sosyal etkileşimlerin teşvik edilmesi ve barındırma koşullarının optimize edilmesi, buzağuların refahını ve üretkenliğini artırmak için kritik öneme sahiptir. Grup barındırma sistemleri, buzağuların doğal davranışsal ihtiyaçlarıyla uyumlu modern yetiştirme yaklaşımları geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Agresyon, bireysel yetiştirme, buzağı, davranış

**The Effects of Individual and Group Housing Systems on the Social Behaviors of Calves**

### Abstract

This conference paper aims to examine the effects of individual versus group housing systems on the social behavior and development of calves. In natural conditions, calves interact with their mothers and peers, but modern dairy practices often lead to early separation from their mothers, resulting in social isolation. Social isolation negatively impacts calves' social, cognitive, and feeding behaviors, while group housing offers advantages in areas such as social learning, play behavior, and environmental adaptation. Calves raised in groups tend to develop into more active, less stressed, and socially bonded individuals compared to those raised individually. While social housing can enhance cognitive performance, it may also lead to behavioral problems like cross-sucking and aggression. However, appropriate management strategies such as increasing milk intake, gradual weaning, and group stabilization can minimize these issues. Pair housing emerges as an ideal alternative, providing more social interaction than individual housing while keeping behavioral problems under control. In conclusion, promoting early social interactions and optimizing housing conditions are crucial for improving calf welfare and productivity. Group housing systems enable the development of modern rearing approaches that align with the natural behavioral needs of calves.

**Key words:** Aggression, behavior, calf, individual housing

## 1. Giriş

Yeni doğan sütçü ırk buzağının yönetimi, sürünün düzeyinde izlenecek doğru stratejileri ve bireysel hayvan düzeyinde uygulanacak doğru prosedürleri belgeleyen basit protokollerin uygulanmasıyla en iyi şekilde gerçekleştirilir. Bu protokoller, doğum öncesi ineğin yönetimini, doğumun yönetimini (normal doğumun izlenmesi ve doğum güçlüğünün tespiti ve yönetimi) ve yeni doğan buzağı bakımını kapsar (Mee, 2007).

Laktasyon süreci, memelilerin gelişiminin en kritik dönemlerinden biridir ve çevresel faktörler birçok fizyolojik statü üzerine önemli rol oynar. Anne-yavru ayrılığı ve sosyal izolasyonun erken dönemde zararlı etkileri birçok türde derinlemesine çalışılmış ve çalışılmaya devam etmektedir. Erken dönemde yaşanan sosyal yoksunluk, istenmeyen annelik davranışlarının ortaya çıkması, saldırganlığın artışı ve bazı sosyal problemlerin baş göstermesi gibi olumsuzlukların yetişkinlikte de kendini göstermesine neden olabilmektedir (Costa vd., 2016).

Bu bildiride amaç, buzağılarda bireysel veya grup yetiştirme sistemlerinin sosyal davranışlara etkisi ile ilgili bilgi vermektir.

## 2. Buzağılarda Sosyal Gelişim

Buzağılar, doğal koşullar altında anneleri ve diğer yaşlılarıyla güçlü bağlar oluştururlar. Anne bakımı ve sosyal etkileşimler, gelişimleri için kritik öneme sahiptir. Ancak modern süt sığırcılığı uygulamaları, buzağılarda erken dönemde annelerinden ayrılmasını ve bireysel olarak barındırılmasını içerir; bu da sosyal izolasyona yol açar (von Keyserlingk & Weary, 2007). Bu doğal yetiştirme koşullarından sapma, buzağı gelişimi üzerinde önemli olumsuz sonuçlara

neden olabilir. Sosyal izolasyon, çeşitli türlerde, özellikle de sığırlarda, sosyal davranışların, bilişsel gelişimin ve beslenme davranışının bozulmasıyla ilişkilendirilmiştir (Costa vd., 2016).

Beslenme davranışının gelişiminde önemli bir süreç olan sosyal öğrenme, izolasyon nedeniyle engellenmektedir. Sosyal gruplarda yetiştirilen buzağılar, gözlem ve taklit yoluyla otlama ve uygun diyet seçimini daha verimli bir şekilde öğrenirler. Buna karşılık, izole yetiştirilen buzağılar gıda neofobisi, yeni gıdaları deneme konusunda isteksizlik ve otlama davranışının gelişiminde gecikme gösterebilirler (Costa, 2015; Costa vd., 2016).

Sosyal izolasyonun olumsuz etkilerini azaltmak için, buzağuların akranlarından öğrenme fırsatlarına sahip olacağı ve sosyal etkileşimi destekleyecek alternatif yetiştirme uygulamalarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Costa vd., 2016; Vasseur vd., 2010).

### 3. Sosyal İzolasyonun Sütçü Irk Buzağular Üzerindeki Etkileri

İneklerden ayrılan sütçü ırk buzağular, fırsat verildiğinde doğumdan sadece 2 gün sonra diğer buzağularla etkileşime geçmeye başlarlar (Duve & Jensen, 2012). Sosyal olarak barındırılan sütçü ırk buzağular, yaşamlarının ilk 8 haftasında ortalama olarak yalnızca %2 oranında sosyal etkileşimde bulunurlar (Chua vd., 2002). Oranın düşük olmasına rağmen buzağular bu tür etkileşime girmek için oldukça isteklidirler. Örneğin, buzağular, bir bariyer boyunca sınırlı sosyal etkileşimden ziyade bir buzağıyla tam sosyal etkileşime erişmek için daha fazla çaba harcarlar (Holm vd., 2002). Grup halinde barındırılan genç sütçü ırk buzağular, bir seçim testinde tanıdık bir akranını tanımadık bir buzağıya tercih ettiği belirlenmiştir. Bu da genç yaştan itibaren sosyal bağlar kurduklarını göstermektedir (Duve & Jensen, 2011). Yine sosyal olarak barındırılan buzağular, rekabet testinde biberona yaklaşma süreleri bireysel yetiştirilenlere göre daha kısadır. Ayrıca tek başına barındırılan buzağulara göre çiftli yetiştirilen buzağular biberondan daha fazla süre süt içebilmektedir. Bu sonuçlar, bireysel barındırmanın sütçü ırk buzağuların davranışsal gelişimi üzerindeki zararlı etkilerine ilişkin bilgiler sağlamaktadır (Suchon vd., 2023).

Süt işletmelerinde buzağulara genellikle sosyal temasın çok az sağlandığı veya hiç sağlanmadığı ve izolasyonun zararlı etkilerini gösteren diğer türler hakkında çok fazla bilgi bulunduğu göz önüne alındığında, sosyal izolasyonun sütçü ırk buzağular üzerindeki etkileri oldukça önemlidir (Costa, 2015).

Buzağular sekiz ay boyunca bireysel veya grup halinde yetiştirildiğinde grup halinde yetiştirilen neredeyse tüm hayvanlar, izole yetiştirilen tüm hayvanlardan daha yüksek baskın karaktere sahip olmuşlardır. Yakın ilişki kurabilme yetenekleri grup yetiştirilen buzağular arasında oldukça yüksek belirlenmiştir. İzole yetiştirilen buzağular, grup halinde yetiştirilen hayvanlarla nadiren ilişki kurabilmiş ve daha fazla yalnız zaman geçirmişlerdir (Broom & Leaver, 1978).

Sütten kesilme öncesi sütçü ırk buzağular genellikle doğumdan hemen sonra annelerinden ayrılır ve tek başına barındırılır. Bir çalışmada, bireysel barınmanın sütçü ırk

buzağuların bilişsel performansını, özellikle esneklik ve uyum gerektiren görevlerde, olumsuz etkilediğine dair güçlü kanıtlar sunmuştur. Öte yandan, sosyal barınma daha iyi bilişsel gelişimi teşvik edebildiği ileri sürülmüştür. Bu bağlamda, sütçü ırk buzağuların yetiştirilmesinde bilişsel yeteneklerini ve genel refahlarını optimize etmek için sosyal faktörleri dikkate alınması oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır (Gaillard vd., 2014).

Çift veya tekli barındırma; sütçü ırk buzağularda süttan kesme öncesi dönemde beslenme, çiğneme ve geviş getirme süresini arttırmaktadır. Çiftli buzağular ilgili dönemde daha az beslenme, ayakta durma ve kendi kendine bakma, ancak daha fazla yatma süresi geçirmiştir. Karıştırma, beslenme, çiğneme ve geviş getirme süresi artmaya devam ederken, kendi kendine bakma süresi her iki uygulamada da azalmaya devam etmiştir. Tüm buzağular karıştırmadan sonra daha az ayakta durma ve besleyici olmayan manipülasyon süresi geçirdi ve daha önce tekli barındırılan danalar besleyici olmayan manipülasyonu artırma eğilimi gösterdi. Bu sonuçlar, çiftli barındırmanın süttan kesme ve sonrasında buzağuların farklı aşamalarda davranışlarını değiştirdiğini göstermiştir (Liu vd., 2019).

#### 4. Buzağularda Davranış Problemleri

Buzağularda sosyal çevre ile davranış arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar giderek artmaktadır (De Paula Vieira vd., 2012; Jensen & Larsen, 2014; Veissier vd., 1994). Bu bildirimler, sosyal olarak yetiştirilen buzağuların, izolasyonda yetiştirilenlere kıyasla, daha az korkulu (Bøe & Færevik, 2003) ve ileriki yaşamlarında gruplara karıştırıldığında daha baskın olduklarını göstermektedir (Veissier vd., 1994). Sosyal davranış gelişiminde, benzer yaşıt olanlarla ilk temas yaşı ve temas düzeyi gibi çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Örneğin, doğumdan itibaren ya da 3 haftalık yaştan itibaren bir başka buzağıyla tam sosyal temas kurmasına izin verilen buzağular, yalnızca görsel ya da işitsel temas kurabilen buzağulara kıyasla daha güçlü bağlar geliştirmiştir (Duve & Jensen, 2011). Bireysel olarak veya sınırlı temasla barındırılan buzağular, çift olarak barındırılan buzağulara göre daha korkulu olmuştur (Jensen & Larsen, 2014). Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, erken yaştan itibaren akranlarla tam sosyal temasın buzağular için önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (Costa vd., 2016).

Bireysel veya ikili şekilde yetiştirilen buzağularda kendi kendini temizleme, meme emme veya uzanma süresinde de fark tespit edilmemiştir. Ancak, çift halinde barındırılan buzağular, tek başına barındırılanlara göre daha fazla süre hareketsiz ayakta durmuş, daha fazla hareket etmiş ve kafalarını çitlerden daha az süre dışarı çıkarmıştır. Çiftler halinde barındırılan buzağular, günün yaklaşık %2'sini sosyal temas halinde geçirmiş, saldırgan davranış ve çapraz emme olaylarının çok düşük oranda olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla, sütçü ırk buzağuların çiftler halinde barındırılmasının, hareket için daha fazla alan ve sosyal fırsatlar sağladığı görülmektedir (Chua vd., 2002).

Çift olarak barındırma buzağularda erken sosyalleşme, refahı artırır ve yönetim, barınma ve yemle ilgili gelecekteki değişimlere uyum sağlamada faydalı davranışlar geliştirilmesine olanak tanır. Çift barındırma sistemlerinde yem rekabeti ve çapraz emme davranışı, özellikle

yeterli süt alımı sağlandığında, minimum seviyede olur ve bu da bireysel barındırmaya pratik bir alternatif sunar (Çam & İnal, 2021).

Bir sistematik ve meta-analiz sonuçlarına göre grup halinde barındırılan buzağılar, bireysel olarak barındırılan buzağılara göre daha aktif davranışlar (beslenme ve oynama) ve daha az stresle ilgili davranışlar (kendi kendini temizleme ve bitişindeki bölmeye etkileşim) sergilediği ifade edilmiştir. En çok kullanılan davranış testleri yeni nesne, insan yaklaşımı, yeni ortam ve sosyal testlerdir. Bireysel barındırılan buzağılar, bu testlerde daha az ses çıkarma davranışı sergilemiş ve insan yaklaşım testinde grup halinde barındırılan buzağılara kıyasla insanlarla daha fazla etkileşimde bulunmuşlardır. Bu sonuçlar grup barındırmanın sütçü ırk buzağuların refahını artırdığına dair tutarlı kanıtlar sağlamaktadır (Donadio vd., 2024).

## 5. Buzağılarda Grup Halinde Yetiştirme Problemleri

### 5.1.Çapraz Emme Davranışı

Çapraz emme, bir buzağının başka bir buzağının vücuduna yönelttiği emme davranışı olarak tanımlanmaktadır (Jensen, 2003). Bu davranış, yönetimsel bir sorun olarak değerlendirilmekte ve meme deformasyonları, mastitis ve süt kaybı ile potansiyel olarak ilişkilendirilmektedir. Grup halinde barındırılan buzağılarda yüksek düzeyde çapraz emme davranışı olabilmektedir (Lidfors & Isberg, 2003), ancak bazı çalışmalarda bu davranışın çok az veya hiç görülmediği de rapor edilmiştir (Chua vd., 2002; Mattiello vd., 2002). Barındırma sisteminin buzağuların davranışları üzerine etkisinin incelendiği iki yıllık bir çalışmada grup halinde barındırılan buzağuların daha fazla çapraz emme davranışı gösterdiği belirlenmiştir (Malá vd., 2023).

Doğal emme davranışı, buzağuların sağlıklı gelişimi için önemlidir. Anneleriyle yetiştirilen buzağılarda çapraz emme nadir görülmektedir (Krohn vd., 1999; Margerison vd., 2003). Sütün emzikle verilmesi ve buzağılara uzun süre süt erişimi sağlanması çapraz emme davranışını azaltabilir (Lidfors & Isberg, 2003; Veissier vd., 2002). Buzağuların emme motivasyonu, süt içme isteğiyle yakından ilişkilidir (De Passillé, 2001). Emzikle besleme ve geliştirilmiş süt programları, doğal davranışların ifade edilmesine imkân tanıyarak çapraz emme sıklığını azaltır (De Passillé vd., 2010). Otomatik besleyicilerle süt verilen buzağılarda süttten kesilme döneminde çapraz emme görülebilir, ancak kademeli süttten kesme bu davranışı azaltır (Nielsen vd., 2008). Katı yeme iyi adapte olan ve kaliteli yeme erişimi olan buzağılar, çapraz emmeye daha az eğilimlidir (Keil & Langhans, 2001). Bireysel barınma çapraz emmeyi önlerken, buzağılar kendini veya çevreyi aşırı yalama gibi anormal davranışlar sergileyebilir (Bokkers & Koene, 2001). Bu davranışlar, yetersiz süt besleme uygulamalarıyla ilişkilidir ve uygun yöntemlerle görülme sıklığı azaltılabilir (Jensen, 2003; Veissier vd., 1997).

### 5.2.Rekabet ve Agresyon

Sosyal izolasyon, özellikle erken dönemde beslenmeyle ilişkili olan rekabet ve agresyonu önler (Costa vd., 2016). Grup halinde yetiştirilen ve tek bir otomatik yemlikten beslenen buzağılarda, agresif olayların %89'u yemlik çevresinde gerçekleşir ve sınırlı süt

miktarı agresyonu yoğunlaştırarak beslenme süresini ve süt alımını azaltır (Von Keyserlingk vd., 2004).

Rekabeti azaltmak için, buzağı başına en az bir meme ucu sağlamak ve meme uçları arasında bariyerler kullanmak gibi yönetim stratejileri etkili olabilmektedir (Jensen, 2004). Baş ve omuzları ayıran uzun bariyerler de rekabeti azaltmıştır (Jensen vd., 2008). Stabil grupların sürdürülmesi, beslenme sırasında agresyonu en aza indirirken, yeniden gruplama ise artırır. Sadece iki stabil grubun karıştırılması, daha az agresif etkileşim ve süttten kesilme sonrası daha fazla pozitif sosyal davranışa yol açar (Færevik vd., 2007). Grupları yaşa göre homojenleştirmek, rekabeti daha da azaltır ve performansı iyileştirebilir (Færevik vd., 2010).

Buzağılarda 2, 4 ve 8 baştan oluşan padoklarda yetiştirmenin oyun ve davranışları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını ortaya koyulmuştur. Ancak, yaklaşık 120 günlük buzağların, dörtlü gruplarda, iki ve sekizli gruplardakilere göre daha fazla oyun oynama eğilimi gösterdiği ifade edilmiştir (Abdelfattah vd., 2013).

## 6. Sonuç

Buzağı barındırma sistemleri, sütçü ırk buzağların büyümesi, davranışı ve refahı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Sosyal barındırma, bireysel sistemlere göre birçok avantaj sunar, bunlar arasında gelişmiş sosyal gelişim, bilişsel performans ve çevresel değişikliklere uyum sağlama bulunur. Grup ortamlarında çapraz emme ve rekabet gibi zorluklar olsa da bunlar uygun yönetim stratejileri, yeterli besleme kaynakları sağlama, kademeli süttten kesme ve stabil grup yapıları ile etkili bir şekilde hafifletilebilir. Çiftli barındırma, sosyal etkileşimin faydalarını sunarken sağlık risklerini ve davranışsal sorunları en aza indirerek pratik bir uzlaşma olarak ortaya çıkar. Sonuç olarak, erken dönem sosyal etkileşimleri teşvik etmek ve çevresel koşulları optimize etmek, sütçü ırk buzağların refahını ve üretkenliğini artırmak için önemlidir ve modern barındırma uygulamalarını doğal davranışsal ihtiyaçlarıyla uyumlu hale getirir.

## 7. Kaynakça

- Abdelfattah, E. M., Schutz, M. M., Lay, D. C., Marchant-Forde, J. N., & Eicher, S. D. (2013). Effect of group size on behavior, health, production, and welfare of veal calves. *Journal of Animal Science*, 91(11), 5455-5465. <https://doi.org/10.2527/JAS.2013-6308>
- Bøe, K. E., & Færevik, G. (2003). Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 80(3), 175-190. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00217-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00217-4)
- Bokkers, E. A. M., & Koene, P. (2001). Activity, oral behaviour and slaughter data as welfare indicators in veal calves: a comparison of three housing systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 75(1), 1-15. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00175-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00175-7)
- Broom, D. M., & Leaver, J. D. (1978). Effects of group-rearing or partial isolation on later social behaviour of calves. *Animal Behaviour*, 26(PART 4), 1255-1263. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(78\)90116-1](https://doi.org/10.1016/0003-3472(78)90116-1)

- Chua, B., Coenen, E., Van Delen, J., & Weary, D. M. (2002). Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 360-364. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(02\)74082-4](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(02)74082-4)
- Costa, J. H. C. (2015). *Food neophobia, feeding and sorting behaviour in dairy calves* [Doctor of Philosophy]. University of British Columbia.
- Costa, J. H. C., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2016). Invited review: Effects of group housing of dairy calves on behavior, cognition, performance, and health. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2453-2467. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10144>
- Çam, M., & İnal, Ş. (2021). Sütçü buzağılarda çift yetiştirme: Sistematiik derleme. *Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(2), 102-108. <https://doi.org/10.5336/vetsci.2020-79027>
- De Passillé, A. M. (2001). Sucking motivation and related problems in calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 72(3), 175-187. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00108-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00108-3)
- De Passillé, A. M., Sweeney, B., & Rushen, J. (2010). Cross-sucking and gradual weaning of dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 124(1-2), 11-15. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2010.01.007>
- De Paula Vieira, A., de Passillé, A. M., & Weary, D. M. (2012). Effects of the early social environment on behavioral responses of dairy calves to novel events. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 5149-5155. <https://doi.org/10.3168/JDS.2011-5073>
- Donadio, J. P., De-Sousa, K. T., Torres, R. de N. S., Alves, T. C., Hötzel, M. J., & Deniz, M. (2024). A meta-analysis approach to evaluate the effects of early group housing on calf performance, health and behavior during the preweaning period. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/JDS.2024-25159>
- Duve, L. R., & Jensen, M. B. (2011). The level of social contact affects social behaviour in pre-weaned dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(1-2), 34-43. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2011.08.014>
- Duve, L. R., & Jensen, M. B. (2012). Social behavior of young dairy calves housed with limited or full social contact with a peer. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 5936-5945. <https://doi.org/10.3168/JDS.2012-5428>
- Færevik, G., Andersen, I. L., Jensen, M. B., & Bøe, K. E. (2007). Increased group size reduces conflicts and strengthens the preference for familiar group mates after regrouping of weaned dairy calves (*Bos taurus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 108(3-4), 215-228. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2007.01.010>
- Færevik, G., Jensen, M. B., & Bøe, K. E. (2010). The effect of group composition and age on social behavior and competition in groups of weaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 4274-4279. <https://doi.org/10.3168/JDS.2010-3147>
- Gaillard, C., Meagher, R. K., Von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2014). Social housing improves dairy calves' performance in two cognitive tests. *PloS ONE*, 9(2), e90205. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0090205>

- Holm, L., Jensen, M. B., & Jeppesen, L. L. (2002). Calves' motivation for access to two different types of social contact measured by operant conditioning. *Applied Animal Behaviour Science*, 79(3), 175-194. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00137-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00137-5)
- Jensen, M. B. (2003). The effects of feeding method, milk allowance and social factors on milk feeding behaviour and cross-sucking in group housed dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 80(3), 191-206. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00216-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00216-2)
- Jensen, M. B. (2004). Computer-controlled milk feeding of dairy calves: The effects of number of calves per feeder and number of milk portions on use of feeder and social behavior. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3428-3438. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(04\)73478-5](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(04)73478-5)
- Jensen, M. B., De Passillé, A. M., Von Keyserlingk, M. A. G., & Rushen, J. (2008). A barrier can reduce competition over teats in pair-housed milk-fed calves. *Journal of Dairy Science*, 91(4), 1607-1613. <https://doi.org/10.3168/JDS.2007-0623>
- Jensen, M. B., & Larsen, L. E. (2014). Effects of level of social contact on dairy calf behavior and health. *Journal of Dairy Science*, 97(8), 5035-5044. <https://doi.org/10.3168/JDS.2013-7311>
- Keil, N. M., & Langhans, W. (2001). The development of intersucking in dairy calves around weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, 72(4), 295-308. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00207-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00207-0)
- Krohn, C. C., Foldager, J., & Mogensen, L. (1999). Long-term effect of colostrum feeding methods on behaviour in female dairy calves. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 49(1), 57-64. <https://doi.org/10.1080/090647099421540>
- Lidfors, L., & Isberg, L. (2003). Intersucking in dairy cattle—review and questionnaire. *Applied Animal Behaviour Science*, 80(3), 207-231. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00215-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00215-0)
- Liu, S., Ma, J., Li, J., Alugongo, G. M., Wu, Z., Wang, Y., Li, S., & Cao, Z. (2019). Effects of pair versus individual housing on performance, health, and behavior of dairy calves. *Animals*, 10(1), 50. <https://doi.org/10.3390/ani10010050>
- Malá, G., Novák, P., Prášek, J., & Zábanský, L. (2023). The effect of group housing on behaviour, growth performance, and health of dairy calves. *Acta Veterinaria Brno*, 92(2), 109-115. <https://doi.org/10.2754/AVB202392020109>
- Margerison, J. K., Preston, T. R., Berry, N., & Phillips, C. J. C. (2003). Cross-sucking and other oral behaviours in calves, and their relation to cow suckling and food provision. *Applied Animal Behaviour Science*, 80(4), 277-286. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00231-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00231-9)
- Mattiello, S., Canali, E., Ferrante, V., Caniatti, M., Gottardo, F., Cozzii, G., Andrighetto, I., & Verga, M. (2002). The provision of solid feeds to veal calves: II. Behavior, physiology, and abomasal damage. *Journal of Animal Science*, 80(2), 367-375. <https://doi.org/10.2527/2002.802367X>
- Mee, J. F. (2007). The role of the veterinarian in bovine fertility management on modern dairy farms. *Theriogenology*, 68(SUPPL. 1), S257-S265. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2007.04.030>



- Nielsen, P. P., Jensen, M. B., & Lidfors, L. (2008). Milk allowance and weaning method affect the use of a computer controlled milk feeder and the development of cross-sucking in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, *109*(2-4), 223-237. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2007.01.015>
- Suchon, M., Ede, T., Vandresen, B., & von Keyserlingk, M. A. G. (2023). Social housing improves dairy calves' performance in a competition test. *JDS Communications*, *4*(6), 479-483. <https://doi.org/10.3168/JDSC.2023-0378>
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R. I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K. M., & de Passillé, A. M. (2010). A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *Journal of Dairy Science*, *93*(3), 1307-1316. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2429>
- Veissier, I., Chazal, P., Pradel, P., & Le Neindre, P. (1997). Providing social contacts and objects for nibbling moderates reactivity and oral behaviors in veal calves. *Journal of Animal Science*, *75*(2), 356-365. <https://doi.org/10.2527/1997.752356X>
- Veissier, I., De Passillé, A. M., Després, G., Rushen, J., Charpentier, I., Ramirez De La Fe, A. R., & Pradel, P. (2002). Does nutritive and non-nutritive sucking reduce other oral behaviors and stimulate rest in calves? *Journal of Animal Science*, *80*(10), 2574-2587. <https://doi.org/10.1093/ANSCI/80.10.2574>
- Veissier, I., Gesmier, V., Le Neindre, P., Gautier, J. Y., & Bertrand, G. (1994). The effects of rearing in individual crates on subsequent social behaviour of veal calves. *Applied Animal Behaviour Science*, *41*(3-4), 199-210. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)90023-X](https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90023-X)
- Von Keyserlingk, M. A. G., Brusius, L., & Weary, D. M. (2004). Competition for teats and feeding behavior by group-housed dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *87*(12), 4190-4194. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(04\)73563-8](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(04)73563-8)
- von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2007). Maternal behavior in cattle. *Hormones and Behavior*, *52*(1), 106-113. <https://doi.org/10.1016/J.YHBEH.2007.03.015>

## TÜRKİYE'DE İNEK SÜTÜ ÜRETİM MİKTARI MODELLEMESİ: YAPAY SİNİR AĞLARI

**Doç. Dr. Şenol ÇELİK<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Biyometri ve Genetik, Bingöl, Türkiye

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5894-8986>

<sup>1</sup>Sorumlu Yazar: [senolcelik@bingol.edu.tr](mailto:senolcelik@bingol.edu.tr)

**Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ÇAKIR<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3789-3039>

<sup>2</sup>[yusufcakir@bingol.edu.tr](mailto:yusufcakir@bingol.edu.tr)

### Özet

Bu çalışmada Türkiye'de inek sütü üretim miktarını modellemek ve öngörü yapacak bir Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli geliştirilmiştir. YSA modelinin geliştirilmesinde girdi parametresi olarak zaman değişkeni olan yıllar, çıktı parametresi olarak ise inek sütü üretim miktarı kullanılmıştır. Araştırma verileri Türkiye'de 2010 Ocak-2024 Ağustos dönemine ait inek sütü üretim miktarı verilerini kapsamaktadır. Hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonu kullanılarak Hata Kareler Ortalaması (HKO) ve Hatanın Mutlak Ortalaması (HMO) istatistikleri ile modelin uygunluğu denetlenmiştir. Uygulamada, 12 girdi, 12 gizli ve 1 çıktı nöronundan oluşan Levenberg-Marquardt geri yayılım algoritması (trainlm) şeklindeki bir ağ modeli kullanılmıştır. Elde edilen model ile öngörü sonucunda inek sütü üretiminin 2024 Eylül-2026 Aralık döneminde 815 508,953-916 915,710 ton arasında olacağı beklenmektedir. 2026 yılı Aralık ayında ise inek sütü üretim miktarının 884 993,356 ton olacağı tahmin edilmiştir. YSA, değişkenlerde meydana gelebilecek herhangi bir değişim karşısında ortaya çıkabilecek sonuçların tespitinin sağlanmasında ve bu yolla süreçlerin iyileştirilmesinde faydalı bir araçtır. YSA modellerinin bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretim modellemesinde uygun sonuçlar verdiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Sinir Ağları, Geri Yayılım, Aktivasyon Fonksiyonu, Üretim, İnek Sütü.

## MODELING OF COW MILK PRODUCTION AMOUNT IN TÜRKİYE: ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

### Abstract

In this study, an Artificial Neural Network (ANN) model has been developed to model and predict the amount of cow milk production in Türkiye. In developing the ANN model, the time variable years were used as input parameters, and the amount of cow milk production was used as the output parameter. The research data covers cow milk production amount data in Türkiye for the period January 2010-August 2024. The suitability of the model was checked with the Mean Square Error (MSE) and Mean Absolute Error (MAE) statistics using the hyperbolic tangent activation function. In the application, a network model in the form of Levenberg-Marquardt backpropagation algorithm (trainlm) consisting of 12 input, 12 hidden and 1 output neuron was used. As a result of the forecast with the obtained model, it is expected that cow milk production will be between 815 508.953-916 915.710 tons in the period of September 2024-December 2026. It is estimated that the amount of cow milk production will be 884 993.356 tons in December 2026. ANN is a useful tool in determining the possible results of any changes in variables and in this way improving the processes. It has been determined that ANN models give appropriate results in the production modeling of plant and animal products.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, Backpropagation, Activation Function, Production, Cow Milk.

## TÜRKİYE'DE İNEK PEYNİRİ ÜRETİM MİKTARI MODELLEMESİ: TREND ANALİZİ

**Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ÇAKIR<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Bingöl, Türkiye

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3789-3039>

<sup>1</sup>yusufcakir@bingol.edu.tr

**Doç. Dr. Şenol ÇELİK<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Biyometri ve Genetik, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5894-8986>

<sup>2</sup>Sorumlu Yazar: senolcelik@bingol.edu.tr

### Özet

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de aylara göre inek peyniri (inek sütünden yapılan peynir) üretim miktarının modelinin kurulması ve öngörü yapılmasında trend analizi kullanılarak üretim planı yapılabileceğini göstermektir. Çalışma, 2010 Ocak-2024 Ağustos dönemine ait verileri kapsamaktadır. Trend analizi geliştirilmesinde girdi parametresi olarak yıllar, çıkış parametresi olarak da inek peyniri üretim miktarı kullanılmıştır. Trend analizinde doğrusal, karesel ve kübik regresyon modeller kullanılmıştır. Geliştirilen analizde modelin etkinliği Hata Kareler Ortalaması (HKO) ve determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) gibi uyum iyiliği istatistikleri kullanılarak belirlenmiştir. Doğrusal, karesel ve kübik regresyon modeller karşılaştırıldığında, en düşük HKO ve en yüksek  $R^2$  değerini veren model tercih edilmiştir. Doğrusal, karesel ve kübik regresyon modellere ait HKO değerleri sırasıyla 15 851 853, 12 851 487 ve 11 611 619;  $R^2$  değerleri ise sırasıyla 0,809, 0,846 ve 0,861 bulunmuştur. En düşük HKO ve en yüksek  $R^2$  değerine sahip olan kübik regresyon modeli en uygun model seçilmiştir. Kübik regresyon modeline göre öngörü yapılmıştır. Öngörü sonucunda inek peyniri üretiminin 2024 Eylül-2025 Aralık döneminde 67006,550-71044,183 ton arasında olacağı beklenmektedir. Öngörü döneminde inek peyniri üretiminde sürekli artış olacağı beklenmektedir. Trend analizi yöntemlerinin üretim modellemesinde iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Trend Analizi, Regresyon, Üretim, İnek Peyniri.

## MODELING OF COW CHEESE PRODUCTION AMOUNT IN TÜRKİYE: TREND ANALYSIS

## Abstract

The aim of this study is to establish a model of cow cheese (cheese made from cow's milk) production amount according to months in Türkiye and to show that a production plan can be made using trend analysis in making foresight. The study covers data for the period January 2010-August 2024. In developing the trend analysis, years were used as input parameters, and cow cheese production amount was used as output parameter. Linear, quadratic, and cubic regression models were used in trend analysis. In the developed analysis, the effectiveness of the model was determined using goodness of fit statistics such as Mean Square Error (MSE) and coefficient of determination ( $R^2$ ). When linear, quadratic, and cubic regression models were compared, the model with the lowest MSE and highest  $R^2$  value was preferred. The MSE values of the linear, quadratic, and cubic regression models were found to be 15 851 853, 12 851 487, and 11 611 619, respectively, and the  $R^2$  values were found to be 0.809, 0.846, and 0.861, respectively. The cubic regression model with the lowest MSE and highest  $R^2$  value was selected as the most appropriate model. The foresight was made according to the cubic regression model. As a result of the foresight, it is expected that cow cheese production will be between 67006.550-71044.183 tons in the period of September 2024-December 2025. It is expected that there will be a continuous increase in the production of cow cheese in the foresight period. Trend analysis methods have been shown to give good results in production modeling.

**Keywords:** Trend Analysis, Regression, Production, Cow Cheese.

## YAĞMUR SUYU HASADI SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİ İÇİN ÇÖZÜMLER

DR, ŞEYHMUS TÜR

Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Stumur@dicle.edu.tr -ORCID ID 0000-0001-7589-8941

### ÖZET

**Yağmur suyu hasadı**, özellikle gelişmekte olan ülkelerde kırsal ve kentsel bölgelerin sosyoekonomik yapısını dönüştüren önemli bir su yönetimi stratejisidir. Bu yöntem, yağış sularının toplanması ve depolanması yoluyla yeni bir su kaynağı oluşturarak, kırsal ve kentsel alanlarda yaşayan toplulukların su güvenliğini artırmayı amaçlar. Yağmur suyu hasadı, su kaynaklarının daha etkin kullanılmasını teşvik eder ve su kirliliğinin önlenmesine katkı sağlar. Bu sayede, ekosistem hizmetlerinin korunması ve çevresel sürdürülebilirlik sağlanır.

Yağmur suyu hasadı, kırsal bölgelerde su güvenliğini artırmak, ekonomik kalkınmayı teşvik etmek ve sosyal refahı yükseltmek için etkili bir araçtır. Bu yöntem, kırsal bölgelerde yaşayan toplulukların sürdürülebilir kalkınmasına önemli katkılar sağlayabilir.

Plansız kentleşme süreçleri, doğal su döngüsünün kesintiye uğramasına yol açan önemli bir çevresel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Artan nüfus ve sanayileşmeyle birlikte giderek yaygınlaşan geçirimsiz yüzeyler (asfalt, beton vb.) ve azalan bitki örtüsü, yağmur sularının toprağa sızmasını engelleyerek yeraltı su kaynaklarının beslenmesini olumsuz etkilemektedir. Bu durum hem su kıtlığına hem de kentsel alanlarda sel ve taşkın gibi afetlerin sıklıkla yaşanmasına neden olmaktadır.

Doğal su döngüsünün bozulması, su varlığını ciddi şekilde tehdit ederken, aynı zamanda ekosistemlerin dengesini de bozmaktadır. Bu nedenle, özellikle son yıllarda sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi, küresel çapta büyük önem kazanmıştır. Sürdürülebilir yağmur suyu sistemleri, yağmur sularının toplanması, depolanması ve etkin bir şekilde kullanılması prensibiyle çalışarak, su kaynaklarının korunmasına ve daha yaşanabilir kentlerin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

Kentsel alanlarda yağmur suyu hasadı sistemlerinin, sürdürülebilirlik ve su yönetimi açısından sunduğu pek çok avantaj bulunmaktadır. Bu sistemler, doğal su döngüsünü taklit ederek su kaynaklarının daha etkin kullanılmasını sağlamakta ve aynı zamanda birçok çevresel sorunun çözümüne katkı sağlamaktadır.

- **Su Kaynaklarının Korunması:** Yağmur sularının toplanması ve depolanması sayesinde yeraltı su kaynaklarının beslenmesi desteklenir ve su kıtlığına karşı daha dirençli sistemler oluşturulur.
- **Sel ve Taşkın Risklerinin Azaltılması:** Yağmur sularının yer yüzeyinde birikmesi engellenerek, kentsel alanlarda meydana gelen sel ve taşkın riskleri önemli ölçüde azaltılır.

- **Su Kalitesinin Korunması:** Yağmur sularının doğrudan sulak alanlara veya yeraltı sularına karışması önlenerek, su kaynaklarının kirlenmesi riski minimize edilir.
- **Enerji Verimliliği:** Yağmur suyu sistemleri, özellikle sulama gibi uygulamalarda şebeke suyunun kullanımını azaltarak enerji tasarrufuna katkıda bulunur.
- **Ekosistem Hizmetlerinin Geliştirilmesi:** Yağmur suyu sistemleri, doğal su döngüsünü taklit ederek ekosistem hizmetlerinin (örneğin, biyoçeşitlilik, suyun temizlenmesi) iyileştirilmesine yardımcı olur.
- **Sürdürülebilir Kentlerin İnşası:** Yağmur suyu yönetimi, iklim değişikliğine uyum sağlama ve daha yeşil kentler oluşturma hedeflerine yönelik önemli bir araçtır.

Plansız kentleşmenin neden olduğu su sorunlarıyla mücadele etmek ve sürdürülebilir bir gelecek için, yağmur suyu sistemlerinin yaygınlaştırılması ve etkin bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu sayede hem su kaynakları korunacak hem de daha yaşanabilir kentler inşa edilecektir. Sonuç olarak, yağmur suyu hasadı projelerinin başarılı olması için yerel koşulların ve toplulukların ihtiyaçlarının dikkate alınması, proje tasarımı ve yönetiminde katılımcı yaklaşımların benimsenmesi önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Yağmur suyu, Sürdürülebilirlik, Su Yönetimi

## RAINFATER HARVESTİNG: SOLUTİONS FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT

### ABRASCT

**Rainwater harvesting** represents a pivotal water management strategy capable of inducing profound socio-economic transformations in both rural and urban contexts, especially within developing nations. Through the systematic collection and storage of precipitation, this practice generates a supplementary water supply, thereby bolstering water security for communities. Furthermore, rainwater harvesting fosters more efficient utilization of water resources and mitigates water pollution, culminating in the preservation of ecosystem services and the advancement of environmental sustainability.

**Rainwater harvesting** represents a potent strategy for augmenting water security, fostering economic growth, and elevating social well-being within rural communities. By harnessing precipitation, this method can make substantial contributions towards the sustainable development of rural populations.

**Haphazard urbanization** constitutes a substantial environmental threat, disrupting the natural hydrologic cycle. The proliferation of impervious surfaces, a hallmark of urban expansion, coupled with the decline in vegetation cover, impedes the infiltration of rainwater into the soil, thereby compromising groundwater recharge. Consequently, such processes exacerbate water scarcity and heighten the vulnerability of urban areas to flooding and inundation events.

The disruption of the natural hydrological cycle poses a substantial threat to water resources and compromises ecosystem integrity. In response to this challenge, sustainable rainwater management has emerged as a global priority. By implementing systems designed to capture, store, and effectively utilize rainwater, communities can contribute to water conservation and foster the development of more sustainable urban environments.

**Urban rainwater harvesting systems** provide a multitude of benefits for sustainable water management. By emulating the natural hydrological cycle, these systems enhance water resource utilization and contribute to addressing a wide range of environmental challenges.

**Conservation of Water Resources:** The collection and storage of rainwater contribute to the replenishment of groundwater reserves, thereby enhancing the resilience of water systems and mitigating the impacts of water scarcity.

**Mitigation of Flood and Inundation Risks:** The prevention of surface water accumulation effectively mitigates the risks associated with urban flooding and inundation events.

**Preservation of Water Quality:** The direct discharge of rainwater into wetlands or groundwater is prevented to minimize the risk of water contamination.

**Enhancement of Energy Efficiency:** Rainwater systems promote energy efficiency by decreasing reliance on municipal water supplies, especially for water-intensive applications like irrigation.

**Promotion of Ecosystem Services:** Rainwater systems foster the enhancement of ecosystem services by emulating natural hydrological processes, thereby contributing to improved biodiversity and water quality.

**Construction of Sustainable Urban Environments:** Rainwater management plays a pivotal role in facilitating climate change adaptation and promoting the development of more sustainable urban environments.

The proliferation and efficient use of rainwater harvesting systems are imperative in addressing water scarcity challenges induced by unplanned urban expansion. Such systems not only safeguard water resources but also contribute to the development of more sustainable urban environments. To ensure the success of rainwater harvesting initiatives, it is essential to tailor project design and management to local contexts and community requirements, emphasizing participatory approaches.

**Keywords:** Rainwater, Sustainability, Water management



## THE USE OF OTOLITH MEASUREMENTS AND WEIGHT IN DETERMINATION OF TOTAL LENGTH OF TWO *SPICARA* SPECIES

**Undergraduate Student Dijle AKMERMER**

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science, Department of Biology, Samsun, Türkiye  
21020480@stu.omu.edu.tr - ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-8051-6692>

**Assistant Professor Semra SAYGIN**

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science, Department of Biology, Samsun, Türkiye  
semra.saygin@omu.edu.tr - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3249-5074>

### ABSTRACT

This study aimed to reveal the relationships between otolith measurements, otolith weight, and fish length of *Spicara flexuosum* and *Spicara maena* species obtained from the Mediterranean Sea. Samples of fish were collected from commercial fishermen in the Mediterranean region during the 2023 fishing season. In total, sagittal otolith pairs of 78 (39 females, 39 males) *Spicara flexuosum* and 60 (30 females, 30 males) *Spicara maena* individuals were evaluated. Total lengths of fish ( $\pm 0.1$  cm) were measured; right and left otoliths were imaged with Leica S8APO binocular microscope. Otolith length, otolith height, otolith perimeter, otolith area were measured with ImageJ program and otolith weight was weighed with precision scales. Since there was no statistically significant difference ( $P > 0.05$ ) between right and left otoliths in terms of otolith measurements, left otoliths were used in the explanation of the relationship equations. Additionally, there were no significant differences between otolith measurements of female and male individuals ( $P > 0.05$ ). The exponential formula  $y = ax^b$  was used for determining relationships between otolith measurements and fish length. Total lengths of *Spicara flexuosum* ranged between 11.3-18.9 cm, while total lengths of *Spicara maena* samples ranged between 10.0-17.6 cm. In *S. flexuosum* species, otolith length showed the highest correlation coefficient between otolith measurements and fish length ( $r^2 = 0.89$ ,  $P < 0.001$ ). There was no statistically significant relationship between otolith weight and fish length ( $P = 0.20$ ). In *S. maena* species, the most reliable otolith measurement with the highest correlation coefficient in estimating fish length was otolith length ( $r^2 = 0.62$ ,  $P < 0.001$ ). It was determined that otolith perimeter ( $P = 0.09$ ) and otolith weight ( $P = 0.46$ ) were not significantly related to fish length.

**Key Words:** *Spicara*, otolith dimensions, sagitta, otolith, Mediterranean Sea.

<sup>1</sup> Acknowledgements: This study was supported by the TUBITAK-2209A with project number 1919B012302691.

## ÖZET

Bu çalışmada Akdeniz'den elde edilen *Spicara flexuosum* ve *Spicara maena* türlerinin otolit ölçümleri, otolit ağırlığı ve balık boyu arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Balık örnekleri Akdeniz bölgesindeki ticari avcılık yapan balıkçılardan 2023 yılında balıkçılık sezonunda elde edilmiştir. Toplamda 78 (39 dişi, 39 erkek) *Spicara flexuosum* ve 60 (30 dişi, 30 erkek) *Spicara maena* bireyinin sagittal otolit çiftleri değerlendirilmiştir. Balıkların total boyları ( $\pm 0,1$  cm) ölçülmüş, sağ ve sol otolitleri Leica S8APO marka binoküler mikroskopla görüntülenmiştir. ImageJ programı ile otolit boyu, yüksekliği, çevresi, alanı ölçülmüş ve hassas terazi ile ağırlıkları tartılmıştır. Sağ ve sol otolitler arasında otolit ölçümleri bakımından istatistiki açıdan önemli farklılık olmaması nedeniyle ( $P > 0,05$ ) ilişki denklemlerinin açıklanmasında sol otolitler kullanılmıştır. Ayrıca, dişi ve erkek bireylerin otolit ölçümleri arasında da önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir ( $P > 0,05$ ). Otolit ölçümleri ile balık boyu arasındaki ilişkiyi belirlemek için  $y = ax^b$  üstel formülü kullanılmıştır *Spicara flexuosum* örneklerinin ( $N=78$ , 39 dişi, 39 erkek birey) total boyları 11,3-18,9 cm, *Spicara maena* örneklerinin ise total boyları 10,0-17,6 cm arasında değişmiştir. *S. flexuosum* türünde otolit ölçümleri ile balık boyu arasında en yüksek korelasyon katsayısını gösteren otolit boyudur ( $r^2=0,89$ ,  $P < 0,001$ ). Otolit ağırlığı ile balık boyu arasında istatistiki anlamda önemli bir ilişki yoktur ( $P=0,20$ ). *S. maena* türünde ise balık boyunun tahmininde en yüksek korelasyon katsayısı ile en güvenilir otolit ölçümü ise otolit boyudur ( $r^2=0,62$ ,  $P < 0,001$ ). Otolit çevresi ( $P=0,09$ ) ve otolit ağırlığının ( $P=0,46$ ) balık boyu ile ilişkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Spicara*, otolit boyutları, sagitta, otolit, Akdeniz

## 1. INTRODUCTION

*Spicara maena* and *Spicara flexuosum* are distributed in the eastern Atlantic, Mediterranean and Black Sea (Tortonese, 1986; Golani et al., 2006; Froese and Pauly, 2023). *Spicara maena* is a commercial species that lives in the Mediterranean, Black Sea and the European and African coasts of the Atlantic, from Morocco to Portugal and the Canary Islands (Hureau, 1996). Previously known as *Spicara flexuosa* in the literature, Şalcıoğlu et al. (2021) described it by genetic study, and FishBase changed its name to *Spicara flexuosum* (Froese and Pauly, 2023).

In the otic sacs of fishes, there are otoliths called sagitta, lapillus, and asteriscus (Wright et al., 2002). Otoliths continue to grow throughout the lives of fish and do not resorb in stress conditions (Yaremko, 1996; Rodríguez Mendoza, 2006). The otolith growth rate (increment width) is influenced by environmental factors that are presented through fish physiology; nevertheless, only under severe physiological stress situations can increment periodicity be affected (Morales-Nin, 2000). Because they have these features, they are used as one of the most reliable tools in explaining the growth characteristics and age structures of fish populations and in determining fishing methods (Paladin et al., 2023; Pratt et al., 2024). Otoliths are also widely used in defining fish stocks, explaining the ecological characteristics of fish and

revealing their migration characteristics (Campana and Thorrold, 2001; Rodríguez Mendoza, 2006; McFarlane et al. 2010; Hançer et al., 2022; Saygın et al., 2022; Bostanci et al., 2024).

In this research, it was aimed to reveal the relationships between otolith measurements and fish length of two *Spicara* species sampled from the Turkish Mediterranean coast, which have economic importance for Turkey.

## 2. MATERIAL AND METHODS

In the 2023 fishing season, 78 *Spicara flexuosum* and 60 *Spicara maena* individuals were selected randomly from commercial fishermen on the Mediterranean coast of Türkiye. Fish samples were transferred to Ondokuz Mayıs University Ichthyology Research Laboratory. Firstly, total length (TL) of fish ( $\pm 0.1$  cm) was measured, and then sex determination was done by macroscopic examination of the gonads. Sagittal otolith pairs were removed, cleaned and dried by separating right and left. Otoliths were weighed using a digital balance ( $\pm 0.00001$  g). The weighed otoliths were imaged with a digital camera connected to binocular microscope. Using the ImageJ program, pixel-millimeter conversions were made to measure otolith length (OL,  $\pm 0.00001$  mm), otolith height (OH,  $\pm 0.00001$  mm), otolith perimeter (OP,  $\pm 0.00001$  mm), and otolith area (OA,  $\pm 0.00001$  mm<sup>2</sup>). Whether there was a statistically significant difference between the right and left otoliths in terms of otolith measurements was tested with a paired t test (Zar, 1999). Comparing the otoliths on the right and left, if the data did not distribute normally, the nonparametric Wilcoxon test was applied (Zar, 1999). Descriptive statistics of the otolith measurements were calculated separately for female, male individuals, right and left direction (minimum, maximum, mean, standard deviation). The independent t-test (if the data had a normal distribution) and the Mann-Whitney U test (if the data did not) were used to compare the otolith measurements of male and female individuals. Relationships between otolith measurements and total fish length were determined using the exponential formula  $y=ax^b$  (Leonart et al., 2000).

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

Total lengths of *Spicara flexuosum* specimens (N=78, 39 female, 39 male individuals) ranged between 11.3-18.9 cm (mean $\pm$ sd; 15.7 $\pm$ 1.42), and total lengths of *Spicara maena* specimens ranged between 10.0-17.6 cm (mean $\pm$ sd; 14.72 $\pm$ 2.11). Otolith length, height, perimeter, area and weight of both species were determined separately for right-left otoliths and female-male individuals. Descriptive statistics of otolith measurements were calculated (Table 1).

**Table 1. Descriptive statistics of right and left otolith measurements of *S. flexuosum* and *S. maena* species sampled from the Mediterranean Sea**

Species	Parameter	N	Minimum	Maximum	Mean( $\pm$ sd)
	TL	78	11.3	18.9	15.7 ( $\pm$ 1.42)
<i>Spicara flexuosum</i>	R-OL	78	4.3630	6.4610	5.5098( $\pm$ 0.41)
	R-OH	78	2.7630	3.8030	3.2661( $\pm$ 0.22)
	R-OP	78	20.5910	41.4040	29.5695( $\pm$ 6.21)

	R-OA	78	8.0530	15.7190	12.0266(±1.64)
	R-OW	78	0.0115	0.0268	0.0174(±0.01)
	L-OL	78	4.4510	6.3250	5.4245(±0.38)
	L-OH	78	2.8190	3.8510	3.2558(±0.23)
	L-OP	78	19.3120	38.6700	28.9901(±6.12)
	L-OA	78	8.3360	15.5160	11.9138(±1.58)
	L-OW	78	0.0114	0.0272	0.0176(±0.01)
<i>Spicara maena</i>	TL	60	10.0	17.6	14.720 (±2.11)
	R-OL	60	5.1680	6.6130	5.9194(±0.30)
	R-OH	60	3.4350	4.3200	3.8742(±0.19)
	R-OP	60	22.3860	42.4270	31.9301(±6.95)
	R-OA	60	12.5670	19.9750	15.6414(±1.38)
	R-OW	60	0.0189	0.0398	0.0247(±0.01)
	L-OL	60	4.8830	6.5840	5.8981(±0.31)
	L-OH	60	3.4000	4.4030	3.8997(±0.21)
	L-OP	60	21.4740	42.2390	31.4521(±6.92)
	L-OA	60	11.8400	20.2370	15.6931(±1.50)
	L-OW	60	0.0196	0.0402	0.0249(±0.01)

N: Number of individual, R: Right, L: Left

Otolith measurements of *S. flexuosum* and *S. maena* species were compared between right-left and female-male individuals. There was no statistically significant difference between right and left otolith measurements in both species ( $P>0.05$ ). In addition, otolith measurements of female and male individuals were similar to each other ( $P>0.05$ ).

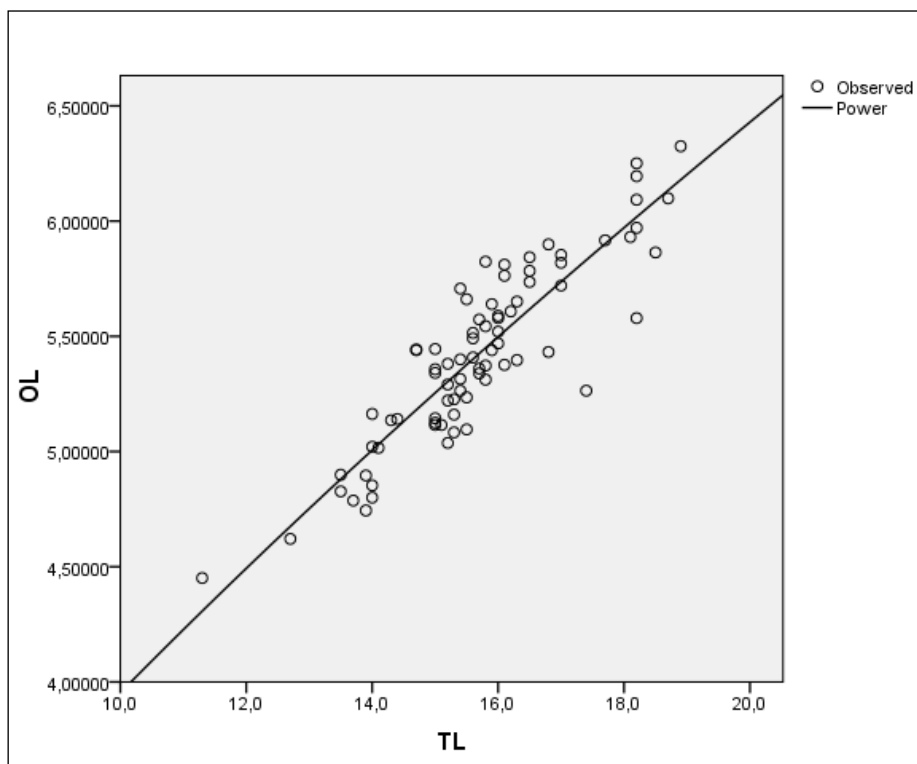
**Table 2: Comparison of right-left and female-male otolith measurements of *S. flexuosum* and *S. maena* species sampled from the Mediterranean Sea**

Species	Parameter	Test	P value	
<i>S. flexuosum</i>	Right-left	OL	Paired t test	P=0.050
		OH	Paired t test	P=0.271
		OP	Wilcoxon test	P=0.101
		OA	Paired t test	P=0.052
		OW	Paired t test	P=0.057
	Female-male	OL	Independent t test	P=0.941
		OH	Independent t test	P=0.780
		OP	Mann-Whitney U test	P=0.972
		OA	Independent t test	P=0.809
		OW	Mann-Whitney U test	P=0.500
<i>S. maena</i>	Right-left	OL	Wilcoxon test	P=0.061
		OH	Paired t test	P=0.051
		OP	Wilcoxon test	P=0.503
	Female-male	OA	Wilcoxon test	P=0.224
		OW	Wilcoxon test	P=0.210
		OL	Mann-Whitney U test	P=0.255
		OH	Mann-Whitney U test	P=0.492
		OP	Mann-Whitney U test	P=0.300

OA	Mann-Whitney U test	P=0.084
OW	Mann-Whitney U test	P=0.429

Since no statistical differences were determined between right-left and female-male otolith measurements of *S. flexuosum* and *S. maena* species, left otoliths were used to explain the relationships between otolith measurements and total length of fish. In addition, since there was no sexual difference, all individuals were evaluated together in the comparisons.

The relationships between otolith measurements and fish length were determined with the exponential model (Table 3). In *S. flexuosum* species, otolith length showed the highest correlation coefficient between otolith measurements and fish length ( $r^2=0.89$ ,  $P<0.001$ ) (Figure 1). It was determined that there was no statistically significant relationship between otolith weight and fish length ( $P=0.20$ ).



**Figure 1. Relationship between fish length and otolith length for *Spicara flexuosum***

In *S. maena* species, the most reliable otolith measurement with the highest correlation coefficient in estimating fish length was otolith length ( $r^2=0.62$ ,  $P<0.001$ ) (Figure 2). It was determined that otolith perimeter ( $P=0.09$ ) and otolith weight ( $P=0.46$ ) were not significantly related to fish length.

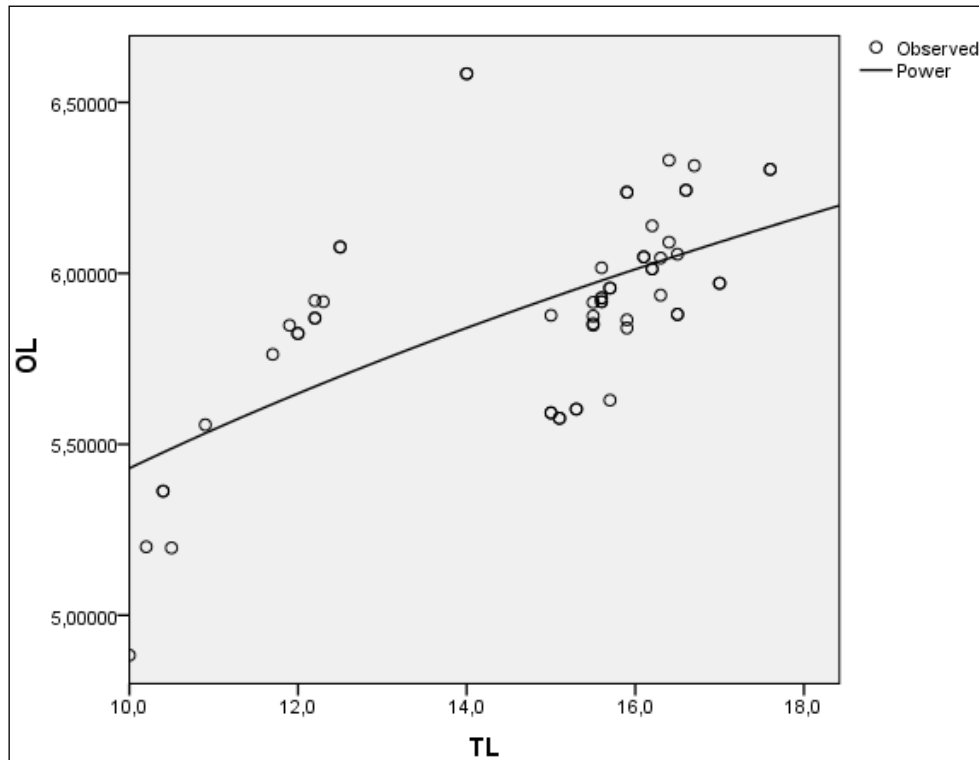


Figure 2. Relationship between fish length and otolith length for *Spicara maena*

Table 3. Correlation coefficients and P values between otolith measurements and fish length of *S. flexuosum* and *S. maena* species

Species	Parameter	$r^2$	a	b	P value
<i>S. flexuosum</i>	OL-TL	0,89	0,786	0,702	0,001
	OH-TL	0,75	0,651	0,584	0,001
	OP-TL	0,39	2,12	0,942	0,001
	OA-TL	0,88	0,341	1,289	0,001
	OW-TL	0,15	0,007	0,311	0,200
<i>S. maena</i>	OL-TL	0,62	3,29	0,217	0,001
	OH-TL	0,59	2,21	0,211	0,001
	OP-TL	0,21	13,60	0,304	0,093
	OA-TL	0,45	7,49	0,274	0,001
	OW-TL	0,10	0,031	-0,081	0,461

Otolith length, otolith width and otolith area can be used reliably in estimating fish length of *S. flexuosum* and *S. maena* species. There are many studies examining the relationship between fish length and otolith dimensions (Battaglia et al., 2015; Baştusta et al., 2020; Chanthran et al., 2021; Shariati et al., 2024; Şen and Daban, 2024). In this study, it was determined that otolith length is the best indicator of fish length with highest regression coefficient for *Spicara flexuosum* and *Spicara maena*. Similar results were also found in studies conducted on this subject with different species (Dehghani et al., 2016; Saygın et al., 2020; Yedier, 2021; Saygın et al., 2024).

#### 4. CONCLUSION

Studies on otolith of *S. flexuosum* and *S. maena* species are limited (Saygılı et al., 2016). No study has been found examining the relationships between otolith measurements and fish length of *Spicara* species distributed on the Turkish coasts of the Mediterranean. This study represents the first reference on the relationship between otolith measurements and fish length for *S. flexuosum* and *S. maena* in the Mediterranean Sea in Türkiye. It is thought that the obtained results will provide data for studies to be conducted on these species.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by the TUBITAK-2209A with project number 1919B012302691. The authors thank to TUBITAK and all local fishermen who carried out the samples.

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

#### REFERENCES

- [1] Başusta, A., Çetinkaya, B., Başusta, N. The relationships between fish size and otolith dimensions in the common sole (*Solea solea* (Linnaeus, 1758)) captured in the Northeastern Mediterranean, *Journal of Applied Ichthyology*, 36, 6, 92, 2020.
- [2] Battaglia, P., Malara, D., Ammendolia, G., Romeo, T., Andaloro, F. Relationships between otolith size and fish length in some mesopelagic teleosts (Myctophidae, Paralepididae, Phosichthyidae and Stomiidae), *Journal of Fish Biology*, 87, 3, 2015.
- [3] Bostanci, D., Yedier, S., Türker, D., İşmen, A. Morphological variability of otolith organs in three congeneric species. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 53, 1, 2024.
- [4] Campana, S. E., Thorrold, S. R. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations?, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 1, 2001.
- [5] Chanthran, S. S. D., Lim, P. E., Poong, S. W., Du, J., Loh, K. H. Relationships between sagittal otolith size and body size of *Terapon jarbua* (Teleostei, Terapontidae) in Malaysian waters, *Journal of Oceanology and Limnology*, 39, 2021.
- [6] Dehghani, M., Kamrani, E., Salarpouri, A., Sharifian, S. Otolith dimensions (length, width), otolith weight and fish length of *Sardinella sindensis* (Day, 1878), as index for environmental studies, *Persian Gulf, Iran, Marine Biodiversity Records*, 9, 2016.
- [7] Froese, R., Pauly, D. (Eds.). FishBase. World Wide Web electronic publication. Erişim tarihi, 10 Mayıs, 2023, erişim adresi: <https://www.fishbase.se/summary/Spicara-flexuosum.html>, 2023.
- [8] Golani, D., Öztürk, B., Başusta, N., *Fishes of the eastern Mediterranean*. Turkish Marine Research Foundation, 2006.
- [9] Hançer, E., Özpiçak, M., Saygın, S., Aydın, A., Yılmaz, S., & Polat, N. Stock Discrimination of Northern Pike *Esox lucius* L., 1758 Inhabiting Lakes Simenlik and

- Ladik (Samsun-Turkey) Using Otolith Biometry and Shape Analysis, *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 8, 2, 2022.
- [10] Hureau, J.C., (Ed.) *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*, World Biodiversity Database CD-ROM Series, Version 1.0, UNESCO, 1996.
- [11] Leonart, J., Salat, J., Torres, G. J. Removing allometric effects of body size in morphological analysis, *Journal of Theoretical Biology*, 205, 2000.
- [12] McFarlane, G., Schweigert, J., Hodes, V., Detering, J. Preliminary study on the use of polished otoliths in the age determination of Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in British Columbia waters, *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*, 51, 2010.
- [13] Morales-Nin, B. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fisheries Research*, 46, (1-3), 2000.
- [14] Paladin, A., Ugrin, N., Matić-Skoko, S., Dragičević, B., Dulčić, J. Age, Growth, and Validation of Otolith Morphometrics as Predictors of Age in the Blackspot Seabream, *Pagellus bogaraveo*, (Brunnich, 1768) from the Eastern Adriatic Sea, *Fishes*, 8, 6, 2023.
- [15] Pratt, O. P., Beesley, L. S., Pusey, B. J., Gwinn, D. C., Keogh, C. S., Setterfield, S. A., Douglas, M. M., The utility of otolith weight in growth studies of young-of-year bony bream (*Nematalosa erebi*), Australia's most widespread freshwater fish, *Marine and Freshwater Research*, 75, 3, 2024.
- [16] Rodríguez Mendoza, R. P., Otoliths and their applications in fishery science, *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, 64, 3, 2006.
- [17] Saygılı, B., İşmen, A., İhsanoğlu, M. A. Differences in the otolith shape between the Marmara and Northern Aegean Sea Stocks of Blotched Picarel (*Spicara maena* Linnaeus, 1758), *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 22, 2, 2016.
- [18] Saygın, S., Özpiçak, M., Yılmaz, S., Polat, N. Otolith shape analysis and the relationships between otolith dimensions–total length of European Bitterling, *Rhodeus amarus* (Cyprinidae) sampled from Samsun Province, Turkey, *Journal of Ichthyology*, 60, 4, 2020.
- [19] Saygın, S., Polat, N., Willmes, M., Lewis, L. S., Hobbs, J. A., Atıcı, A. A., Elp, M., Strontium isotopes in otoliths reveal a diversity of natal origins for Tarek (*Alburnus tarichi*) in Lake Van, Turkey, *Fisheries Research*, 255, 106441, 2022.
- [20] Shariati, M. R., Alavi-Yeganeh, M. S., & Ghanbarifardi, M., Relationships between body length, body mass and otolith dimensions in three Sprat species (Teleostei: Ehiravidae) from the Caspian Sea, *Animal Taxonomy and Ecology*, 70, 3, 2024.
- [21] Şalcioğlu, A., Gubili, C., Krey, G., Sakinan, S., Bilgin, R., Molecular characterization and phylogeography of Mediterranean picarels (*Spicara flexuosa*, *S. maena* and *S. smaris*) along the coasts of Turkey and the Eastern Mediterranean, *Regional Studies in Marine Science*, 45, 101836, 2021.
- [22] Şen, Y., Daban, İ. B., Relationships between otolith dimensions and total length of some small-sized fish species from the Marmara Sea, *Türkiye. Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research*, 7, 1, 2024.
- [23] Tortonese, E., *Centracanthidae*. In: Whitehead P. J. P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielsen J. Tortonese E. (Eds.), *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean* Paris:UNESCO. II, 1986.
- [24] Wright, P. J., Panfili, J., Morales-Nin, B., Geffen, A. J., *Types of calcified structures. A. Otoliths*, Brest, France, 2002.
- [25] Yaremko M. L. *Age determination in Pacific sardine, Sardinops sagax*. NOAA Tech Memo NMFS, California, 1996.
- [26] Yedier, S., Otolith shape analysis and relationships between total length and otolith dimensions of European barracuda, *Sphyræna sphyraena* in the Mediterranean Sea, *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 20, 4, 2021.



- [27] Zar, J. H., *Biostatistical Analysis*, Prentice-Hall, 663, New Jersey, 1999.

## ***Ramalina polymorpha* EKSTRATLARININ *Allium cepa* L. KÖK UCU MERİSTEM HÜCRELERİNDE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> TOKSİSİTESİNE KARŞI KORUYUCU ETKİLERİNİN KOMET YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

**Yüksek Lisans Öğrencisi, İSMAİL DENİZ**

Yozgat Bozok Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, i.deniz40@hotmail.com.tr - 0009-0001-9176-2822

**Doç. Dr., MUSTAFA KOCAKAYA**

Boğazlayan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim, Organik Tarım Pr., mustafa.kocakaya@bozok.edu.tr - 0000-0003-2306-8094

**Öğr. Gör. Dr., MEHMET ÜNSAL BARAK**

Yozgat Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel Ve Hayvansal Üretim, Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Pr., mehmetu.barak@bozok.edu.tr - 0000-0002-2050-149X

**Prof. Dr., DİLEK PANDIR**

Yozgat Bozok Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı, dilek.pandir@bozok.edu.tr - 0000-0001-5954-0632

**Yüksek Lisans Öğrencisi, İLAYDA ÜNAL**

Yozgat Bozok Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, unal.ilayda@gmail.com - 0009-0002-1805-312

### **ÖZET**

*Ramalina polymorpha*, likeni zengin biyokimyasal içeriği sayesinde çevresel stres faktörlerine karşı koruma potansiyeline sahiptir. Likenler, özellikle antioksidan ve antimikrobiyal özellikleriyle bilinen fenolik bileşikler ve flavonoidler gibi biyolojik olarak aktif bileşenler içerir. *R. polymorpha*'nın bu özellikleri, oksidatif stres koşulları altında DNA hasarını azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Komet testi, hücresel düzeyde DNA hasarını değerlendirmek için kullanılan hassas bir yöntemdir. Bu test, hücre çekirdeğindeki DNA'nın parçalanma seviyelerini görselleştirerek genotoksisite değerlendirmelerinde kritik bir araç sunar. *R. polymorpha*'nın biyokimyasal özellikleriyle komet testi verileri birleştirilerek, bu likenin DNA koruma mekanizmaları üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak incelenebilir. Çalışmalar, bu türün çevresel toksinler veya oksidatif stres faktörleri karşısında DNA stabilitesini nasıl koruyabildiğini anlamada önemli bulgular sağlamaktadır.

Bu bağlamda, *R. polymorpha*'nın doğal antioksidan kapasitesi ile komet testinin sağladığı hassas DNA hasar analizlerinin bir arada kullanılması, çevresel stres faktörlerine karşı biyolojik sistemlerin direnç mekanizmalarını anlamak için değerli bir platform sunar. Özellikle çevre toksikolojisi ve bitki bilimleri alanındaki araştırmalarda, bu türden elde edilen bulgular hem ekosistem sağlığı hem de sürdürülebilir tarım için uygulama potansiyeline sahiptir.

**Anahtar Kelimeler :** *Ramalina polymorpha*, *Allium cepa*, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Komet testi, Genotoksisite

## 1. GİRİŞ

Likenlerin biyolojik özellikleri, buldukları çevre koşullarına uyum sağlama kapasiteleri ile doğrudan ilişkilidir. *Ramalina polymorpha* (Lilj.) Ach. fotosentetik alglerle simbiyotik bir ilişki içinde yaşamını sürdürerek kendi besinini üretebilir (Görsel 1). Bu özelliği, çevresel stres faktörlerine karşı metabolik süreçlerini düzenlemesine olanak tanır (Ahmadjian, 1993). Ayrıca likenler, ekosistem sağlığı için kritik öneme sahip biyoindikatörler olarak kabul edilir.

*R. polymorpha*, ağır metal kirliliğine ve endüstriyel atıklara maruz kalan alanlarda da hayatta kalabilmesiyle öne çıkar. Bu, onun sadece biyolojik bir adaptasyon yeteneği değil, aynı zamanda çevresel genotoksisiteyi değerlendirmek için kullanılacak bir araç olduğunu da gösterir (Başaran vd., 2021). Ağır metaller, canlı organizmalarda oksidatif stres ve genetik hasar oluşturabilen toksik maddelerdir. Ancak *R. polymorpha*'nın biyoaktif bileşenleri, bu tür toksik etkileri minimize ederek DNA'nın korunmasına yardımcı olur. (Garty, 2001).



**Görsel 1.** *Ramalina polymorpha*

*R. polymorpha*, çevresel stres faktörlerine karşı adaptasyon yeteneği ile dikkat çeken bir liken türüdür. Likenler, çevresel kirliliğe ve zorlu ekolojik koşullara karşı dayanıklılık gösteren simbiyotik organizmalardır. Bu organizmalar, alg veya siyanobakterilerle ortak yaşam sürerek hem kendi metabolik ihtiyaçlarını karşılar hem de buldukları ekosisteme fayda sağlarlar (Ahmadjian, 1993; Garty, 2001). *R. polymorpha*, özellikle endüstriyel bölgelerde ve kentsel

alanlarda yüksek düzeyde hava kirliliğine maruz kalan ortamlarda hayatta kalabilen bir türdür. Bu özellik, onu çevresel genotoksisite çalışmaları için ideal bir model haline getirir (Søchting & Seaward, 2012). *R. polymorpha*, içeriğinde barındırdığı zengin fenolik bileşikler ve flavonoidlerle oksidatif strese karşı etkili bir koruma sağlar. Fenolik bileşikler, serbest radikalleri nötralize ederek hücre hasarının önlenmesine katkıda bulunur (Apel & Hirt, 2004). Bu kimyasal bileşenler, hücre düzeyinde DNA, protein ve lipitlerin oksidatif hasarını azaltarak genetik materyalin korunmasını destekler (Gill & Tuteja, 2010).

*Allium cepa* çevresel kirlenmeler veya kimyasalların in vitro yapılan çalışmalarda mitotik indeks, kök büyümesi ve hücre yaşam döngüsünde oluşturabileceği toksik etkilerin çalışılmasında sık kullanılan materyaldir. *A. cepa* ile 1985 tarihinden itibaren çok sayıda çalışma yapılmıştır ve halen test materyali olarak kullanılmaktadır (Gadano vd., 2002).

Allium testi, çeşitli maddelerin sitotoksik ve genotoksik etkilerini belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır ve çevresel toksisite ile kirlilik seviyelerinin hızlı bir şekilde tespit edilmesi için standart bir prosedür olarak kabul edilir. Bu test, çevredeki belirli sitotoksik, genotoksik veya mutajenik maddelerin varlığını gösterebilir ve tüm canlılar için doğrudan veya dolaylı riskleri temsil edebilir. Yüksek bitkiler, çevresel mutajenik maddelerin izlenmesi ve bilinen konsantrasyonlarda belirli mutajenlerin zararlı etkilerinin araştırılması için oldukça uygun test sistemleridir. Kromozom boyutları nedeniyle yüksek bitkiler, sitolojik analizler için elverişlidir ve diğer biyo-test sistemleri ile iyi bir korelasyon gösterirler. Toksik etkiler, kök büyümesinin azalması gibi makroskopik parametreler ve kromozom aberasyonlarının türleri, sıklıkları ve bozulmuş hücre bölünmeleri gibi sitolojik parametrelerin analizi ile değerlendirilebilir (Grant, 1982; Fiskesjö, 1985; Ruiz, 1992).

“Comet Assay” aynı zamanda “Microgel Electrophoretic Technique” olarak da adlandırılmaktadır (Fairban vd., 1995). Kullanılan daha güçlü lizis koşulları proteinlerin % 95 'inden fazlasını yok edebilmektedir. Elektrik yük kazanmış olan DNA, gevşemiş ve kırılmış DNA fragmanlarının olduğu bölgeden çıkar ve çekirdekten anota doğru göç ederek kuyruklu yıldız görünümünü alır. Bu görünüme sahip olan hücrelerin hasarlı olduğu anlaşılır ve komet olarak adlandırılır (Ertürk, 2001). Komet testi, bireysel hücrelerdeki DNA hasarını ölçmek için kullanılan etkili bir yöntemdir. Bu test, genetik materyalin bütünlüğünü belirlemek amacıyla, hasar görmüş DNA'nın elektroforetik jel üzerinde hareketini inceler (Collins, 2004). DNA, elektroforez sırasında kırık bölgelerinden dolayı kuyruk şeklinde bir iz bırakarak hasarın boyutunu ortaya koyar. Bu yöntem, özellikle oksidatif stres kaynaklı DNA hasarını tespit etmek için oldukça hassas bir tekniktir (Tice vd., 2000).

Hidrojen peroksit, oksitleyici bir maddedir ve genel amaçlı dezenfektanlarda, kozmetik ürünlerde, ağartma sınıflarında, diş macunlarında, kumaş leke çıkarıcılarda, saç boyalarında ve deterjanlarda sıklıkla kullanılır. Hidrojen peroksit ayrıca aşındırıcı özellikler gösterir ve oksijen gazının oluşumuna neden olarak lipid peroksidasyonuna yol açar. Bu nedenle hidrojen peroksit etkileri üzerine yapılan araştırmalar son derece önemlidir. Hidrojen peroksit, insan vücudu da dahil olmak üzere biyolojik sistemlerde bulunur. Hidrojen peroksit kullanan veya ayrıştıran enzimler peroksidazlar olarak sınıflandırılır. Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) gibi reaktif oksijen türleri, hücre düzeyinde DNA kırıklarına yol açarak genotoksik etki gösterir. Ancak, *R. polymorpha*'nın fenolik ve flavonoid bileşenleri, bu zararlı etkileri nötralize ederek DNA'yı

koruma potansiyeli gösterir. Komet testi sonuçları, bu türün genotoksik etkilere karşı etkili bir koruma sağladığını doğrulamaktadır (Başaran vd., 2021).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Deneysel Çalışmalar

*Ramalina polymorpha* liken örneği 30.07.2023 tarihinde Yozgat Çamlık Milli Parkı'ndan toplanmıştır. Örnekler Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Liken Herbariumunda muhafaza edilmektedir. İncelenen likenlerin tespiti standart yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### Likenin Ekstrakte Edilmesi

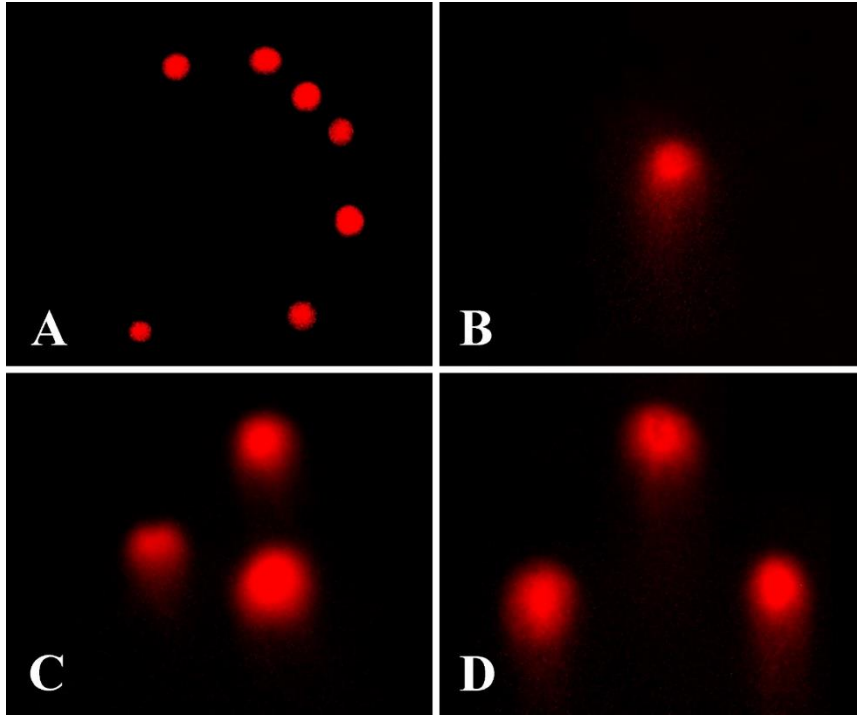
Liken örneği 10 g olacak şekilde tartılır ve toz haline getirilir. Toz haline gelen likenler % 70'lik metanol kullanılarak ekstrakte edilir. Liken özleri whatman kağıdı ile süzülür ve daha sonra bir döner buharlaştırıcı kullanılarak methanol uzaklaştırılır. Bu işlem 3 kez gerçekleştirilir. Kuruyan ekstraktlar testlerde kullanılmaya kadar -20°C'de muhafaza edilir. Dozlar hazırlanırken likenler alkolde çözülür ve seyreltmeler besi yeri kullanılarak gerçekleştirilir (Kocakaya vd., 2021).

#### Komet Testi

Soğan kökleri tıraşlanarak deney tüpleri içerisinde 2 gece çimlenmesi için bekletilmiştir. Çimlenen soğan kökleri 10µM, 25µM, 50µM dozlarında 24 saat süreyle *R. polymorpha* eskratına maruz bırakılmıştır. Porselen kapların içine 1500 µl FTT (Fosfatla Tamponlanmış Tuz çözeltisi) konulur. Soğan kökleri (özellikle beyaz olan uç kısımlar) bistüri yardımı ile küçük parçalara ayrılır ve içinde FTT bulunan kaplara konulur. Bütün örnekler manyetik karıştırıcıda 250 rpm'de 5 dakika karıştırılır. Karıştırıcıdan alınan örnekler +4 C'de 20-25 dakika inkübe edilir. Beher içinde bulunan örnekten 1/3 oranında karıştırılıp önceden hazırlanmış lamalar üzerine damlatılır ve yayılır. Lameller +4°C'de 20-25 dakika inkübe edilir agarozun donması beklenir. Donmuş olan örnekler önce lizis sonra elektroforez tamponunda 5 dakika bekletilir. 200 volt'ta 4 dakika yürütme işleminden sonra örnekler kurutma kağıdı üzerinde 20-25 dk kurumaya bırakılır. Kurutma işlemi bittikten sonra EtBr (Etidyum Bromür 80µl) ile boyama yapılır. DNA hasarını gözlemlemek için floresan mikroskopta 40x'lik objektif kullanılır.

## 3. DENEYSEL SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda kök uzunluğunda belli oranlarda azalma olduğu gözlemlenmiştir. *R. polymorpha* uygulama grupları (10µM, 25µM, 50µM) ve kontrol grubu kök büyüme açısından karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, 10µM, 25µM, 50µM şeklinde artan dozlara bağlı olarak, DNA zincir kırıkları komet testi kullanılarak incelenmiştir. *Ramalina polymorpha*'nın *A. cepa* kök hücreleri üzerindeki etkileri, DNA kopmaları kuyruk uzunluğu ile ilgili olarak ortaya konulmuştur. *R. polymorpha* liken türüne 24 saat süresince maruz bırakılan *A. cepa* kök meristem hücrelerindeki kuyruk uzunluğu Görsel 2'de gösterilmiştir. *R. polymorpha* liken ekstatı uygulama gruplarının (10µM, 25µM, 50µM) artan konsantrasyonlarına bağlı olarak çalışılan bu parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu gözlemlenmiştir.



**Görsel 2.** *A. cepa* köklerinin farklı konsantrasyonlarda  $H_2O_2$  + *Ramalina polymorpha* liken ekstrasına maruz bırakılarak kontrol ve uygulama gruplarının floresan mikroskop ile çekilen görüntüleri. **A.** Kontrol, **B.** 10  $\mu$ M, **C.** 25  $\mu$ M, **D.** 50  $\mu$ M.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

DNA hasarının ölçümü için kantitatif, görsel ve hızlı bir teknik olan komet testi kullanılmıştır. Komet testi ile DNA üzerindeki tek ve çift sarmal kırıklarını, alkali kararsız bölgeleri ve eksik onarım yerlerini tespit eder (Burlinson vd., 2007). Bir herbisit olan terbutryn, izole edilmiş insan periferik kan lökositlerine uygulanmış ve DNA hasarını indüklediği belirtilmiştir (Moretti vd., 2002).

DNA hasarının standartında kullanılan komet testi, çalışmamızın önemli bir bileşenini oluşturmuştur. Komet testi, DNA üzerindeki tek ve çift zincir kırıklarının yanı sıra alkaliye duyarlı bölgelerin tespit edilmesinde kullanılan hızlı ve güvenilir bir yöntemdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, stresin ortaya çıktığı DNA üzerindeki değişimlerin niceliksel ve niteliksel değerlendirilmesini sağlamıştır. Bulgularımız, Moretti vd. (2002) tarafından yürütülen bir araştırmayı desteklemektedir. Çalışmamızda *R. polymorpha* 'nın artan dozlarında benzer genotoksik etkiler gözlemlenmiş ve DNA zinciri kırıklarında kalıcı olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, 10µM, 25µM, 50µM şeklinde artan dozlara bağlı olarak, DNA zincir kırıkları komet testi kullanılarak incelenmiştir. *Ramalina polymorpha*'nın *A. cepa* kök hücreleri üzerindeki etkileri, DNA kopmaları kuyruk uzunluğu ile ilgili olarak ortaya konulmuştur. *R. polymorpha*'nın 24 saatlik uygulama gruplarında kuyruk uzunluğunu arttırdığı görülmüştür.

Gelecekte, *R. polymorpha*'nın biyokimyasal özelliklerinin daha derinlemesine incelenmesi, genotoksik risklere karşı yeni koruma stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Özellikle endüstriyel alanlarda veya ağır metal maruziyetinin yüksek olduğu bölgelerde, bu likenin erken uyarı sistemi olarak kullanılması, çevre politikalarının daha etkili bir şekilde uygulanmasına olanak tanıyabilir. Ayrıca, likenin farmasötik ve biyoteknolojik uygulamalardaki potansiyeli de dikkate alınmalıdır. Antioksidan özellikleri sayesinde, *R. polymorpha*'nın doğal bir koruyucu ajan olarak kullanılması, hem çevre hem de insan sağlığı açısından önemli kazanımlar sağlayacaktır (Foyer & Noctor, 2009).

## KAYNAKÇA

Ahmadjian, V. (1993). *The lichen symbiosis*. John Wiley & Sons.

Apel, K. ve Hirt, H. (2004). Reaktif oksijen türleri: metabolizma, oksidatif stres ve sinyal iletimi. *Bitki Biyolojisi Yıllık İncelemesi*, 55 , 373-399.( Doğru, A., & Canavar, S. (2020). Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 8(1), 155-174.

Başaran, E., Güler, E. ve Demir, C. (2021). *Ramalina polymorpha*'nın genotoksitesitesi ve DNA hasarı üzerindeki etkileri . *Moleküler Biyoloji Araştırmaları*, 9(2), 58-72.

Burlinson, B., Tice, R. R., Speit, G., Agurell, E., Brendler-Schwaab, S. Y., Collins, A. R., ... & Hartmann, A. (2007). Fourth International Workgroup on Genotoxicity testing: results of the in vivo Comet assay workgroup. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 627(1), 31-35.

Collins, AR (2004). DNA hasarı ve onarımı için kuyruklu yıldız testi: ilkeler, uygulamalar ve sınırlamalar. *Moleküler biyoteknoloji* , 26 (3), 249-261.

Ertürk, Ş. (2001). Sevofluranın DNA Hasarı Üzerine Etkilerinin Bening Ve Maling Olgularda Comet Assay Yöntemi İle Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi*.

Fairbairn, D. W., Olive, P. L., & O'Neill, K. L. (1995). The comet assay: a comprehensive review. *Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology*, 339(1), 37-59.

Fiskesjö, G. (1985). Allium test on river water from Braån and Saxån before and after closure of a chemical factory. *Ambio*, 99-103.

Foyer, CH ve Noctor, G. (2009). Fotosentetik organizmalarda redoks düzenlemesi. Yıllık Bitki Biyolojisi İncelemesi, 60 , 455-484.( Üder, F. (2018). *Trakya Bölgesinde yayılış gösteren orobanche cumana wallr. parazit bitkilerinin dayanıklı ve duyarlı ayçiçeği çeşitleri üzerinde yaratmış olduğu oksidatif hasarın belirlenmesi* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Gadano, A., Gurni, A., López, P., Ferraro, G., & Carballo, M. (2002). In vitro genotoxic evaluation of the medicinal plant *Chenopodium ambrosioides* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 81(1), 11-16.

Garty, J. (2001). Likenlerle atmosferik ağır metallerin biyolojik izlenmesi: teori ve uygulama. *Bitki bilimlerinde kritik incelemeler* , 20 (4), 309-371.

Gill, SS, & Tuteja, N. (2010). Bitkisel bitkilerde abiyotik stres toleransında reaktif oksijen türleri ve antioksidan mekanizmalar. *Bitki Fizyolojisi ve Biyokimyası*, 48 (12), 909-930. (Kar, M., & Öztürk, N. (2019). *Farklı süre ve konsantrasyonlarda bakır ağır metaline maruz bırakılan nohut (Cicer arietinum L.) yapraklarında stres-alkali genlerin ifade düzeylerinin incelenmesi* (Master's thesis, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi).

Grant, WF (1982). Allium'daki kromozom aberasyon denemeleri: ABD Çevre Koruma Ajansı gen-toks programı raporu. *Genetik toksikolojide Mutasyon Araştırmaları/İncelemeleri* , 99 (3), 273-291.

Moretti, M., Marcarelli, M., Villarini, M., Fatigoni, C., Scassellati-Sforzolini, G. ve Pasquini, R. (2002). Herbisit terbutrynin genotoksitesitesi için in vitro test: sitogenetik ve birincil DNA hasarı. *İn Vitro Toksikoloji* , 16 (1), 81-88.

Moretti, M., Rebelo, PA, Vaz, S., & Pereira, ML (2002). Kuyruklu yıldız testi ile tespit edilen insan periferik kan lökositlerinde terbutrin kaynaklı genotoksitesite. *Mutagenesi* , 17(3), 2

Nimis, PL, Scheidegger, C. ve Wolseley, PA (2002). *Likenlerle İzleme - Likenlerin İzlenmesi* . Springer Hollanda.( Vardar, Ç. (2011). *Kayseri ili yöresinde kirliliğe maruz bırakılmış Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf liken türünde hava kirliliğinin genotoksitesitesinin atomik absorpsiyon spektroskopisi ve moleküler markörlerle değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi (Turkey)).

Ruiz, EF, Rabago, VM, Lecona, SU, Perez, AB ve Ma, TH (1992). Atık suyun klastojenitesi ve yerinde izleme üzerine Tradescantia-micronucleus (Trad-MCN) biyolojik deneyi. *Mutasyon Araştırması/Mutagenesinin Temel ve Moleküler Mekanizmaları* , 270 (1), 45-51.

Söchting, U. ve Seaward, MR (2012). *Çevresel kalitenin göstergesi olarak likenler* . *Likenolog*, 44(1), 125-136.

Tice, RR, ve diğerleri (2000). Tek hücreli jel/kuyruklu yıldız testi: In vitro ve in vivo genetik toksikoloji testleri için kılavuzlar. *Çevresel ve Moleküler Mutagenesi*, 35 (3), 206-221.



## ***ALLIUM CEPA* KÖKLERİNDE HİDROJEN PEROKSİT HASARINA KARŞI *PHYSICIA TENELLA* LİKENİNİN KORUYUCU ROLÜNÜN CANLILIK TESTİ İLE BELİRLENMESİ**

**Yüksek Lisans Öğrencisi, İSMAİL DENİZ**

Yozgat Bozok Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,  
Biyoloji Anabilim Dalı, i.deniz40@hotmail.com.tr - 0009-0001-9176-2822

**Doç. Dr., MUSTAFA KOCAKAYA**

Yozgat Bozok Üniversitesi Boğazlayan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim,  
Organik Tarım Pr., mustafa.kocakaya@bozok.edu.tr - 0000-0003-2306-8094

### **ÖZET**

*Physcia tenella* kırsal alanlarda, ormanlarda ve dağlık alanlarda yaygın olarak bulunduğu, havadaki kirleticilere ve strese karşı belirli bir toleransa sahip olduğu birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Ayrıca, benzer aktif bileşenler üzerinde yapılan incelemelerde *P. tenella* ekstaktının, antimikrobiyal ve antioksidan aktivite gösterdiği de önceki araştırmalarda belirlenmiştir. Bu çalışmada, *P. tenella*'nın *Allium cepa* kök hücreleri üzerindeki koruyucu rolü hidrojen peroksitin ( $H_2O_2$ ) zararlı etkisine karşı canlılık testi ile araştırılmıştır. *P. tenella*'nın koruyucu rolü araştırılırken  $H_2O_2$  uygulaması ile hücre ölümü indüklenmiş ve *P. tenella* ekstraktının artan dozlarının etkilerinin belirlenmesi için Evans mavisini boyama yöntemi kullanılarak canlılık analizi yapılmıştır. Bitki hücrelerinin canlılığı, biyolojik boyalar kullanılarak hızlı bir şekilde belirlenir. Canlı hücreler boyayı almaz, doğal renklerini korurlar. Zarar gören hücreler ise mavi- koyu mavi görünümde olacak şekilde boyayı absorbe ederler. Canlılık testi için eşit uzunluktaki kökler petri kabına aktararak 1 saat inkübe edildi. Sulu Evans mavisini solüsyonu eklendi. Ölü hücrelerin ve canlı hücrelerin kök renkleri, canlılıklarına göre mavinin farklı tonlarında değişiklikler göstermiştir. Köklerin bu görünüşleri stereo mikroskop ile görüntülenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre,  $H_2O_2$ 'nin hücre ölümüne yol açtığı ve *P. tenella* ekstaktının koruyucu rol sergilediği ortaya koyulmuştur. Bu bulgular ile *P. tenella*'nın belirlenen dozda farmasötik ve biyoteknolojik bir etkiye sahip olmasıyla ülkemizin zengin bir biyoçeşitliliği içinde barındırdığı bu çalışma ile de ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Allium cepa*, Canlılık Testi,  $H_2O_2$ , *Physcia tenella*

### **1. GİRİŞ**

Likenler, doğada yaygın olarak bulunan, özellikle simbiyotik yaşamları ve çevresel streslere karşı dayanıklılıkları ile dikkat çeken organizmalardır. Bu organizmalar arasında yer alan *Physcia tenella* (Scop.) DC. kırsal alanlardan ormanlara ve dağlık bölgelere kadar geniş bir coğrafi alanda yaşamaktadır (Görsel 1). *P. tenella*, çevresel stres faktörlerine ve havadaki kirleticilere karşı belirli bir tolerans geliştirmiş olup, bu özellikleri sayesinde biyoteknolojik ve farmasötik alanlarda büyük bir potansiyele sahiptir (Asplund & Wardle, 2017). Özellikle antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri, bu likenin biyomedikal araştırmalar için dikkat çekici bir model organizma olmasını sağlamaktadır.

Likenler, özellikle simbiyotik ilişkiler içinde bulunduğu algler ve mantarlar arasında aktif bileşenler üreterek çevresel stres faktörlerine karşı etkili bir koruma sağlarlar. *P. tenella*, özellikle fenolik bileşikler ve flavonoidler açısından zengin bir yapıya sahiptir, bu bileşikler ise antioksidan ve antimikrobiyal özellikler gösterir (Asplund & Wardle, 2017). Bu nedenle, *P. tenella* gibi liken türleri, hem çevresel hem de farmasötik alanlarda potansiyel faydalar sağlamaktadır.



**Görsel 1. *Physcia tenella* likeni**

( [https://www.afl.lichenologie.fr/Photos\\_AFL/Photos\\_AFL\\_P/Text\\_P\\_2/Physcia\\_tenella.htm](https://www.afl.lichenologie.fr/Photos_AFL/Photos_AFL_P/Text_P_2/Physcia_tenella.htm) )

*Allium cepa*, biyoteknolojik ve genetik araştırmaların temel taşlarından biri olan bir model organizmadır. Bu organizma, özellikle genotoksisite ve sitotoksisite testlerinde sıkça kullanılır. *A. cepa* kök hücreleri, çevresel kirleticilerle etkileşime girdiğinde, çeşitli biyolojik değişiklikler gösterir, bu da onların oksidatif stresin ve hücre ölümünün etkilerini araştırmak için ideal bir sistem sunar (Fiskeşjö, 1985).

*Allium testi*, çeşitli maddelerin sitotoksik ve genotoksik etkilerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem olup, çevresel toksisite ve kirlilik seviyelerinin hızlı bir şekilde

değerlendirilmesi için standart bir prosedür olarak kabul edilmektedir. Bu test, çevredeki potansiyel sitotoksik, genotoksik veya mutajenik bileşiklerin varlığını tespit edebilir ve bu maddeler, canlı organizmalar için doğrudan veya dolaylı riskler oluşturabilir. Yüksek bitkiler, çevresel mutajenik maddelerin izlenmesi ve belirli mutajenlerin bilinen konsantrasyonlardaki zararlı etkilerinin araştırılması açısından oldukça etkili test sistemleridir. Kromozom boyutları nedeniyle, yüksek bitkiler sitolojik analizler için ideal bir model sunar ve diğer biyolojik test sistemleri ile güçlü bir korelasyon gösterir. Toksik etkiler, kök büyümesindeki azalma gibi makroskopik parametrelerin yanı sıra, kromozomal anomalilerin türü, sıklığı ve bozulmuş hücre bölünmeleri gibi sitolojik parametrelerin incelenmesiyle değerlendirilebilir (Grant, 1982; Ruiz, 1992; Fiskesjö, 1985).

Hidrojen peroksit, deneysel çalışmalarda oldukça çeşitli ve önemli bir bileşik olarak kullanılır. Kimyasal reaksiyonlarda oksitleyici ajan olarak, biyolojik sistemlerde oksidatif stresin incelenmesinde, sterilizasyon ve dezenfeksiyon uygulamalarında, biyomoleküllerin modifikasyonunda ve çeşitli analitik tekniklerde kullanılabilir. Hidrojen peroksit, aşındırıcı özellikler sergileyen ve oksijen gazının salınımına yol açarak lipit peroksidasyonuna neden olan bir bileşiktir. Bu özellikleri, hidrojen peroksitin biyolojik ve kimyasal etkilerinin araştırılmasını son derece önemli hale getirmektedir. Ayrıca, hidrojen peroksit, insan vücudu da dahil olmak üzere birçok biyolojik sistemde doğal olarak bulunur. Bu bileşiği kullanan veya parçalanmasını sağlayan enzimler, genel olarak peroksidazlar olarak adlandırılmaktadır.

Canlılık testi, bir organizmanın veya hücrelerin hayatta kalma ve canlılık durumunu değerlendiren deneysel bir yöntemdir. Genellikle biyoloji, tıp, farmasötik bilimler ve çevre bilimlerinde kullanılır. Bu testler, hücrelerin, organizmaların veya dokuların metabolik aktiviteleri, büyüme kapasiteleri ve yaşam süreçlerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılır. Canlılık testleri, farklı kimyasal maddelerin, ilaçların, toksinlerin veya çevresel faktörlerin etkilerini incelemek için de yaygın olarak kullanılır. Evans mavisini kullanarak boyanın ölü hücrelere maruz bırakılması metoduna dayanan, hücre ölümünü tespit etmek için kullanılan bir yöntemdir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Deneysel Çalışmalar

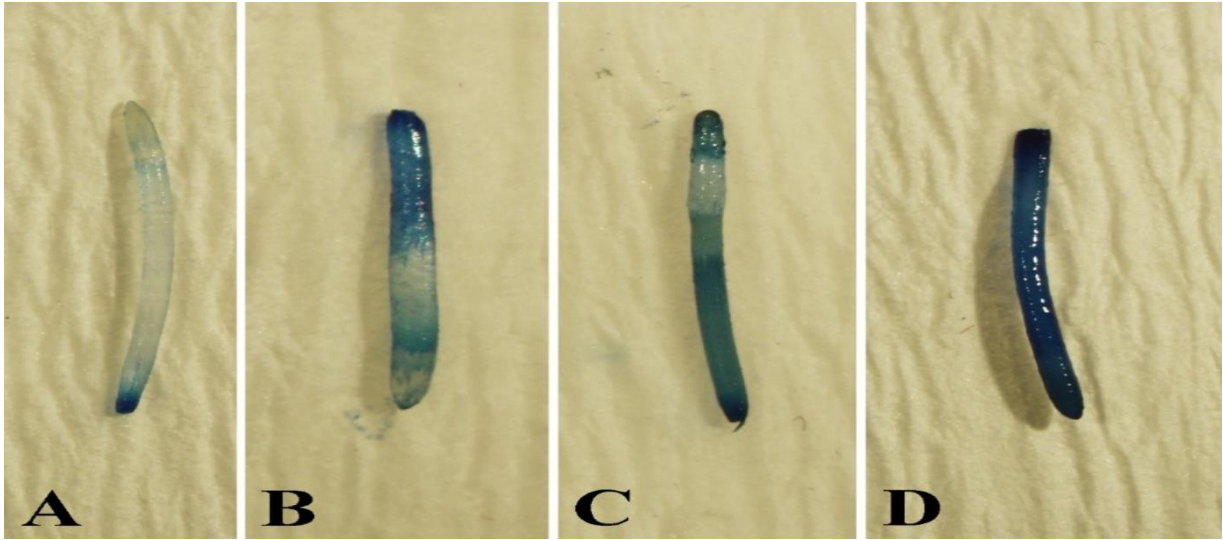
*Physcia tanella* liken örneği 22.09.2024 tarihinde Yozgat Çamlık Milli Parkı'ndan toplanmıştır. Örnekler, Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Liken Herbaryumunda muhafaza edilmektedir. İncelenen likenlerin tespiti standart yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### Likenin Ekstrakte Edilmesi

Liken örneği 10 g olacak şekilde tartılır ve toz haline getirilir. Toz haline gelen likenler % 70'lik metanol kullanılarak ekstrakte edildi. Liken özleri whatman kağıdı ile süzülür ve daha sonra bir döner buharlaştırıcı kullanılarak metanol uzaklaştırılır. Bu işlem 3 kez gerçekleştirilir. Kuruyan ekstraktlar testlerde kullanılmaya kadar -20°C'de muhafaza edilir. Dozlar hazırlanırken likenler alkolde çözülür ve seyreltme besiyeri kullanılarak gerçekleştirilir (Kocakaya vd., 2021).

## Canlılık Testi

Kontrol ve uygulama gruplarından alınan (10 $\mu$ M, 25 $\mu$ M, 50 $\mu$ M) 10 mm uzunluğundaki kök uçları 3 ml Evans mavisinin % 0.25 (w/v) sulu çözeltisine 15 dakika boyunca maruz bırakılmıştır. Kökler 30 dakika boyunca musluk suyunda yıkanmıştır (Baker & Mock, 1994). Köklerin renklerindeki değişiklikler stereo mikroskop ile görüntülenmiştir (Görsel 2).



**Görsel 2.** Farklı konsantrasyonlarda H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + *P. tenella* ektratına maruz bırakılan *A. cepa* köklerinin histokimyasal boyama ile canlılığın gösterilmesi. **A.** Kontrol, **B.** 10  $\mu$ M, **C.** 25  $\mu$ M, **D.** 50  $\mu$ M.

## 3. DENEYSEL SONUÇLAR

*Allium cepa* bitkisinin kökleri Evans mavisini boyasına maruz kaldıklarında köklerin artan dozlara bağlı olarak yoğun renkte boyanması beklenmiştir. Canlı olmayan hücreler, artan oranlara bağlı olarak Evans mavisini daha fazla emerek boyayı almış, ancak canlı hücreler bu boyayı almamıştır. Hücre ölümü, köklerin artan uygulama dozlarına göre boyayı alıp almamasına göre tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda kök uzunluğunda belli oranlarda azalma olduğu gözlemlenmiştir. *P. tenella*'nın uygulama grupları (10 $\mu$ M, 25 $\mu$ M, 50 $\mu$ M) ve kontrol grubu kök büyüme hızı açısından karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir.

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, *P. tenella* ekstraktının H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile indüklenen hücre ölümüne karşı koruyucu etkisi, Evans mavisi boyama yöntemi ile değerlendirilmiştir. Evans mavisi, canlı ve ölü hücrelerin ayırt edilmesini sağlayan bir boyama yöntemidir. Bu test, hücre ölüm oranını belirlemek ve ekstraktın etkilerini görmek için yaygın bir şekilde kullanılır (Tice vd., 2000). Çalışma sonucunda, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin hücre ölümüne yol açtığı ve *P. tenella* ekstraktının bu etkiyi önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, *P. tenella*'nın oksidatif stres koşullarında potansiyel koruyucu rolünü vurgulamaktadır.

Elde edilen bulgular, *P. tenella* ekstraktının, özellikle hücre ölümü ve genotoksositeye karşı önemli koruyucu etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu özellik, *P. tenella*'nın, antioksidan ve antimikrobiyal bileşenler içerdiği için biyoteknolojik uygulamalarda kullanılmasının potansiyelini artırmaktadır. Ayrıca, *P. tenella*'nın çevresel streslere karşı geliştirdiği savunma mekanizmaları, bu likenin doğal koruma stratejilerinin daha geniş bir yelpazede uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

Gelecekte, *P. tenella* gibi liken türlerinin genetik, biyokimyasal ve farmasötik özelliklerinin daha ayrıntılı bir şekilde araştırılması, bu türlerin antioksidan ve genotoksik etkilerine karşı daha etkili çözümler geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bu türlerin çevresel yönetim stratejileri ve sürdürülebilir tarım uygulamaları konularındaki potansiyelleri, daha fazla bilimsel araştırma ile keşfedilebilir. *P. tenella* ve benzeri likenlerin, çevresel kirliliğe karşı duyarlılığı ve biyoteknolojik kapasitesi, bu türlerin ekosistem sağlığını izleme, tarımda kullanılabilirlik ve farmasötik tedavi alanlarında daha fazla kullanılmasına olanak tanıyacaktır.

Yapmış olduğumuz bu çalışmalara paralel olarak; Bhagynathan ve Thoppil (2016) *A. cepa* köklerindeki hücrelerin canlılıklarını belirlemek için *Cynanchum sarcomedium* kullanmıştır. Canlı olmayan hücreler canlı olan hücrelere göre inkübasyon zamanı ve süre gibi değişkenlere bağlı olarak daha farklı boyanmıştır. Evans mavisi ile boyama tekniğine göre sonuçlar elde edilmiştir. *A. cepa* köklerindeki boyanma seviyeleri belirlenmiştir. Bu yöntemle artan dozlardaki Alfamethrin'in toksik etkisi ortaya konulmuştur. Kök boyamaları, 24 saatlik uygulamalar içinde Alfamethrin'in 0.01µM, 0.1µM, 0.25µM, 0.5µM, 1µM şeklinde artan dozlarında istatistiksel olarak artmıştır.

Bir çalışmada, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile indüklenen hücre ölümü, Evans mavisi boyama yöntemi kullanılarak canlılık testi ile değerlendirilmiştir. Bu yöntem, hücrelerin canlılık durumunu belirlemek ve ekstraktın farklı dozlarının etkilerini karşılaştırmak için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir.

Çalışmanın sonuçları, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin hücre ölüm oranını artırdığını, ancak *P. tenella* ekstraktının bu zararlı etkileri azalttığını göstermiştir. Elde edilen bulgular, likenlerin biyoteknolojik ve farmasötik alanlarda kullanım potansiyelini desteklemektedir (Collins, 2004).

Bu bağlamda, Türkiye'nin zengin biyoçeşitliliği içinde yer alan *P. tenella*'nın biyoteknolojik potansiyeli, çevresel ve genetik stres faktörlerine karşı koruyucu bir rol oynadığı bu çalışma ile bir kez daha vurgulanmıştır. Gelecekte, bu türden elde edilen aktif bileşenlerin daha geniş bir

yelpazede farmasötik ve çevresel uygulamalarda kullanılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlayabilir (Foyer & Noctor, 2009).

Bu proje Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2024-1424 proje numarası ile desteklenmiştir. Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

Asplund, J., & Wardle, D. A. How lichens impact on terrestrial community and ecosystem properties. *Biological reviews*, 92(3), 1720-1738 (2017).

Bhagyanathan, N. K., & Thoppil, J. E. Pre-apoptotic activity of aqueous extracts of *Cynanchum sarcomedium* Meve & Liede on cells of *Allium cepa* and human erythrocytes. *Protoplasma*, 253, 1433-1438 (2016).

Carlson, S. J., & Donald, W. W. Glyphosate effects on Canada thistle (*Cirsium arvense*) roots, root buds, and shoots. *Weed Research*, 28(1), 37-45 (1988).

Collins, A. R. The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations. *Molecular biotechnology*, 26(3), 249-261 (2004).

Fiskesjö, G. *Allium* test on river water from Braån and Saxån before and after closure of a chemical factory. *Ambio*, 99-103 (1985).

Fiskesjö, G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*, 102(1), 99-112 (1985).

Foyer, C. H., & Noctor, G. Redox regulation in photosynthetic organisms: signaling, acclimation, and practical implications. *Antioxidants & redox signaling*, 11(4), 861-905 (2009).

Gadano, A., Gurni, A., López, P., Ferraro, G., & Carballo, M. In vitro genotoxic evaluation of the medicinal plant *Chenopodium ambrosioides* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 81(1), 11-16 (2002).

Gill, S. S., & Tuteja, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant physiology and biochemistry*, 48(12), 909-930 (2010).

Jacyn Baker, C., & Mock, N. M. An improved method for monitoring cell death in cell suspension and leaf disc assays using Evans blue. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 39, 7-12 (1994).

Mittler, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in plant science*, 7(9), 405-410 (2002).

Noctor, G., & Foyer, C. H. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual review of plant biology*, 49(1), 249-279 (1998).

Ruiz, E. F., Rabago, V. M., Lecona, S. U., Perez, A. B., & Ma, T. H. Tradescantia-micronucleus (Trad-MCN) bioassay on clastogenicity of wastewater and in situ monitoring. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 270(1), 45-51 (1992).

Tice, R. R., Agurell, E., Anderson, D., Burlinson, B., Hartmann, A., Kobayashi, H., ... & Sasaki, Y. F. Single cell gel/comet assay: guidelines for in vitro and in vivo genetic toxicology testing. *Environmental and molecular mutagenesis*, 35(3), 206-221 (2000).

## SOLUTIONS OF A CLASS OF FREDHOLM-INTEGRO DIFFERENTIAL EQUATIONS BY USING HERMITE COLLOCATION METHOD

**Mihriban SİMSEK COM**

Yildiz Technical University, mihriban.simsek@std.yildiz.edu.tr – 0009-0006-8750-8828

**Assoc. Prof. Sebahat Ebru DAS**

Yildiz Technical University, eyeni@yildiz.edu.tr – 0000-0002-4746-8140

### ABSTRACT

In many problems arise from various areas of science and engineering, ordinary, partial differential equations and integral equations have an impact importance on the modelling of these problems. In many cases, since we can not determine the analytic solutions of these kind of equations, only approximate solutions can be found. In this work, we obtained the approximate solutions of a class of Fredholm-Integro differential equations by using Hermite Collocation Method. With the help of the method, the equation is reduced to a system of algebraic equations. The numerical results for some examples are represented both in graphically and numerically.

**Keywords:** Approximate Solution, Fredholm-Integro Differential Equation, Hermite Collocation Method.

### 1. INTEGRAL EQUATIONS

Integral equations are frequently used for modeling problems arising from different fields of engineering and applied sciences. Due to their complexity, many of these equations don't have exact solutions. Therefore, we often obtain only approximate solutions. To determine these approximate solutions, numerical methods such as

- Finite Difference Method [1]
- B-spline Collocation Method [2]
- Differential Transform Method [3]
- Adomian Decomposition Method [4,5]
- Variational Iteration Method [6,7]
- Spectral Method [8]

and others can be applied. These methods serve as effective tools for solving the complex structures of integral and differential equations.

In this work, we consider the following Fredholm-Integro Differential Equation Class

$$u^{(m)}(x) + \lambda \int_0^1 K(x, t)u(t) dt = g(x) \quad (1)$$



subject the initial conditions

$$u^{(i)}(a) = \mu_i, \quad i = 0, 1, \dots, m - 1 \quad (2)$$

## 2. HERMITE POLYNOMIALS

### 2.1. Hermite Collocation Method (HCM)

**Definition 2.1.1.:** The Hermite polynomials of degree  $n$  are generated by the following formula,

$$H_n(x) = \sum_0^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} (-1)^m \frac{n!}{(n-2m)! \cdot m!} (2x)^{n-2m}, \quad n = 0, 1, \dots, N \quad (3)$$

Here,  $\lfloor \frac{n}{2} \rfloor$  is calculated as,

$$\lfloor \frac{n}{2} \rfloor = \begin{cases} \frac{n}{2}, & \text{if } n \text{ is even} \\ \frac{n-1}{2}, & \text{if } n \text{ is odd} \end{cases} \quad (4)$$

According to  $N$ , we can write the Hermite polynomials in the forms of:

- If  $N$  is odd

$$\begin{bmatrix} H_0(x) \\ H_1(x) \\ H_2(x) \\ \vdots \\ H_N(x) \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 2^0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 2^1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ (-1)^{\frac{(N-5)}{2}} \frac{2^0 (N-1)!}{0! (\frac{N-1}{2})!} & 0 & \dots & 2^{N-1} & 0 \\ 0 & (-1)^{\frac{(N-1)}{2}} \frac{2^1 (N)!}{1! (\frac{N-1}{2})!} & \dots & 0 & 2^N \end{bmatrix}}_F \begin{bmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ \vdots \\ x^N \end{bmatrix}$$

- If  $N$  is even

$$\begin{bmatrix} H_0(x) \\ H_1(x) \\ H_2(x) \\ \vdots \\ H_N(x) \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 2^0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 2^1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & (-1)^{\binom{N-2}{2}} \frac{2^1}{1!} \frac{(N-1)!}{\left(\frac{N-2}{2}\right)!} & \cdots & 2^{N-1} & 0 \\ (-1)^{\binom{N-4}{2}} \frac{2^0}{0!} \frac{N!}{\left(\frac{N}{2}\right)!} & 0 & \cdots & 0 & 2^N \end{bmatrix}}_F \begin{bmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ \vdots \\ x^N \end{bmatrix}$$

Based on the above definitions, the Hermite polynomials can be expressed in matrix form as follows

$$H(x) = X(x)F^T \quad (5)$$

Since we consider the truncated Hermite series in Eq. (3), the equation can be expressed in matrix form as

$$[u(x)] = H(x)A = [H_0(x) \cdots H_N(x)][a_0 \cdots a_N]^T \quad (6)$$

Using Eq. (6) and Eq. (7) can be written as

$$[u(x)] = H(x)A = X(x)F^T A \quad (7)$$

The  $k$ th derivative of  $X(x)$  is defined by

- $k$ th derivative of  $X(x)$

$$X^{(k)}(x) = [((x-c)^0)^{(k)} ((x-c)^1)^{(k)} \cdots ((x-c)^N)^{(k)}] \quad (8)$$

- For  $k=0$ ,

$$X^{(0)}(x) = [(x-c)^0 (x-c)^1 \cdots (x-c)^N] = X(x) \quad (9)$$

- For  $k=1$ ,

$$X^{(1)}(x) = [((x-c)^0)^{(1)} ((x-c)^1)^{(1)} \cdots ((x-c)^N)^{(1)}] \quad (10)$$

Thus,  $X^{(1)}(x)$  and  $X^{(2)}(x)$  can be written as

- For  $k=1$ ,

$$X^{(1)}(x) = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & N & 0 \end{bmatrix}}_B \underbrace{\begin{bmatrix} (x-c)^0 \\ (x-c)^1 \\ (x-c)^2 \\ \vdots \\ (x-c)^N \end{bmatrix}}_{[X^{(0)}(x)]^T} = X(x)B^T \quad (11)$$

- For  $k=2$ ,  
 $X^{(2)}(x) = X^{(1)}(x)B^T = X(x)(B^T)^2$  (12)

More generally,

- For  $k=m$ ,  
 $X^{(m)}(x) = X(x)(B^T)^m$  (13)

If we take the derivative of Eq. (3), we get

$$\begin{aligned} u^{(m)}(x) &= H^{(m)}(x)A = X^{(m)}(x)F^T A \\ &= X(x)(B^T)^m F^T A \end{aligned} \quad (14)$$

The integral part of the integral equation can be represented as

$$I = X(x)F^T KQA \quad (15)$$

## 2.2. Matrix Formulations

$$K = (F^T)^{-1} K_t (F)^{-1} \quad (16)$$

$$K_t = [k'_{nm}] \text{ where } k'_{nm} = \frac{1}{m! n!} \frac{\partial^{n+m} K(0,0)}{\partial x^m \partial t^n}, \quad m, n = 0, 1, \dots, N \quad (17)$$

$$Q = FQ_f F^T \text{ where } Q_f = [q_{ij}], \quad q_{ij} = \frac{b^{i+j+1} - a^{i+j+1}}{i+j+1}, \quad i, j = 0, 1, \dots, N \quad (18)$$

## 3. APPLICATION of HCM

The collocation points for the method are determined by

$$x_i = a + \frac{b-a}{N}i, \quad i = 0, 1, \dots, N \quad (19)$$

If we substitute the collocation points into Eq. (7) and Eq. (13), we obtain

$$[u(x_i)] = H(x_i)A = X(x_i)F^T A$$

and

$$u^{(m)}(x_i) = X(x_i)(B^T)^m F^T A \quad (21)$$

Otherwise, if we substitute the collocation points into Eq. (14), we get

$$I = X(x_i)F^T KQA \quad (22)$$

When we substitute the findings into our problem, we derive the system of algebraic equations

$$X[(B^T)^m F^T + \lambda F^T KQ]A = G \quad (23)$$

With the expression of

$$W = [w_{ij}] = X[(B^T)^m F^T + \lambda F^T KQ], \quad i, j = 0, 1, \dots, N \quad (24)$$

Our problem becomes

$$W \cdot A = G \quad (25)$$

The augmented matrix of the system is expressed as

$$[W : G] = \begin{bmatrix} w_{00} & \cdots & w_{0N} & ; g(x_0) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ w_{N0} & \cdots & w_{NN} & ; g(x_N) \end{bmatrix} \quad (26)$$

Finally, we must apply the initial conditions given in Eq. (2).

$$U_j = X(0)[(B^T)^m F^T + \lambda F^T KQ] = [U_{j0} \dots U_{pj-1}] \quad (27)$$

Thus, our algebraic system becomes

$$[\tilde{W} : \tilde{G}] = \begin{bmatrix} w_{00} & \cdots & w_{0N} & ; g(x_0) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ w_{(N-m)0} & \cdots & w_{(N-m)N} & ; g(x_{N-m}) \\ u_{00} & \cdots & u_{0N} & ; \eta_0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ u_{(m-1)0} & \cdots & u_{(m-1)N} & ; \eta_{m-1} \end{bmatrix} \quad (28)$$

Let us consider the system  $\tilde{W} \cdot A = \tilde{G}$ .

If

$$\det(\tilde{W}) \neq 0 \text{ then } A = (\tilde{W})^{-1} \tilde{G} \quad (29)$$

Let us consider the problem

$$u'(t) = \int_1^2 x^2 t^2 dt = e^{-t} + \frac{5(e-2)t^2}{e^2}$$

with the initial conditions

$$u(0) = 1$$

and exact solution

$$u(t) = e^{-t}$$

If we apply the Hermite Collocation method to this test problem, we obtain the following results

**Table 1. Results obtained with the HCM**

$x_i$	Approximation	Exact	Error (Abs)
1.0	$3.6786 \times 10^{-1}$	$3.67879 \times 10^{-1}$	$1.94497 \times 10^{-5}$
1.1	$3.32835 \times 10^{-1}$	$3.32871 \times 10^{-1}$	$3.5708 \times 10^{-5}$
1.2	$3.01161 \times 10^{-1}$	$3.01194 \times 10^{-1}$	$3.35345 \times 10^{-5}$
1.3	$2.72504 \times 10^{-1}$	$2.72532 \times 10^{-1}$	$2.80502 \times 10^{-5}$
1.4	$2.46567 \times 10^{-1}$	$2.46597 \times 10^{-1}$	$3.01761 \times 10^{-5}$
1.5	$2.23086 \times 10^{-1}$	$2.2313 \times 10^{-1}$	$4.37618 \times 10^{-5}$
1.6	$2.01834 \times 10^{-1}$	$2.01897 \times 10^{-1}$	$6.29877 \times 10^{-5}$
1.7	$1.82614 \times 10^{-1}$	$1.82684 \times 10^{-1}$	$7.00148 \times 10^{-5}$
1.8	$1.65266 \times 10^{-1}$	$1.65299 \times 10^{-1}$	$3.2857 \times 10^{-5}$
1.9	$1.49665 \times 10^{-1}$	$1.49569 \times 10^{-1}$	$9.65425 \times 10^{-5}$

## REFERENCES

- [1] Smith, G.D., *Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods*, Oxford University Press, 3rd ed., 1985.
- [2] de Boor, C., *A Practical Guide to Splines*, Springer-Verlag, 1978.

- [3] Zhou, J.K., *Differential Transform and Its Application for Electrical Circuits*, Huarjung University Press, 1986.
- [4] Adomian, G., *Nonlinear Stochastic Operator Equations*, Academic Press, 1986.
- [5] Wazwaz, A.M. A new algorithm for calculating Adomian polynomials for nonlinear operators, *Applied Mathematics and Computation*, 111, 1, 53-69, 2000.
- [6] He, J.H. Variational iteration method—a kind of nonlinear analytical technique: Some examples, *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 34, 4, 699-708, 1999.
- [7] He, J.H. Variational iteration method—Some recent results and new interpretations, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 207, 1, 3-17, 2007.
- [8] Canuto, C., Hussaini, M.Y., Quarteroni, A., & Zang, T.A., *Spectral Methods: Evolution to Complex Geometries and Applications to Fluid Dynamics*, Springer, 2006.
- [9] Darania, P., Ebadian, A., A Method for the Numerical Solution of the Integro-Differential Equations, *Applied Mathematics and Computation*, 188, 1, 657–668, 2007.
- [10] Kumari, A., Kukreja, V. K., Study of 4th order kuramoto-sivashinsky equation by septic hermite collocation method, *Applied Numerical Mathematics*, vol. 188, pp. 88–105, 2023.
- [11] Kumari, A., Kukreja, V. K., Study of generalized long wave equation via septic hermite collocation method with crank-nicolson and ssp-rk43 schemes to capture the various solitons, *Wave Motion*, vol. 122, p. 103188, 2023.
- [12] Zhao, L., Wang, P., Error estimates of piecewise hermite collocation method for highly oscillatory volterra integral equation with bessel kernel, *Mathematics and Computers in Simulation*, vol. 196, pp. 137–150, 2022.
- [13] Martire, A. L., Volterra integral equations: An approach based on lipschitz-continuity, *Applied Mathematics and Computation*, vol. 435, p. 127496, 2022.
- [14] Bhat, I. A., Mishra, L. N., Numerical solutions of volterra integral equations of third kind and its convergence analysis, *Symmetry*, vol. 14, no. 12, p. 2600, 2022.

## GENETİK ALGORİTMA İLE OTOMASYONLU DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE ANALİZİ

**Prof.Dr. Servet SOYGÜDER**

Ankara Yıldırım Beyazıt University, servetsoyguder@aybu.edu.tr – 0000-0002-8191-6891

**Öğrenci, Gürkan Galip DİNLER**

Ankara Yıldırım Beyazıt University, gurkanndnlr@gmail.com – 0009-0005-5367-2665

### ABSTRACT

In recent years, metaheuristic algorithms have gained prominence for solving complex, real-world problems across various domains, including economics, engineering, politics, and management. Key to the success of these algorithms are intensification and diversification, and achieving a balanced interplay between these elements is crucial for effective problem-solving. Among these algorithms, Genetic Algorithm (GA) is a widely utilized computational optimization technique, inspired by natural selection principles. GA iteratively improves a population of candidate solutions by simulating evolutionary processes. With each iteration, GA evaluates candidate solutions, selecting the fittest individuals to generate new offspring through crossover and mutation operations. This evolutionary approach allows GA to effectively explore the solution space, identifying optimal or near-optimal solutions. In this study, GA is applied to optimize warehouse operations, focusing on static and dynamic inventory management. The static inventory encompasses the majority of stored products with fixed locations, while the dynamic inventory contains products prioritized for immediate shipment, which fluctuates based on current sales demands. Automated vehicles facilitate the organization and restocking of inventory, requiring an efficient route calculation method to minimize travel distance. GA plays a critical role in optimizing these routes, identifying the shortest paths for automated forklifts to navigate through complex warehouse layouts. By leveraging GA, this study aims to enhance operational efficiency and inventory management, ensuring streamlined workflows within the warehouse.

**Keywords:** Metaheuristics, Genetic Algorithm, Static Inventory, Dynamic Inventory

### Özet

Son yıllarda metasezgisel algoritmalar, ekonomi, mühendislik, politika ve yönetim gibi çeşitli alanlardaki karmaşık, gerçek dünya problemlerini çözmek için öne çıkmıştır. Bu algoritmaların başarısının anahtarı yoğunlaştırma ve çeşitlendirmedir ve bu unsurlar arasında dengeli bir etkileşim elde etmek etkili problem çözme için çok önemlidir. Bu algoritmalar arasında, Genetik Algoritma (GA), doğal seçim ilkelerinden esinlenen yaygın olarak kullanılan bir hesaplamalı optimizasyon tekniğidir. GA, evrimsel süreçleri simüle ederek aday çözümlerin bir

popülasyonunu yinelemeli olarak iyileştirir. GA, her yinelemede aday çözümleri değerlendirerek çaprazlama ve mutasyon işlemleri yoluyla yeni yavrular üretmek için en uygun bireyleri seçer. Bu evrimsel yaklaşım, GA'nın çözüm alanını etkili bir şekilde keşfetmesini, optimum veya optimuma yakın çözümleri belirlemesini sağlar. Bu çalışmada, GA, statik ve dinamik envanter yönetimine odaklanarak depo operasyonlarını optimize etmek için uygulanmıştır. Statik envanter, sabit konumlarda depolanan ürünlerin çoğunu kapsarken, dinamik envanter, mevcut satış taleplerine göre dalgalanan, hemen sevkiyat için önceliklendirilen ürünleri içerir. Otomatik araçlar envanterin düzenlenmesini ve yeniden stoklanmasını kolaylaştırır ve seyahat mesafesini en aza indirmek için verimli bir rota hesaplama yöntemi gerektirir. GA, bu rotaların optimize edilmesinde, otomatik forkliftlerin karmaşık depo düzenlerinde gezinmesi için en kısa yolları belirlemede kritik bir rol oynar. Bu çalışma, GA'dan yararlanarak operasyonel verimliliği ve envanter yönetimini geliştirmeyi ve depo içinde akıcı iş akışları sağlamayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Metasezgisel Algoritmalar, Genetik Algoritma, Statik Envanter, Dinamik Envanter

## 1. Giriş

Sezgisel yöntemler, kapsamlı hesaplamalara ihtiyaç duymadan sorunlara hızlı ve pratik çözümler sunan basitlikleriyle öne çıkan problem çözme yöntemleridir. Tüm olası çözümleri değerlendirmeyi amaçlayan kapsamlı arama tekniklerinin aksine, sezgisel yöntemler alan bilgisinden veya kuralcı stratejilerden yararlanarak verimliliğe ve uygulanabilirliğe odaklanır. Metasezgisel yöntemler, mevcut iyi çözümlerin kullanımı ile çözüm alanının yeni alanlarının keşfi arasında denge kurarak bir çözüm alanını daha etkili bir şekilde keşfetmek için sezgisel yöntemleri yönlendiren daha üst düzey çerçevelerdir. Sezgisel yöntemler hıza ve sorun özgüllüğüne öncelik verirken, metasezgisel yöntemler daha yüksek çözüm kalitesi ve daha geniş bir optimizasyon zorlukları yelpazesine başa çıkma yeteneği için hesaplama verimliliğini takas eder. Uygulayıcılar, sezgisel yöntemleri metasezgisel yöntemlerle birleştirerek gerçek dünyadaki optimizasyon zorluklarını etkili bir şekilde çözmek için her iki yaklaşımın güçlü yönlerinden yararlanabilirler. Genetik algoritma (GA), J.H. Holland tarafından 1992'de önerilen ve doğal seçim, evrim ve genetik ilkelerinden ilham alan bir metasezgisel algoritmadır [1]. Evrim sürecini taklit ederek potansiyel çözümlerin popülasyonunu yinelemeli olarak iyileştirmek suretiyle karmaşık sorunları çözmek için kullanılır. GA'nın temel unsurları kromozom gösterimi, uygunluk seçimi ve biyolojik olarak esinlenen operatörlerdir. GA süreci, her biri bir kromozomla temsil edilen rastgele çözümlerin ilk popülasyonu ile başlar. Bu kromozomlar, eldeki sorunu ne kadar iyi çözdüklerini ölçen bir uygunluk fonksiyonuna göre değerlendirilir. En uygun bireyler, kromozom çiftlerinin segmentleri değiştirdiği çaprazlama ve bazı bireylere rastgele değişikliklerin getirildiği mutasyon yoluyla yavru üretmek üzere seçilir. Bu yeni nesil eskisinin yerini alır ve döngü, tatmin edici bir uygunluk seviyesi veya maksimum nesil sayısı gibi bir durdurma kriteri karşılanana kadar tekrar eder. Bu yinelemeli süreç boyunca, genetik algoritmalar, optimum veya optimuma yakın



çözümleri bulmak için çözüm alanını etkili bir şekilde araştırır.

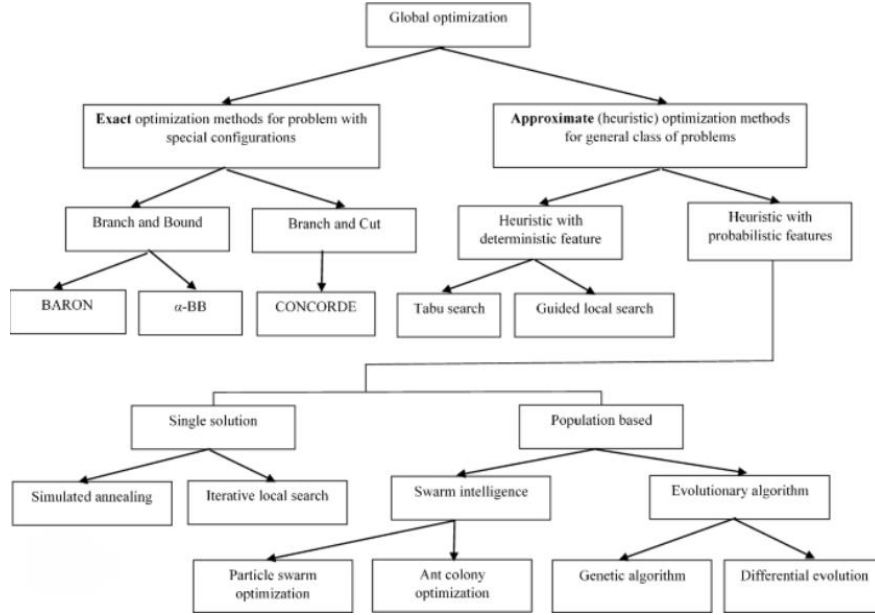
Yazarlar Malek Sarhani, Stefan Voß ve Raka Jovanovic, metasezgisel optimizasyon algoritmalarında başlatma stratejilerinin kritik rolünü araştırdı [2]. Yazarlar, bir algoritmanın başlangıç çözümlerinin kalitesinin, hem yakınsama oranını hem de nihai çözümün kalitesini etkileyerek performansını önemli ölçüde etkilediğini savunuyor. Ayrıca, başlatma sırasında keşif ve sömürü arasındaki takasları vurguluyor ve sorun türüne göre başlatma yöntemlerinin seçilmesi ve tasarlanması için öneriler sunuyor. Bu kapsamlı çalışma, araştırmacılar ve uygulayıcılar için etkili başlatma stratejilerine odaklanarak metasezgisel algoritmaların verimliliğini ve sağlamlığını artırmak için bir rehber görevi görüyor. Görsel 1.1’de çeşitli algoritmaların diversification (çeşitlendirme), intensification (yoğunlaşma) ve kontrol mekanizmalarını görebiliriz.

Metaheuristics and diversification/intensification

Algorithm	Diversification	Intensification	Control
TS	Prohibition list	Local search	Tabu list
SA	Temperature	Local search	Cooling rate
ILS	Restart	Local search	Perturbation
GRASP	Randomization	Local search	Restricted candidate list
GA	Mutation	Crossover	Rates
DE	//	//	Adaptation
PSO	Personal best	Global best	Inertia weight
ACO	Randomization	Neighbor	Pheromone
SC	Diversification	Improvement	Reference set

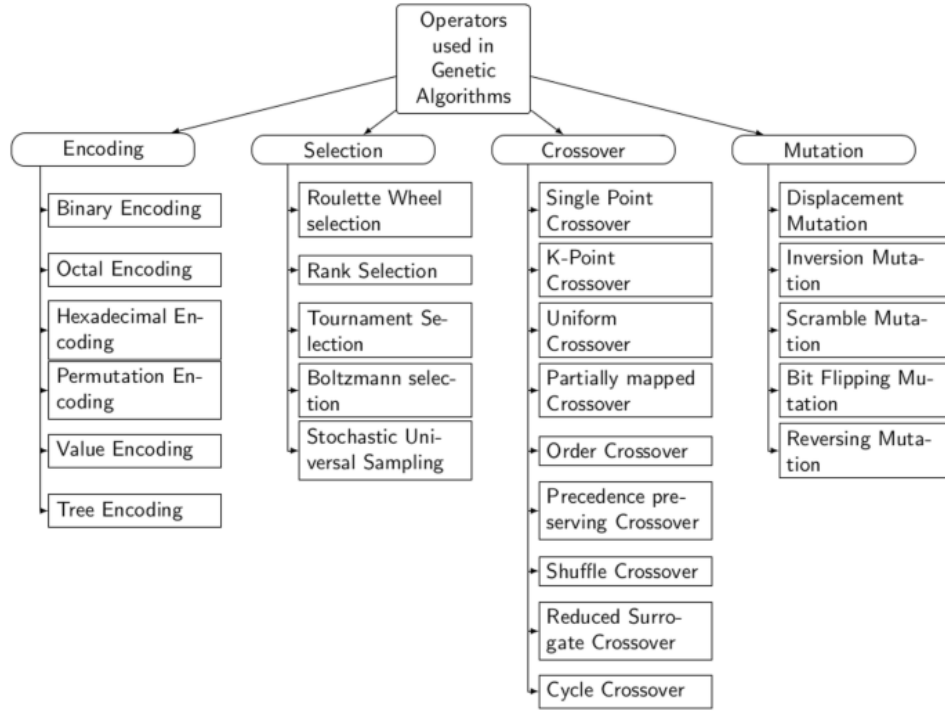
**Görsel 1.1. ACO, ant colony optimization; DE, differential evolution; GA, genetic algorithm; GRASP, greedy randomized adaptive search procedure; ILS, iterated local search; PSO, particle swarm optimization; SA, simulated annealing; SC, scatter search; TS, [2]**

Yazarlar Pranab K. Muhuri araştırmalarında metasezgisel algoritmaların kapsamlı bir incelemesini ve sınıflandırmasını sunmaktadır [3]. Araştırma, metasezgisel algoritmaların genetik algoritmalar ve simüle edilmiş tavlama gibi klasik yöntemlerden hibrit ve uyarlanabilir metasezgisel yöntemler de dahil olmak üzere çağdaş yaklaşımlara doğru evrimini izlemektedir. Yazarlar, popülasyon tabanlı ve tek çözümlü yaklaşımlar ile stokastik ve deterministik stratejiler gibi temel özelliklere dayalı bir taksonomi önermektedir. Çalışma, metasezgisel algoritmaların çeşitli alanlardaki optimizasyon problemlerini çözmeye geniş uygulanabilirliğini vurgulamakta ve algoritma performansını artırmak için makine öğrenimi tekniklerinin entegrasyonu gibi son eğilimleri vurgulamaktadır. Makale, metasezgisel tekniklerin geliştirilmesini, sınıflandırılmasını ve uygulanmasını anlamak için değerli bir kaynak görevi görmektedir. Görsel 1.2’de küresel optimizasyon yöntemlerinin kategorilendirilmeleri yer almaktadır.



**Görsel 1.2. Küresel optimizasyon yöntemlerinin Kesin ve Sezgisel yaklaşımlar olarak kategorilendirilmesi. [3]**

Sourabh Katoch tarafından hazırlanan bu makalede yazarlar, genetik algoritmaların (GA'lar) evrimini, mevcut durumunu ve potansiyel gelecekteki gelişmelerini ayrıntılı olarak açıklayan kapsamlı bir genel bakış sunmaktadır [4]. Yazarlar, seçim, çaprazlama, mutasyon ve uygunluk değerlendirmesi dahil olmak üzere GA'ların temel prensiplerini tartışmakta ve mühendislik, biyoenformatik ve yapay zeka gibi çeşitli alanlardaki karmaşık optimizasyon problemlerini çözümedeki uyarlanabilirliklerini vurgulamaktadır. İnceleme, erken yakınsama ve hesaplama verimsizliği gibi geleneksel GA'ların karşılaştığı zorlukları inceliyor ve diğer metasezgilerle hibridizasyon ve makine öğrenme teknikleriyle entegrasyon gibi çözümleri araştırıyor. Makale, ortaya çıkan trendlerin ve gelecekteki araştırma yönlerinin tartışılmasıyla sona eriyor ve GA verimliliğini, ölçeklenebilirliğini ve dinamik ve çok amaçlı problemlere uygulanabilirliğini artırmak için yenilikçi stratejilere olan ihtiyacı vurguluyor. Görsel 1.3'de genetik algoritmada kullanılan operatörlere ve bu operatörlerin sınıflandırılmalarına yer verilmiştir.

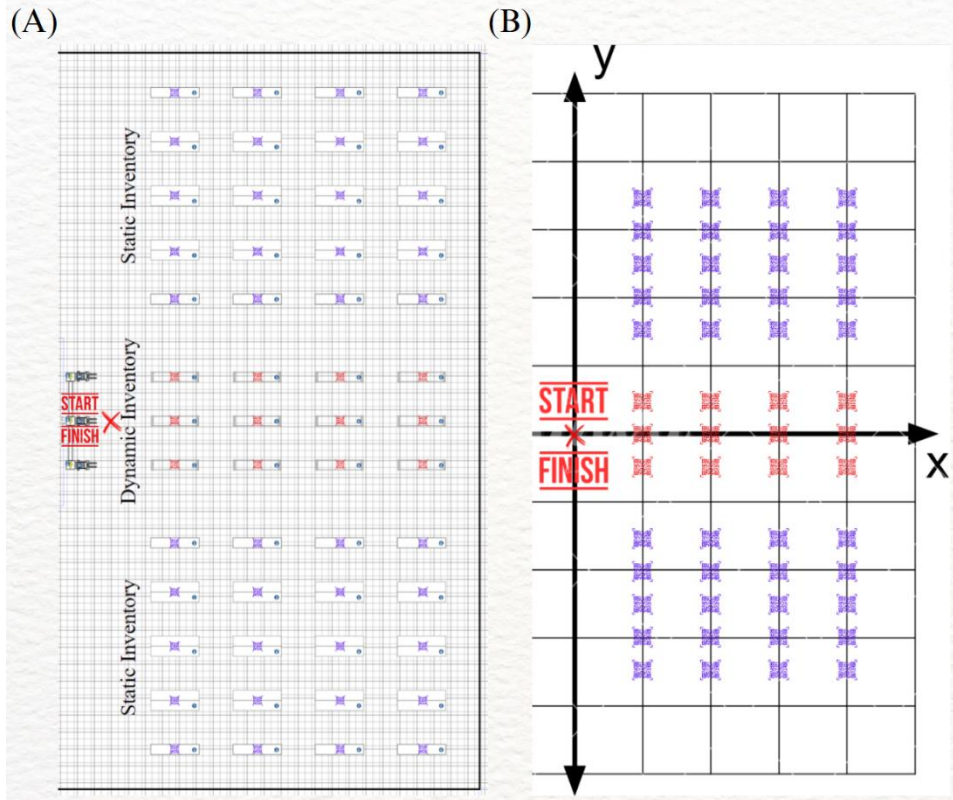


**Görsel 1.3. GA'da kullanılan operatörler [4]**

Yazarlar Rajesh Kumar Singh, V.K. Panchal ve Bhupesh Kumar Singh tarafından hazırlanan "Genetik Algoritma ve Uygulamaları Üzerine Bir İnceleme" başlıklı makale, optimizasyon problemlerini çözümedeki uyarlabilirlik ve verimliliklerine odaklanarak genetik algoritmaların (GA'lar) temel kavramlarını ve mekaniklerini araştırmaktadır [5]. Seçim, çaprazlama, mutasyon ve uygunluk fonksiyonları gibi temel bileşenlerin derinlemesine bir açıklamasını sunmaktadır. Yazarlar, planlama, ağ optimizasyonu, robotik ve yapay zeka dahil olmak üzere çeşitli uygulamalarda GA'ların çok yönlülüğünü vurgulamaktadır. Makale ayrıca, hesaplama yükü ve parametre ayarlamaya duyarlılık gibi sınırlamaları ele alırken karmaşık, doğrusal olmayan ve çok modlu problemleri ele alma yetenekleri gibi GA'ların avantajlarını da tartışmaktadır. Çok çeşitli uygulamaları sergileyerek ve hibridizasyon ve paralelleştirme yoluyla geliştirmeleri tartışarak, makale GA'ların gelişen hesaplama zorluklarını ele alma potansiyelini vurgulamaktadır.

## 2. Depo Otomasyonunda Genetik Algoritma

Bu otomatik depo optimizasyonu projesinde, GA, statik ve dinamik envanter yeniden düzenleme ve organizasyonu için ana optimizasyon tekniklerinden biri olarak kullanılır. Depolama sistemimizde statik ve dinamik olmak üzere iki ayrı envanter türümüz vardır. Envanterimizin daha büyük bir kısmı olan statik envanter, ürünlerimizi ve mallarımızı depoladığımız ana alandır ve söz konusu ürünlerin konumları ve sayıları genellikle sabittir. Dinamik envanter, ilk partiler olarak sevkiyat için kullanılacak malları ve ürünleri içeren ana alandır ve söz konusu ürünlerin sayıları ve organizasyonu cari dönemin satış değerlerine göre değişir. Envanter büyük bir çalışma alanı olduğundan ve hedef konuma ulaşabilecek birçok koridor ve rotaya sahip olduğundan ve bu organizasyon için otomatik araçlar kullandığımızdan, robotlarımızın gezinmesi için minimum toplam mesafe değerlerine sahip en iyi rotaları hesaplamak için bir tekniğe ihtiyacımız var. GA algoritmasının envanter optimizasyon problemindeki rolü, envanterlerin düzenlenmesinden ve dinamik envanterin yeniden stoklanmasından sorumlu olan otomatik forklift sürüsü için rafların ve koridorların önceden belirlenmiş konum bilgilerini kullanarak optimum veya optimuma yakın bir rota bulmaktır. Görsel 2.1'de, söz konusu önceden belirlenmiş konumların hem depo düzeninde hem de x-y koordinatında gösterildiğini görebiliriz.



**Görsel 2.1. (A) Depo düzeninde gösterilen robotların (paketlerin) ziyaret noktalarının konumları. (B) X-y koordinat düzleminde gösterilen robotların (paketlerin) ziyaret noktalarının konumları**

Optimizasyon problemimizi oluşturmak ve çözmek için ihtiyacımız olan ilk bilgi, otomatik forkliftlerimizin koordinatları ve raf ünitelerinin koordinatlarıdır. Koordinatları belirlemek için robotlarımızın başlangıç pozisyonlarını (0, 0) olarak alırız ve ayrıca başlangıç pozisyonunu

sabit ziyaret noktası ve forkliftimizin yolculuğunu sonlandıracağı bitiş noktası olarak tanımlarız. Bu başlangıç pozisyonunu kullanarak raflarımızın koordinatlarını tanımlarız. Görsel 2.2'de forkliftlerimizin ve ziyaret noktalarının koordinatlarını bulabilirsiniz.

```
locations = [{"x": 0, "y": 0}, {"x": 0, "y": 0}, {"x": 0, "y": 0}, {"x": 12, "y": 0}, {"x": 20, "y": 0}, {"x": 28, "y": 0}, {"x": 36, "y": 0}, {"x": 12, "y": 4}, {"x": 20, "y": 4}, {"x": 28, "y": 4}, {"x": 36, "y": 4}, {"x": 12, "y": -4}, {"x": 20, "y": -4}, {"x": 28, "y": -4}, {"x": 36, "y": -4}, {"x": 12, "y": 12}, {"x": 20, "y": 12}, {"x": 28, "y": 12}, {"x": 36, "y": 12}, {"x": 12, "y": 16}, {"x": 20, "y": 16}, {"x": 28, "y": 16}, {"x": 36, "y": 16}, {"x": 12, "y": 20}, {"x": 20, "y": 20}, {"x": 28, "y": 20}, {"x": 36, "y": 20}, {"x": 12, "y": 24}, {"x": 20, "y": 24}, {"x": 28, "y": 24}, {"x": 36, "y": 24}, {"x": 12, "y": 28}, {"x": 20, "y": 28}, {"x": 28, "y": 28}, {"x": 36, "y": 28}, {"x": 12, "y": -12}, {"x": 20, "y": -12}, {"x": 28, "y": -12}, {"x": 36, "y": -12}, {"x": 12, "y": -16}, {"x": 20, "y": -16}, {"x": 28, "y": -16}, {"x": 36, "y": -16}, {"x": 12, "y": -20}, {"x": 20, "y": -20}, {"x": 28, "y": -20}, {"x": 36, "y": -20}, {"x": 12, "y": -24}, {"x": 20, "y": -24}, {"x": 28, "y": -24}, {"x": 36, "y": -24}, {"x": 12, "y": -28}, {"x": 20, "y": -28}, {"x": 28, "y": -28}, {"x": 36, "y": -28}]
```

**Görsel 2.2. Otomatik forkliftlerin ve raf ünitelerinin koordinatları**

Koordinatları tanımladıktan sonra rota optimizasyonumuzu Genetik Algoritma (GA) problemiyle çözüyoruz, bunun için Python programlama dilini kullanıyoruz ve birkaç fonksiyon tanımlıyoruz: Bu fonksiyonlar sırasıyla:

1. **calculate\_distance** iki nokta arasındaki Öklid mesafesini hesaplamak için;
2. **find\_nearest\_location** belirli bir noktaya en yakın konumu belirlemek;
3. **calculate\_total\_distance** başlangıç, sabit ve bitiş noktaları dahil olmak üzere toplam rota mesafesini hesaplamak;
4. **generate\_population** rastgele rotaların bir popülasyonunu başlatmak için;
5. **crossover** ve **mutasyon** fonksiyonları, **crossover\_rate** ve **mutation\_rate** ile kontrol edilen olasılıklarla ebeveyn rotalarını yeniden birleştirerek veya değiştirerek yeni rotalar oluşturur.
6. **rotaları seçip geliştirerek bir sonraki popülasyonu oluşturmak için create\_next\_generation fonksiyonu;**
7. **run\_genetic\_algorithm**, rotanın toplam mesafesini en aza indirmek için bu adımları önceden belirlenmiş bir nesil sayısı boyunca yinelemeli olarak uygulayan ana fonksiyondur. Sonuç olarak, bulunan en iyi rota ve mesafeyi yazdırır.

Sonuç olarak algoritmamızı çalıştırdığımızda robotlarımızın takip edebileceği en iyi rotayı koordinatların kombinasyonu olarak buluyoruz: [{'x': 12, 'y': -20}, {'x': 28, 'y': -28}, {'x': 36, 'y': -24}, {'x': 12, 'y': 20}, {'x': 36, 'y': 24}, {'x': 20, 'y': 12}, {'x': 28, 'y': 20}, {'x': 36, 'y': 0}, {'x': 20, 'y': 4}, {'x': 36, 'y': -12}, {'x': 36, 'y': -4}, {'x': 36, 'y': 16}, {'x': 12, 'y': 0}, {'x': 28, 'y': 16}, {'x': 20, 'y': 24}, {'x': 12, 'y': 12}, {'x': 20, 'y': 20}, {'x': 12, 'y': 28}, {'x': 36, 'y': 12}, {'x': 12, 'y': 4}, {'x': 20, 'y': -16}, {'x': 12, 'y': -16}, {'x': 36, 'y': -28}, {'x': 36, 'y': -20}, {'x': 28, 'y': 28}, {'x': 28, 'y': 4}, {'x': 28, 'y': 0}, {'x': 20, 'y': 28}, {'x': 28, 'y': -12}, {'x': 12, 'y': -28}, {'x': 12, 'y': -12}, {'x': 28, 'y': -4}, {'x': 20, 'y': -28}, {'x': 20, 'y': -12}, {'x': 28, 'y': -24}, {'x': 36, 'y': 4}, {'x': 28, 'y': 12}, {'x': 20, 'y': 16}, {'x': 36, 'y': 20}, {'x': 28, 'y': 24}, {'x': 20, 'y': -24}, {'x': 20, 'y': 0}, {'x': 12, 'y': -4}, {'x': 28, 'y': -16}, {'x': 20, 'y': -4}, {'x': 12, 'y': 24}, {'x': 12, 'y': 16}, {'x': 36, 'y': 28}, {'x': 20, 'y': -20}, {'x': 28, 'y': -20}, {'x': 36, 'y': -16}, {'x': 12, 'y': -24}]. Ve robotumuzun kat edebileceği minimum mesafeyi 1096.212782760582 metre olarak buluyoruz.

### 3. Sonuç

Bu proje bir depo veya envanter düzeni oluşturmaya ve genetik algoritmayı kullanarak robotlarımızın kat etmesi gereken minimum mesafeyi bulmaya ve gelen siparişi tamamlamak için minimum zaman ve enerji harcamaya çalışmaktadır. Bu optimizasyon probleminin arkasındaki mantık, söz konusu deponun otomasyonu ile aynıdır: Verimlilik. Zaten otomatikleştirilmiş sistemi optimize ederek sistemimizin bir görevi tamamlamak için daha az enerji ve zaman harcadığından emin oluyoruz. Bunun için metasezgisel tekniklerden genetik algoritmanın seçilmesinin nedeni çok yönlülüğü, sağlamlığı ve uyarlanabilirliğidir. Projenin geleceğine baktığımızda, depo düzenimiz ve koordinatlarımız için farklı yöntemler ve farklı değerler kullanarak daha fazla test, gözlem ve analiz bulunmaktadır.

## Kaynakça

- [1] **Simoncini, D., & Zhang, K. Y. J.** (2019). *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology*. In *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology: ABC of Bioinformatics*. Academic Press.
- [2] Sarhani, M., Voß, S., & Jovanovic, R. (2021). **"Initialization of Metaheuristics: Comprehensive Review, Critical Analysis, and Practical Recommendations."** *Journal of Optimization Theory and Applications*, 189(2), 295-322.
- [3] Muhuri, P. K., Banerjee, S., & Ghosh, S. (2020). **"Metaheuristics: A Comprehensive Overview and Classification Along with Implementation in MATLAB."** *Applied Intelligence*, 50(5), 1500-1533.
- [4] Katoch, S., Chauhan, S. S., & Kumar, V. (2020). **"A Review on Genetic Algorithm: Past, Present, and Future."** *Multimedia Tools and Applications*, 80(5), 8091-8126.
- [5] Singh, R. K., Panchal, V. K., & Singh, B. K. (2019). **"A Review on Genetic Algorithm and Its Applications."** *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 10(1), 1-6.

## HİBRİT FUZZY-MCDM YAKLAŞIMI İLE DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN OTOMASYONU

**Prof.Dr. Servet SOYGÜDER**

Ankara Yıldırım Beyazıt University, servetsoyguder@aybu.edu.tr – 0000-0002-8191-6891

**Öğrenci, Gürkan Galip DİNLER**

Ankara Yıldırım Beyazıt University, gurkanndnlr@gmail.com – 0009-0005-5367-2665

### ABSTRACT

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) is a branch of operations research aimed at evaluating and ranking choices based on multiple qualitative and quantitative criteria. It is widely used across various fields, including social sciences, engineering, and medicine, to tackle complex decision-making problems where expert-assigned weights reflect the importance of each criterion. Among MCDM methods, the Fuzzy Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS) method combines fuzzy logic with traditional MCDM techniques to address uncertainty and vagueness. In fuzzy-MCDM, criteria weights are classified as very low to very high, and different cases are created to prioritize specific criteria, enabling a nuanced comparison of alternatives. This research applies the fuzzy EDAS method to assess automated versus manpower-based warehousing systems across criteria such as productivity, safety, flexibility, initial investment cost, annual expense, and error rate. By calculating positive and negative deviations from the average solution, weighted by fuzzy importance values, appraisal scores are generated for each alternative. Results indicate that an automated system yields significantly higher productivity and performs favorably in cases emphasizing safety, minimal expense, and error rate, as well as when all criteria are weighted equally. Conversely, a manpower-based approach is advantageous for companies emphasizing flexibility or constrained by initial investment costs. This study concludes that while partial or full automation is often preferable, especially for productivity-driven companies, a manpower-centered system remains viable for those prioritizing flexibility or limited budgets. These insights offer a tailored decision-making framework for organizations considering the adoption of automated warehousing.

**Keywords:** Hybrid Fuzzy-MCDM, EDAS, Fuzzy-EDAS

### Özet

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), birden fazla nitel ve nicel kritere dayalı olarak seçimleri değerlendirmeyi ve sıralamayı amaçlayan bir operasyon araştırma dalıdır. Sosyal bilimler, mühendislik ve tıp dahil olmak üzere çeşitli alanlarda, uzmanların atadığı ağırlıkların her kriterin önemini yansıttığı karmaşık karar verme problemlerini ele almak için yaygın olarak kullanılır. ÇKKV yöntemleri arasında, Ortalama Çözümünden Uzaklığa Dayalı Bulanık Değerlendirme (EDAS) yöntemi, belirsizliği ve muğlaklığı ele almak için bulanık mantığı

geleneksel ÇKKV teknikleriyle birleştirir. Bulanık-ÇKKV'de, kriter ağırlıkları çok düşükten çok yükseğe kadar sınıflandırılır ve belirli kriterleri önceliklendirmek için farklı durumlar oluşturulur, bu da alternatiflerin nüanslı bir şekilde karşılaştırılmasını sağlar. Bu araştırma, üretkenlik, güvenlik, esneklik, ilk yatırım maliyeti, yıllık gider ve hata oranı gibi kriterlere göre otomatik ve insan gücüne dayalı depolama sistemlerini değerlendirmek için bulanık EDAS yöntemini uygular. Ortalama çözümden pozitif ve negatif sapmalar hesaplanarak, bulanık önem değerleriyle ağırlıklandırılarak, her alternatif için değerlendirme puanları üretilir. Sonuçlar, otomatik bir sistemin önemli ölçüde daha yüksek üretkenlik sağladığını ve güvenlik, asgari masraf ve hata oranının vurgulandığı durumlarda ve tüm ölçütler eşit ağırlıklandırıldığında olumlu performans gösterdiğini göstermektedir. Tersine, işgücüne dayalı bir yaklaşım, esnekliğe vurgu yapan veya ilk yatırım maliyetleriyle kısıtlanan şirketler için avantajlıdır. Bu çalışma, özellikle üretkenlik odaklı şirketler için kısmi veya tam otomasyonun genellikle tercih edilir olmasına rağmen, esnekliğe veya sınırlı bütçelere öncelik verenler için işgücüne odaklı bir sistemin uygulanabilirliğini sürdürdüğü sonucuna varmıştır. Bu içgörüler, otomatik depolama benimsemeyi düşünen kuruluşlar için özel bir karar alma çerçevesi sunmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Hibrit Bulanık-MCDM, EDAS, Bulanık-EDAS

## 1. Giriş

Çok kriterli karar verme (MCDM), çoklu kriterli karar analizi (MCDA) olarak da adlandırılır, günlük yaşam, sosyal bilimler, mühendislik, tıp ve diğer birçok alanı kapsayan bir durum veya araştırma alanındaki çeşitli mevcut seçeneklerin analizini içeren bir operasyon araştırmasının alt disiplini. Bu yöntem, en iyi çözümü bulmak için düzeltilmesi gereken farklı nitel ve nicel kriterleri dikkate alır. Örneğin, süreçlerin maliyeti veya fiyatı ve kalitesi, birçok karar alma probleminde en yaygın kriterler arasındadır. Ek olarak, bu problemlerde uzman grupları, her bir kriterin o belirli durumdaki önemine dayalı olarak kriterlere farklı ağırlıklar sağlar. Son on yıllarda farklı yazarlar tarafından geliştirilen veya iyileştirilen birkaç tür MCDM yöntemi vardır. Bu yöntemler arasındaki temel farklar, algoritmaların karmaşıklık düzeyi, kriterler için ağırlıklandırma yöntemleri, tercih değerlendirme kriterlerini temsil etme biçimi, belirsiz veri olasılığı ve son olarak veri toplama türü ile ilgilidir. Bulanık MCDM, alternatiflerin değerlendirilmesinde belirsizliği ve muğlaklığı ele almak için bulanık mantığı geleneksel MCDM teknikleriyle bütünleştiren gelişmiş bir karar alma metodolojisidir. Bulanık mantık, doğruluk değerlerinin tamamen doğru ile tamamen yanlış arasında değiştiği kısmi doğruluk kavramını ele almak için klasik mantığı genişletir. Üyelik fonksiyonlarıyla karakterize edilen bulanık kümeleri, belirsiz veya kesin olmayan verileri temsil etmek için kullanır.

Yazar Jitesh J. Thakkar tarafından yapılan “Çok Kriterli Karar Verme: Mühendislikte Yöntemler ve Uygulamalar” adlı çalışma, çeşitli MCDM tekniklerinin ve özellikle mühendislik ve endüstriyel sistemlerdeki pratik uygulamalarının derinlemesine bir incelemesini sunmaktadır [1]. AHP, TOPSIS ve MAUT dahil olmak üzere 15'ten fazla yöntemi kapsar ve bunların çelişkili kriterler ve uzlaşmalar içeren karmaşık karar verme



problemlerini ele almada kullanımını gösterir. Kitap, üretim, ürün tasarımı ve endüstriyel karar verme gibi alanlarda gerçek dünya örnekleri aracılığıyla pratik uygulamaya vurgu yaparak, mühendislere ve araştırmacılara uygun MCDM yöntemlerini etkili bir şekilde seçme ve uygulama konusunda kapsamlı bir rehber sunar. Evangelos Triantaphyllou ve diğerleri tarafından yazılan "Çok Kriterli Karar Verme: Bir Operasyon Araştırması Yaklaşımı", çok kriterli karar verme (MCDM) metodolojilerinin operasyon araştırması perspektifinden kapsamlı bir incelemesini sunmaktadır [2]. Çalışma, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Ağırlıklı Toplam Modeli (WSM) ve diğerleri gibi yöntemleri inceleyerek MCDM'nin teorik temellerine inmekte ve bunların birden fazla, genellikle çelişen kriter içeren karmaşık karar problemlerini çözümedeki uygulamalarını vurgulamaktadır. Makale ayrıca sıralama tersine çevirmeleri, tercih tutarsızlıkları ve hassasiyet analizi gibi zorlukları ele alarak çeşitli yöntemlerin güçlü ve zayıf yönlerine ilişkin içgörüler sunmaktadır. Kaynak tahsisi, proje seçimi ve endüstriyel karar vermedeki pratik uygulamalar vurgulanmakta ve bu da MCDM tekniklerini etkili bir şekilde anlamak ve uygulamak isteyen akademisyenler ve uygulayıcılar için değerli bir kaynak haline gelmektedir.

Abbas Mardani ve diğerleri tarafından yazılan "Çoklu Kriterli Karar Alma Teknikleri ve Uygulamaları - 2000'den 2014'e Literatür İncelemesi", 15 yıllık bir süre boyunca çeşitli endüstrilerdeki MCDM yöntemleri ve uygulamalarının kapsamlı bir incelemesidir [3]. Çalışma, AHP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE ve bulanık tabanlı yaklaşımlar gibi teknikleri kategorilere ayırarak bunların güçlü yanlarını, sınırlamalarını ve uygulama alanlarını analiz eder. Karar alma doğruluğunu ve uyarlanabilirliğini iyileştirmek için farklı yöntemleri birleştiren hibrit modellerin artan rolünü vurgular. İnceleme, MCDM'nin enerji yönetimi, tedarik zinciri optimizasyonu, sağlık hizmetleri ve çevre planlama gibi alanlarda yaygın kullanımını vurgulayarak karmaşık, çok boyutlu sorunları ele almadaki önemini gösterir.

## 2. Bulanık EDAS

Otomatik depolama optimizasyonu üzerine bu araştırmada, otomatik ve insan gücüyle çalışan sistemleri farklı kriterlere göre karşılaştırmak için Ortalama Çözümünden Uzaklığa Dayalı Bulanık Değerlendirme (EDAS) MCDM yöntemini kullanacağız. EDAS, her bir alternatifin ortalama çözümden ne kadar uzakta olduğuna göre bir dizi alternatifi sıralamak ve değerlendirmek için kullanılan bir MCDM yöntemidir ve bu da bir referans noktası görevi görür. Yöntem, kapsamlı bir değerlendirme sağlamak için ortalama çözümden hem pozitif hem de negatif sapmaları dikkate alır. EDAS yönteminin adımları ve formülasyonları:

- i. Kriterleri ve alternatifleri belirleyin:
  - İki farklı sistemimizi karşılaştırırken göz önünde bulduğumuz kriterler; verimlilik, emniyet, esneklik, ilk yatırım maliyeti, yıllık gider ve hata oranı olup, değerler, konular üzerinde yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda alınmıştır.
- ii. Karar matrisini oluşturun ve ortalama çözümü belirleyin (*Görsel 2.1*):

#	Productivity	Safety (%)	Flexibility	Initial Investment (\$)	Expense (Annual, \$)	Error Rate (%)
Autonomous	150	99	100	720000	14323775.04	0.5
Manpower	100	95	150	270000	17224164	3
Average	125	97	125	495000	15773969.52	1.75

Görsel 2.1. Karar Matrisi

- iii. 1 ve 2 numaralı denklemleri kullanarak ortalamaya göre pozitif ve negatif uzaklıkları hesaplayın (PDA, NDA) (Görsel 2.2):

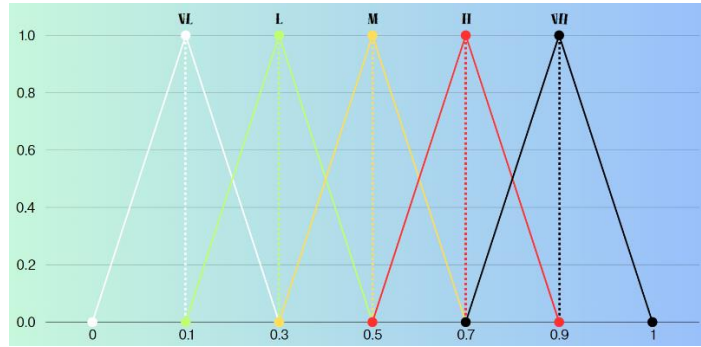
$$PDA_{ij}^+ = \max(0, x_{ij} - \bar{x}_j) \quad PDA_{ij}^- = \max(0, \bar{x}_j - x_{ij}) \quad (1)$$

$$NDA_{ij}^+ = \max(0, \bar{x}_j - x_{ij}) \quad NDA_{ij}^- = \max(0, x_{ij} - \bar{x}_j) \quad (2)$$

Positive Distance From Average						
Countries / Criteria	Productivity	Safety (%)	Flexibility	Initial Investment (\$)	Expense (Annual, \$)	Error Rate (%)
Autonomous	0.2	0.020618557	0	0	0.091935925	0.714285714
Manpower	0	0	0.2	0.454545455	0	0
Negative Distance From Average						
Countries / Criteria	Productivity	Safety (%)	Flexibility	Initial Investment (\$)	Expense (Annual, \$)	Error Rate (%)
Autonomous	0	0	0.2	0.454545455	0	0
Manpower	0.2	0.020618557	0	0	0.091935925	0.714285714

Görsel 2.2. Ortalama Değerden Pozitif ve Negatif Uzaklıklar

- iv. Önem değerlerini belirleyin:
- Bulanık MCDM yönteminde önem değerleri (veya ağırlıklar) karar alma sürecindeki her kriterin göreceli önemini belirlemede önemli bir rol oynar. Önem kümelerimiz çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak belirlenir ve bu kümelerin değerleri buna göre atanır (Görsel 2.3, Görsel 2.4).



Görsel 2.3. Bulanık kümelerin grafiksel gösterimi

Importance				
Very Low	VL	0	0.1	0.3
Low	L	0.1	0.3	0.5
Medium	M	0.3	0.5	0.7
High	H	0.5	0.7	0.9
Very High	VH	0.7	0.9	1

Görsel 2.4. Bulanık Kümelerin Önem Değerleri

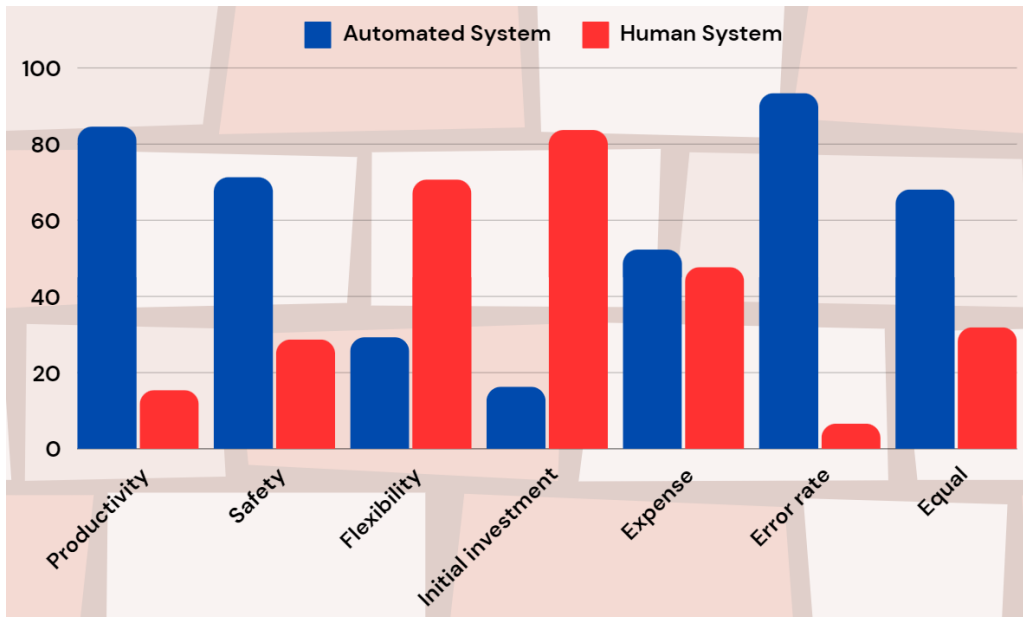
- v. Farklı durumlar yaratın:
- Kriterleri değerlendirmek için kullanılacak önem değerleri kümeleri belirlendikten sonra, bulanık EDAS yöntemindeki bir sonraki adım, farklı kriterlere odaklanan farklı



Sonuç olarak, üretkenliğin en yüksek öneme sahip olduğu ve diğerlerinin hepsinin çok düşük değerler olarak alındığı ilk durumda, otomatik sistemin 1 üzerinden 0,849 değerlendirme puanı ile muadilinden neredeyse dört kat daha iyi olduğu bulunmuştur. Her kriter için alternatiflerimizin değerlendirme puanlarını bulmak için aynı Bulanık EDAS yöntemi sürecini tekrarlıyoruz. Görsel 2.7 ve 2.8'de alternatiflerin karşılaştırmalarını bir tablo ve karşılaştırma çizelgesi üzerinde görebiliriz.

ALTERNATIVE / PRIORITIZED CRITERIA	PRODUCTIVITY	SAFETY	FLEXIBILITY	INITIAL INVESTMENT	EXPENSE	ERROR RATE	EQUAL
AUTONOMOUS	0.84612	0.71298	0.29262	0.16276	0.52327	0.93396	0.68128
MANPOWER	0.15388	0.28702	0.70738	0.83724	0.5	0.06604	0.31872

**Görsel 2.7. Her bir öncelikli kriter için her iki sistemin değerlendirme puanlarının karşılaştırılması**



**Görsel 2.8. Her bir öncelikli kriter için her iki sistemin değerlendirme puanlarının karşılaştırılması**

### 3. Sonuç

Değerlendirme puanlarının hesaplanması ve karşılaştırılması tamamlandıktan sonra, üretkenliği, güvenliği, asgari gideri ve hata oranını önceliklendiren ve tüm kriterlere

aynı önem değerini veren bir şirketin, insan gücüne dayanan bir sistemden ziyade otomatik depolama sistemi tarafına daha fazla yaslanması gerektiğini belirledik. Ve esnekliğe öncelik veren şirketler ve ağır bir ilk yatırım bütçesi için araçlara sahip olmayan şirketler, insan gücünden güç alan bir sisteme gitmelidir. Sonunda, tam otomasyon olmasa bile en azından bir miktar otomasyona yaslanmanın çoğu zaman daha iyi olduğunu görüyoruz.

#### 4. Kaynakça

- [1] Rao, R. V. (2020). *Multi-Criteria Decision Making: Methods and Applications in Engineering*. Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-47445-4.
- [2] Triantaphyllou, E., & Mann, S. H. (1998). *Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach*. In J. J. Cochran, L. A. Cox, P. Keskinocak, J. P. Kharoufeh, & J. C. Smith (Eds.), Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science. DOI: 10.1002/9780470400531.eorms0528.
- [3] Mardani, A., Jusoh, A., Nor, K. M., Khalifah, Z., Zakwan, N., & Valipour, A. (2015). **Multiple criteria decision-making techniques and their applications—a review of the literature from 2000 to 2014**. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 28(1), 516–571. DOI: 10.1080/1331677X.2015.1075139.

## AN APPLICATION TO NEUTROSOPHIC SOFT ROUGH SETS

**Aysun Benek**

Kafkas University, [aysunbenek12@gmail.com](mailto:aysunbenek12@gmail.com) - ORCID:0000-0001-8131-6178

**Prof. Dr. Taha Yasin Öztürk**

Kafkas University, [taha36100@hotmail.com](mailto:taha36100@hotmail.com) - ORCID:0000-0003-2402-6507

**Assoc. Prof. Adem Yolcu**

Kafkas University, [yolcu.adem@gmail.com](mailto:yolcu.adem@gmail.com) - ORCID:0000-0002-4317-652X

### ABSTRACT

Numerous theories have been used to address issues involving uncertainty and imprecision. Smarandache first proposed the idea of a neutrosophic set in 1999. Neutrosophic set is described by three functions: a membership function, indeterminacy function and a non-membership function. The functions are independently related, where the membership, indeterminacy and non-membership functional values belong to  $[0,1]$ . Soft set theory for handling uncertainties was then put forth by Molodtsov that same year. Soft set theory has a potential for application in several directions. Maji proposed neutrosophic soft set theory by combining the neutrosophic set theory and soft set theory. In several application it is often needed to compare two sets and we are interested to know whether two patterns or images are identical or approximately identical of at least to what degree they are identical. New cosine similarity measures for neutrosophic soft sets were introduced by Sumathi and Arockiarani in 2016, and some of their properties were derived. The idea of a rough set was first presented by Pawlak in 1982. It is based on the lower and upper approximations of a set. These two lower and upper approximation operators based on equivalence relation. Rough set is a world-famous innovation for dealing with uncertain, incomplete and imprecise situations. Soft set theory and neutrosophic set theory are other advanced mathematical techniques for dealing with uncertain, partial and inconsistent data. Furthermore, Yolcu et al. redefined the concept of neutrosophic soft rough set. The aim of this paper is to present an application in the context of rough set theory, soft set theory and neutrosophic set theory. We construct a decision-making method using the concepts redefined by Yolcu et al. and a decision-making method that selects the optimal set of elements from alternatives. Finally, we present an example that shows that the methods can be successfully applied to many problems involving uncertainty.

**Keywords:** Neutrosophic soft rough set, lower and upper approximation, similarity measure.

### 1. INTRODUCTION

The concept of neutrosophic sets [1], which are extensions of classical sets, fuzzy sets [2], intuitionistic fuzzy sets [3], and so forth, was introduced by F. Smarandache in 1999. Fuzzy set theory and intuitionistic fuzzy set theory fail when the relation is indeterminate, but the neutrosophic set notion handles indeterminate data. Neutrosophic sets are characterized by truth membership function, indeterminacy membership function, and falsity membership function. Since indeterminacy is explicitly specified and the truth, indeterminacy, and falsity membership functions are independent, this theory is especially important in many application areas.

The rough set theory, which was presented by Pawlak [4] in 1982 as a strategy for handling uncertainty and imperfection, may successfully assess incomplete information. Furthermore, numerous researchers have created a variety of new rough set models [5-7] that are based on various elements, including the universe, relations, objects, and operators. The fundamental characteristics of the rough neutrosophic set were defined and illustrated by Broumi et al. [5].

Molodtsov presented a new mathematical tool called “soft set theory” [8] in 1999 for dealing with uncertainty, and how soft set theory is free of the parameterization inadequacy syndrome of fuzzy set theory, rough set theory, and probability theory. This notion generalizes the soft set, fuzzy soft set [9], intuitionistic fuzzy soft set [10], neutrosophic soft set [11] and intuitionistic neutrosophic soft set [12].

By combining rough sets and neutrosophic soft sets, Broumi et al. [13] created a hybrid structure known as rough neutrosophic soft sets. Marei [14] in 2015, S. Debnath [15] in 2019, Al-Quran et al. [16] in 2019, Riaz et al. [17] in 2020 and Das. et al. [18] in 2021 have redefined neutrosophic soft rough sets. However, the methods utilized for operations on a neutrosophic rough set are not all-encompassing and have certain drawbacks. As a result, Yolcu et al. [19] provide a novel concept for neutrosophic soft rough sets.

In several application it is often needed to compare two sets and we are interested to know whether two patterns or images are identical or approximately identical of atleast to what degree they are identical. Several researchers like Jun Ye [20, 21], P.Majumdar [22], C.Wang [23] and many authors have studied the problem of similarity measures between intuitionistic fuzzy sets, neutrosophic sets and vague soft sets. A decision making method based on this similarity measure is constructed [24-26].

In this study, preliminary information is presented about the neutrosophic soft rough structure defined by Yolcu et al. [19] and the proposed method using the cosine similarity measure on this concept is applied to decision-making problems.

## 2. PRELIMINARIES

**Definition 2.1** [2] Let  $X$  be an universe. A fuzzy set  $F$  in  $X$ ,  $F = \{(x, \mu_F(x)) : x \in X\}$ , where  $\mu_F : X \rightarrow [0, 1]$  is the membership function of the fuzzy set  $F$ ;  $\mu_F(x) \in [0, 1]$  is the membership of  $x \in X$  in  $f$ . The set of all fuzzy sets over  $X$  will be denoted by  $FS(X)$ .

**Definition 2.2** [8] Let  $E$  be a set of parameters and  $X$  be the universal set. A pair  $(F, E)$  is called a soft set over  $X$ , where  $F$  is a mapping  $F : E \rightarrow P(X)$ . In other words, the soft set is a parameterized family of subsets of the set  $X$ .

**Definition 2.3** [1] Let  $X$  be the initial universe. Then, a neutrosophic set  $F$  on the universe  $X$  is defined as

$$F = \{ \langle x, \mu_F(x), \nu_F(x), \omega_F(x) \rangle : x \in X \}$$

where  $\mu, \nu, \omega : X \rightarrow ]^{-}0, 1^{+}[$  and  $^{-}0 \leq \mu_F(x) + \nu_F(x) + \omega_F(x) \leq 3^{+}$ . Where  $\mu, \nu$  and  $\omega$  represent the degree of membership, degree of indeterminacy and degree of nonmembership for some  $x \in X$ , respectively.

**Definition 2.4** [28] Let  $\Sigma$  be an initial universe set and  $\Upsilon$  be a set of parameters. Let  $NS(\Sigma)$  denote the set of all neutrosophic sets of  $\Sigma$ . Then, a neutrosophic soft set  $(N, \Upsilon)$  over  $\Sigma$  is a set defined by a set valued function  $N$  representing a mapping  $N : \Upsilon \rightarrow NS(\Sigma)$  where  $N$  is called approximate function of the neutrosophic soft set  $(N, \Upsilon)$ . In other words, the neutrosophic soft set is a parameterized family of some elements of the set  $NS(\Sigma)$  and therefore it can be written as a set of ordered pairs,

$$(N, \Upsilon) = \{ \langle \sigma, \langle n, \mu_{N(\sigma)}(n), \nu_{N(\sigma)}(n), \omega_{N(\sigma)}(n) \rangle : n \in \Sigma \rangle : \sigma \in \Upsilon \}.$$

where  $\mu_{N(\sigma)}(n), \nu_{N(\sigma)}(n), \omega_{N(\sigma)}(n) \in [0, 1]$ , respectively called the truth-membership, indeterminacy-membership, falsity-membership function of  $N(\sigma)$ . Since supremum of each  $\mu, \nu, \omega$  is 1 so the inequality  $0 \leq \mu_{N(\sigma)}(n) + \nu_{N(\sigma)}(n) + \omega_{N(\sigma)}(n) \leq 3$  is obvious.

**Definition 2.5** [19] Let  $\Sigma$  be a non-empty universe set,  $\Upsilon$  be a set of parameters, and  $NS(\Sigma)$



be the set of all neutrosophic set over  $\Sigma$ . The family  $(N, \Upsilon)$  be a neutrosophic soft set over  $\Sigma$ , where  $N$  is a mapping given by  $N: \Upsilon \rightarrow NS(\Sigma)$ . Then  $(\Sigma, N, \Upsilon)$  is called neutrosophic soft approximation space. The lower and upper neutrosophic soft approximation of  $\zeta \subseteq NSS(\Sigma, \Upsilon)$  with respect to  $(\Sigma, N, \Upsilon)$  are denoted by  $\underline{apr}_{NS}(\zeta)$  and  $\overline{apr}_{NS}(\zeta)$  respectively, defined by

$$\underline{apr}_{NS}(\zeta) = \left\{ \left( \sigma_i < \frac{n}{\underline{\mu}_{\sigma_i}(n), \underline{\nu}_{\sigma_i}(n), \underline{\omega}_{\sigma_i}(n)} > \right), \forall \sigma_i \in \Upsilon, \forall n \in \Sigma \right\}$$

$$\overline{apr}_{NS}(\zeta) = \left\{ \left( \sigma_i < \frac{n}{\overline{\mu}_{\sigma_i}(n), \overline{\nu}_{\sigma_i}(n), \overline{\omega}_{\sigma_i}(n)} > \right), \forall \sigma_i \in \Upsilon, \forall n \in \Sigma \right\}$$

where,

$$\underline{\mu}_{\sigma_i}(n) = \left\{ \wedge \mu_{\sigma_i}(n) : \mu_{\sigma_i}(n) \in \zeta \cap (N_i, \Upsilon); \forall (N_i, \Upsilon) \subseteq \zeta, \forall \sigma_i \in \Upsilon, \forall n \in \Sigma \right\}$$

$$\underline{\nu}_{\sigma_i}(n) = \left\{ \wedge \nu_{\sigma_i}(n) : \nu_{\sigma_i}(n) \in \zeta \cap (N_i, \Upsilon); \forall (N_i, \Upsilon) \subseteq \zeta, \forall \sigma_i \in \Upsilon, \forall n \in \Sigma \right\}$$

$$\underline{\omega}_{\sigma_i}(n) = \left\{ \wedge \omega_{\sigma_i}(n) : \omega_{\sigma_i}(n) \in \zeta \cap (N_i, \Upsilon); \forall (N_i, \Upsilon) \subseteq \zeta, \forall \sigma_i \in \Upsilon, \forall n \in \Sigma \right\}$$

$$\overline{\mu}_{\sigma_i}(n) = \left\{ \vee \mu_{\sigma_i}(n) : \mu_{\sigma_i}(n) \in \zeta \cup (N_i, \Upsilon); \forall (N_i, \Upsilon) \in NSS(X, E), \forall \sigma_i \in \Upsilon, \forall n \in \Sigma \right\}$$

$$\overline{\nu}_{\sigma_i}(n) = \left\{ \vee \nu_{\sigma_i}(n) : \nu_{\sigma_i}(n) \in \zeta \cup (N_i, \Upsilon); \forall (N_i, \Upsilon) \in NSS(X, E), \forall \sigma_i \in \Upsilon, \forall n \in \Sigma \right\}$$

$$\overline{\omega}_{\sigma_i}(n) = \left\{ \vee \omega_{\sigma_i}(n) : \omega_{\sigma_i}(n) \in \zeta \cup (N_i, \Upsilon); \forall (N_i, \Upsilon) \in NSS(X, E), \forall \sigma_i \in \Upsilon, \forall n \in \Sigma \right\}$$

where “ $\wedge$ ” and “ $\vee$ ” mean “min” and “max” operators, respectively. It is easy see that  $\underline{apr}_{NS}(\zeta)$  and  $\overline{apr}_{NS}(\zeta)$  are two neutrosophic soft set on  $NSS(\Sigma, \Upsilon)$ .

**Definition 2.6** [27] Let  $\Sigma = \{n_1, n_2, \dots, n_k\}$  be an initial universe set and  $\Upsilon = \{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_m\}$  be a set of parameters. Let  $(N_1, \Upsilon)$  and  $(N_2, \Upsilon)$  be two neutrosophic soft sets over the universe set  $\Sigma$ . Then, cosine similarity measures between  $(N_1, \Upsilon)$  and  $(N_2, \Upsilon)$  defined as;

$$CS(\wp) = \frac{1}{km} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k \cos \left[ \frac{\pi}{6} \left( \left| \mu_{N_1}(\sigma_i)(n_j) - \mu_{N_2}(\sigma_i)(n_j) \right| + \left| \nu_{N_1}(\sigma_i)(n_j) - \nu_{N_2}(\sigma_i)(n_j) \right| + \left| \omega_{N_1}(\sigma_i)(n_j) - \omega_{N_2}(\sigma_i)(n_j) \right| \right) \right]$$

### 3. MAIN RESULTS

Rough sets, particularly rough sets on two separate universes, have applications in many domains, including multi-attribute decision making, clustering, data mining, and medical diagnosis, as an effective way to cope with erroneous information and data. In this section, we present a real example on decision making problems using the newly defined neutrosophic soft rough sets. Proposed algorithm is as follows:

#### Algorithm

**Step 1:** Input Neutrosophic soft sets

**Step 2:** By Definition 2.5, we calculate the lower and upper neutrosophic soft approximation.

**Step 3:** By Definition 2.6, we use cosine similarity measure and compute  $CS(\wp_i)$ ,

$i = 1, 2, \dots, k$  for  $(N_i, \Upsilon)$  and upper approximations.

**Step 4:** We sort the  $CS(\wp_i)$  values.

**Step 5:** The optimal decision is chosen as the largest of the  $CS(\wp_i)$  values.

#### 3.1 Illustrative Example

Investor Mr.X wants to invest but cannot decide between four different companies. In this example, it is aimed to make an evaluation among experts with the help of the upper approach obtained by the state with the maximum performance opinion expected from the companies as a result of the examinations. As a result of the evaluation, Mr.X needs to choose one of these expert opinions. Let  $\Sigma = \{n_1, n_2, n_3, n_4\}$  represent a company set,  $\Upsilon = \{\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3\} = \{\text{Financial Analysis and Performance, Strategic Alignment and Objectives, Risk Analysis and Risk Management}\}$  a company attribute set and  $S = \{S_1, S_2, S_3\}$  an expert set. Let's assume that the following neutrosophic soft sets represent expert opinions;

**Step 1:**

$$S_1 = (N_1, \Upsilon) = \left\{ \begin{array}{l} \left( \sigma_1 < \frac{n_1}{0.7, 0.6, 0.2}, \frac{n_2}{0.5, 0.6, 0.3}, \frac{n_3}{0.6, 0.6, 0.4}, \frac{n_4}{0.4, 0.5, 0.4} > \right), \\ \left( \sigma_2 < \frac{n_1}{0.6, 0.5, 0.3}, \frac{n_2}{0.6, 0.4, 0.3}, \frac{n_3}{0.6, 0.4, 0.3}, \frac{n_4}{0.4, 0.7, 0.3} > \right), \\ \left( \sigma_3 < \frac{n_1}{0.7, 0.7, 0.5}, \frac{n_2}{0.8, 0.5, 0.4}, \frac{n_3}{0.5, 0.6, 0.2}, \frac{n_4}{0.4, 0.5, 0.2} > \right). \end{array} \right\}$$

$$S_2 = (N_2, \Upsilon) = \left\{ \begin{array}{l} \left( \sigma_1 < \frac{n_1}{0.7, 0.7, 0.3}, \frac{n_2}{0.6, 0.4, 0.3}, \frac{n_3}{0.7, 0.5, 0.3}, \frac{n_4}{0.5, 0.4, 0.4} > \right), \\ \left( \sigma_2 < \frac{n_1}{0.5, 0.6, 0.3}, \frac{n_2}{0.6, 0.3, 0.3}, \frac{n_3}{0.5, 0.3, 0.2}, \frac{n_4}{0.4, 0.6, 0.1} > \right), \\ \left( \sigma_3 < \frac{n_1}{0.8, 0.6, 0.5}, \frac{n_2}{0.8, 0.6, 0.4}, \frac{n_3}{0.3, 0.7, 0.1}, \frac{n_4}{0.3, 0.6, 0.2} > \right). \end{array} \right\}$$

$$S_3 = (N_3, \Upsilon) = \left\{ \begin{array}{l} \left( \sigma_1 < \frac{n_1}{0.9, 0.8, 0.1}, \frac{n_2}{0.7, 0.5, 0.2}, \frac{n_3}{0.6, 0.5, 0.4}, \frac{n_4}{0.6, 0.5, 0.1} > \right), \\ \left( \sigma_2 < \frac{n_1}{0.7, 0.6, 0.2}, \frac{n_2}{0.6, 0.3, 0.4}, \frac{n_3}{0.4, 0.2, 0.4}, \frac{n_4}{0.3, 0.2, 0.2} > \right), \\ \left( \sigma_3 < \frac{n_1}{0.6, 0.6, 0.4}, \frac{n_2}{0.5, 0.4, 0.2}, \frac{n_3}{0.3, 0.3, 0.2}, \frac{n_4}{0.2, 0.4, 0.2} > \right). \end{array} \right\}$$

for the another neutrosophic soft set  $\zeta \subset NSS(\Sigma, \Upsilon)$  with respect to  $(\Sigma, N, \Upsilon)$  denotes maximum performance expected from companies as a result of government reviews;

$$\zeta = \left\{ \begin{array}{l} \left( \sigma_1 < \frac{n_1}{0.8, 0.7, 0.2}, \frac{n_2}{0.8, 0.7, 0.2}, \frac{n_3}{0.7, 0.6, 0.3}, \frac{n_4}{0.5, 0.6, 0.3} > \right), \\ \left( \sigma_2 < \frac{n_1}{0.6, 0.7, 0.2}, \frac{n_2}{0.7, 0.4, 0.2}, \frac{n_3}{0.6, 0.4, 0.1}, \frac{n_4}{0.5, 0.7, 0.1} > \right), \\ \left( \sigma_3 < \frac{n_1}{0.8, 0.7, 0.4}, \frac{n_2}{0.9, 0.6, 0.3}, \frac{n_3}{0.6, 0.8, 0.1}, \frac{n_4}{0.4, 0.6, 0.1} > \right). \end{array} \right\}$$

**Step 2:** The lower and upper neutrosophic soft approximation of  $\zeta$  are calculated as

$$\underline{apr}_{NS}(\zeta) = \left\{ \begin{array}{l} \left( \sigma_1 < \frac{n_1}{0.7, 0.6, 0.3}, \frac{n_2}{0.5, 0.4, 0.3}, \frac{n_3}{0.6, 0.5, 0.4}, \frac{n_4}{0.4, 0.4, 0.5} > \right), \\ \left( \sigma_2 < \frac{n_1}{0.5, 0.5, 0.3}, \frac{n_2}{0.6, 0.3, 0.3}, \frac{n_3}{0.5, 0.3, 0.3}, \frac{n_4}{0.4, 0.6, 0.3} > \right), \\ \left( \sigma_3 < \frac{n_1}{0.7, 0.6, 0.5}, \frac{n_2}{0.8, 0.5, 0.4}, \frac{n_3}{0.3, 0.6, 0.2}, \frac{n_4}{0.3, 0.5, 0.2} > \right). \end{array} \right.$$

$$\overline{apr}_{NS}(\zeta) = \left\{ \begin{array}{l} \left( \sigma_1 < \frac{n_1}{0.9, 0.8, 0.1}, \frac{n_2}{0.8, 0.7, 0.2}, \frac{n_3}{0.7, 0.6, 0.3}, \frac{n_4}{0.6, 0.6, 0.1} > \right), \\ \left( \sigma_2 < \frac{n_1}{0.7, 0.7, 0.2}, \frac{n_2}{0.7, 0.4, 0.2}, \frac{n_3}{0.6, 0.4, 0.1}, \frac{n_4}{0.5, 0.7, 0.1} > \right), \\ \left( \sigma_3 < \frac{n_1}{0.8, 0.7, 0.4}, \frac{n_2}{0.9, 0.6, 0.2}, \frac{n_3}{0.6, 0.8, 0.1}, \frac{n_4}{0.4, 0.6, 0.1} > \right). \end{array} \right.$$

**Step 3:** By Definiton 2.6, we can compute the cosine similarity measure between  $(N_i, Y)$ , for  $i = 1, 2, 3$ , lower and upper approximation as follows;

$$CS(\wp_1)\left((N_1, Y), \overline{apr}_{NS}(\zeta)\right) = 0.9800$$

$$CS(\wp_2)\left((N_2, Y), \overline{apr}_{NS}(\zeta)\right) = 0.9807$$

$$CS(\wp_3)\left((N_3, Y), \overline{apr}_{NS}(\zeta)\right) = 0.8820$$

$$CS(\wp_1)\left((N_1, Y), \underline{apr}_{NS}(\zeta)\right) = 0.9143$$

$$CS(\wp_2)\left((N_2, Y), \underline{apr}_{NS}(\zeta)\right) = 0.9140$$

$$CS(\wp_3)\left((N_3, Y), \underline{apr}_{NS}(\zeta)\right) = 0.9749$$

**Step 4:** We sort the  $CS(\wp_i)$  values. When the expert evaluations are calculated according to the upper approximation, the closest assessment is expected, and when calculated according to the lower approximation, the farthest assessment is expected.

$$CS(\wp_2)\left((N_2, Y), \overline{apr}_{NS}(\zeta)\right) > CS(\wp_1)\left((N_1, Y), \overline{apr}_{NS}(\zeta)\right) > CS(\wp_3)\left((N_3, Y), \overline{apr}_{NS}(\zeta)\right)$$

and

$$CS(\wp_3)\left((N_3, Y), \underline{apr}_{NS}(\zeta)\right) > CS(\wp_1)\left((N_1, Y), \underline{apr}_{NS}(\zeta)\right) > CS(\wp_2)\left((N_2, Y), \underline{apr}_{NS}(\zeta)\right)$$

**Step 5:** So, the optimal decision is  $CS(\wp_2)$ . It is clear from here that while the  $S_2$  expert

evaluation is the closest assessment according to the upper approach, it is the farthest assessment according to the lower approach. That is, the  $S_2$  expert made the closest assessment to the performance expected from the companies as a result of the examinations conducted by the state.

## REFERENCES

- [1] Smarandache F (1999) A unifying field in logics. Neutrosophy: neutrosophic probability, set and logic. American Research Press, Rehoboth.
- [2] Zadeh LA (1965) Fuzzy sets. *Inf Control* 8:338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).
- [3] Atanassov KT (1986) Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets Syst* 20(1):87–96. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(86\)80034-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(86)80034-3).
- [4] Pawlak Z (1982) Rough set theory. *Int J Comput Inf Sci* 11:341–356. <https://doi.org/10.1007/BF01001956>.
- [5] Broumi S, Smarandache F, Dhar M (2014) Rough neutrosophic sets. *Neutrosophic Sets Syst* 3:60–65. <https://doi.org/10.5281/zenodo.30310>.
- [6] Cornelis C, De Cock M, Kerre EE (2003) Intuitionistic fuzzy rough sets: at the crossroads of imperfect knowledge. *Expert Syst* 20(5):260–270. <https://doi.org/10.1111/1468-0394.00250>.
- [7] Mohan M, Krishnaswamy M (2020) Axiomatic characterizations of quadripartitioned single valued neutrosophic rough sets. *J New Theory* 30:86–99
- [8] Molodtsov D (1999) Soft set theory—first results. *Comput Math Appl* 37(4–5):19–31. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(99\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(99)00056-5).
- [9] Maji PK, Biswas R, Roy AR (2001) Fuzzy soft sets. *J Fuzzy Math* 9(3):589–602.
- [10] Maji PK, Biswas R, Roy AR (2001) Intuitionistic fuzzy soft sets. *J Fuzzy Math* 9(3):677–692.
- [11] Maji PK (2013) Neutrosophic soft set. *Ann Fuzzy Math Inform* 5(1):157–168.
- [12] Broumi S., & Smarandache F. (2013) Intuitionistic neutrosophic soft set. *J Inf Comput Sci* 8(2):130–140.
- [13] Broumi S., & Smarandache F. (2015). Interval-valued neutrosophic soft rough sets. *Int J Comput Math* 2015:232919. <https://doi.org/10.1155/2015/232919>.
- [14] Marei E (2015) More on neutrosophic soft rough sets and its modification. *Neutrosophic Sets Syst* 10(1):18–30.
- [15] Debnath S (2019) About rough neutrosophic soft sets theory and study their properties. *Sci J Appl Math Stat* 7(6):95–102. <https://doi.org/10.11648/j.sjams.20190706.11>.
- [16] Riaz M, Smarandache F, Karaaslan F, Hashmi MR, & Nawaz I (2020) Neutrosophic soft rough topology and its applications to multi-criteria decision-making. *Neutrosophic Sets Syst* 35:198–219.
- [17] Das M, Mohanty D, & Parida KC (2021) On the neutrosophic soft set with rough set theory. *Soft Comput* 25(21):13365–13376. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06089-2>.
- [18] Hung, W. L., & Yang, M. S. (2004). Similarity measures of intuitionistic fuzzy sets based on Hausdorff distance. *Pattern recognition letters*, 25(14), 1603-1611.
- [19] Yolcu, A., Benek, A., & Öztürk, T. Y. (2023). A new approach to neutrosophic soft rough sets. *Knowledge and information systems*, 65(5), 2043-2060.
- [20] Ye, J. (2011). Cosine similarity measures for intuitionistic fuzzy sets and their applications. *Mathematical and computer modelling*, 53(1-2), 91-97.

- [21] Ye, J. (2014). Vector similarity measures of simplified neutrosophic sets and their application in multicriteria decision making. *Infinite Study*.
- [22] Majumdar, P., & Samanta, S. K. (2014). On similarity and entropy of neutrosophic sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(3), 1245-1252.
- [23] Wang, C., & Qu, A. (2013). Entropy, similarity measure and distance measure of vague soft sets and their relations. *Information Sciences*, 244, 92-106.
- [24] Smarandache, F., & Salama, A. A. (2015). *Neutrosophic Crisp Set Theory*. USA Book, Educational. Education Publishing 1313 Chesapeake, Avenue, Columbus, Ohio 43212, USA.
- [25] Salama, A. A., & Broumi, S. (2014). Roughness of neutrosophic sets. *Elixir Applied Mathematics*, 74, 26833-26837.
- [26] Salama, A. A. (2015). Basic structure of some classes of neutrosophic crisp nearly open sets and possible application to GIS topology. *Neutrosophic Sets and Systems*, 7, 18-22.
- [27] Sumathi IR., & Arockiarani I. (2016) Cosine similarity measures of neutrosophic soft set. *Ann Fuzzy Math Inform* 12(5):669–678.
- [28] Deli I, Broumi S (2015) Neutrosophic soft relations and some properties. *Ann Fuzzy Math Inform* 9(1):169–182. <https://doi.org/10.5281/zenodo.23153>.

## AN APPLICATION TO DECISION MAKING PROBLEMS WITH NEUTROSOPHIC SOFT RELATIONS

**Aysun Benek**

Kafkas University, [aysunbenek12@gmail.com](mailto:aysunbenek12@gmail.com) - ORCID:0000-0001-8131-6178

**Prof. Dr. Taha Yasin Öztürk**

Kafkas University, [taha36100@hotmail.com](mailto:taha36100@hotmail.com) - ORCID:0000-0003-2402-6507

**Assoc. Prof. Adem Yolcu**

Kafkas University, [yolcu.adem@gmail.com](mailto:yolcu.adem@gmail.com) - ORCID:0000-0002-4317-652X

### ABSTRACT

Fuzzy relations were initially employed due to the observation that objects in real life can be related to one another. These relations are insufficient for modeling uncertainty because they can only model a vagueness that expresses the degree of relations between two objects. Fuzzy relations can model vagueness, in the sense that they provide the degree to which two objects are related to each other. A concept of intuitionistic fuzzy relations was introduced by Bustince and Burillo, followed by Dinda and Samanta on intuitionistic fuzzy soft relations. This allows for the inclusion of uncertainty to a certain extent, but it does not handle indeterminacy degree of membership. Therefore, Deli and Broumi introduced neutrosophic soft relations. Numerous scholars have recently examined fuzzy relations, fuzzy soft relations, and their generalizations. If only the parameters or alternatives are handled in a neutrosophic soft relation, the relations could not produce the obvious outcome that is intended. To overcome this problem, Yolcu et al. defined a Cartesian product with a different approach on neutrosophic soft sets. Both alternatives and parameters were processed with this approach. In this way, a great progress has been made in order to express the relations between objects in the best way. The better we can express the relations between objects, the better we can manage decision-making processes in uncertain environments. Then, the concept of neutrosophic soft relations was expressed using the definition of Cartesian product. In this study, the basic method that can be used in decision-making problems using the concept of neutrosophic soft relations defined by Benek et al. is presented.

**Keywords:** Neutrosophic soft set, neutrosophic soft relation, decision-making.

### 1. INTRODUCTION

The concept of fuzzy set theory was first presented by Zadeh [1] in 1965 and is used to address uncertainty in a variety of real-world applications. According to Zadeh, the classical set theory and its typical mathematical theories based on such set theory did not provide us with the information and conclusions we needed because there is a significant amount of ambiguity in the majority of real-life situations and physical problems. Atanassov [2] later generalizes the fuzzy set as the intuitionistic fuzzy set concept. Molodtsov presented soft set theory [3] in 1999 as a novel mathematical tool for handling uncertainty. He explained that soft set theory is not affected by the parameterization inadequacy syndrome that plagues probability theory and fuzzy set theory. Among other related problems, the problem of figuring out the membership function does not come up in soft set theory. The theory is therefore straightforward and simple to apply in real-world situations. Accordingly, a perspective on fuzzy soft sets and intuitionistic fuzzy soft sets was presented by Maji et al. [4,5]. In 1999, Smarandache was established the concept of neutrosophic set [6]. A membership function, an indeterminacy function, and a non membership function characterize a neutrosophic set. The functions are connected separately, with membership, indeterminacy, and non-membership functional values belonging to  $[0,1]$ . Later, Maji [7]. proposed a combined notion called Neutrosophic soft set (NSS). The idea that things in the real world could be somewhat related to one another led to the use of fuzzy relations. Fuzzy relations can characterize ambiguity in the sense that they indicate the extent to which two items are related to one another. However, they are unable to model uncertainty. Consequently, intuitionistic fuzzy relations were defined by Bustince and Burillo [8], and intuitionistic fuzzy soft relations were defined by Dinda and Samanta [9]. This does not address the indeterminacy of membership degree, but it does permit the inclusion of uncertainty to a certain degree. As a result, Deli and Broumi [10] launched neutrosophic soft connections. Many academics have recently explored fuzzy relations [11,12], fuzzy soft relations [13] and neutrosophic soft relations [14, 15]. Previous studies on neutrosophic soft relation have some disadvantages and structural deficiencies. In the studies numbered [10,15], it is seen that only the parameters are multiplied in the Cartesian product definitions given in the concept of relations on neutrosophic soft sets. In addition, Benek et al. have redefined the concept of neutrosophic soft Cartesian product in a way that both the parameters and the alternatives are multiplied and have constructed the concept of neutrosophic soft relation using this Cartesian product concept. Moreover, they have redefined the concepts of inverse correlation and composition [16]. In this study, an application will be made on decision making methods using the concept of neutrosophic soft relation defined by Benek et al. [16].

## 2. PRELIMINARIES



**Definition 2.1** [1] Let  $X$  be an universe. A fuzzy set  $F$  in  $X$ ,  $F = \{(x, \mu_F(x)) : x \in X\}$ , where  $\mu_F : X \rightarrow [0, 1]$  is the membership function of the fuzzy set  $F$ ;  $\mu_F(x) \in [0, 1]$  is the membership of  $x \in X$  in  $f$ . The set of all fuzzy sets over  $X$  will be denoted by  $FS(X)$ .

**Definition 2.2** [3] Let  $E$  be a set of parameters and  $X$  be the universal set. A pair  $(F, E)$  is called a soft set over  $X$ , where  $F$  is a mapping  $F : E \rightarrow P(X)$ . In other words, the soft set is a parameterized family of subsets of the set  $X$ .

**Definition 2.3** [6] Let  $X$  be the initial universe. Then, a neutrosophic set  $F$  on the universe  $X$  is defined as

$$F = \{ \langle x, \mu_F(x), \nu_F(x), \omega_F(x) \rangle : x \in X \}$$

where  $\mu, \nu, \omega : X \rightarrow ]^{-0, 1^+}[$  and  $^{-0} \leq \mu_F(x) + \nu_F(x) + \omega_F(x) \leq 3^+$ . Where  $\mu, \nu$  and  $\omega$  represent the degree of membership, degree of indeterminacy and degree of nonmembership for some  $x \in X$ , respectively.

**Definition 2.4** [10] Let  $\Sigma$  be an initial universe set and  $\Upsilon$  be a set of parameters. Let  $NS(\Sigma)$  denote the set of all neutrosophic sets of  $\Sigma$ . Then, a neutrosophic soft set  $(N, \Upsilon)$  over  $\Sigma$  is a set defined by a set valued function  $N$  representing a mapping  $N : \Upsilon \rightarrow NS(\Sigma)$  where  $N$  is called approximate function of the neutrosophic soft set  $(N, \Upsilon)$ . In other words, the neutrosophic soft set is a parameterized family of some elements of the set  $NS(\Sigma)$  and therefore it can be written as a set of ordered pairs,

$$(N, \Upsilon) = \{ \langle \sigma, \langle n, \mu_{N(\sigma)}(n), \nu_{N(\sigma)}(n), \omega_{N(\sigma)}(n) \rangle : n \in \Sigma \rangle : \sigma \in \Upsilon \}.$$

where  $\mu_{N(\sigma)}(n), \nu_{N(\sigma)}(n), \omega_{N(\sigma)}(n) \in [0, 1]$ , respectively called the truth-membership, indeterminacy-membership, falsity-membership function of  $N(\sigma)$ . Since supremum of each  $\mu, \nu, \omega$  is 1 so the inequality  $0 \leq \mu_{N(\sigma)}(n) + \nu_{N(\sigma)}(n) + \omega_{N(\sigma)}(n) \leq 3$  is obvious.

**Definition 2.5** [16] Let  $X$  be a universe and  $E$  be a parameter sets.  $(F, A)$  and  $(G, B)$  be two neutrosophic soft set over the common universe  $X$  and  $A, B \subseteq E$ . Then their cartesian product is  $(F, A) \times (G, B) = (H, C)$  where  $C = A \times B$ ,  $H : A \times B \rightarrow NS(X \times X)$ . Then  $(H, C)$  is defined as follows;

$$(H, C) = \left\{ \begin{array}{l} (e_k, e_l), < (x_i, x_j), T_H(e_k, e_l)(x_i, x_j), I_H(e_k, e_l)(x_i, x_j), F_H(e_k, e_l)(x_i, x_j) > \\ : x_i \in (F, A), x_j \in (G, B), e_k \in A, e_l \in B \end{array} \right\}$$

$$T_H(e_k, e_l)(x_i, x_j) = \min \left\{ T_F(e_k)(x_i), T_G(e_l)(x_j) \right\}$$

$$I_H(e_k, e_l)(x_i, x_j) = \min \left\{ I_F(e_k)(x_i), I_G(e_l)(x_j) \right\}$$

$$F_H(e_k, e_l)(x_i, x_j) = \max \left\{ F_F(e_k)(x_i), F_G(e_l)(x_j) \right\}$$

**Definition 2.6** [16]  $(F, A)$  and  $(G, B)$  be two neutrosophic soft set over the common universe  $X$ . If  $(H, C)$  is a neutrosophic soft subset of  $(F, A) \times (G, B)$ , where  $C \subseteq A \times B$  and  $(H, C) \subseteq (F, A) \times (G, B)$ , then  $(H, C)$  is called a neutrosophic soft relation on  $X$ .

**Definition 2.7** [16] Let  $(F, A)$  and  $(G, B)$  be two neutrosophic soft sets over the universe  $X$  and let  $R$  be neutrosophic soft relation from  $(F, A)$  to  $(G, B)$ . Then  $R^{-1}$  is a inverse neutrosophic soft relation from  $(G, B)$  to  $(F, A)$  and defined as follows:

$$R^{-1} = \left\{ \begin{array}{l} (e_l, e_k), < (x_j, x_i), T_{R^{-1}}(e_l, e_k)(x_j, x_i), I_{R^{-1}}(e_l, e_k)(x_j, x_i), F_{R^{-1}}(e_l, e_k)(x_j, x_i) > \\ : e_k \in A, e_l \in B \end{array} \right\}$$

$$T_{R^{-1}}(e_l, e_k)(x_j, x_i) = \min \left\{ T_G(e_l)(x_j), T_F(e_k)(x_i) \right\}$$

$$I_{R^{-1}}(e_l, e_k)(x_j, x_i) = \min \left\{ I_G(e_l)(x_j), I_F(e_k)(x_i) \right\}$$

$$F_{R^{-1}}(e_l, e_k)(x_j, x_i) = \max \left\{ F_G(e_l)(x_j), F_F(e_k)(x_i) \right\}$$

**Definition 2.8** [16] Let  $X$  be a universe and  $E$  be a parameter sets.  $(F, A)$ ,  $(G, B)$  and  $(H, C)$  be neutrosophic soft sets over the common universe  $X$  and  $A, B \subseteq E$ .  $R$  and  $S$  be two neutrosophic soft relations from  $(F, A)$  to  $(G, B)$  and  $(G, B)$  to  $(H, C)$ , respectively. Then their neutrosophic soft composition is denoted by  $R \circ S$  and defined by

$$R \circ S = \left\{ (e_k, e_m), < (x_i, x_j), T_{R \circ S}(e_k, e_m)(x_i, x_j), I_{R \circ S}(e_k, e_m)(x_i, x_j), F_{R \circ S}(e_k, e_m)(x_i, x_j) > \right. \\ \left. : x_i \in (F, A), x_j \in (H, C) : e_k \in A, e_m \in C \right\}$$

where;

$$T_{R \circ S}(e_k, e_m)(x_i, x_j) = \max \left\{ \min \left\{ T_R(e_k, e_l)(x_i, x_j), T_S(e_l, e_m)(x_i, x_j) \right\} \right\}$$

$$I_{R \circ S}(e_k, e_m)(x_i, x_j) = \max \left\{ \min \left\{ I_R(e_k, e_l)(x_i, x_j), I_S(e_l, e_m)(x_i, x_j) \right\} \right\}$$

$$F_{R \circ S}(e_k, e_m)(x_i, x_j) = \min \left\{ \max \left\{ F_R(e_k, e_l)(x_i, x_j), F_S(e_l, e_m)(x_i, x_j) \right\} \right\}$$

$$\forall e_k \in A, \forall e_l \in B \text{ and } \forall e_m \in C.$$

### 3. MAIN RESULTS

In this section, we present an application of neutrosophic soft relation in a decision-making problem. Some of it is quoted from in [10-17].

Now, we can construct a decision making method on neutrosophic soft relation by the following Algorithm;

1. Input the neutrosophic soft  $(F, A)$  and  $(G, B)$ .
2. Obtain the neutrosophic soft matrix  $R$  (relational table) corresponding to cartesian product of  $(F, A)$  and  $(G, B)$  respectively.
3. Compute the comparison table using the following formula
$$T + I - F$$
4. Select the highest numerical grades from comparison table for each column.
5. Find the score table which having the following form *Table 1*:

**Table 1: Form of the Score Table**

	$(e_1, e_1)$	...	...	...	$(e_n, e_m)$
<i>Object</i>	$(x_i, x_j)$	...	...	...	...
Highest Numerical Grade	...	...	...	...	...

Where  $e_n$  denotes the parameters of  $(F, A)$  and  $e_m$  denotes the parameters of  $(G, B)$ .

6. Compute the score of each objects by taking the sum of these numerical grades.

7. The decision is any one of the elements in  $M$  where  $M = \max_{(x_i, x_j) \in R} \left\{ S \left( \begin{matrix} (x_i, x_j) \end{matrix} \right) \right\}$ .

Now, we use this algorithm to find the best choice in decision making system.

### 3.1 Illustrative Example

Mr.A, who performs a ski show, wants to plan a show at Kars Sarıkamış Ski Resort. Two different experts make an evaluation on the tracks in this ski resort. Let  $X = \{x_1, x_2, x_3\}$  be a set of three tracks. Let's assume that Mr.A wants to choose two track among these three tracks according to the parameter sets of the tracks using the neutrosophic soft relation decision making method for the show, where the selection parameters are  $A = \{e_1, e_2, e_3\} = \{\text{steepness of the track, length of the track, width of the track}\}$  and  $B = \{e'_1, e'_3\} = \{\text{snow thickness, softness of the snow}\}$ .

The first expert evaluates the tracks according to the road characteristics parameters, while the second expert evaluates the tracks according to the snow conditions parameters.

1. We input the neutrosophic soft  $(F, A)$  and  $(G, B)$  as;

$$(F, A) = \left\{ \begin{matrix} (e_1, \langle x_1, 0.3, 0.7, 0.6 \rangle, \langle x_2, 0.5, 0.4, 0.6 \rangle, \langle x_3, 0.2, 0.5, 0.4 \rangle) \\ (e_2, \langle x_1, 0.4, 0.8, 0.5 \rangle, \langle x_2, 0.3, 0.7, 0.2 \rangle, \langle x_3, 0.3, 0.3, 0.7 \rangle) \\ (e_3, \langle x_1, 0.6, 0.5, 0.4 \rangle, \langle x_2, 0.4, 0.2, 0.3 \rangle, \langle x_3, 0.7, 0.9, 0.5 \rangle) \end{matrix} \right\}$$

and

$$(G, B) = \left\{ \begin{matrix} (e'_1, \langle x_1, 0.6, 0.6, 0.8 \rangle, \langle x_2, 0.3, 0.7, 0.4 \rangle, \langle x_3, 0.7, 0.9, 0.5 \rangle) \\ (e'_3, \langle x_2, 0.6, 0.5, 0.4 \rangle, \langle x_3, 0.6, 0.5, 0.3 \rangle) \end{matrix} \right\}$$

2. In *Table 2*, we obtain the neutrosophic soft matrix  $R$  corresponding to cartesian product of  $(F, A)$  and  $(G, B)$ , respectively.

**Table 2: Neutrosophic soft matrix R (Relational Table)**

$R$	$(e_1, e'_3)$	$(e_2, e'_1)$	$(e_2, e'_3)$	$(e_3, e'_3)$
$(x_1, x_1)$	(0,0,1)	(0.4,0.6,0.8)	(0,0,1)	(0,0,1)

$(x_1, x_2)$	(0.3,0.5,0.6)	(0.3,0.7,0.5)	(0.4,0.5,0.5)	(0.6,0.5,0.4)
$(x_1, x_3)$	(0.3,0.5,0.6)	(0.4,0.8,0.5)	(0.4,0.5,0.5)	(0.6,0.5,0.4)
$(x_2, x_1)$	(0,0,1)	(0.3,0.6,0.8)	(0,0,1)	(0,0,1)
$(x_2, x_2)$	(0.5,0.4,0.6)	(0.3,0.7,0.4)	(0.3,0.5,0.4)	(0.4,0.2,0.4)
$(x_2, x_3)$	(0.5,0.4,0.6)	(0.3,0.7,0.5)	(0.3,0.5,0.3)	(0.4,0.2,0.3)
$(x_3, x_1)$	(0,0,1)	(0.3,0.3,0.8)	(0,0,1)	(0,0,1)
$(x_3, x_2)$	(0.2,0.5,0.4)	(0.3,0.3,0.7)	(0.3,0.3,0.7)	(0.6,0.5,0.5)
$(x_3, x_3)$	(0.2,0.5,0.4)	(0.3,0.3,0.7)	(0.3,0.3,0.7)	(0.6,0.5,0.5)

3. By using the *Table 2*, we compute the comparison *Table 3* as;

**Table 3: Comparison Table**

$R$	$(e_1, e'_3)$	$(e_2, e'_1)$	$(e_2, e'_3)$	$(e_3, e'_3)$
$(x_1, x_1)$	-1	0.2	-1	-1
$(x_1, x_2)$	0.2	0.5	0.4	<b>0.7</b>
$(x_1, x_3)$	0.2	<b>0.7</b>	0.4	<b>0.7</b>
$(x_2, x_1)$	-1	0.1	-1	-1
$(x_2, x_2)$	<b>0.3</b>	0.6	0.4	0.2
$(x_2, x_3)$	<b>0.3</b>	0.5	<b>0.5</b>	0.3
$(x_3, x_1)$	-1	-0.2	-1	-1
$(x_3, x_2)$	<b>0.3</b>	-0.1	-0.1	0.6
$(x_3, x_3)$	<b>0.3</b>	-0.1	-0.1	0.6

4. The highest numerical grades for each column in *Table 3* is written in bold.

5. We find the score table which having the following form *Table 4*;

**Table 4: Score Table**

$R$	$(e_1, e'_3)$	$(e_2, e'_1)$	$(e_2, e'_3)$	$(e_3, e'_3)$
0				
$(x_i, x_j)$	$(x_2, x_2), (x_2, x_3), (x_3, x_2), (x_3, x_3)$	$(x_1, x_3)$	$(x_2, x_3)$	$(x_1, x_2), (x_1, x_3)$

Highest Numerical Grade	0.3	0.7	0.5	0.7
-------------------------	-----	-----	-----	-----

6. We compute the score of each objects by taking the sum of these numerical grades as;

$$S(x_1, x_2) = 0.7$$

$$S(x_1, x_3) = 0.7 + 0.7 = 1.4$$

$$S(x_2, x_2) = 0.3$$

$$S(x_2, x_3) = 0.3 + 0.5 = 0.8$$

$$S(x_3, x_2) = 0.3$$

$$S(x_3, x_3) = 0.3$$

Hence  $M = \max_{(x_i, x_j) \in R} \left\{ S(x_i, x_j) \right\} = S(x_1, x_3)$ . Thus, the decision is to choose the

associated object  $(x_1, x_3)$  tracks as the appropriate solution for selecting the most suitable snow tracks.

## REFERENCES

- [1] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. DOI:10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
- [2] Atanassov, K. T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 87–96. DOI:10.1016/S0165-0114(86)80034-3.
- [3] Molodtsov, D. (1999). Soft set theory—First results. *Computers & Mathematics with Applications (Oxford, England)*, 37(4-5), 19–31. DOI:10.1016/S0898-1221(99)00056-5.
- [4] Maji, P. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2001). Intuitionistic fuzzy soft sets. *Journal of Fuzzy Mathematics*, 9(3), 677-692.
- [5] Maji, P. K., Biswas, R. K., & Roy, A. (2001). *Fuzzy soft sets*. Academic Press.
- [6] Smarandache, F. (1999). A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic. In *Philosophy* (pp. 1–141). American Research Press.
- [7] Maji, P. K. (2013). Neutrosophic soft set. *Ann. Fuzzy Math. Inform.*, 5(1), 157–168.
- [8] Bustince, H., & Burillo, P. (1996). Structures on intuitionistic fuzzy relations. *Fuzzy Sets and Systems*, 78(3), 293–303. DOI:10.1016/0165-0114(96)84610-0.
- [9] Dinda, B., & Samanta, T. K. (2012). Relations on intuitionistic fuzzy soft sets. arXiv preprint arXiv:1202.4649.
- [10] Deli, I., & Broumi, S. (2015). Neutrosophic soft relations and some properties. *Annals of*

- Fuzzy Mathematics and Informatics, 9(1), 169-182.
- [11] Di Nola, A., Pedrycz, W., & Sessa, S. (1988). Fuzzy relation equations with equality and difference composition operators. *Fuzzy Sets and Systems*, 25(2), 205–215. DOI:10.1016/0165-0114(88)90188-1.
- [12] Dutta, S., & Chakraborty, M. K. (2015). Fuzzy relation and fuzzy function over fuzzy sets: A retrospective. *Soft Computing*, 19(1), 99–112. DOI:10.1007/s00500-014-1356-z.
- [13] Borah, M. J., Neog, T. J., & Sut, D. K. (2012). Relations on fuzzy soft sets. *J. Math. Comput. Sci.*, 2(3), 515–534.
- [14] Al-Quran, A., & Hassan, N. (2018). The complex neutrosophic soft expert relation and its multiple attribute decision-making method. *Entropy (Basel, Switzerland)*, 20(2), 101. DOI:10.3390/e20020101 PMID:33265192.
- [15] Dalkılıç, O. (2021). Relations on neutrosophic soft set and their application in decision making. *Journal of Applied Mathematics & Computing*, 67(1-2), 257–273. DOI:10.1007/s12190-020-01495-5.
- [16] Benek, A., Öztürk, T. Y., & Yolcu, A. (2025). Some New Results on Neutrosophic Soft Relations and Its Applications. In *Multi-Criteria Decision Making Models and Techniques: Neutrosophic Approaches* (pp.67-96). IGI Global.
- [17] Abu Qamar, M., & Hassan, N. (2018). Q-neutrosophic soft relation and its application in decision making. *Entropy*, 20(3), 172.

## GAMMA RADIATION SHIELDING PROPERTIES OF LANTHANIDE AND ALKALINE EARTH-CONTAINING BOROSILICATE GLASSES

**Bashar ALBAYOUSH**

Sakarya üniversitesi (SAÜ)

bashar.albayoush@ogr.sakarya.edu.tr - ORCID ID 0000-0002-3743-0034

**Dr. Mohammed Sultan Abdulghaffar AL-BURIAHI**

Sakarya Üniversitesi,

alburiahi@sakarya.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0003-0503-5301>

**Dr. Elif KEMAH**

Sakarya Üniversitesi,

elifkemah@sakarya.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0001-9512-5524>

### ABSTRACT

Technological advances have increased the production of environmentally friendly, next-generation glass materials in recent years. This study examines the reuse of waste glass and investigates the gamma radiation shielding properties of these materials. Different proportions of rare earth lanthanides and alkaline earth metals are incorporated into glass melts to produce glass samples, which are then exposed to gamma radiation to analyze their shielding effectiveness. Experimental data are compared to the XCOM program and Monte Carlo simulation results. The study specifically examines the effects of CeO<sub>2</sub> addition on the structure of borosilicate glasses, with parameters such as Linear Attenuation Coefficient (LAC), Mass Attenuation Coefficient (MAC), Mean Free Path (MFP), Half-Value Layer (HVL), Tenth-Value Layer (TVL), Effective Atomic Number ( $Z_{\text{eff}}$ ), and Effective Electron Density ( $N_{\text{eff}}$ ) being calculated. Results show CeO<sub>2</sub> is highly effective in radiation shielding, with five samples (ABS-Ce0 to ABS-Ce10) produced at doping levels from 0% to 10%.

**Keywords:** Gamma radiation shielding, Lanthanide-doped glass, Monte Carlo, XCOM.



## DEFORMASYONUN SAC LEVHALARIN TİTREŞİM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: LOGARİTMİK DEKREMAN YÖNTEMİ İLE İNCELEME

**Süleyman KILIÇ<sup>1</sup>,**

[suleymankilic@kasso.com.tr](mailto:suleymankilic@kasso.com.tr) - 0000-0003-0903-8366

<sup>1</sup> Mühendislik San ve Tic. A.Ş., İstanbul, Turkey,

**Sinan MERT<sup>2</sup>**

[sinan.mert2@std.yildiz.edu.tr](mailto:sinan.mert2@std.yildiz.edu.tr) - 0009-0008-2485-7566,

**Fatih Cüneyd KORKMAZ<sup>3</sup>**

[fkorkmaz@yildiz.edu.tr](mailto:fkorkmaz@yildiz.edu.tr) - 0000-0001-9250-5265,

**Ömer SAVAŞ<sup>\*4</sup>**

[osavas@yildiz.edu.tr](mailto:osavas@yildiz.edu.tr) - 0000-0001-7454-1457

<sup>2, 3, 4\*</sup> Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Turkey,

### ÖZET

Titreşim (Vibrasyon) bir cisim veya sistemdeki dış veya iç kuvvetler sonucu meydana gelen, sabit referans düzlemlerinde veya durağan denge konumlarına göre tekrar eden yinelenen mekanik salınım hareketleri olarak nitelendirilir. Titreşim davranışları incelenirken frekans ve genlik kavramları dikkate alınır. Yapıların, etkiyen kuvvetler sonucu titreşme eğilimi gösterdiği frekansa doğal frekans denir. Titreşim bazı durumlarda ve tasarımlarda istenilen bir özellikken kimi durumlarda sınırlayıcı faktör ve istenmeyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Müzik enstrümanları, manyetik görüntüleme, ses iletimi ve oluşumu gibi konularda istenilen asıl faktörken, yapı-inşa elemanları, taşıyıcı sistemler, statik yapılar, dönel hareket ihtiva eden sistemler ve mekanik sistemler için istenmeyen yıkıcı bir faktördür.

Sac levhalar, işlevsel özelliklerinin yanı sıra estetik görünüşleri nedeniyle hem binaların dış cephe kaplamalarında hem de iç mekân dekorasyonlarında sıklıkla tercih edilmektedir. Çoğunlukla bu durumda sac levhalar deforme edilerek kullanılmaktadır.

Deformasyon işlemi, malzemelerin doğal frekansını ve diğer titreşim özelliklerini değiştirmektedir. Bu değişimlerin bilinmesi, iç ve dış cephelerde meydana gelecek gürültülerin önlenmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Özellikle yapıların tasarımında, bu değişikliklerin dikkate alınması, hem konforlu bir yaşam alanı oluşturmak hem de ses izolasyonu sorunlarını minimize etmek için gereklidir.

Yapılan bu çalışmada aynı boyut ve malzeme özelliklerine sahip biri deformasyona uğratılmış diğeri düz yüzeye sahip 2 adet ince sac elemanın Logaritmik Dekreman yöntemi ile titreşim testleri yapılmıştır. Çalışmalarda sac levhaların tasarımı, üretimi, test ortamının hazırlanması ve deneyler, Kasso Mühendislik Sanayi ve Tic. Anonim. Şirketin desteğiyle

gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar deformasyon işlemi, sac levhaların doğal frekansını ve titreşim sönümlenme özelliği değiştirdiğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler;** Titreşim, Rezonans, Sac metal şekillendirme, Paslanmaz çelik

# TİTANYUM İMPLANT UYGULAMALARINA YÖNELİK GÜMÜŞ YÜZEY KAPLAMALARININ GELİŞTİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Yüksek Lisans Öğrencisi

**Belde ŞAHİN**

Sivas Cumhuriyet üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

ORCID ID:<https://orcid.org/0009-0003-7634-1880>

E posta:[beldekimya@hotmail.com](mailto:beldekimya@hotmail.com) Tel:05444330382

**Dr. Öğr. Üyesi Emre GÖRGÜN**

Sivas Cumhuriyet üniversitesi, Mühendislik fakültesi

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1971-456X>

E posta:[emregorgun@cumhuriyet.edu.tr](mailto:emregorgun@cumhuriyet.edu.tr)

## ÖZET

Günümüzde önemi ve uygulama alanı gittikçe artan ve artık bir zorunluluk haline gelmiş olan biyomalzemelerin modifikasyonları büyük ilgi görmektedir.

Titanyum (Ti) ve alaşımlarına endeksli biyomalzemeler; yüksek mekanik özelliklere, biyouyumluluğa ve korozyon direncine sahip olmaları ve düşük elastiklik modülü ile implant uygulamalarında en iyi klinik sonuçların elde edilebilmesini olanaklı kılan biyomalzemeler olarak değerlendirilmektedirler. Biyolojik ortamlarda Ti ve alaşımlarına endeksli implantların kullanılması ile en iyi klinik sonuçların elde edilebilmesi ise, büyük oranda Ti ve alaşımlarının yüzey özellikleriyle ilişkilendirilmektedir[1, 2].

*İn vivo* implantlar içerisinde, dental implantlar da ayrıca önemli görülmektedir. Dental implantlar; sabit ya da hareketli protezlere retansiyon ve stabilite sağlanabilmesi amacıyla ağız dokuları kapsamında mukozal ve/veya periostal tabaka altına ve çene kemiğinin üzerine ya da içerisine implante edilen ve alloplastik materyalden üretilen protetik aygıt olarak tanımlanabilmektedir. Bu kapsamda dental implantlar, sabit ya da hareketli protezlerin desteklenmesini sağlamaktadırlar [3].



**Şekil 1** Yüzeyi TiO<sub>2</sub> formundaki oksit ile kaplanmış Ti dental implantı

Dental implantlarda yüzey kaplamaları kullanılması ise, dental implant uygulamalarından elde edilen klinik sonuçların iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır[4].

Dental implant yüzey kaplaması olarak Ag, iyonlarının bakterileri yok edici etkiye sahip olmaları ve Ag'nin güçlü bir inhibitör olması dolayısıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte Ag hem *in vivo* hem de vücut dışı kullanımları ile antimikrobiyal etki sağlamakta, antiviral ve antifungal özellikler göstermekte, düşük düzeyde kullanılması durumunda toksik etki göstermemekte ve dokuların yenilenmesinde önemli bir rol üstlenmektedir[5,6].

Dental implant uygulamalarında kullanılan titanyum alaşımı(Grade 23) yüzeyine biyouyumlu Ag metalinin farklı kalınlıklarda kaplanması ile geliştirilen Ti implant materyalinin SEM analizi, mikrosertlik ölçümü ve Staphylococcus aureus üzerindeki antibakteriyel aktivite testi kapsamında kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinin incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Üretim protokolü hazırlanırken 3mm kalınlığında 12 mm çapında titanyum(Grade 23) diskler üzerine elektroliz yöntemiyle 1,2,3,4 ve 5 µm kalınlığında Ag kaplanmıştır. İmplant malzemesi üzerindeki mikro yapı incelemeleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı kalınlıklarda kaplanmış olan Ti numunelerin mikrosertlik analizi yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Son olarak Staphylococcus aureus antibakteriyel aktivitesinin Antibakteriyel Aktivite Testi kapsamında incelenmesiyle elde edilen sonuçlar yorumlanarak Ag kaplama uygulaması yapılmış titanyum implant malzemenin uygulanabilirliği tartışılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Titanyum, implant, kemik doku, biyouyumluluk, gümüş kaplama

## 1.MATERYAL VE METOD

### 1.1 Kullanılan Malzemeler

Çalışma kapsamında ESTAŞ MEDİKAL'den temin edilen 3 mm kalınlığında 12 mm çapında 21 adet Ti(Grade23) disk kullanılmıştır.

Ti disklerin Ag ile kaplanması amacıyla PbBr ve Ag(NO<sub>3</sub>) çözeltileri ve bir elektroliz cihazı kullanılmıştır.

*Staphylococcus aureus* Antibakteriyel Aktivite Testini yapmak amacıyla Muller Hinton Broth ve Muller Hinton Agar Condolab marka besiyerleri kullanıldı.

### 1.2 Titanyum Disklerin Hazırlanması

Günümüzde medikal implantlar fonksiyonunu tamamen kaybetmiş bir doku veya organ yerine kullanılmaktadır. Özellikle hasta konforu ve biyouyumluluğu nedeniyle diş hekimliğinde titanyum implantlar yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu tercihten yola çıkılarak dental implant olarak kullanılan titanyum(Grade 23) malzemeler 20 adet olacak şekilde 3mm kalınlığında 12 mm çapında kesilmiş olarak temin edildi. Tornalama metodu kullanılarak kesilmiş olan titanyum örnekler gümüş le kaplanmadan önce çeşitli çözeltiler ile kimyasal temizleme işlemine tabi tutuldu. Bu işlem ile organik safsızlıklar ve inaktif oksit tabakası uzaklaştırıldı.20 adet örnek dörder dörder gruplandırıldı. 4 adedi 1 µm, 4 adedi 2 µm, 4 adedi 3 µm, 4 adedi 4 µm ve 4 adedi 5 µm kalınlığında Ag ile kaplanmak üzere hazırlandı.1 adette kontrol numunesi hazırlandı.



Şekil 2. Titanyum Diskler (t=3mm, Ø=12 mm)

### 1.3 Titanyum Disklerin Gümüş Yüzey ile Kaplanması

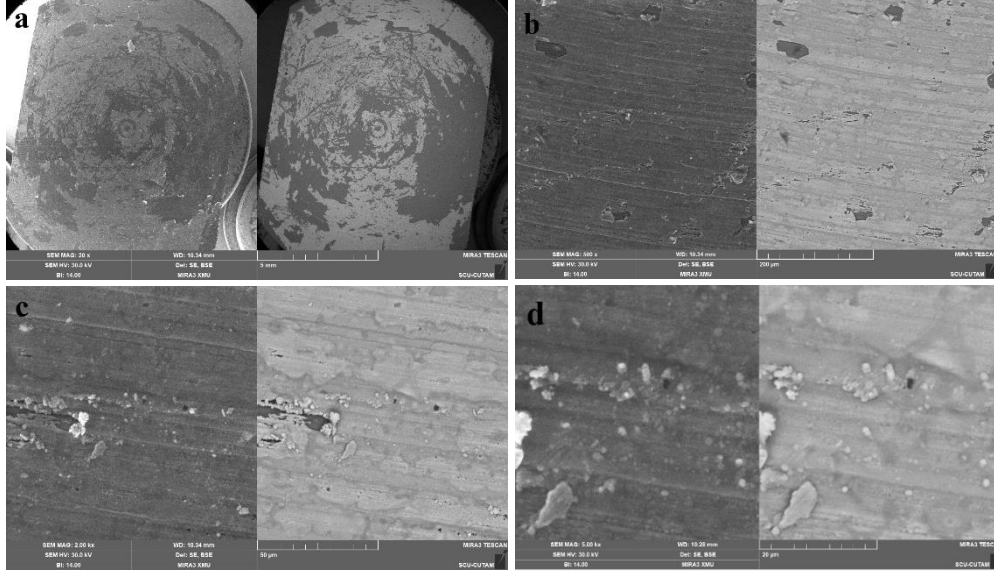
3 mm kalınlığında 12 mm çapında kesilmiş olan titanyum malzemeler *Galvano Teknik Metal Kaplama Ltd.Şti* tarafından elektroliz yöntemi ile kaplandı. Bu işlem sırasında, bir elektrolit çözeltisi içinde gümüş iyonları ve metal yüzey arasında bir elektrik akımı uygulanır ve gümüş iyonlarının yüzeye bağlanmasını sağlar ve metal yüzeyi gümüş le kaplanmış olur.

Elektroliz işlemi sırasında PbBr ve Ag(NO<sub>3</sub>) çözeltileri kullanıldı. Galvanik bir hücre içerisinde farklı kaplama kalınlıkları elde etmek için değişen sürelerde elektroliz işlemi uygulanarak Ag kaplama işlemi gerçekleştirildi. İşlem sonucunda 4 adet 1 µm, 4 adet 2 µm , 4 adet 3 µm , 4 adet 4 µm ve 4 adet 5 µm kalınlığında kaplanmış Ti malzemeler elde edildi.

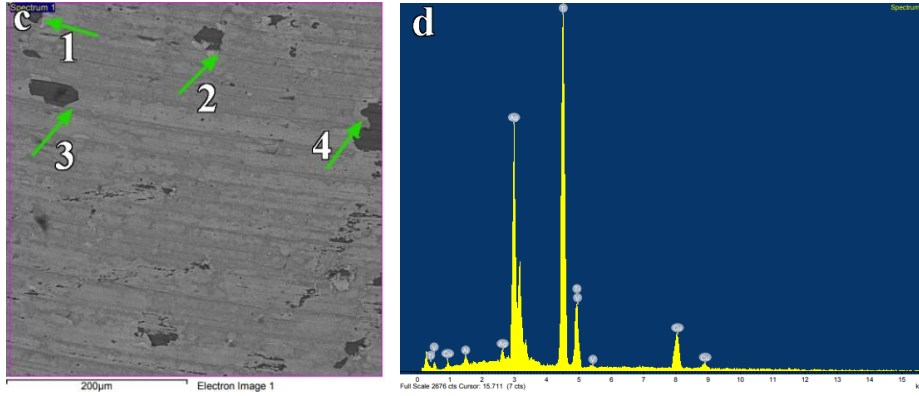
En uygun ve yeterli kaplama kalınlığına sahip olan 2 ve 5  $\mu\text{m}$  Ag ile kaplanmış olan Ti diskler ile çalışmaya devam edildi.

## 2.SEM ANALİZLERİ

Kaplanan Ti disklerin yüzeylerinin morfoloji analizleri, CÜTAM bünyesinde hizmet veren TESCAN MIRA3 XMU markalı cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

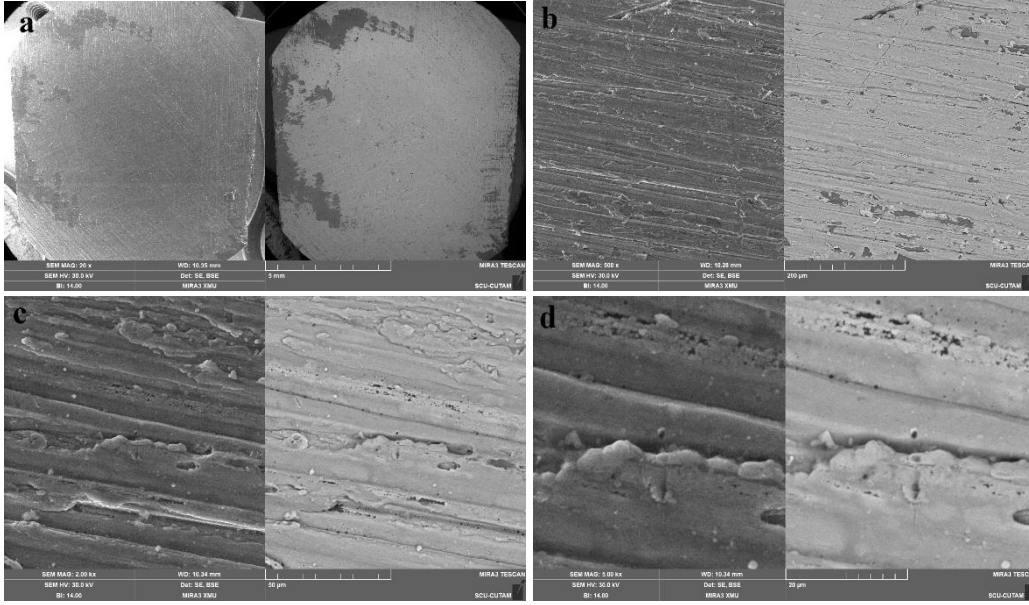


Şekil 3. Ti(Grade 23) Disk 2 $\mu\text{m}$  Ag Ka plama Yüzeyi a)20x b)500x c) 2000x d) 5000x

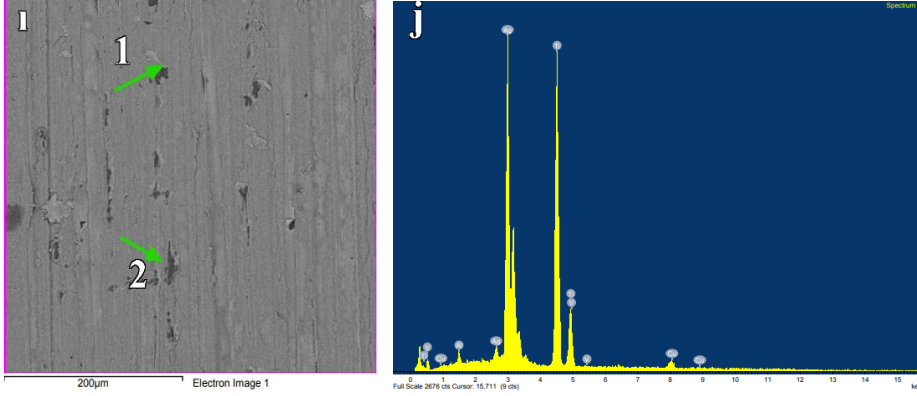


Şekil 4. Ti(Grade 23) Disk 2 $\mu\text{m}$  Ag kaplama EDX sonuçları

Şekil 4.c'de 1'den 4'e kadar numaralanan alanlar dışında kaplama homojenliği biraz daha iyileşmiş olsa da hala gözenekli yapılar ve kaplama kusurları gözlenmektedir. Kaplamanın daha kalın olması bazı bölgelerde mikroyapısal düzensizliklerin azaldığını göstermektedir.

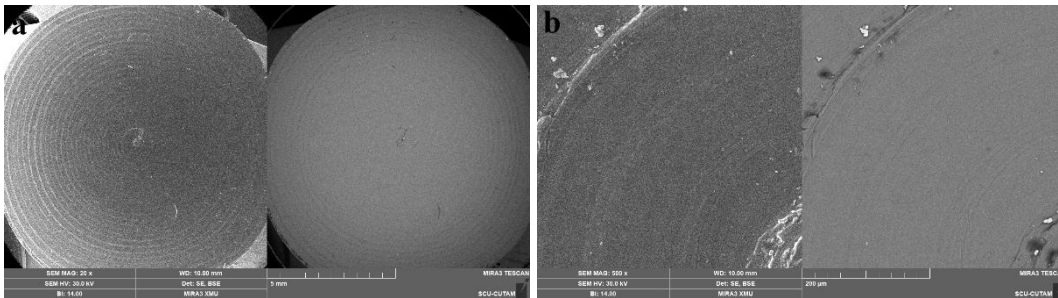


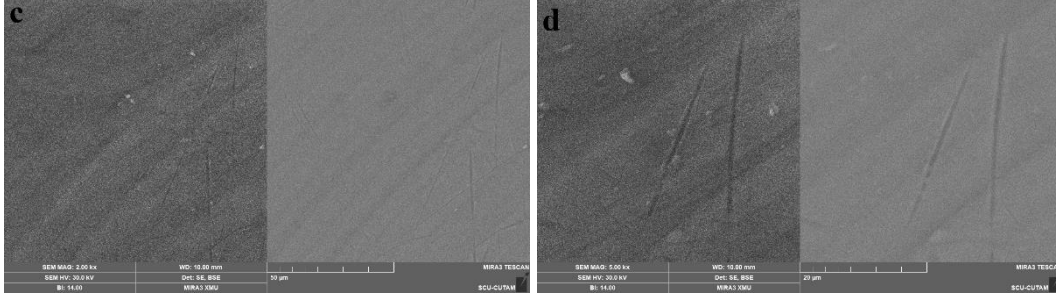
Şekil 5. Ti(Grade 23) Disk 5µm Ag Kaplama Yüzeyi a)20x b)500x c) 2000x d) 5000x



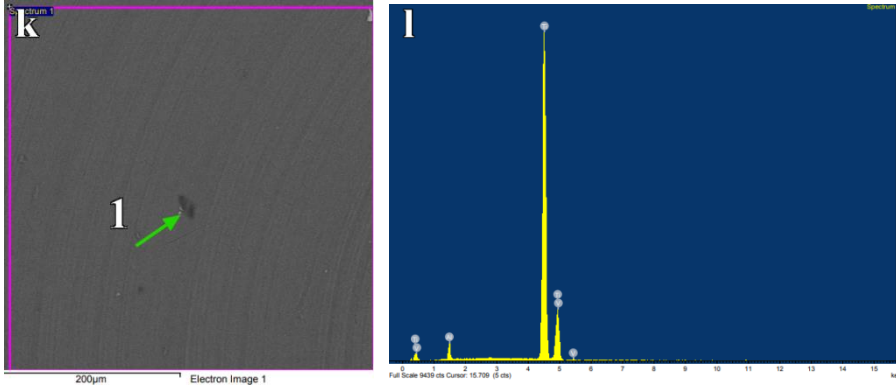
Şekil 6. Ti(Grade 23) Disk 5µm Ag kaplama EDX sonuçları

Şekil 6 ı 'da 1 ve 2 numaralı bölgeler dışında kaplama daha homojen bir yapı göstermektedir. Yüzeyin daha pürüssüz, çatlak ve gözeneklerin daha az olduğu gözlemlenmektedir.



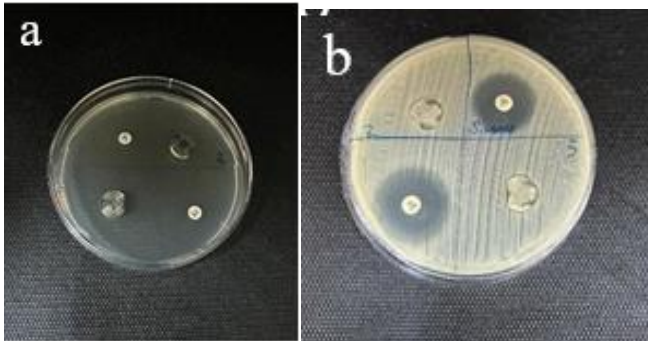


Şekil 7. Ti(Grade 23) Disk Kontrol Kaplama Yüzeyi a)20x b)500x c) 2000x d) 5000x



Şekil 8. Ti(Grade 23) Disk Kontrol EDX sonuçları

### 3. *Staphylococcus aureus* Antibakteriyel Aktivite Testi Sonuçları



Şekil 6. a. *Staphylococcus aureus* Antibakteriyel Aktivite Testi 2 µm ve 5 µm Ag Kaplanmış Ti Disklerin 0. Saniye Görüntüleri



**b. *Staphylococcus aureus* Antibakteriyel Aktivite Testi 2 µm ve 5 µm Ag Kaplanmış Ti Disklerin 24. Saat Görüntüleri**

Çalışmada kullanılan *S.aureus* standart suşunun ekildiği besiyerlerine yapılan ekimlerde 24 saat sonucunda yapılan değerlendirmelerde 2 µm ve 5 µm kalınlığında Ag kaplanmış Ti disklerin etrafında sırasıyla 24 ve 26 mm çapında bakteri üremeyen zon ölçüldü. Bu da bölgesel bir Ag+ salınımı olduğunu göstermektedir.

#### **4.Tartışma ve sonuç**

Günümüzde medikal implantlar fonksiyonunu tamamen kaybetmiş bir doku veya organ yerine kullanılmaktadır. Ti implantlar bu amaca hizmet eden en iyi biyomalzemeler arasındadır. Özellikle hasta konforu ve biyouyumluluğu nedeniyle diş hekimliğinde titanyum implantlar yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu doğrultuda hasta ve hekimlerin beklentileri ameliyat sonrası hızlı iyileşme ve enfeksiyon riskinin minimum düzeye indirilmesidir. Çalışma kapsamında da bu doğrultuda; biyouyumlu Ag metalinin dental implant uygulamalarında kullanılan Ti alaşımı (Ti-6Al-4V) yüzeyine çeşitli kalınlıklarda kaplanması ile geliştirilen Ti implant materyalinin SEM Analizi ve *Staphylococcus aureus* Antibakteriyel Aktivite Testi kapsamında kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri incelendi.

3 mm kalınlığında 12 mm çapında kesilmiş olan Ti diskler elektroliz yöntemiyle 2 µm ve 5 µm kalınlığında Ag ile kaplanmış ve bir adet de kontrol numunesi hazırlandı.

SEM görüntüleri ve EDX sonuçları incelendiğinde 2 µm kaplama yüzeyi daha iyi kaplanmış olmasına rağmen kaplamanın tamamında hala kusurların olduğu gözlemlendi. Bu kalınlıktaki kaplama implantın korozyon direncini arttırdığı fakat yüzey kusurları ve düzensizliklerin giderilmesi gerektiği sonucuna varıldı. Tüm bu kusur ve düzensizliklere rağmen bu kaplama ile kaplanmış Ti diskin *Staphylococcus aureus* bakteri suşuna karşı yüksek bir antibakteriyel aktivite gösterdiği gözlemlendi.24 mm çapında bir inhibisyon gözlemlendi.

5 µm kalınlığında Ag kaplama yapılmış Ti diskin SEM ve EDX sonuçlarına bakıldığında homojenlik açısından daha ideal bir seviyeye yaklaşıldığı gözlemlendi. Bu kaplama kalınlığının, biyolojik ortamda koruma sağlaması ve implantın uzun ömürlü olması açısından oldukça uygun olduğu sonucuna varıldı. Yine *Staphylococcus aureus* bakteri suşuna karşı yüksek bir antibakteriyel aktivite gösterdiği gözlemlendi.26 mm inhibisyon çapına sahip en büyük zon 5 µm kalınlığındaki bu kaplamanın çevresinde görüldü. SEM ve EDX analizleri ile antimikrobiyal aktivite testi sonuçları göstermiştir ki Ti implantlar için optimum kaplama kalınlığı 5 µm ve üzerinde olmalıdır.

#### **5.KAYNAKÇA**

- [1] **Hossain, N., Islam, M. A., Ahmed, M. S., Chowdhury, M. A., Mobarak, H., Rahman, M., Hossain, H.** (2024). Advances and significances of titanium dental implant applications. *Results in Chemistry*, 7, 1 – 12.
- [2] **Jayasree, A., Ivanovski, S., Gulati, K.** (2021). ON or OFF: triggered therapies from anodized nano–engineered titanium implants, *Journal of Controlled Release (JCR)*, 333, 521 – 535
- [3] **Ferro, K. J., Morgano, S. M., Driscoll, C. F., Freilich, M. A., Guckes, A. D., Knoernschild, K., L., McGarry, T. J.** (2017). Glossary of prosthodontic terms. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94, May, 1 – 105.
- [4] **Dong, H., Liu, H., Zhou, N., Li, Q., Yang, G., Chen, L., Mou, Y.** (2020). Surface modified techniques and emerging functional coating of dental implants. *Coatings*, 10, 1012,
- [5] **Chen, W., Oh, S., Ong, A. P., Oh, N., Liu, Y., Courtney, H. S., Appleford, M., Ong, J. L.** (2007). Antibacterial and osteogenic properties of silver–containing hydroxyapatite coatings produced using a sol gel process. *Journal of Biomedical Materials Research: Part – A*, 82 (4), September, 899 – 906.
- [6] **Chen, W., Liu, Y., Courtney, H. S., Bettenga, M., Agrawal, C. M., Bumgardner, J. D., Ong, J. L.** (2006). *In vitro* anti–bacterial and biological properties of magnetron co–sputtered silver–containing hydroxyapatite coating. *Biomaterials*, 27 (32), November, 5512 – 5517.

## KAYNAK KALİTESİNİN GÖRÜNTÜ İŞLEME METODU KULLANILARAK BELİRLENMESİ

**Ekrem BULUT**

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-2259-9703>  
E-posta: ekrembulut259@gmail.com, Telefon: 0545 528 9035

**Dr. Öğr. Üyesi Emre GÖRGÜN**

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1971-456X>  
E-posta: emregorgun@cumhuriyet.edu.tr, Telefon: 0506 476 7188

### Özet

Bu çalışma, kaynak işlemlerinde kaynak kalitesini değerlendirmek amacıyla görüntü işleme tekniklerinin nasıl kullanılabileceğini incelemektedir. OpenCV tabanlı görüntü işleme yöntemleri kullanılarak kaynaklı bağlantılardaki hataların tespit edilme potansiyeli değerlendirilmiştir. Kaynaklı imalat süreçlerinde kalite kontrolün etkin bir şekilde yapılması, üretim sürecinde karşılaşılabilecek sorunların önlenmesi açısından oldukça önemlidir. Geleneksel kalite kontrol yöntemleri bazen yeterli olmayabilir veya insan hatası nedeniyle doğruluk seviyesi düşebilir. Bu nedenle, kaynak dikişlerindeki hataları daha hızlı ve hassas bir şekilde tespit edebilmek için görüntü işleme teknikleri alternatif bir yöntem olarak düşünülebilir. Bu çalışma, bu tür görüntü işleme tekniklerinin kaynak süreçlerinde nasıl uygulanabileceğini ele almaktadır. Çalışmada, iki adet nokta lazer kullanılarak görüntü üzerinde referans noktaları belirlenmiş ve bu sayede düzlemsel yüzeylerde oldukça hassas ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Bu yöntem, kaynak dikişlerinin geometrik özelliklerinin belirlenmesinde daha doğru sonuçlar sunabilmiştir. Ayrıca bu yöntem, kaynak dikişlerinde meydana gelebilecek gözenek, çatlak ve sıçrıntı gibi hataların tespit edilmesini sağlamıştır. Bu analizler sırasında OpenCV kütüphanesi kullanılarak kenar tespiti ve kontur analizi gibi teknikler uygulanmıştır. Elde edilen sonuçların, ölçümlerin güvenilirliğini ve tutarlılığını artırabileceği düşünülmektedir. Kaynak hatalarının tespitinde geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında, görüntü işleme tekniklerinin sürecin doğruluğunu artırmaya ve işlemleri daha hızlı hale getirmeye katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Geleneksel yöntemlerin çoğunlukla manuel kontrol gerektirdiği ve bu nedenle insan faktöründen kaynaklanan hataların sıkça karşılaşıldığı bilinmektedir. Görüntü işleme teknolojisi, bu tür hataları minimize ederek, otomatik ve tutarlı bir kalite kontrol süreci sağlama potansiyeline sahiptir. Özellikle endüstriyel uygulamalarda, hataların erken ve doğru tespiti, üretim süreçlerinin kalitesi ve güvenliği üzerinde doğrudan etki yapmaktadır. Bu tür hataların zamanında tespit edilmesi, hem ürün kalitesinin artırılmasına olanak tanır. Ayrıca, iş güvenliği açısından risklerin minimize edilmesi ve operasyonel verimliliğin artırılması açısından da büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak, bu çalışmada geliştirilen görüntü işleme yöntemlerinin kaynak kalitesinin değerlendirilmesinde faydalı olabileceği görülmüştür. Nokta lazer kullanımı ile yapılan ölçümlerin, standartlara uygunluk kontrolünde ölçüm hassasiyetinin ve doğru tanımlamanın önemine katkı sağladığı belirlenmiştir. Görüntü işleme tekniklerinin endüstriyel uygulamalarda daha yaygın hale gelmesi, kalite kontrol süreçlerinin etkinliğini artırabilir ve üretim süreçlerini daha güvenilir hale getirebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kaynak Kalitesi, Görüntü İşleme, OpenCV, Tahribatsız Muayene, Kaynak Hataları, Nokta Lazer

## DETERMINATION OF WELD QUALITY USING IMAGE PROCESSING METHOD

### Abstract

This study investigates how image processing techniques can be used to evaluate weld quality in welding processes. OpenCV-based image processing methods have been used to assess the potential for detecting defects in welded joints. Effective quality control in welding processes is crucial for preventing issues that may arise during production. Traditional quality control methods may sometimes be insufficient, or accuracy may decrease due to human error. Therefore, image processing techniques are considered as an alternative method to detect weld defects more quickly and accurately. This study focuses on how such image processing techniques can be applied in welding processes. In this study, two point lasers were used to determine reference points on the image, which provided highly precise measurement results on planar surfaces. This method contributed to the accurate determination of the geometric properties of weld seams. Moreover, it allowed the detection of potential defects such as porosity, cracks, and spatters in weld seams. During these analyses, techniques such as edge detection and contour analysis were applied using the OpenCV library. The results obtained are considered to improve the reliability and consistency of measurements. Compared to traditional methods, it has been observed that image processing techniques can enhance the accuracy of the process and make the inspections faster. Most traditional methods require manual inspection, which often leads to errors caused by human factors. Image processing technology minimizes such errors and has the potential to provide an automatic and consistent quality control process. Especially in industrial applications, the early and accurate detection of defects has a direct impact on the quality and safety of production processes. The timely detection of such defects not only allows for improved product quality but also helps to reduce production costs. Additionally, minimizing risks related to occupational safety and enhancing operational efficiency are of great importance. In conclusion, it was observed that the developed image processing methods could be beneficial for evaluating weld quality. Measurements using point lasers have been found to contribute to the importance of measurement precision and correct identification in ensuring compliance with standards. The wider adoption of image processing techniques in industrial applications can improve the efficiency of quality control processes and make production processes more reliable.

**Keywords:** Weld Quality, Image Processing, OpenCV, Non-Destructive Testing, Weld Defects, Point Laser

## 1. Kalite Kontrolün Tanımı ve Önemi

Kalite kontrol, kaynaklı imalat süreçlerinde ürünlerin standartlara uygun ve dayanıklı olmasını sağlamak için kritik bir süreçtir. Üretimin her aşamasında yapılan bu kontroller, hataları erken tespit ederek düzeltmeyi ve ürün güvenilirliğini artırmayı amaçlar. Malzeme kalitesi, işçilik standartları ve son kontroller gibi faktörler, ürün kalitesini doğrudan etkiler. Kalite kontrol, sadece hataları tespit etmekle kalmaz, aynı zamanda işletmelerin uluslararası pazarda rekabet gücünü artırarak müşteri memnuniyeti ve sürdürülebilir büyüme sağlamalarına katkıda bulunur. (1)

## 2. Tahribatsız Muayene

Tahribatsız muayene (NDT) yöntemleri, malzemelerin veya yapıların özelliklerini bozmadan, iç yapısal bütünlüklerini değerlendirmek amacıyla kullanılan test teknikleridir. Bu yöntemler, malzemelerin üretim süreçlerinde ve kullanım ömürleri boyunca yapısal bütünlüğü ve güvenilirliği sağlamak için kritik öneme sahiptir. Tahribatsız muayene, hem kalite kontrolü sağlamak hem de olası hataların önceden tespit edilmesi için kullanılır.

## 3. Gözle Muayene

Gözle muayene (VT), tahribatsız muayene yöntemlerinin en temel ve yaygın olanıdır. Kaynaklı yapıların yüzeyindeki kusurların hızlı ve düşük maliyetle tespit edilmesine olanak tanır. Çatlaklar, eksik erime, taşmalar ve oyuklar gibi yüzey hataları gözle muayene ile belirlenebilir. Genellikle diğer muayene yöntemlerine hazırlık aşaması olarak kullanılır. Uygun ışıklandırma, büyüteç gibi ekipmanlarla ve deneyimli bir gözlemciyle bu yöntem daha etkili hale gelir. Ancak, sadece yüzey kusurlarını tespit edebilmesi nedeniyle sınırlamaları vardır ve iç hatalar için ek yöntemler gereklidir. Bu yöntem, kalite kontrol süreçlerinde kritik bir başlangıç niteliğindedir. (2)

## 4. Kalite Kontrol Süreçleri ve Standartları

Kalite kontrol, üretim sürecinin başından sonuna kadar üç aşamada yürütülür:

**Planlama:** Kalite hedeflerinin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşmak için stratejilerin geliştirilmesi yapılır. Üretim sürecine uygun standartlar belirlenir ve sürekli gözden geçirilir.

**Uygulama:** Tahribatsız muayene yöntemleri (gözle muayene, ultrasonik test, radyografik test, manyetik parçacık testi) kullanılarak hatalar tespit edilir ve güvenlik sağlanır.

**Değerlendirme:** Ürünlerin kalite standartlarına uygunluğu kontrol edilir, süreçlerin etkinliği analiz edilir ve gerekirse düzeltici önlemler alınır.

Bu süreçler, ISO 9001, AWS, ASME ve Türkiye'de TS EN ISO 5817 gibi standartlarla düzenlenir ve sürekli iyileştirme için kritik öneme sahiptir. (1)

**TS EN ISO 5817**, çelik, nikel ve titanyum alaşımlarında ergitme kaynaklı birleştirmeler için kalite seviyelerini tanımlayan bir standarttır.

## Ana Unsurlar:

### Kalite Seviyeleri:

**B:** En yüksek kalite, kritik uygulamalar için.

**C:** Orta kalite, genel uygulamalar için.

**D:** En düşük kalite, toleransların geniş olduğu uygulamalar için.

### Kusurlar:

**Dış Kusurlar:** Yüzey çatlakları, yanma olukları.

**İç Kusurlar:** Çekme boşlukları, ergime eksiklikleri.

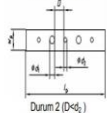
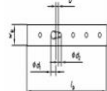
**Kusur Limitleri:** Çatlak ve ergime eksiklikleri kabul edilmez, gözenekler toleransa bağlıdır.

## Muayene

ve

## Kullanım:

Kusurlar ultrasonik, radyografik ve penetrant testlerle tespit edilir. Standart, kalite kontrol ve kaynak güvencesinde temel referans kabul edilir. (3)

No	ISO 6520-1'e göre referans no	Kusur tanımı	Notlar	t mm	Kalite seviyeleri için kusur sınırları		
					D	C	B
2.4	2013	Toplu (mevcut) gözenek	Kusurlar için aşağıdaki boyut koşulları ve sınırları karşılanmalıdır. Bilgi için Ek A'ya da bakınız.				
		a) Kusurun (sistematik kusurlar dâhil) iz düşüm alanı toplamının en büyük boyutu	≥ 0,5	≤ % 16	≤ % 8	≤ % 4	
		b) Tek bir delik için en büyük boyut -Alın kaynakları -İç kılge kaynakları	≥ 0,5	$d \leq 0,4$ , ancak en çok 4 mm $d \leq 0,4$ , ancak en çok 4 mm	$d \leq 0,3$ , ancak en çok 3 mm $d \leq 0,3$ , ancak en çok 3 mm	$d \leq 0,2$ , ancak en çok 2 mm $d \leq 0,2$ , ancak en çok 2 mm	
2.5	2014	Doğrusal gözenek	Durum 1 (D>δ <sub>2</sub> )  Durum 2 (D>δ <sub>2</sub> ) 				

**Tablo 1.** ISO 5817 kalite kontrol örnek

**ISO 17637**, kaynaklı birleştirmelerin görsel muayenesi için kurallar ve standartlar belirler. Yüzey kusurlarını tespit etmek için yeterli ışıklandırma ,uygun ekipman ve temiz bir yüzey gereklidir. Muayene sonuçları, kullanılan ekipman ve tespit edilen kusurları içeren belgelerle raporlanmalıdır. Bu standart, görsel muayenenin kaynak kalitesini değerlendirmede temel bir yöntem olmasını sağlar. (4)

## 5. Python Nedir?

Python, esnek ve güçlü bir programlama dili olup, web geliştirme, veri analitiği, yapay zeka ve görüntü işleme gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Basit sözdizimi, geniş kütüphane desteği

ve platform bağımsız yapısıyla öne çıkar. OpenCV gibi kütüphanelerle entegrasyonu sayesinde görüntü işleme projelerinde hızlı prototip geliştirme olanağı sunar. (5)

### **Kullanım Alanları:**

**Web Geliştirme:** Django, Flask gibi çerçevelerle web uygulamaları.

**Veri Analitiği ve Bilimsel Hesaplamalar:** NumPy, Pandas, SciPy gibi kütüphanelerle analiz ve hesaplama.

**Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi:** TensorFlow, PyTorch gibi kütüphanelerle model geliştirme.

**Görüntü İşleme:** OpenCV entegrasyonu ile güçlü analiz araçları.

**Masaüstü ve Oyun Geliştirme:** Tkinter, PyQt, PyGame gibi araçlarla uygulama ve oyun geliştirme gibi alanlarda kullanılmaktadır.

### **6. OpenCV Nedir? (Özet)**

OpenCV, görüntü işleme ve bilgisayarla görme uygulamaları için geliştirilmiş açık kaynaklı bir kütüphanedir. Intel tarafından 2000 yılında başlatılan bu proje, nesne algılama, yüz tanıma, hareket izleme ve derin öğrenme gibi alanlarda kullanılır. Python, C++ ve Java gibi dillerle uyumlu olan OpenCV, platform bağımsız çalışabilmesi ve geniş topluluk desteği sayesinde akademik ve ticari projelerde yaygın bir tercih haline gelmiştir. Güvenlik, sağlık, robotik ve endüstriyel otomasyon gibi birçok sektörde kullanılmakta ve görüntü işleme teknolojilerinin gelişimine katkı sağlamaktadır. (6)

### **7. Çalışmanın Amacı**

Bu çalışma, kaynaklı imalat süreçlerinde kalite kontrolün doğruluğunu ve hızını artırmak amacıyla, OpenCV tabanlı görüntü işleme yöntemlerinin etkinliğini araştırmayı hedeflemektedir. Kaynak dikişlerinde oluşabilecek gözenek, çatlak, sıçrıntı gibi hataların tespiti, üretim kalitesini doğrudan etkileyen kritik unsurlardır. Geleneksel yöntemlerde sıkça karşılaşılan insan hatası ve zaman kaybını minimize ederek, otomatik ve hassas bir kontrol süreci geliştirmek amaçlanmıştır. kaynak dikişlerindeki gözenek, çatlak gibi kaynak hatalarını tespit etmek ve sınıflandırmak amacıyla ISO 5817 ve ISO 17637 standart kriterlerine uygun bir yaklaşımla görüntü işleme tekniklerini kullanmayı hedeflemektedir.

### **8. Kapsamı**

<b>Hassas</b>	<b>Ölçüm</b>	<b>Yapmanın</b>	<b>Gerekliliği:</b>
			Kaynak dikişlerinde tespit edilen çatlak, gözenek ve benzeri hataların doğru bir şekilde analiz edilebilmesi için boyutlarının ve geometrik özelliklerinin yüksek hassasiyetle ölçülmesi gerekmektedir. Bu hassas ölçümler, hataların sınıflandırılmasında kritik bir rol oynar. Hataların ölçümünde meydana gelebilecek yanlışlıklar, kalite kontrol süreçlerinin doğruluğunu olumsuz etkileyebilir.

**Lazer Entegreli Ekipman Kullanımı:**  
Hassas ölçüm ihtiyacını karşılamak amacıyla lazer entegre edilmiş ekipman kullanılmıştır. Bu cihazlar, ölçüm doğruluğunu artırarak kaynak dikişlerindeki hataların konumunun ve boyutunun doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır.

**Görüntü İşleme Teknikleri ile Hassas Ölçüm:**  
OpenCV tabanlı görüntü işleme teknikleri kullanılarak, kaynak dikişlerindeki kusurlar detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve hassas ölçüm verileri oluşturulmuştur. Bu yöntem, insan kaynaklı hataları en aza indirerek, kalite kontrol süreçlerini otomatik ve güvenilir hale getirilmesi amaçlanmıştır.

## 9. Uygulama Süreci

**Hassas Ölçüm Yapmanın Gerekliliği:**  
Kaynak dikişlerinde tespit edilen çatlak, gözenek ve benzeri hataların doğru bir şekilde analiz edilebilmesi için boyutlarının ve geometrik özelliklerinin yüksek hassasiyetle ölçülmesi gerekmektedir. Bu hassas ölçümler, hataların sınıflandırılmasında kritik bir rol oynar. Hataların ölçümünde meydana gelebilecek yanlışlıklar, kalite kontrol süreçlerinin doğruluğunu olumsuz etkileyebilir.

**Lazer Entegreli Ekipman Kullanımı:**  
Hassas ölçüm ihtiyacını karşılamak ve görüntüde referans noktası belirlemek amacıyla lazer entegre edilmiş ekipman kullanılmıştır. Bu cihaz, ölçüm doğruluğunu artırarak kaynak dikişlerindeki hataların konumunun ve boyutunun doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır.

**Görüntü İşleme Teknikleri ile Hassas Ölçüm:**  
OpenCV tabanlı görüntü işleme teknikleri kullanılarak, kaynak dikişlerindeki kusurlar detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve hassas ölçüm verileri oluşturulmuştur. Bu yöntem, insan kaynaklı hataları en aza indirerek, kalite kontrol süreçlerini otomatik ve güvenilir hale getirilmesi amaçlanmıştır.

**Görselin Yüklenmesi ve Kontrol Edilmesi: Görsel belirlenen bir dosya yolundan yüklenir ve doğru yüklenip yüklenmediği kontrol edilir**

```
import cv2

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

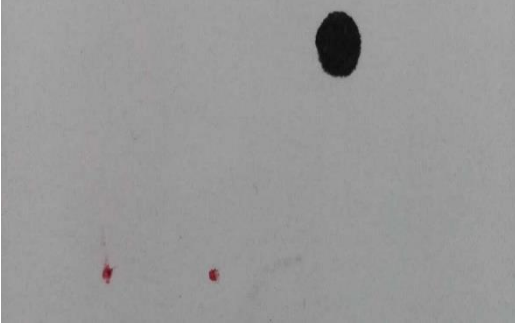
# 1. Görseli yükle

# Görsel OpenCV'nin imread fonksiyonu kullanılarak yükleniyor

image_path = 'C:/Users/Ekrem/Desktop/opencv/nokta.jpeg' # Görsel dosyasının yolunu belirtiyoruz

image = cv2.imread(image_path) # Görseli yükleme işlemi
```





**Şekil 1.** Görselin yüklenmesi

**Parlaklık ve Kontrast Ayarı: Görüntü, kırmızı noktaların daha belirgin olması için parlaklık ve kontrast artırılarak işlenir**

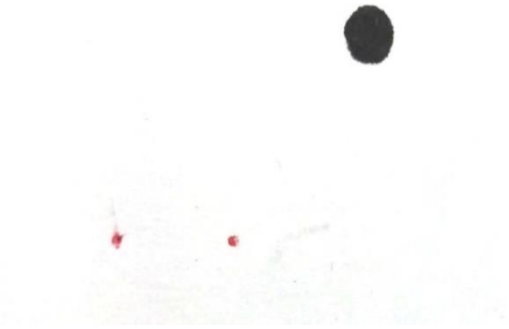
# 2. Kırmızı noktaları belirginleştirmek için parlaklık ve kontrast ayarı yap

# Bu adım, kırmızı noktaların daha belirgin olmasına yardımcı olur

# alpha: kontrast kontrolü, beta: parlaklık kontrolü

enhanced\_image = cv2.convertScaleAbs(image, alpha=1.5, beta=30) # Görüntünün parlaklık ve kontrastını artırıyoruz

cv2.imwrite('C:/Users/Ekrem/Desktop/opencv/enhanced\_image.png', enhanced\_image) # Düzenlenmiş görüntüyü kaydediyoruz



**Şekil 2.** Kontrast ayarı

**HSV Renk Uzayına Dönüştürme: Görüntü, kırmızı rengin daha kolay algılanması için HSV renk uzayına dönüştürülür.**

**Kırmızı Noktaların Tespiti: Kırmızı rengin iki farklı HSV aralığı belirlenir ve bu aralıklar için maskeler oluşturulur. Maskeler birleştirilerek tam kırmızı maske oluşturulur.**

# 3. Görüntüyü HSV renk uzayına dönüştür

# HSV (Ton, Doygunluk, Parlaklık) renk uzayı, belirli renkleri (örneğin kırmızı) filtrelemeyi kolaylaştırır

```
hsv = cv2.cvtColor(enhanced_image, cv2.COLOR_BGR2HSV) # Görüntüyü HSV renk uzayına dönüştürüyoruz
```

```
cv2.imwrite('C:/Users/Ekrem/Desktop/opencv/hsv_image.png', cv2.cvtColor(hsv, cv2.COLOR_HSV2BGR)) # HSV görüntüsünü kaydediyoruz
```

# 4. Kırmızı rengin HSV aralığını tanımla

# Kırmızı renk, HSV uzayında iki farklı aralıkta temsil edilebilir

# Her iki aralık için de maske oluşturuyoruz

```
lower_red1 = np.array([0, 120, 70]) # Kırmızı rengin ilk alt sınırı
```

```
upper_red1 = np.array([10, 255, 255]) # Kırmızı rengin ilk üst sınırı
```

```
lower_red2 = np.array([170, 120, 70]) # Kırmızı rengin ikinci alt sınırı
```

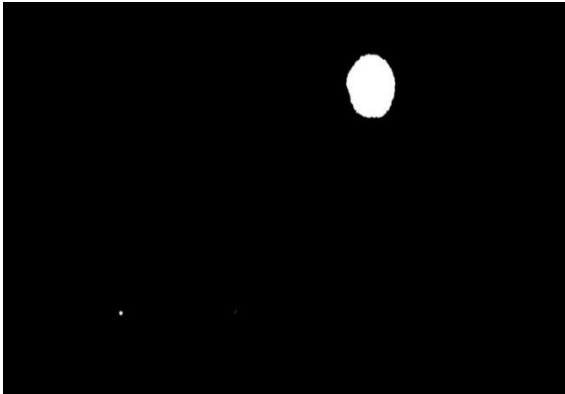
```
upper_red2 = np.array([180, 255, 255]) # Kırmızı rengin ikinci üst sınırı
```

# 5. Kırmızı rengi algılamak için maskeler oluştur

```
mask1 = cv2.inRange(hsv, lower_red1, upper_red1) # İlk kırmızı aralık için maske oluştur
```

```
mask2 = cv2.inRange(hsv, lower_red2, upper_red2) # İkinci kırmızı aralık için maske oluştur
```

```
red_mask = mask1 | mask2 # Her iki maskeyi birleştirerek tam kırmızı maske oluştur
```

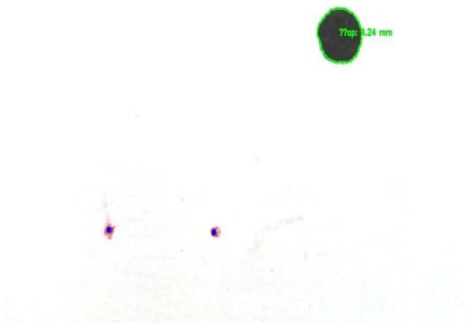


**Şekil 3.** HSV Renk uzayına dönüştürme

**Kırmızı Noktaların Koordinatlarının Bulunması:** Maskede konturlar bulunarak kırmızı noktaların koordinatları tespit edilir. Küçük konturlar gürültü olarak değerlendirilir ve filtrelenir.

**Mesafe ve Oran Hesaplama:** Eğer tam olarak iki kırmızı nokta bulunursa, aralarındaki mesafe hesaplanır ve bu mesafe kullanılarak mm/piksel oranı elde edilir.

```
red_points = []  
for cnt in contours_red:  
if 5 < cv2.contourArea(cnt) < 500: # Küçük kırmızı noktalar için alan bazlı filtreleme  
M = cv2.moments(cnt) # Konturun momentlerini hesapla  
if M["m00"] != 0:  
cX = int(M["m10"] / M["m00"]) # Konturun x koordinatını bul  
cY = int(M["m01"] / M["m00"]) # Konturun y koordinatını bul  
red_points.append((cX, cY)) # Kırmızı noktaların merkez koordinatlarını listeye ekle  
# 8. Eğer tam olarak iki kırmızı nokta bulunursa, hesaplamalara devam et  
if len(red_points) == 2:  
point1, point2 = red_points # İki kırmızı noktanın koordinatlarını al  
# İki kırmızı nokta arasındaki mesafeyi piksel cinsinden hesapla  
distance_pixels = np.linalg.norm(np.array(point1) - np.array(point2)) # İki nokta arasındaki  
Öklid mesafesini hesapla  
# Kırmızı noktalar arasındaki mesafe 10 mm olduğundan, mm başına piksel oranını hesapla  
mm_per_pixel = 10 / distance_pixels # Piksel başına düşen milimetre oranını hesapla
```



**Şekil 4.** Nokta tespiti ve ölçüm

Bu çalışmada referans noktalar kullanılarak, hassas ölçümler yapılabilmektedir.

### **Lazer Destekli Ekipmanın Özellikleri**

Bu çalışmada geliştirilen lazer destekli ekipman, kaynak dikişlerinin hassas ölçüm ve değerlendirme süreçlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

### **Referans Nokta Sistemi:**

Ekipmanda 10 mm'lik bir referans mesafesi oluşturmak için iki adet nokta lazer kullanılmıştır. Bu mesafe, kaynak ölçümlerinde doğruluğu sağlamak için temel alınmıştır.

### **Tasarım Detayları:**

Gövde tasarımı, SolidWorks yazılımı kullanılarak yapılmış ve ergonomik bir yapı oluşturulmuştur.

### **Nozzle Kullanımı:**

Lazer odak kalitesini artırmak amacıyla lazer önüne 0.4 mm iç çapa sahip bir nozzle eklenmiştir.

Nozzle içerisinde ışık kırılmalarını önlemek için iç yüzeyler siyah renkle boyanmıştır.

### **Işıklandırma:**

Yeterli ışıklandırmanın sağlanması için ekipmana LED ışık eklenmiştir. Bu, ölçüm alanının daha net bir şekilde görüntülenmesini sağlar.

### **Güç Kaynağı:**

Ekipman, 14500 kılıfında 4.2 volt şarj edilebilir lityum iyon bir batarya ile çalışmaktadır.

Bataryanın şarj edilebilir olmasını sağlamak için bir TP4056 şarj modülü tasarıma entegre edilmiştir.

Bu tasarım, kompakt ve taşınabilir bir yapıya sahip olup, kaynak dikişlerinin hassas ölçümü için gerekli referans noktalarını sağlamaktadır.



**Şekil 5.** Ekipman tasarımı

## **REFERANSLI ÖLÇÜM YAZILIMI**

### **Orijinal Görsel Yükleme:**

Görsel yüklendi ve herhangi bir işlem yapılmadan kaydedildi.

**Amaç:** İşlenmiş sonuçları orijinal görselle karşılaştırmak.

Gri Tonlama (cv2.cvtColor):

**Görsel, renklerden arındırılarak gri tonlamaya dönüştürüldü.**

**Amaç:** Görsel işlemeyi sadeleştirmek ve hızlı analiz yapmak.

Eşikleme (cv2.threshold):

**Görselde belirli bir parlaklık değerinin (200) üzerindeki pikseller beyaz, altındakiler siyah yapıldı.**

**Amaç:** Parlak alanları belirgin hale getirerek ilgilenecek noktaları tespit etmek.

Kontur Tespiti ve Kütle Merkezleri (cv2.findContours, cv2.moments):

**Görseldeki şekillerin dış hatları bulundu.**

En büyük iki alan seçildi ve bu alanların kütle merkezleri hesaplanarak görsel üzerine mavi noktalarla işaretlendi.

**Amaç:** Önemli referans noktalarını bulmak.

Izgara Çizimi (cv2.line):

**Tespit edilen referans noktaları arasındaki mesafe hesaplanarak piksel birimi milimetreye dönüştürüldü.**

Görsel üzerine ölçekli bir ızgara çizildi.

**Amaç:** Görsel üzerinde ölçüm kolaylığı sağlamak.

Parlaklık Artırımı (cv2.convertScaleAbs):

**Görselin parlaklığı artırılarak detaylar daha belirgin hale getirildi.**

**Amaç:** Daha koyu alanları ve olası kusurları görünür kılmak.

Ters Eşikleme (cv2.threshold - THRESH\_BINARY\_INV):

**Koyu alanları tespit etmek için ters eşikleme yapıldı; koyu alanlar beyaz, diğer bölgeler siyah yapıldı.**

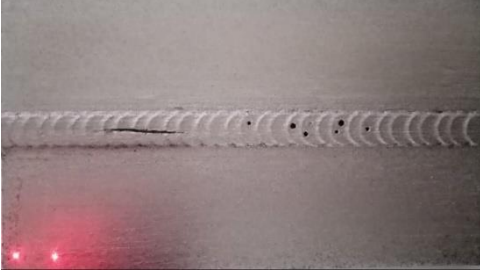
**Amaç:** Kaynak dikişindeki koyu kusurları belirgin hale getirmek.

Koyu Alan Analizi ve Boyut Hesaplama (cv2.boundingRect, cv2.drawContours):

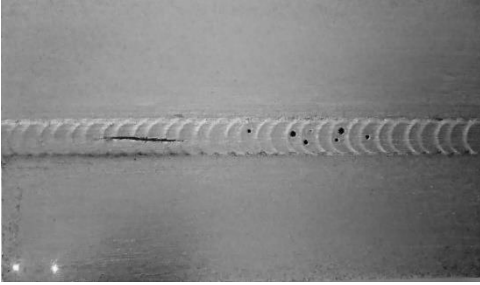
Tespit edilen koyu alanların boyutları ölçülerek piksel değerleri milimetreye dönüştürüldü.

**Alanların konturları yeşil renkle işaretlendi ve uzunluk bilgileri görsel üzerine yazıldı.**

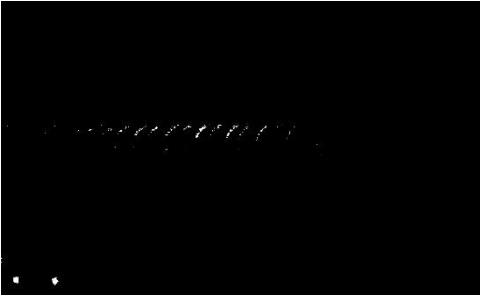
**Amaç:** Kaynak dikişi üzerindeki koyu alanların fiziksel ölçülerini belirlemek..



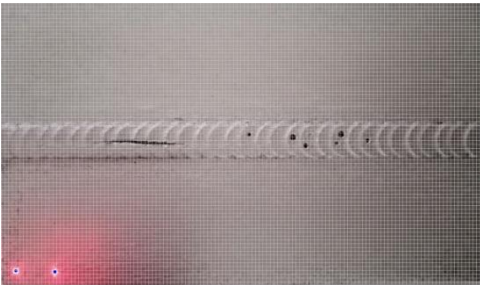
**Şekil 6.** Orijinal görüntü



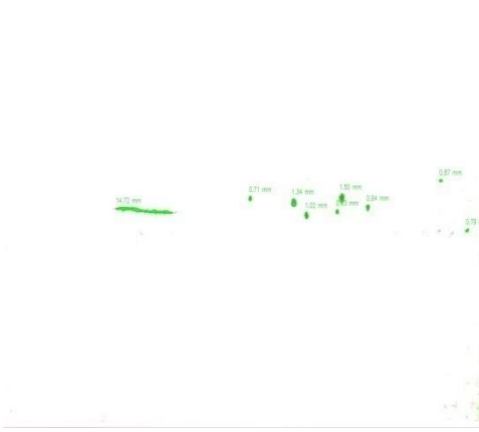
**Şekil 7.** Gri tonlama



**Şekil 8.** Eşikleme



**Şekil 9.** Izgara oluşturma



**Şekil 10.** Boyut hesaplama

### **Sonuçlar:**

- Her aşamada oluşturulan görseller kaydedildi.
- Kaynak hataları tespit edildi
- Tespit edilen hatalı alanların uzunlukları çap ve uzunlukları milimetre cinsinden çıktı olarak verildi.

### **Sınırlamalar ve Gelecek Potansiyeli:**

Bu çalışmada kullanılan iki nokta lazer referansı, çizgisel ölçüm hassasiyeti açısından yüksek doğruluk sağlasa da, düzlemsel ölçümler için ek referans noktaları ve perspektif düzeltme teknikleri ile daha hassas sonuçlar elde edilebilir. Bununla birlikte, ekipman ile kaynak yüzeyi arasındaki mesafenin değişkenliği, özellikle uzak mesafelerde referans kaymalarına neden olabilir. Bu durum, lazer sisteminin daha hassas imalat süreçleri gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Yakın mesafelerde oldukça başarılı sonuçlar alınırken, hata tespiti sürecinde kullanılan yazılım, çeşitli filtreler ve algoritmalarla doğrulansa da her durumda mükemmel sonuçlar vermeyebilir. Bu tür durumlar için makine öğrenmesi algoritmalarının entegre edilmesi daha tutarlı ve doğru sonuçlar sağlayabilir.

**Taşınabilirlik ve Kompakt Yapı:** Bu sistem, Raspberry Pi gibi taşınabilir ve düşük maliyetli bir platformla entegre edilerek kompakt bir yapıya dönüştürülebilir. Bu sayede, kaynak hatalarının tespiti için taşınabilir bir cihaz tasarlanabilir. Raspberry Pi'nin işlem gücü, görüntü işleme algoritmalarını çalıştırmak için yeterlidir ve aynı zamanda hata tespit raporlarını otomatik olarak oluşturma kapasitesine sahiptir. Bu özellikler, sistemi hem esnek hem de kullanıcı dostu hale getirir.

### **Kaynakça**

1. AYAN, İhsan Bilge. Kaynaklı imalat yapan işletmelerde uluslararası sertifikasyon sistemleri. 2010. Master's Thesis. Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey).

2. BAKANLIĞI, TC Milli Eğitim. Tahribatsız Muayene. Metal Teknolojisi, Ankara, Türkiye, 2011.
3. Türk Standardları Enstitüsü. TS EN ISO 5817: Kaynak – Çelik, nikel, titanyum ve bunların alaşımlarında ergitme kaynaklı (demet kaynağı hariç) birleştirmeler - Kusurlar için kalite seviyeleri. Ankara: TSE, 2007.
4. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO). ISO 17637: Non-destructive testing of welds — Visual testing of fusion-welded joints. Geneva: ISO, 2016.
5. <https://www.python.org/about/apps/>, Python Software Foundation. (2024). 'Applications for Python'.
6. <https://opencv.org/>, OpenCV. (2024). 'OpenCV - Open Source Computer Vision Library'.



## IMPACT OF SILVER NANOPARTICLES ON RRNA MATURATION GENES IN SACCHAROMYCES CEREVISIAE

Aisulu Kairbekova, Yerbolat Zhanbotaev

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan.

### **Abstract:**

Silver nanoparticles exhibit inhibitory effects on various microorganisms, though the exact mechanisms remain partially understood, often being concentration-dependent and linked to the disruption of membrane permeability. Exploring differential gene expression in response to these nanoparticles can shed light on their inhibitory mechanisms. In this study, silver nanoparticles were synthesized within yeast growth media using a modified Creighton method, and their characteristics were analyzed via UV-Vis spectrophotometry, transmission electron microscopy (TEM), and X-ray diffraction (XRD). Our findings indicate that in yeasts exposed to silver nanoparticles at concentrations below the minimum inhibitory concentration (MIC) of 48.51  $\mu\text{g/ml}$ , total RNA levels remained stable while cellular protein levels decreased significantly. Furthermore, expression analysis of the rRNA maturation genes KRR1 and PWP2 revealed reductions of up to 258 and 42-fold, respectively, in comparison to control samples. The potential impact of silver nanoparticles on ribosome assembly and function warrants further investigation.

**Keywords:** Silver Nanoparticles, yeast, qRT-PCR, KRR1, PWP2.

## ASSESSMENT OF ARCOBACTER AND HELICOBACTER PYLORI CONTAMINATION IN FRESH ORGANIC VEGETABLES: A CULTURAL AND MOLECULAR APPROACH

**Nikola Marković, Assoc. Prof. Milica Petrović, Prof. Dr. Stefan Jovanović**

University of Belgrade, Serbia.

### **Abstract:**

Fresh organic fruits and vegetables are among the most sought-after food products globally. Despite their popularity, there is limited understanding of the microbiological quality and safety of organic produce. The exposure of organic vegetables to pathogenic microorganisms is heightened due to their contact with natural fertilizers such as animal manure and compost during cultivation. This study aimed to investigate the contamination of fresh organic leafy vegetables by two emerging pathogens, *Arcobacter* spp. and *Helicobacter pylori*. A total of 24 samples, consisting of 13 lettuce and 11 spinach, were collected from various ecological markets and analyzed using cultural methods and PCR. *Arcobacter* spp. was identified in five samples (20%) through PCR, with four being spinach and one lettuce. Additionally, one spinach sample tested positive by culture. For *H. pylori*, a specific band for the *VacA* gene was found in 12 samples (50%), including 10 lettuces and two spinach. No positive isolates were obtained from selective media, likely due to low contamination levels and the organism's presence in a viable but non-culturable state. The findings indicate notable levels of contamination by *H. pylori* and *Arcobacter* in organic vegetables typically consumed raw, reinforcing the notion that such foods could serve as transmission routes for these pathogens to humans.

**Keywords:** *Arcobacter* spp., *Helicobacter pylori*, organic vegetables, Polymerase Chain Reaction, PCR.

## ACCELERATED DATA PROCESSING FOR SINGLE-CELL CHROMATIN ACCESSIBILITY USING HIGH-THROUGHPUT SEQUENCING

**Milica Jovanović, Stefan Petrov**

University of Belgrade, Serbia

### **Abstract:**

The conventional pre-processing tool for 10X Chromium single-cell ATAC-seq data, Cell Ranger, often exhibits significant processing delays, especially with larger datasets. To enhance efficiency and facilitate reproducible research workflows, we introduce a novel toolkit named scATAK, designed for the rapid pre-processing of single-cell ATAC-seq data. Our approach accelerates data processing by 15 to 18 times compared to Cell Ranger, applicable to both mouse and human samples. Additionally, scATAK computes chromatin interaction potential matrices and generates open chromatin signals along with interaction traces for distinct cell populations. We apply the scATAK toolkit to investigate the chromatin regulatory landscape of a healthy adult human brain, revealing cell-type specific characteristics. This innovative tool offers a practical and computationally efficient solution for processing single-cell ATAC-seq data.

**Keywords:** single-cell, ATAC-seq, bioinformatics, open chromatin landscape, chromatin interactome

## INTEGRATING SEMANTIC LEXICAL INSIGHTS INTO CNN ARCHITECTURE FOR DIAGNOSING PEDIATRIC DISEASES

Marko Petrovic, Ana Jovanovic, Nikola Milic,

**University:** University of Belgrade, Serbia

### **Abstract:**

The use of electronic medical record (EMR) data for developing disease diagnosis models has emerged as a significant focus in biomedical informatics. Deep learning facilitates the automatic extraction of features from extensive datasets, leading to advancements in EMR data analysis. However, the lack of integrated semantic knowledge within deep learning frameworks poses challenges for practical applications in medical science. This study introduces a novel approach that integrates lexical-semantic knowledge derived from a variety of entities into a convolutional neural network (CNN) architecture aimed at diagnosing pediatric diseases. Initially, medical terminology is transformed into Lexical Semantic Vectors (LSV), which are then combined with word2vec's embedded word vectors to enhance feature representation. Furthermore, the semantic distribution of medical terms functions as a Semantic Decision Guide (SDG) to optimize deep learning models. The performance of the LSV-SDG-CNN model is assessed on four distinct Serbian EMR datasets, with CNN, LSV-CNN, and SDG-CNN serving as baseline models for comparison. Experimental findings indicate that the LSV-SDG-CNN model surpasses the baseline models across all four Serbian EMR datasets, achieving a maximum F1 score of 86.20%. These results illustrate the effective guidance and optimization of CNNs through lexical-semantic knowledge, significantly enhancing disease classification accuracy.

**Keywords:** lexical semantics, feature representation, semantic decision, convolutional neural network

## DYNAMICS OF LAGRANGIAN COHERENT STRUCTURES IN THE WAKE OF SWIMMING NEMATODES

Marko Jovanović, Ana Petrović, and Stefan Radosavljević

**University:** University of Belgrade, Serbia

### **Abstract:**

This study explores the concept of Lagrangian coherent structures (LCS) in the wake flows produced by the swimming nematode *C. elegans* within an intermediate Reynolds number range of 250-1200. The research reveals Lagrangian hidden structures that represent flow transport barriers. A numerical simulation of the nematode's swimming behavior in a quiescent fluid environment is conducted using a two-way fluid-structure interaction (FSI) method, facilitated by the immersed boundary method (IBM). The incompressible Navier-Stokes equations are fully coupled with Lagrangian deformation equations for the immersed body, utilizing the IB2d computational code. The nematode's body is represented by a parametrized spring-fiber model integrated into the code. The study meticulously analyzes the formation of reverse von-Kármán vortex streets and vortex shedding characteristics through the LCS approach, addressing factors such as grid resolution, integration time, and Reynolds number. The findings demonstrate the presence of various flow regions with differing fluid particle trajectories in the wake of the swimming organism, as well as the emergence of distinct 'mushroom-shaped' structures that define the attracting LCS identities.

**Keywords:** Lagrangian coherent structure, nematode swimming, fluid-structure interaction, immersed boundary method, vortex dynamics.

## THE FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF EVOLUTIONARY FORCES: GENE ENGINEERING THROUGH SYNTHETIC EVOLUTIONARY INTELLIGENCE

**A. J. Kovács, M. T. Szabó**

**University:** University of Szeged

**Country:** Hungary

### **Abstract:**

The influence of evolutionary forces can be observed across various structural levels in nature, from minute molecular systems to vast biospheric ecosystems. However, a comprehensive mathematical or theoretical framework to describe the evolution force and its role in the formation of biological structures remains elusive. In this study, we adopt a novel perspective on evolution and propose the "Fundamental Principles of Evolutionary Forces: FPEF." Utilizing synthetic evolutionary intelligence (SYN-EI), we identified genomic building blocks and engineered 14-3-3  $\zeta$  docking proteins by converting gene sequences into time-based DNA codes derived from hierarchical protein structures. These templates facilitated random DNA hybridizations and genetic assembly. By applying hierarchical DNA codes, we accelerated the evolutionary process while mitigating the impact of point mutations. Natural selection was conducted at each hierarchical structural level, with mutations evaluated using Blosum 80 mutation frequency-based algorithms. Remarkably, SYN-EI produced a trio of architecturally conserved docking proteins that preserved the motion and vibrational dynamics of native Bos taurus 14-3-3  $\zeta$ .

**Keywords:** 14-3-3 docking proteins, synthetic protein engineering, time-based DNA coding, de novo DNA coding.

## **RADIOPROTECTIVE PROPERTIES OF SILVER NANOPARTICLES DERIVED FROM CHLOROPHYTUM BORIVILLIANUM AGAINST GAMMA RADIATION-INDUCED TESTICULAR DAMAGE IN SWISS ALBINO MICE**

**László Szabó, Anna Tóth, Zoltán Kovács**

**University:** University of Debrecen, Hungary

### **Abstract:**

In this study, *Chlorophytum borivillianum* root extract (CBE) was utilized as a reducing agent to synthesize silver nanoparticles, aiming to evaluate their radioprotective effects. The synthesized nanoparticles were characterized using UV-visible spectroscopy (UV-vis), Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR), Transmission Electron Microscopy (TEM), and Scanning Electron Microscopy (SEM). TEM analysis indicated particle sizes ranging from 20 to 30 nm. Swiss albino mice from an inbred colony were used, divided into four groups: group I - control (irradiated with 6 Gy), group II - normal (vehicle-treated), group III - plant extract alone, and group IV - CB-AgNPs (administered at a dose of 50 mg/kg body weight/day) for seven consecutive days prior to irradiation. The pretreatment with CB-AgNPs significantly improved body and testis weights at various post-irradiation time points compared to the irradiated group. Furthermore, CB-AgNPs supplementation effectively countered the negative impacts of gamma radiation on biochemical parameters, significantly reducing lipid peroxidation and restoring glutathione levels in the testes. These findings underscore the radioprotective capabilities of CB-AgNPs in mitigating gamma radiation-induced oxidative stress in murine testicular tissue.

**Keywords:** *Chlorophytum borivillianum*, gamma radiation, radioprotection, silver nanoparticles.

## IMPACT OF VERMICOMPOST FROM COW MANURE TREATED WITH BEETLE LARVAE AND WORM SPECIES ON AGRICULTURAL YIELD

Dr. Zsófia P. Kovács, Assis. Prof. Dr. Gábor T. Székely

**University:** University of Szeged, Hungary

### **Abstract:**

The dairy industry plays a crucial role in supplying milk and dairy products worldwide, generating significant quantities of cow manure that can negatively impact the environment. The heat produced during the decomposition of this manure can hinder crop germination and growth. To mitigate these adverse effects, various companies have developed vermicompost utilizing different species of worms and larvae. This study investigates the effects of cow manure treated with fruit beetle larvae, waxworms, and tiger worms on plant growth. Results indicate that treatments with tiger worms led to enhanced plant growth, particularly at a compost-manure ratio of 75% compost and 25% cow manure, followed by a 50%-50% compost-cow manure mix. Conversely, plant growth in manure treated with waxworms was significantly lower compared to that in compost enriched with fruit beetles and other treatments, especially at the ratios of 25% compost with 75% cow manure and 100% cow manure, where no growth was observed. Fresh weight metrics—plant, leaf, and root—were notably higher in compost treated with tiger worms at a 75%-25% ratio. No significant differences were found in dry root weight across treatments. Overall, the findings affirm that tiger worm treatment yields the most beneficial outcomes, particularly at the aforementioned compost ratio.

**Keywords:** Beetle larvae, tiger worms, waxworms, composting, agriculture.



## AN ADVANCED NUMERICAL APPROACH FOR ANALYZING DAM-BREAK DYNAMICS ON FLEXIBLE FOUNDATIONS

Elena Ionescu, Andrei Petrescu, Sorin Vasile

**University:** University of Bucharest, Romania

### **Abstract:**

This study introduces an innovative coupled two-layer finite volume/finite element method designed to address the dam-break flow problem over flexible foundations. The foundational equations integrate the well-balanced two-layer shallow water equations governing fluid dynamics alongside a linear elastic model to account for bed deformations. These deformations can arise from sudden localized forces or a spectrum of sliding displacements affecting the bathymetry. Such changes in the bed morphology induce perturbations on the water surface, generating waves that propagate with varying amplitudes and frequencies. This paper also explores the coupling conditions at the interface and proposes a dual mesh approach for information transfer across this boundary. A novel procedure is applied at the soil-water interface, utilizing finite element and two-layer finite volume meshes with a conservative force distribution at their intersections. The finite element approach utilizes quadratic elements within an unstructured triangular mesh, while the finite volume method employs the Rusanov scheme for numerical flux reconstruction. The resulting numerical coupled method demonstrates high efficiency, accuracy, and balance, capable of managing complex geometries and rapidly changing flows. Various test cases of dam-break flows over flexible beds are analyzed, and a mesh convergence study is conducted for both methodologies, offering new insights into the challenges of the problem at minimal computational expense.

**Keywords:** Dam-break dynamics, flexible foundations, finite element method, numerical analysis

## **EXPLORATION OF SHORT-HORNED GRASSHOPPER DIVERSITY (ORTHOPTERA: CAELIFERA) IN THE FOREST ECOSYSTEMS OF KOLHAPUR, MAHARASHTRA, INDIA**

Ioan M. Popescu, Elena A. Ionescu, Mihai T. Vasile, Andrei C. Radu

University of Bucharest, Romania

### **Abstract:**

This study investigates the diversity of short-horned grasshoppers in the forest ecosystems of Kolhapur district, Maharashtra, India, located within the hilly landscape of the Northern Western Ghats. Fieldwork was conducted from 2013 to 2015, with specimens identified using the reference collection from the Museum of Natural History in Bucharest and recent taxonomic literature. The findings revealed a total of 40 species belonging to four families within the suborder Caelifera, with the family Acrididae being the most prevalent (27 species), followed by Tetrigidae (eight species), Pyrgomorphidae (four species), and Chorotypidae (one species). This documentation of 40 species underscores the ecological importance of the Western Ghats. Short-horned grasshoppers play a vital role in local food webs, serving as prey for various animal species. The insights gained from this research may contribute to conservation efforts aimed at preserving biodiversity in the Northern Western Ghats.

**Keywords:** Diversity, Kolhapur, Northern Western Ghats, Short-horned grasshoppers.

## INSECT INFESTATIONS IN SEED PRODUCTION OF HIMALAYAN CONIFERS: A STUDY ON LEPIDOPTERAN BORERS

Andrei Ionescu, Maria Popescu

**University:** University of Bucharest, Romania

### **Abstract:**

Regeneration failures in Himalayan conifers are frequently linked to severe insect infestations and pathogens during seed development and storage. Insects affecting conifer berries and seeds are widespread across host species and significantly hinder nursery stock production. In extreme cases, entire seed crops can be decimated by insect activity. Both Juniper and Chilgoza Pine have shown susceptibility to these pests, resulting in diminished seed viability. Recent observations indicated extensive damage to Juniper and Chilgoza berries and seeds, necessitating an urgent study to assess the impact of seed-infesting insects. Given the precarious status of both species, understanding the pest dynamics is crucial for developing effective pest management strategies. A six-year investigation focused on Chilgoza seed pests revealed a high vulnerability to various borers. Our findings show that while *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae) predominantly infests cones under natural conditions, stored seeds are primarily affected by *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae), with up to 100% damage recorded. This study also identified *Homaloxestis cholopis* (Lepidoptera: Lecithoceridae) as a novel pest of Juniper berries and seeds, both in natural and stored environments. This investigation details the impact of insect pests on Juniper and Chilgoza pine seeds and berries, proposing management strategies to mitigate pest attacks.

**Keywords:** Borer, conifer, cones, chilgoza pine, lepidoptera, juniper, management, seed.

## EFFECTS OF AGRICULTURAL PRACTICES ON MICROARTHROPOD DIVERSITY IN DIVERSE CROP ECOSYSTEMS

Andrei Popescu, Ioana Mihai

University of Cluj-Napoca, Romania.

### Abstract:

Human land use significantly alters the physical and chemical properties of soil, impacting the microhabitats that support various organisms. This study aimed to investigate the effects of different tillage practices on the biodiversity of microarthropod communities in two distinct agricultural systems in Transylvania, Romania. We examined three types of habitats: a permanent grassland with ancient oak trees utilizing a no-till method, and two maize fields—one employing sustainable farming techniques with reduced tillage and the other using conventional farming methods (intensive tillage). Over two years, soil samples were collected bimonthly from the surface to a depth of 15 cm to assess the biodiversity of key microarthropod groups (Oribatida and Collembola). Our findings revealed significant variations in the biodiversity index across different tillage systems ( $F = 36.748$ ,  $P = 0.000$ ). Notably, the sustainable maize field exhibited a higher diversity index ( $2.58 \pm 0.01$ ) compared to the conventional maize field ( $2.45 \pm 0.08$ ), while the natural grassland recorded the highest diversity ( $2.79 \pm 0.19$ ,  $p < 0.05$ ). Furthermore, seasonal analysis showed significant differences in biodiversity indices and population densities ( $p < 0.00$ ).

**Keywords:** Biodiversity, microarthropods, Collembola, Oribatida.

## INDUCTION OF BASE PAIR SUBSTITUTIONS BY $\Gamma$ -RAYS IN HAPLOID AND DIPLOID YEAST: A COMPARATIVE ANALYSIS

Ivan Petrov, Maria Georgieva, Dimitar Angelov

**University:** University of Sofia, Bulgaria.

### Abstract:

This study investigates the biological impacts of ionizing radiation, focusing on its therapeutic applications and implications for space exploration beyond Earth's magnetosphere. We specifically analyze the differences in base pair substitution induction by  $\gamma$ -rays in haploid and diploid strains of the model organism *Saccharomyces cerevisiae*. Mutations are challenging to assess in higher eukaryotic systems. Our research utilizes a set of six isogenic *trp5* strains and fourteen isogenic *cyc1* strains that serve as markers for all potential base-pair substitutions. These strains exhibit single base substitutions at codon-50 of the *trp5* gene and codon-22 of the *cyc1* gene. We observed distinct mutation spectra for the haploid genetic *trp5* and *cyc1* assays, as well as variations in the mutation spectra within the same *cyc1* system across haploid and diploid cells. The relationship between radiation dose and mutation frequency was linear in haploid cells but exhibited an exponential trend in diploid cells. We propose that the observed discrepancies in haploid strains are influenced by the surrounding sequence context, while the differences between haploid and diploid strains may be attributed to distinct molecular mechanisms underlying mutation processes.

**Keywords:** Base pair substitutions,  $\gamma$ -rays, haploid and diploid cells, yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

## **PULMONARY HELMINTHS IN STONE MARTENS (MARTES FOINA L.) IN BULGARIA**

Ivan Nikolov, Elena Georgieva

**University:** University of Forestry, Sofia, Bulgaria

### **Abstract:**

This study investigates the pulmonary helminth fauna of stone martens in Bulgaria, addressing a gap in existing data. A total of four stone martens were subjected to helminthological necropsy following standard techniques. Additionally, selected damaged lung tissues were examined after being treated with lactic acid and compressed for analysis. The findings revealed four nematode species belonging to distinct families within the orders Strongylida and Trichocephalida: *Crenosoma petrowi* Morosov, 1939; *Eucoleus aerophilus* Creplin, 1839; *Filaroides martis* Werner, 1782; and *Sobolevingylus petrowi* Romanov, 1952. Several morphometric characteristics of the parasites were measured and documented. Notably, *F. martis* and *S. petrowi* are reported for the first time within the helminth fauna of Southeast Europe, specifically in Bulgaria.

**Keywords:** Bulgaria, *Crenosoma petrowi*, *Eucoleus aerophilus*, *Filaroides martis*, lung parasites.

## DEVELOPMENT OF A NON-INVASIVE SYSTEM FOR MONITORING HEART RATE AND BLOOD OXYGEN LEVELS

Elina M. Dimitrova, Nikolai R. Petrov, Tsvetelina L. Ivanova

**University:** Sofia University, Bulgaria

### **Abstract:**

This study focuses on the creation of a non-invasive system for monitoring heart rate and blood oxygen saturation using a soft-core processor system. Accurate monitoring of these vital signs is essential in healthcare settings, particularly for tracking hypoxemia in patients. We designed a reconfigurable System On Peripheral Chip (SOPC) that integrates two light-emitting diodes (LEDs) operating at different wavelengths (660 nm and 940 nm) with a single photodetector to analyze hemoglobin absorption characteristics. The system's interface with a finger probe and a Liquid Crystal Display (LCD) was developed utilizing a NIOS II soft-core processor on the Altera NANO DE0 board, specifically targeting the Cyclone IVE. This setup enables real-time monitoring of blood oxygen levels and heart rate across various subjects. To validate the system, measurements were compared against a standard Operon pulse oximeter for 50 trials across 10 subjects, yielding closely matching results.

**Keywords:** Heart rate, NIOS II, Oxygen saturation, Photoplethysmography, Soft-core, SOPC.

## A MATHEMATICAL APPROACH TO GLUCOSE-INSULIN REGULATION IN BLOOD

A. Farhadi, M. Amini

University of Tehran, Iran.

### Abstract:

The pancreas, a vital organ situated beneath the stomach, plays a crucial role in food digestion by secreting specific enzymes and producing hormones that regulate blood glucose levels. This paper presents a mathematical model aimed at understanding the homeostasis of glucose and insulin in healthy individuals. We simulate this model to illustrate the physiological responses following a meal. The primary goal is to develop an algorithm that effectively regulates blood glucose concentrations. This algorithm employs expert system principles to control insulin infusion rates actively. By decomposing the overall system into manageable subsystems, we created parametric models for each subsystem utilizing a forcing function strategy. The outcomes demonstrate the efficacy of the control system in maintaining glucose levels.

**Keywords:** Mathematical modeling, algorithm, glucose regulation, insulin control, homeostasis.



## ECOLOGICAL DYNAMICS IN THE PERSIAN GULF: INVESTIGATING CLIMATE INFLUENCES ON ALGAL PROLIFERATION

Farahnaz Jalali, Amir Rezaei, Sara Mohammadi, Omid Hossaini

**University:** University of Tehran, Iran

### **Abstract:**

The Persian Gulf is a crucial marine ecosystem characterized by significant seasonal variations and diverse biological communities. Despite its unique ecological conditions, the region has seen increased occurrences of algal blooms, raising concerns about the impact of climate variability on marine life. This study focuses on the physical, chemical, and biological oceanographic factors contributing to algal blooms in the Persian Gulf, utilizing satellite imagery and meteorological data spanning from January 2003 to December 2016. We conducted analyses of chlorophyll-a concentrations across various scales, including the entire Gulf and selected bioregions distinguished by their biodiversity. Seasonal and interannual trends were assessed, alongside correlation analyses to identify key environmental drivers. Results indicate that chlorophyll-a concentrations peak in the summer and winter months, with a significant bloom hotspot identified in the Khawr Abd Allah region. Interannual analysis revealed peak chlorophyll-a levels in 2004, 2008, 2014, and 2017, closely correlated with variables such as sea surface temperature and nutrient input. This study proposes specific sites for future phytoplankton monitoring, contributing valuable insights into the ecological processes that support marine productivity and biodiversity in the Persian Gulf. The findings will assist policymakers in developing strategies for marine conservation and management within this vital region.

**Keywords:** Bioregions, ecological monitoring, phytoplankton, remote sensing.

## ANALYSIS OF MICROBIAL DIVERSITY IN AN ANAEROBIC REACTOR FOR BREWERY WASTEWATER TREATMENT

Farhad R. Davoodi, Leila M. Bahrami, Saeed K. Hashemi

**University:** University of Tehran, Iran

### **Abstract:**

Understanding microbial ecology and its role in anaerobic digestion processes is crucial for optimizing biological treatment systems. This study examines the symbiotic interactions among microorganisms involved in converting complex organic materials in brewery wastewater into simpler compounds. We investigated the diversity and abundance of bacterial communities in granular sludge sampled from various compartments of a full-scale Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) reactor treating brewery wastewater, utilizing polymerase chain reaction (PCR) and real-time quantitative PCR (qPCR). Phylogenetic analysis revealed three predominant bacterial phyla: Proteobacteria, Firmicutes, and Chloroflexi, each with distinct populations in different reactor compartments. qPCR results indicated a significant increase in bacterial abundance as the wastewater progressed through the reactor. This research enhances our understanding of the microbial community structure, spatial distribution, and concentration dynamics within a UASB reactor processing brewery wastewater, highlighting the colonization patterns and trophic interactions that facilitate the reduction and transformation of complex organic substances.

**Keywords:** Bacteria, brewery wastewater, real-time quantitative PCR, UASB reactor.

## INNOVATIVE COMPUTATIONAL APPROACHES FOR CARDIOVASCULAR SYSTEM ANALYSIS

M. Mohammadi, A. Rahimi, S. Khosravi, L. Yousefi

**University:** Tehran University of Medical Sciences, Iran.

### **Abstract:**

The increasing incidence of cardiovascular diseases has led to a heightened focus on the development of computational models to assess cardiovascular functionality under various physiological and pathological conditions. This study presents a comprehensive physical model of the cardiovascular system characterized by intrinsic regulation, implemented through advanced object-oriented simulation tools. A multi-compartmental framework, validated with empirical physiological data, has been established, interconnecting key cardiovascular elements such as resistances, capacitances, and pumping mechanisms, guided by an electrohydraulic analogy. The outcomes derived from both healthy and pathological scenarios offer insightful interpretations of patient hemodynamics. This method serves as an essential educational resource for graduate medical and nursing students, enhancing their understanding of physiological principles.

**Keywords:** Cardiovascular system, simulation tools, computational modeling, educational resource.

## INNOVATIVE COMPUTATIONAL APPROACHES FOR CARDIOVASCULAR SYSTEM ANALYSIS

M. Mohammadi, A. Rahimi, S. Khosravi, L. Yousefi

Tehran University of Medical Sciences, Iran.

### **Abstract:**

The increasing incidence of cardiovascular diseases has led to a heightened focus on the development of computational models to assess cardiovascular functionality under various physiological and pathological conditions. This study presents a comprehensive physical model of the cardiovascular system characterized by intrinsic regulation, implemented through advanced object-oriented simulation tools. A multi-compartmental framework, validated with empirical physiological data, has been established, interconnecting key cardiovascular elements such as resistances, capacitances, and pumping mechanisms, guided by an electrohydraulic analogy. The outcomes derived from both healthy and pathological scenarios offer insightful interpretations of patient hemodynamics. This method serves as an essential educational resource for graduate medical and nursing students, enhancing their understanding of physiological principles.

**Keywords:** Cardiovascular system, simulation tools, computational modeling, educational resource.

## MECHANISMS OF PYRETHROID RESISTANCE IN IRAQI POPULATIONS OF THE SAND TERMITE, *PSAMMOTERMES HYPOSTOMA*

Layla A. Najib, Omar A. Khalil, Fatima H. Abdul-Hadi

University of Baghdad, Iraq

### Abstract:

Termites are eusocial insects found on every continent except Antarctica, posing significant challenges to agriculture and infrastructure. The annual economic impact of termite damage globally amounts to billions, with substantial losses occurring in Iraq, primarily due to subterranean species such as the sand termite, *Psammotermes hypostoma*. Following the prohibition of chlorpyrifos as a soil termiticide, pyrethroids have become the predominant method for controlling subterranean termites. However, the widespread use of these insecticides has led to the emergence of resistance, compromising their effectiveness. Understanding the specific mechanisms of pyrethroid resistance is crucial for managing affected termite populations. This study investigates the toxicological and biochemical factors contributing to pyrethroid resistance in *P. hypostoma* populations in Iraq. We assessed the susceptibility of local populations to deltamethrin,  $\alpha$ -cypermethrin, and  $\lambda$ -cyhalothrin. Results indicated a significant level of resistance among the workers of *P. hypostoma* to the tested pyrethroids. Enhanced activity of detoxifying enzymes, particularly esterases and cytochrome P450, was identified as a likely mechanism of resistance. Notably, resistant populations exhibited elevated esterase activity and distinct esterase isoforms compared to susceptible groups, along with a strong positive correlation between cytochrome P450 activity and pyrethroid resistance. Consequently, deltamethrin is suggested as a suitable option for overcoming resistance in *P. hypostoma*.

**Keywords:** *Psammotermes hypostoma*, pyrethroid resistance, esterase, cytochrome P450.

## SAFEGUARDING INNOVATIONS: INTELLECTUAL PROPERTY STRATEGIES FOR CRISPR TECHNOLOGIES

Amir Kadhim, Layla Al-Bayati

University of Baghdad, Iraq.

### **Abstract:**

The emergence of CRISPR technologies promises to revolutionize fields such as life sciences, agriculture, livestock, and healthcare. However, the intellectual property (IP) landscape surrounding this groundbreaking research has garnered considerable attention within academia and the biopharmaceutical sector, highlighting an urgent need for effective IP protection strategies. This review explores foundational concepts and key players in CRISPR technologies while outlining critical strategies for safeguarding intellectual property. Additionally, we discuss prosecution challenges related to CRISPR patents and propose solutions to address various patent laws, interferences, and litigation issues. Finally, we delve into the bioinformatics aspects of CRISPR technology, raising important inquiries concerning privacy and associated ethical dilemmas.

**Keywords:** Bioinformatics, CRISPR, biotechnology, intellectual property.

## EXTRACTION AND ANALYSIS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN CITRUS AURANTIFOLIA INFESTED WITH AONIDIELLA AURANTII: A NOVEL APPROACH

H. Al-Mansoori, R. Kadhim, T. Jassim, A. Tariq

**University:** University of Baghdad, Iraq

### Abstract:

This study presents an innovative technique for the extraction of volatile organic compounds (VOCs) responsible for the characteristic aroma of lime fruit (*Citrus aurantifolia*). We characterized the VOCs in healthy and California red scale-infested lime fruits (*Aonidiella aurantii*) using headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) coupled with gas chromatography (GC) and mass spectrometry (MS). The method employed a three-phase 50/30  $\mu\text{m}$  PDV/DVB/CAR fiber for effective extraction. Optimal conditions for sealing and fiber exposure to achieve equilibrium of volatiles in the headspace were determined to be 16 and 4 hours, respectively, with a 5-minute desorption time for the fiber. The study revealed that herbivore-induced plant volatiles (HIPVs) play a crucial role in plant defense mechanisms, serving as cues for natural enemies. GC-MS analysis identified qualitative differences in volatiles emitted from infested and healthy lime fruits, allowing for the detection of 18 compounds with similarities exceeding 85% based on the NIST mass spectral library. Notably, D-limonene increased with *A. aurantii* infestation, while Undecane,  $\alpha$ -Farnesene, and 7-epi- $\alpha$ -selinene showed decreased levels. This research highlights the potential application of these VOCs in enhancing the effectiveness of biocontrol strategies and the production of natural enemies.

## HAND HYGIENE PRACTICES AMONG YOUTHS IN JAKARTA, INDONESIA

Dr. Siti Nuraini, Prof. Dr. Ahmad Sudirman, Nia Kurniawati, Dr. Budi Santoso  
University of Indonesia, Faculty of Public Health, Indonesia

### **Abstract:**

The human palm serves as a significant habitat for microbial growth, making effective hand hygiene critical in preventing infections. Given the constant contact of hands with contaminated surfaces, fostering hand hygiene practices is vital for reducing infection risks. This study aimed to evaluate the hand hygiene practices among youths in Jakarta, Indonesia. Utilizing a quantitative survey method, data were collected from 300 participants. The results indicated that only 25% of respondents routinely washed their hands after returning home, and 55% consistently washed their hands after using the restroom. Additionally, approximately 65% of participants reported occasionally eating with their hands, while 30% frequently did so, highlighting a concerning gap in hand hygiene practices. These findings underscore the necessity for ongoing education and awareness programs regarding hand hygiene among youths.

**Keywords:** Hand hygiene, youth practices, handwashing, infection prevention.



## OPTIMIZATION OF HOSPITAL SELECTION IN EMERGENCY MEDICAL SERVICES USING SIMULATION TECHNIQUES

Dr. Mei Lin, Prof. Dr. Haruto Yamamoto, Dr. Siti Aisyah  
Department of Emergency Medicine, National University of Malaysia, Malaysia

### **Abstract:**

This study focuses on the development of a Decision Support System (DSS) to enhance operational decision-making in Emergency Medical Services (EMS), specifically regarding the allocation of medical emergency requests to hospitals. Known as “hospital selection,” this process is crucial for defining policies that determine which hospital emergency departments (ED) receive patients requiring urgent care. The research methodology begins with a thorough review of existing literature on DSS in EMS, highlighting that previous studies predominantly addressed the ambulance service phase, neglecting ED-related considerations. The prevalent approach has been to prioritize proximity, thereby minimizing travel time and ensuring rapid ambulance availability. This study aims to create an optimization model for assigning emergency requests to EDs, taking into account factors such as expected performance times, case mix, and the operational capacity of various hospitals. A Discrete Event Simulation (DES) model was developed using AnyLogic software to evaluate different hospital selection strategies. Validation was performed on a realistic case scenario, revealing that minimizing the Time To Provider (TTP)—the duration from the start of the ambulance journey until the patient is evaluated by a physician—is the most effective hospital selection policy. Furthermore, a comparison of static and dynamic approaches to TTP estimation indicated that a predictive model, utilizing real-time data, is significantly more reliable than a retrospective method. This research provides valuable insights for decision-makers in EMS, facilitating the adoption of improved hospital selection policies to optimize service delivery.

**Keywords:** Emergency medical services, hospital selection, discrete event simulation, predictive model.

## DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED KEY PERFORMANCE INDICATORS FRAMEWORK FOR EMERGENCY MEDICAL SERVICES

Dr. Huan Li, Prof. Dr. Min Zhang, Dr. Wei Chen

National University of Science and Technology, Department of Emergency Management,  
China

### **Abstract:**

This study focuses on creating an integrated framework of Key Performance Indicators (KPIs) designed to enhance the operational and strategic decision-making capabilities within Emergency Medical Services (EMS). The research methodology begins with a comprehensive review of the technical and scientific literature related to existing indicators used for assessing EMS performance. Findings indicate a prevalent focus on two separate domains: the ambulance service, critical for pre-hospital treatment, and patient management within the Emergency Department (ED). This study proposes a novel integrated perspective that encompasses both the ambulance service and ED processes, essential for ensuring high-quality care and patient safety. The proposed framework offers a holistic view of the entire healthcare delivery process, facilitating the optimization of patient management by linking pre-hospital and hospital phases. Furthermore, it highlights often-overlooked EMS aspects in the current literature. The integration of these processes allows for better evaluation of ED selection decisions by considering factors such as ED saturation, available resources, and anticipated wait times, in addition to travel distance. After a critical review of existing KPIs, the framework design narrowed down the high number of analyzed KPIs to those aligned with the study's objectives. The selected KPIs were validated against a realistic dataset, leading to the exclusion of additional indicators due to data unavailability. The final framework, validated by domain experts, encompasses a diverse array of KPIs that support operational planning, early warning systems, and real-time awareness of ED accessibility for citizens. By linking each KPI to its corresponding EMS phase, the framework provides a balanced approach to evaluating both efficiency and effectiveness in the overall EMS process. Future work may focus on developing a hierarchical dashboard, featuring a minimal set of high-level KPIs for aggregate EMS performance, alongside more detailed indicators for specific performance dimensions.

**Keywords:** Emergency Medical Services, Key Performance Indicators, Integrated Framework, Decision Support.

## ASSESSMENT OF THE AUTOMATED HEMODYNAMIC MONITORING SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF PATIENT DETERIORATION

Dr. Haruto Tanaka, Prof. Dr. Mei Chen, Dr. Siti Aisyah  
Department of Biomedical Engineering, National University of Malaysia, Malaysia

### **Abstract:**

Delayed recognition of patient deterioration poses significant risks in clinical settings, often leading to adverse events. Clinicians depend on vital signs monitoring to detect these changes; however, the increasing demands on nursing staff and the manual nature of recording vital signs can lead to inconsistent monitoring. This study evaluates the predictive capabilities of the Automated Hemodynamic Monitoring System (AHMS), which aims to enhance early detection of patient decline. A retrospective observational analysis was conducted to determine the lead time the AHMS could predict deterioration before it manifested through vital signs. Out of 400 episodes analyzed, the AHMS accurately predicted 340 episodes (85%) of hemodynamic instability (HI), with a median lead time of 60 minutes and an average lead time of 3 hours (180 minutes). Among the 60 episodes not predicted, the system identified 50 while deterioration was occurring, whereas 10 episodes went undetected due to inadequate or corrupted ECG data. Overall, the AHMS was able to predict or detect 97.5% of HI episodes. These findings suggest that the AHMS can serve as a crucial tool for continuous patient monitoring, enabling healthcare teams to proactively manage patient care and mitigate the risks of adverse events.

**Keywords:** Patient deterioration prediction, automated monitoring, hemodynamic instability, clinical decision support.

## ASSESSMENT OF INTERACTIVE VIRTUAL REALITY REHABILITATION FOR ROTATOR CUFF INJURY

Dr. Hana Lee, Dr. Joon Park, Dr. Min Ji Kim, Dr. Seung Hoon Choi  
Department of Physical Therapy, Seoul National University, South Korea

### **Abstract:**

Shoulder pain often arises from the entrapment of rotator cuff tendons beneath the bony structures of the shoulder. This pilot study aimed to evaluate the feasibility of an interactive Virtual Reality (VR) rehabilitation program for patients with rotator cuff injuries. A total of three athletes diagnosed with subacromial impingement syndrome participated in the study. Each participant underwent rehabilitation sessions five times a week for four weeks, totaling 20 sessions, each lasting 60 minutes. Alongside traditional rehabilitation techniques, participants engaged in a 10-minute VR exercise game designed to enhance recovery. Key outcome measures included range of motion assessed with a goniometer, pain levels, disability intensity using the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire, muscle strength measured by a dynamometer, pain threshold evaluated with an algometer, and overall satisfaction. Results indicated significant improvements in range of motion, pain levels, disability scores, pain threshold, and muscle strength ( $P < 0.05$ ). No major adverse effects were reported. The findings demonstrate the potential effectiveness of VR therapy as a complementary approach to conventional physiotherapy for enhancing recovery in individuals with shoulder impingement syndrome.

**Keywords:** Rotator cuff injury, VR rehabilitation, feasibility, shoulder pain.

## INTELLIGENT DETECTION AND CLASSIFICATION OF PULMONARY DISEASES FROM CT IMAGING

Dr. Mei Zhang, Prof. Dr. Li Wei, Dr. Kenji Nakamura  
Department of Computer Science, National University of Singapore, Singapore

### **Abstract:**

Pulmonary diseases, particularly pneumonia, pose significant health risks, leading to severe congestion in the lungs and increased mortality rates. These conditions may arise from various sources, including viral infections, bacterial infections, or COVID-19. Early diagnosis and classification are crucial for effective intervention. This study presents an automated Computer-Aided Diagnosis (CAD) system leveraging deep learning techniques. Our CAD system processes raw computed tomography (CT) scans of the chest to classify lung diseases accurately. We introduce a Hybrid Deep Learning Algorithm (HDLA) designed to enhance diagnostic accuracy while minimizing computational overhead. Initial pre-processing of the CT images improves quality for subsequent analysis. We employ a robust 2D Convolutional Neural Network (CNN) for automatic feature extraction, ensuring effective 1D feature learning from each CT image. The features extracted by the CNN are then normalized using the Min-Max scaling technique. The final stage of our hybrid model involves training and classification with various classifiers. Results from simulations conducted on publicly available datasets demonstrate the proposed model's robustness and efficiency compared to existing state-of-the-art algorithms.

**Keywords:** CT imaging, pneumonia, deep learning, automated diagnosis, pulmonary diseases.

## SPATIAL DISTRIBUTION AND TEMPORAL DYNAMICS OF MALARIA IN SOUTHEAST ASIA

**Dr. Aisha Tan, Prof. Dr. Ramesh Kumar, Dr. Nila Wang**

Department of Public Health, National University of Malaysia, Malaysia

### **Abstract:**

Malaria remains a critical public health challenge in Southeast Asia, with geographic factors significantly influencing disease incidence and distribution. This study investigates the spatial clusters of malaria incidence and their seasonal variations over three periods: 2015-2017, 2018-2020, and 2021-2023. Data on monthly malaria cases, reported through the Ministry of Health of Malaysia, were analyzed to identify hot spots and cold spots across various regions. Using Moran's I statistic, we assessed spatial autocorrelation, and employed Local Indicators of Spatial Autocorrelation (LISA) and Local Geary Cluster analyses to delineate spatial clusters and seasonal trends. The results demonstrate a consistent clustering of malaria cases, particularly in the northern and eastern states of Malaysia, with low-low clusters predominantly located in urban areas. Notably, inter-year variations highlight a pronounced seasonal pattern, with incidence peaks during the monsoon months. The findings underscore the heterogeneous distribution of malaria, revealing specific regions more susceptible to outbreaks during particular seasons. This study emphasizes the importance of disease ecology and spatial analysis in understanding malaria dynamics, suggesting that targeted interventions are essential in high-risk areas. Further research using empirical methods is warranted to explore the complex interactions between malaria transmission and socio-environmental factors.

**Keywords:** Malaria, public health, spatial statistics, spatial autocorrelation, Southeast Asia.

## ADVANCED MACHINE LEARNING APPROACHES FOR ANALYZING AND DETECTING AUTISM SPECTRUM DISORDER IN CHILDREN

Dr. Mei Lin, Prof. Dr. Akira Yamamoto, Dr. Hiroshi Tanaka  
National University of Technology, Department of Computer Science, Japan

### **Abstract:**

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental condition that significantly impacts an individual's ability to recognize and interact with others, leading to social communication challenges. The prevalence of ASD continues to rise, making early detection essential for improving the quality of life for affected children and providing healthcare professionals with accurate diagnostic tools. This study focuses on the development of a robust methodology for detecting ASD in children using machine learning techniques. We analyzed various ASD datasets involving toddlers and young children, applying methods such as Random Forest (RF), Decision Tree (DT), Naïve Bayes (NB), and Support Vector Machine (SVM). Additionally, feature selection was implemented to reduce the number of attributes while maintaining the integrity of the model's performance. Our findings indicate that the SVM method yielded the highest accuracy, achieving 98% for the toddler dataset and 99% for the children dataset.

**Keywords:** Autism Spectrum Disorder, ASD, Machine Learning, Feature Selection, Support Vector Machine.

## ENHANCING PATIENT-CENTRIC HEALTHCARE THROUGH DIGITAL ENGAGEMENT STRATEGIES

Dr. Anna Müller, Prof. Dr. Lukas Schmidt, Dr. Sarah Weiss, and Dr. Peter Hoffmann  
Department of Health Sciences, University of Berlin, Germany

### **Abstract:**

Engaging patients effectively is crucial for delivering high-quality healthcare and is particularly important for individuals managing chronic conditions. The digital transformation has significantly expanded the opportunities for enhancing patient engagement in personal healthcare. Nevertheless, the full potential of these advancements has yet to be realized. This paper aims to bridge the gap between patient engagement theory and practical application by providing a comprehensive overview of contemporary tools and methods for patient engagement. A systematic literature review was conducted, identifying and categorizing 56 tools and methods based on the four core attributes of patient engagement: personalization, access, commitment, and therapeutic alliance. The findings are evaluated regarding their applicability within digital health frameworks, guided by the “computers are social actors” (CASA) paradigm. The study concludes that digital health initiatives can significantly foster patient engagement in practice and outlines a broad agenda for future research.

**Keywords:** Chronic conditions, digital health, patient-centered care, patient empowerment, patient engagement.



## ASSESSING THE IMPACT OF LEADERSHIP STYLES ON HEALTHCARE PERFORMANCE IN TEACHING HOSPITALS: A STUDY IN JORDAN

**Dr. Leila Al-Husaini, Prof. Dr. Ahmad Al-Masri, Dr. Sara Jaber**

Faculty of Health Sciences, University of Jordan, Jordan

### **Abstract:**

This study investigates the effects of transformational and transactional leadership styles on the performance of healthcare employees at the University Hospital in Amman, Jordan. A structured questionnaire was distributed among the participants, selected through a simple random sampling method, encompassing 350 healthcare professionals. Analysis of the results indicated that both transformational and transactional leadership styles positively influenced the performance of healthcare workers, while ambidextrous leadership showed a negative effect. Consequently, the management of public hospitals that adapt their leadership approaches will likely foster greater employee support, thereby enhancing organizational commitment and performance among healthcare staff. This transformation may lead to significant social implications, including a shift in the work culture and attitudes of medical personnel toward more patient-friendly interactions, ultimately promoting a harmonious relationship between healthcare providers and the community. The exploration of ambidextrous leadership and the application of nonparametric analysis contribute valuable insights to the existing leadership literature.

**Keywords:** Healthcare performance, leadership styles, transformational leadership, transactional leadership.

## EARLY ANTENATAL CARE VISITS AMONG WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE: A MULTILEVEL ANALYSIS IN JORDAN

**Dr. Layla Al-Mansour, Prof. Dr. Ahmad Al-Sharif, Ms. Fatima Zaidan, Dr. Omar Nasser**

University of Jordan, Department of Public Health, Jordan

### **Abstract:**

Maternal mortality remains a significant public health issue in the Near East, particularly in Jordan. Timely prenatal care is essential to improve pregnancy outcomes and reduce maternal morbidity. Despite this, many pregnant women in developing regions initiate Antenatal Care (ANC) late. This study aims to assess the prevalence and predictors of early ANC visits among women of reproductive age in Jordan. Utilizing data from the 2017 Jordan Demographic and Health Survey (JDHS), the analysis included 7,500 eligible women. A multilevel logistic regression analysis was conducted using Stata software to identify predictors of early ANC visits. The results are presented as odds ratios (ORs) with 95% confidence intervals (CIs), with a significance threshold set at  $p < 0.05$ . The prevalence of early ANC visits was found to be 62.5% [95% CI: 60.1-64.9]. Notably, women aged 25-29 exhibited higher odds of early ANC visits [aOR = 1.55, 95% CI = 1.23-1.95] compared to those aged 15-19. Additionally, women with secondary education [aOR = 1.40, 95% CI = 1.18-1.67] and those covered by health insurance [aOR = 2.60, 95% CI = 1.60-4.20] were more likely to initiate early ANC. In contrast, women with multiple previous births [aOR = 0.45, 95% CI = 0.32-0.63] and those residing in rural areas [aOR = 0.55, 95% CI = 0.42-0.72] had significantly lower odds of early ANC visits. This study highlights a relatively high prevalence of early ANC among Jordanian women, influenced by age, education, health insurance coverage, parity, and geographic location. These findings should inform ANC policy development to enhance early care access, thereby reducing maternal and newborn mortality and aligning with World Health Organization recommendations for early ANC initiation.

**Keywords:** Antenatal care, Jordan, maternal health, public health, DHS.

## OCCUPATIONAL HEALTH RISKS AMONG MEDICAL PERSONNEL AND CONTRIBUTING FACTORS IN PUBLIC HOSPITALS, BEIRUT-LEBANON

**Dr. Layla Nasser, Prof. Dr. Omar El-Khoury, Dr. Sara Haddad**

Lebanese University, Faculty of Public Health, Lebanon

### **Abstract:**

Medical personnel in Lebanon encounter various occupational health risks, encompassing biological, physical, ergonomic, chemical, and psychosocial hazards. This study investigates the prevalence of these occupational health risks among healthcare workers in public hospitals in Beirut. Employing a descriptive cross-sectional design, the research selected 400 participants from a total of 5,200 healthcare workers using a multistage sampling method. The findings indicated that a significant proportion (62%) of participants were aged between 25-35 years, with 52% being male, 54% married, and 48% holding a diploma qualification; 67% had less than 5 years of experience. The results revealed a concerning prevalence of occupational risks (97%); ergonomic hazards (91%), biological hazards (85%), psychosocial hazards (84%), physical hazards (80%), and chemical hazards (70%). No statistically significant differences were found between demographic characteristics and the prevalence of these risks ( $p > 0.05$ ). The study highlighted that occupational risks are prevalent among medical personnel, with sharp-related injuries being the most common biological hazard, and slip, trip, and fall incidents as the primary physical hazard. Ergonomic issues manifested as back pain during work, while chemical hazards included allergic reactions to medical glove powder. Psychosocial hazards involved experiences of verbal and physical abuse. In conclusion, the study underscores the need for increased awareness and training programs for healthcare workers to mitigate these occupational hazards.

**Keywords:** Healthcare personnel, occupational health risks, prevalence, contributing factors.

## EXAMINING DENTAL MALPRACTICE IN COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

**Dr. Ahmed Al-Mansour, Dr. Layla Rahim, Prof. Dr. Nabil Farhat, Dr. Sara Khoury**  
Department of Dentistry, Lebanon

### **Abstract:**

The dentist-patient relationship is distinctive in the realm of healthcare, as treatment is typically provided by a single practitioner, leading patients to attribute any malpractice directly to that dentist. This contrasts with medical fields where a team of professionals may address a patient's condition. The principles of dental ethics closely mirror those in medical ethics; however, dental malpractice predominantly impacts this two-party relationship, with implications that differ significantly from medical malpractice. Various factors contribute to the occurrence of malpractice, including professional negligence and insufficient knowledge of dental practices by the treating dentist. It is essential to recognize that most dentists do not intend to harm their patients. Malpractice may arise due to anatomical or physiological challenges that hinder the execution of an established treatment plan. Additionally, personal health issues or lifestyle factors affecting the dentist's well-being can inadvertently lead to malpractice. Legal approaches to addressing malpractice vary depending on its underlying causes, necessitating a careful examination of the ethical standards in practice. Deviations from treatment plans signify malpractice and should not be restricted solely to complex cases. Identifying the root causes of malpractice is crucial for developing appropriate legal responses and guiding the ongoing education of dental professionals. By incorporating malpractice discussions into training programs, practitioners can enhance their professional competencies and reduce the likelihood of recurrence.

**Keywords:** Dental malpractice, ethical standards, professional negligence, legal implications, dental education.

## ASSESSMENT OF KNOWLEDGE AMONG OPERATING ROOM PERSONNEL REGARDING FIRE PREVENTION AND CONTROL IN GOVERNMENT HOSPITALS IN BEIRUT, LEBANON

Dr. Khaled Al-Hariri, Dr. Layla Saad, Ms. Hanan Jamal, Dr. Omar Al-Mansoori  
Faculty of Health Sciences, Lebanese University, Lebanon

### **Abstract:**

Ensuring patient safety within hospitals is a critical professional benchmark, particularly concerning the risk posed by fires, which can severely endanger patients and staff. This study aims to evaluate the knowledge of operating room (OR) personnel regarding the sources, prevention, and control of fires. Data were collected from April 1 to April 30, 2023, through a descriptive cross-sectional study involving a sample of 95 OR staff from various government hospitals. Convenient sampling was utilized to determine the sample size, and official approvals were obtained from the selected hospitals prior to data collection. Knowledge was assessed using a close-ended questionnaire. The majority of participants were male, with 55% identifying as operation technicians. More than half of the OR staff had less than ten years of experience. The findings indicated that 90% of participants possessed inadequate knowledge of fire sources, while 75% lacked sufficient understanding of fire prevention and control measures. Only 25% demonstrated adequate knowledge of fire prevention strategies. The study underscores the urgent need for training programs focusing on fire safety awareness and prevention tailored to OR personnel in hospitals.

**Keywords:** Operating room staff, fire prevention, hospital safety.

## INTERACTIVE DIGITAL LEARNING AND EMOTIONAL SUPPORT FOR CHILDREN WITH CHRONIC ILLNESSES

Dr. Zainab Al-Hakim, Prof. Dr. Rashid Al-Sabah, Noor Ahmed

American University of Sharjah, Department of Health Sciences, United Arab Emirates

### **Abstract:**

Information technology has the potential to significantly enhance learning and entertainment experiences, especially for children facing long-term illnesses. This proposed online video game aims to provide immersive educational opportunities alongside essential social and emotional support for hospitalized children. The platform features self-paced online courses covering various school subjects, augmented by specialized software and multisensory assessments, promoting academic achievement and a sense of belonging. Interactive doctor mini-games educate young patients about their medical conditions, while online ethical dilemmas encourage contemplation about the significance of medical procedures and adherence to treatment plans. The game fosters reflection on their hospitalization experience and personal responsibility for recovery. Emotional and psychosocial needs are addressed through engaging social activities, including collaborative mini-games with peers, virtual sports competitions, group psychodrama sessions, and online celebrations. Children are also encouraged to interact with a virtual pet and a virtual nurse, promoting dialogue, emotional expression, and daily reflections. Access to the platform will be available throughout the day based on the patient's health status, with flexibility to support post-treatment care at home. This program aims to reduce feelings of isolation and escapism while enhancing the overall well-being of young patients.

**Keywords:** Hospitalized children, interactive gaming, chronic illness, cognitive development, emotional support.

## ASSESSMENT OF COVID-19 POSITIVITY RATES AMONG HOSPITALIZED PATIENTS WITH VARYING VACCINATION STATUS: A STUDY FROM KING ABDULAZIZ MEDICAL CITY, SAUDI ARABIA

Dr. Ahmed Al-Mansoori, Dr. Fatima Al-Zahrani, Dr. Omar Al-Badawi, Dr. Layla Al-Hamadi, Dr. Saeed Al-Fahad

King Abdulaziz Medical City, Department of Infectious Diseases, Riyadh, Saudi Arabia

### Abstract:

Amid the COVID-19 pandemic, Saudi Arabia has prioritized achieving herd immunity through comprehensive vaccination campaigns. This study evaluates the positivity rate of hospitalized patients under surveillance for COVID-19, comparing their vaccination status to national statistics to assess outcomes for those who tested positive. Conducted as a retrospective observational study from January 1 to March 30, 2022, at King Abdulaziz Medical City, the research included 4,890 patients. All admissions underwent pre-admission Polymerase Chain Reaction (PCR) testing, excluding those with positive results. Patients identified as Persons Under Surveillance (PUS) due to exposure to COVID-19-positive individuals were quarantined and monitored. Data on their frequency and exposure risks were collected per WHO guidelines. On the final day of quarantine, a follow-up PCR was conducted for symptomatic patients. Patients were categorized based on vaccination status: fully vaccinated, partially vaccinated, and unvaccinated. The positivity rate among PUS was analyzed alongside clinical outcomes. Among the 487 PUS patients, 12 tested positive, yielding a positivity rate of 2.5%. Of those, 7 (58.3%) experienced high-risk exposure. Vaccination status revealed that 5 (41.7%) were fully vaccinated, 4 (33.3%) received booster doses, and 3 (25%) were unvaccinated. Most patients (10/12, 83.3%) presented with mild symptoms (categories 1-2), while 16.7% were classified under higher severity categories (3-5). There was no significant correlation between vaccination status and disease severity ( $P = 0.712$ ). One patient succumbed to complications related to COVID-19. The positivity rate at our facility (2.5%) remains markedly lower than the national average of 15.1%, underscoring the impact of exposure risks on infection rates, regardless of vaccination status.

**Keywords:** COVID-19, vaccination status, positivity rate, surveillance, Saudi Arabia.

## ENHANCING ADVERSE EVENT REPORTING IN IMMUNIZATION: THE IMPACT OF MOBILE TECHNOLOGY IN LEBANON

Dr. Samir El-Hassan, Dr. Layla Kassem, Dr. Nabil Jreige, Ms. Rania Dabbous, Mr. Omar  
Khalil  
Lebanese University, Faculty of Public Health, Lebanon

### **Abstract:**

Vaccination plays a critical role in safeguarding public health worldwide, necessitating stringent quality control and monitoring to ensure safety. Despite the best efforts to manage vaccine administration, adverse events following immunization (AEFI) may occur, leading to underreporting, particularly in low-resource settings such as Lebanon. In response to the introduction of new vaccines, including the COVID-19 vaccine, this study explores the utilization of mobile technology to enhance AEFI surveillance. A cross-sectional analysis was conducted from January to June 2023, reviewing AEFI data across various regions of Lebanon over the preceding five years. Data were systematically analyzed using statistical software, revealing a significant gap in AEFI reporting prior to the implementation of mobile reporting tools. The introduction of a mobile application facilitated improved data capture, leading to a noticeable increase in reported cases—nearly doubling the previous rates. The AEFI incidence was reported at 2.5 and 145 per 100,000 doses administered for the COVID-19 vaccine, highlighting the efficacy of mobile technology in monitoring vaccine safety. This mobile platform not only streamlined data collection but also provided critical insights into the AEFI profile associated with new vaccines in Lebanon.

**Keywords:** Adverse events following immunization, mobile technology, Lebanon, COVID-19 vaccine.



## DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF A HIGH-EFFICIENCY HONEYCOMB CERAMIC HEATER WITH CONDUCTIVE COATING

**Dr. Amir Hossein, Prof. Dr. Fatemeh Jafari, Ali Rezaei, Dr. Sara Mohammadi**

University of Tehran, Department of Materials Engineering, Iran

### **Abstract:**

Porous electric heaters offer superior heating performance compared to conventional electric heaters due to their increased specific surface area. Utilizing either porous metallic materials or conductive porous ceramics, these heaters can enhance thermal efficiency. While metallic options achieve low heating power through their low electrical resistivity, the complexity and cost associated with manufacturing conductive porous ceramics present challenges. This study introduces a honeycomb ceramic electric heater that employs a dielectric ceramic substrate paired with a surface conductive coating as the heating element. The conductive coating is synthesized using the sol-gel method, integrating silica sol, methyl trimethoxysilane, and graphite powder as conductive fillers. Through electrical resistivity and thermal stability analyses, we investigate the conductive mechanisms and degradation processes of the coating. The experimental heating performance is evaluated using both air and deionized water as working media. Findings reveal that the conductive network formed by the contact of graphite flakes enables efficient electron transfer, achieving a minimal electrical resistivity of  $0.88 \Omega \cdot \text{cm}$  with 30 wt% graphite content. The coating maintains good electrical stability up to  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  but deteriorates beyond  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  due to crack formation from thermal expansion and weight loss. Additionally, the working medium significantly influences the heater's volume power density, reaching  $640.85 \text{ kW/m}^3$  when using air under natural convection, and increasing fivefold with deionized water. This honeycomb ceramic electric heater showcases a straightforward fabrication process, cost-effectiveness, and high-volume power density, highlighting its potential in fluid heating applications.

**Keywords:** Conductive coating, honeycomb ceramic heater, thermal efficiency, volume power

## **DURABILITY ASSESSMENT OF RECYCLED POLYPROPYLENE COMPOSITES REINFORCED WITH FLAX FIBERS**

Dr. Emma Jensen, Prof. Dr. Lukas Schmidt, Dr. Claudia Müller, Prof. Dr. Erik Van den Broeck

Department of Materials Science, University of Leuven, Belgium

### **Abstract:**

In recent years, the increasing global environmental consciousness, driven by resource depletion and climate change, has led to the innovation of eco-friendly products, including biocomposites reinforced with natural fibers. A significant hurdle in the application of biocomposites for outdoor use is the limited understanding of their long-term durability and the changes in their mechanical and physicochemical properties over time. This study investigates the photooxidation effects on unidirectional (UD) flax fiber-reinforced composites with a recycled polypropylene matrix. The composites were prepared via thermocompression and subjected to an accelerated aging test utilizing a xenon arc WeatherOmeter. The findings detail the impact of UV exposure on the chemical composition and surface morphology of the composites, as well as their tensile mechanical properties. Results indicate that while accelerated aging substantially affects the surface characteristics of the composites, it has a minimal effect on their mechanical integrity.

**Keywords:** Flax fiber, photooxidation, durability, recycled polypropylene, mechanical properties.

## **GALACTOSE-MODIFIED ZINC OXIDE NANOPARTICLES: A NOVEL APPROACH TO DRUG DELIVERY WITH REDUCED ZINC ION RELEASE**

Dr. Elena Novak, Prof. Dr. Tomasz Kowalski, Dr. Anna Malinowska  
University of Warsaw, Department of Materials Science, Poland

### **Abstract:**

The potential toxicity associated with the use of unmodified zinc oxide nanoparticles as drug carriers is primarily linked to the release of zinc ions. In this study, we synthesized zinc oxide nanoparticles modified with galactose using a microwave-assisted method. The physicochemical characteristics of the synthesized nanoparticles were thoroughly analyzed. The size and zeta potential were measured using dynamic light scattering, while X-ray diffractometry was employed to evaluate the crystalline structure. Fourier-transform infrared spectroscopy was utilized to confirm the successful modification of the nanoparticles. A comparative analysis of zinc ion release from the modified nanoparticles versus bare zinc oxide was conducted. Results indicated that galactose modification significantly reduces the release of zinc ions, thereby mitigating the toxic effects associated with the drug-carrier conjugate.

**Keywords:** Nanomaterials, zinc oxide, drug delivery system, toxicity.

## UTILIZATION OF ORGANIC SEMICONDUCTOR MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF FLEXIBLE PHOTOVOLTAIC DEVICES

**Dr. Elena Petrova, Prof. Dr. Marco Rossi, Dr. Anna Müller**

University of Milan, Department of Materials Science, Italy

### **Abstract:**

The quest for sustainable energy generation has led to significant advancements in solar cell technology, with a focus on minimizing the environmental impact of traditional inorganic semiconductor production. This study investigates the application of organic semiconductors, specifically using allene compounds C<sub>24</sub>H<sub>26</sub>O<sub>4</sub> and C<sub>24</sub>H<sub>26</sub>O<sub>5</sub> as dopants in the fabrication of semiconductor films based on PbPc via high-vacuum evaporation. Infrared (IR) spectroscopy was utilized to assess the phase behavior and any notable chemical transformations occurring during the thermal evaporation process. The analysis through UV-visible spectroscopy and Tauc's model indicated that the thin films achieved activation energy values ranging from 1.47 eV to 1.55 eV for direct transitions and 1.29 eV to 1.33 eV for indirect transitions, classifying them as low bandgap semiconductors. Flexible photovoltaic devices were constructed using polyethylene terephthalate (PET) and Indium tin oxide (ITO) layered with the organic semiconductor. Characterization involved measuring electrical conductivity through the four-probe collinear method, and I-V curves were analyzed under various lighting conditions at room temperature. The OS1 (PbPc/C<sub>24</sub>H<sub>26</sub>O<sub>4</sub>) device exhibited Ohmic behavior, while OS2 (PbPc/C<sub>24</sub>H<sub>26</sub>O<sub>5</sub>) demonstrated superior current outputs at lower voltage levels. These findings highlight the potential of allene-doped semiconductor devices for future optoelectronic applications.

**Keywords:** Organic semiconductors, photovoltaic devices, electrical properties, thin films.

## **IMPACT OF COMMONLY CONSUMED ACIDIC BEVERAGES ON THE SURFACE INTEGRITY OF ORTHODONTIC COMPOSITE MATERIALS**

**Dr. Elena Petrov, Prof. Dr. Marco Rossi**

Department of Dentistry, University of Milan, Italy

### **Abstract:**

Orthodontic composite materials play a crucial role in direct tooth restorations and aesthetic dental procedures, addressing a variety of dental challenges and enhancing patients' smiles. This study investigates the influence of pH levels on the surface integrity of a nanohybrid composite material commonly used in orthodontics. Five types of widely consumed acidic beverages, with pH values ranging from 3 to 6, were selected to evaluate their effects on the composite material's surface. The specimens were subjected to prolonged immersion in these beverages to simulate extreme exposure conditions. Using scanning electron microscopy (SEM) at various magnifications, we analyzed the morphological changes in the nanohybrid composite discs. The results indicated the presence of pores, cracks, protrusions, and increased surface roughness across all specimens due to beverage exposure. Although all samples exhibited alterations, no direct correlation was found between the pH levels and the extent of surface damage.

**Keywords:** Acidity, beverages, surface structure, orthodontics, SEM.

## ENHANCEMENT OF SILICON SOLAR CELL PERFORMANCE THROUGH OPTIMIZED ANTI-REFLECTIVE COATINGS

Dr. Emilia Novak, Prof. Dr. Lukas Müller, Janek Petrov

University of Technology, Department of Renewable Energy, Germany

### **Abstract:**

This research investigates the modeling and performance analysis of silicon solar cells enhanced by the application of anti-reflective coatings (ARC). Utilizing MATLAB 2022, the study evaluates the dynamic optical reflectance and transmittance, alongside the net transmissivity-absorptivity product, considering diurnal variations in the angle of incidence. Various ARC materials are tested, with performance benchmarks established against uncoated silicon cells. Notably, MgF<sub>2</sub>-coated silicon cells exhibit a remarkable optical transmittance of approximately 96.57% and the lowest reflectance at about 1.74% at noon. The electrical efficiency of the optimized solar cells is assessed under a composite climate scenario of Berlin, Germany, accounting for varying weather conditions. Annual electricity generation for anti-reflective coated crystalline silicon PV modules was calculated at 105.45 KWh, compared to 98.76 KWh for uncoated counterparts.

**Keywords:** Anti-reflective coating, electrical efficiency, silicon solar cell, optical properties, transmittance.

## INNOVATIONS IN CARBON MATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY SOLUTIONS

Dr. Elena Novak, Prof. Dr. Antonij Petrov,  
University of Belgrade, Faculty of Chemistry, Serbia

### **Abstract:**

The increasing utilization of carbon materials in the electrochemical industry is driven by their remarkable properties, which include a high specific surface area, significant porosity, and excellent adsorption capabilities. These characteristics facilitate their effective application in supercapacitors capable of storing electric charges up to 100 F when used as electrode materials. Various carbon forms, such as activated carbon, carbon black, and graphite, play a crucial role in electrochemical processes aimed at the remediation of oil pollutants in water, demonstrating their efficacy in the anodic oxidation of phenolic compounds. Carbon's ability to adsorb phenols effectively cleans water from hydrophobic impurities, and its electrodes can be easily regenerated through electrochemical methods that restore pore accessibility. Furthermore, graphite serves as a primary anode material in lithium-ion batteries; however, due to its limited capacity (372 mAh g<sup>-1</sup>), there is a growing interest in exploring sustainable alternatives, including biodegradable and biomass-derived materials. Common sources include agricultural by-products like wheat and rice waste, which are treated for optimal application in energy storage solutions. Starch, a biodegradable polysaccharide, is of particular interest due to its structural properties. Additionally, carbon's catalytic potential is being harnessed through nano-structured forms, enhancing its application in various catalytic processes. While numerous studies highlight the catalytic properties of carbon, a systematic approach that integrates structural and functional insights is necessary to advance this field. Understanding the interplay between carbon's environmental characteristics, conductivity, and structural integrity will be crucial for developing innovative carbon-based materials for sustainable energy applications.

**Keywords:** carbon materials, electrochemistry, sustainability, supercapacitors, lithium-ion batteries.

## ENHANCING TENSILE STRENGTH AND DUCTILITY OF TANBHFZRTI REFRACTORY HIGH ENTROPY ALLOYS THROUGH REVERSE ROLLING

Dr. Elena Petrov, Prof. Dr. Marko Ivanovic, Dr. Anna Schmidt  
Department of Materials Science, Technical University of Munich, Germany

### **Abstract:**

Refractory high entropy alloys (RHEAs) are emerging materials suitable for high-temperature applications due to their capacity to maintain high strength up to 1600°C. However, their practical utility has been hampered by insufficient elongation at room temperature. This study explores a design strategy aimed at enhancing ductility by reducing average valence electron concentrations (VEC). The TaNbHfZrTi high entropy alloy was subjected to reverse rolling at room temperature, achieving a substantial 90% reduction in thickness. The reverse-rolled samples underwent annealing treatments at 800°C and 1000°C for 1 hour to investigate their phase stability, microstructure, texture, and mechanical properties. The 90% reverse-rolled condition exhibited a body-centered cubic (BCC) single-phase structure, while annealing at 800 °C resulted in the emergence of a secondary BCC-2 phase. Partial and complete recrystallization microstructures were observed in samples annealed at 800°C and 1000°C, respectively. Notably, both the reverse-rolled and 1000°C annealed samples demonstrated exceptional room temperature tensile properties, achieving high ultimate tensile strength (UTS) without compromising ductility, reflecting a favorable “strength-ductility” trade-off. The reverse-rolled samples subjected to 1000°C annealing exhibited a UTS of 1430 MPa and 1556 MPa, with elongations of 21% and 20%, respectively. The formation of a hierarchical microstructure in the samples annealed at 1000°C facilitated the simultaneous enhancement of both tensile strength and elongation.

**Keywords:** Refractory high entropy alloys, reverse rolling, ductility, recrystallization, tensile strength.



## ANALYZING KEY FACTORS INFLUENCING CLIENT SATISFACTION IN CONSULTING ENGINEERING FIRMS

**Dr. Mei Ling Zhang, Prof. Dr. Kenji Nakamura, and Mr. Akira Yamamoto**

Department of Civil and Environmental Engineering, Tokyo Metropolitan University, Japan

### **Abstract:**

The consulting engineering industry is pivotal in Japan's economic growth, with client satisfaction playing a critical role in ensuring the sustained success of firms. Emphasizing key quality determinants such as service consistency, reliability, and price competitiveness is essential. Building strong client relationships and maintaining quality standards across all project phases significantly impact client satisfaction. The study explores the significance of enhancing employee competencies through targeted training programs to meet client expectations effectively. Moreover, creating a supportive work environment motivates employees to achieve excellence in their performance. This research adopts a mixed-methods approach combining quantitative and qualitative analyses. The case study, Tokyo Consulting Engineers (TCE), was established in 1990 and operates across Japan, South Korea, Malaysia, China, and Indonesia. TCE is certified by the International Organization for Standardization (ISO) for Safety and Quality Management. The findings emphasize the importance of employee motivation and service quality as critical determinants of organizational success in the consulting engineering sector.

**Keywords:** Client satisfaction, consulting engineering, quality management, employee motivation, service excellence.

## DEVELOPMENT OF AI-DRIVEN PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR ENHANCING EQUIPMENT RELIABILITY

**Dr. Kenji Nakamura, Prof. Dr. Mei Ling Chen, and Dr. Hyun Soo Park**

Department of Industrial Engineering, National University of Taiwan, Taiwan

### **Abstract:**

The increasing complexity of modern industrial systems demands more efficient and predictive maintenance strategies to minimize downtime and costs. Traditional maintenance approaches often rely on reactive measures, resulting in decreased efficiency and unexpected failures. This study introduces an AI-driven predictive maintenance system designed to enhance equipment reliability through intelligent monitoring and proactive management. By leveraging machine learning algorithms and real-time data analysis, the proposed system aims to anticipate maintenance needs, optimize schedules, and improve overall operational efficiency. The findings underscore the critical role of AI in transforming maintenance practices and ensuring long-term reliability.

**Keywords:** AI, predictive maintenance, machine learning, reliability, industrial systems.

## DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT TASK MANAGEMENT SYSTEM USING AI TECHNOLOGIES

**Dr. Leyla Mammadova, Prof. Dr. Farid Aliyev, Dr. Elchin Guliyev**  
Baku State University, Department of Computer Science, Azerbaijan

### **Abstract:**

In the contemporary industrial landscape, conventional task management strategies frequently struggle to adapt to changing operational conditions. This study introduces an intelligent task management system empowered by artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) to address the shortcomings of traditional methods. The system is capable of understanding user instructions, analyzing task requirements, and optimally allocating resources based on real-time data and situational variables. With the integration of geolocation tracking, potential delays can be proactively identified, enabling timely interventions. Furthermore, the system features transparent reporting mechanisms that offer stakeholders clear insights into task progress, thereby promoting accountability and informed decision-making. This paper details the system's architecture, algorithms, and implementation, underscoring its transformative potential for task management in various industries.

**Keywords:** Artificial intelligence, machine learning, task management, resource allocation.

## INNOVATIVE APPROACHES FOR CAPTURING SUBCONSCIOUS CONSUMER INSIGHTS IN E-COMMERCE

**Dr. Elvin Aliyev, Prof. Dr. Leyla Mammadova, Ms. Aysel Huseynova**  
Baku State University, Faculty of Economics and Management, Azerbaijan

### **Abstract:**

The digital landscape is evolving rapidly, leading to the emergence of innovative business models. Among these is the concept of online marketplaces, where various product types are offered in a single platform. This sales format has seen significant growth in recent years, providing an alternative to traditional retail environments. The philosophy behind this model is to facilitate the purchase of multiple products conveniently. Prominent examples of e-commerce marketplaces include Amazon, eBay, and Alibaba, with expectations that their share of total e-commerce turnover will continue to rise in the coming years. This paper explores the potential of employing cutting-edge methods for evaluating web applications and online marketplaces, focusing on techniques such as eye-tracking and facial analysis to capture subconscious consumer feedback.

**Keywords:** Innovative methods, consumer insights, e-commerce, online marketplaces.

## CONTRACTOR SELECTION IN CONSTRUCTION PROJECTS USING MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

**Dr. Leyla Aliyeva, Prof. Dr. Elchin Mammadov**

Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Civil Engineering, Azerbaijan

### **Abstract:**

Contracting projects often face various challenges that impact their performance, including issues related to cost, time, and quality throughout different stages of the project lifecycle. To enhance efficiency and performance across the entire supply chain, effective coordination is essential from the initiation to the completion of a project. Selecting the appropriate contractor is a critical aspect of construction projects; this multi-criteria decision-making process relies on expert judgments and the assessment of various variables and their priorities. In this study, a comprehensive set of criteria was developed through consultations with industry experts, leading to the identification of 16 key criteria for a questionnaire. This questionnaire was distributed among selected experts to gather insights. Using Cronbach's alpha coefficient, the reliability of the criteria was assessed, and important factors were selected through the Borda function, categorized into four main groups: environmental factors and physical resources, past performance and technical expertise, cost-effectiveness, and compliance with standards. The PROMTHEE method was then employed to normalize and evaluate the criteria, ultimately identifying the best contractor based on comprehensive criteria and their priorities. A case study was conducted to validate the methodology and facilitate the selection of the optimal contractor.

**Keywords:** Contractor evaluation, construction projects, multi-criteria decision-making, supply chain management.

## FRAMEWORK FOR ENHANCING QUALITY CULTURE IN ALGERIAN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**Dr. Ahmed Benali, Prof. Dr. Fatima Zahra, and Mr. Samir Khaled**

University of Algiers 2, Department of Educational Sciences, Algeria

### **Abstract:**

The adoption of quality management systems within higher education institutions in Algeria is influenced by both national policies and international frameworks such as the European Standard Guidelines for Quality Assurance. The success and transformative potential of these systems hinge significantly on the organizational environment where they are implemented, particularly the quality culture fostered within individual universities or across the country. A university's quality culture combines the structural elements of Quality Assurance (QA), such as management protocols, process definitions, and tools, with the organizational values, principles, skills, and attitudes that define its ethos. This study explores the integration of QA principles within Algerian higher education by reviewing relevant literature on quality management systems. The goal is to outline a comprehensive framework for quality culture, identifying structural, organizational, and value-based factors that contribute to successful implementation of quality assurance systems in Algerian universities. For a QA system to effectively promote continuous improvement in the dynamic context of higher education, it must adopt a holistic approach to quality that facilitates transformation and adaptation to ongoing challenges.

**Keywords:** Higher education, quality assurance, quality culture, Algeria.

## ENHANCING INSTITUTIONAL EFFECTIVENESS: THE STRATEGIC IMPORTANCE OF WORKFORCE BUDGETING IN FINANCIAL HEALTH

**Dr. Samira El Amrani, Prof. Dr. Ahmed Bouziane, Fatima Zahra Laaroussi**

University of Algiers, Department of Business Administration, Algeria

### **Abstract:**

Workforce budgeting is a critical component of financial management within organizations, extending beyond conventional budgeting practices to include strategic resource allocation for personnel costs. This process is essential for achieving financial health and developing a high-performing workforce, necessitating a thorough analysis of various factors, such as market trends, growth projections, and the changing skill requirements of employees. A collaborative approach involving Human Resources (HR) and finance departments is crucial to ensure that workforce planning aligns with the organization's financial capabilities and strategic goals. The inherently dynamic nature of workforce budgeting requires ongoing monitoring and adjustment in response to economic shifts, strategic changes, technological advancements, and market conditions. Additionally, its significance in talent management is emphasized, as aligning financial planning with recruitment and retention strategies is vital for maintaining a competitive advantage. The implications of poor workforce budgeting are examined, revealing potential financial strains, operational inefficiencies, and obstacles to achieving strategic goals. Case studies, including examples from successful organizations, illustrate the necessity of aligning workforce budgeting with institutional objectives. These examples reinforce the notion that effective workforce budgeting is not merely a financial tool; it serves as a strategic element critical to the institution's success. This highlights the need for continuous improvement and adaptation to align with changing business objectives and market realities, establishing workforce budgeting as a key driver of institutional effectiveness and sustainability.

**Keywords:** Strategic planning, financial management, workforce budgeting, resource allocation.

## EXAMINING URBANIZATION AND INCOME INEQUALITY IN ALGERIA

Dr. Amina Benali, Prof. Dr. Khalid Ziani, Fatima Zahra Lala  
University of Algiers, Department of Economics, Algeria

### **Abstract:**

This paper aims to investigate the relationship between urbanization and income inequality in Algeria during the period from 2005 to 2022, utilizing a dataset covering 48 provinces compiled from Algeria's National Statistics Office (Labour Force Survey) alongside geospatial data obtained from the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and European Space Agency (ESA) satellites. The study employs two definitions for identifying urban areas: 1) urban classifications based on Algeria's National Statistics Office, and 2) urban areas inferred from nighttime light data provided by NOAA and ESA satellites. The latter method incorporates two sub-categories: 2.1) identification of urban areas through nighttime light density corresponding to a population density of 400 people per square kilometer, and 2.2) estimation of urban areas based on nighttime light density linked to a population density of 1,800 people per square kilometer. Empirical analyses conducted through Ordinary Least Squares (OLS), fixed effects, and random effects models reveal a U-shaped relationship between income inequality and urbanization. The results indicate that urbanization or population density significantly reduces income inequality, while the square of urbanization has a statistically significant positive impact on income inequality. Furthermore, a negative association exists between logarithmically transformed income and income inequality. This study advocates for the integration of satellite imagery, geospatial data, and spatial econometric methodologies in future research to enhance the quantitative assessment of spatial relationships.

**Keywords:** Income inequality, nighttime light, population density, Algeria, urbanization.



