

# PROCEEDING BOOK



EDİRNE  
6 - 8 Ekim 2023

# BALKAN 9. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



**BALKAN 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**  
**OCTOBER 6 - 8, 2023 - EDİRNE**

ISBN: 978-625-6830-39-4

Academy Global Publishing House





*BALKAN 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES*  
*OCTOBER 6 - 8, 2023*  
*EDİRNE*

*Edited By*  
*PROF. DR. ALİ BİLGİLİ*

**CONGRESS ORGANIZING BOARD**

*HEAD OF CONFERENCE : Prof. Dr. Ali Bilgili*  
*Head of Organizing Board: Assit. Prof. Dr. Gültekin Gürçay*  
*Organizing Committee Member: Dr. Amaneh Manafidizaji*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Naile Bilgili*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Başak Hanedan*  
*Organizing Committee Member.: Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur*  
*Organizing Committee Member.: Prof. Dr. Raihan YUSOPH*  
*Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hajar HUSEYNOVA*  
*Organizing Committee Member: Doç. Dr. Elif Akpınar Külekçi*  
*Organizing Committee Member: Aynur Əliyeva*  
*Organizing Committee Member: Doç. Dr. Nazikə Abdullazadə*  
*Organizing Committee Member: Dr. Mehdi Meskini Heydarlou*

*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 Global–2023©*

*Issued: 20.10.2023*  
**ISBN: 978-625-6830-39-4**

## *CONFERENCE ID*

---

### **BALKAN 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**

**DATE – PLACE**  
**OCTOBER 6 - 8, 2023**  
**EDIRNE**

**ORGANIZATION**  
**ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS**

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

**PARTICIPATING COUNTRIES**  
Turkey - Azerbaijan – Nigeria – Indonesia – Australia – Thailand – Italy – Iran – Romania – Iraq – Libya – India - USA - New Zealand. – Kuwait - Algeria. – Croatia - Czech Republic – China – Greece

**PRESENTATION**  
Oral presentation

**ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :**  
45% of presented paper in the conference were form Turkey and %55 from other Countreies  
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 BILGILI – Turkiye  
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye  
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye  
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Turkiye  
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye  
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Turkiye  
Prof. Dr. Bülent KURTIŞOĞLU – Turkiye  
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 VALADBIGI – Iran  
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Turkiye  
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India  
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Turkiye  
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Turkiye  
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Turkiye  
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China  
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan  
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran  
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye  
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria  
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia  
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India  
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Turkiye  
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan  
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Turkiye  
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 – Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia  
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran  
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALIYEVA - 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 ZİTONG – 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 – Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India  
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania  
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Türkiye  
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan  
Sonali MALHOTRA - India

BALKAN  
9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES  
9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES  
OCTOBER 6 - 8, 2023  
EDIRNE

**Join Zoom Meeting**

[https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=MEZBL3M0S1ArNWVsMjV0YUJkR3lIQ  
T09](https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=MEZBL3M0S1ArNWVsMjV0YUJkR3lIQ<br/>T09)

**Meeting ID: 881 9370 7664**

**Passcode: 123456**



**ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)**

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- gerekmektedir. 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 aşılmasını 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 söz konusu olamaz.
- Katılımcı, bulunduğu 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.

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 6 Ekim/ October 6, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON I	Doç. Dr. UĞUR UĞUR	1	THE IMPORTANCE OF BODY LANGUAGE IN THE COMMUNICATION SKILLS OF MANAGERS	Dr.Öğr.Üyesi, SEVTAP SARIOĞLU UĞUR
		2	TURİZM TÜRÜ TERCİHLERİNİN ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİNE GÖRE SIRALANMASI	Doç. Dr. UĞUR UĞUR
		3	WHAT WE LIVE AND DIDN'T NOTICE: ORGANIZATIONAL DEHUMANIZATION	Dr. Öğretim Üyesi BANU AÇIKGÖZ
		4	İŞLETMELERDE YEŞİL İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ UYGULAMALARI	Öğr. Gör. Dr. Betül Gümtüş
		5	DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLARIN VE TİCARET SERBESTLİĞİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi, YASEMİN KOLDERE AKIN Dr. Öğr. Üyesi, HAVVA GÜLTEKİN
		6	INVESTIGATION OF FACTORS AFFECTING E-COMMERCE USE IN TRANSPORTATION SERVICES IN TÜRKİYE	Prof. Dr. Ömer ALKAN Assist Prof Dr. Şeyda ÜNVER

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 6 Ekim/ October 6, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Prof.Dr. Ş. HAKAN ATALGIN	1	DÜNYA VE TÜRKİYE'DE SPHECIFORMES'LER (INSECTA: HYMENOPTERA) HAKKINDA GÜNCEL BİLGİLER	Dr. Öğr. Üyesi, Emin KAPLAN
		2	KENGER (GUNDELIA) BİTKİSİNİN HALK ARASINDA KULLANIMLARI	Doç.Dr. Metin ARMAĞAN Prof. Dr. Osman TUGAY Doç.Dr. Aslı DOĞRU-KOCA Doç. Dr. Golshan ZARE Prof. Dr. Osman KOLA Prof. Dr. Nur TAN Prof. Dr. Mahmut MİSKİ Dr. Ernst P. VITEK
		3	EDIBLE AQUATIC PLANTS - AN ALTERNATIVE FOOD RESOURCE FOR FOOD SECURITY	Prof. Dr. Muhammad ASIM Dr. Nurettin BARAN Doç. Dr. Muhammad Azhar NADEEM Prof. Dr. Faheem Shehzad BALOCH
		4	ASSESSING SUNFLOWER GENETIC DIVERSITY THROUGH ISSR MARKERS: A LITERATURE REVIEW STUDY	Dr. Nurettin BARAN Doç. Dr. Muhammad Azhar NADEEM Prof. Dr. Muhammad ASIM Prof. Dr. Faheem Shehzad BALOCH
		5	SIĞIRLARIN TİBİA'SINDA FORAMEN NUTRICIUM'LARIN ANATOMİK ÖZELLİKLERİ VE YERLEŞİMLERİ	Prof.Dr. Ş. HAKAN ATALGIN Prof.Dr. MEHMET CAN
		6	SIĞIRLARIN FEMUR'UNDA FORAMEN NUTRICIUM'LARIN ANATOMİK ÖZELLİKLERİ VE YERLEŞİMLERİ	Prof.Dr. Ş. HAKAN ATALGIN Prof.Dr. ZEKERİYA ÖZÜDOĞRU
		7	MACROANATOMIC and MORPOMETRIC ANALYSIS of the MANDIBLE in a ANATOLIAN WILD GOAT	Associate Professor Gülseren KIRBAŞ DOĞAN Assistant Professor Fikret Özgür COŞKUN
		8	A STUDY on CRANIUM TYPOLOGY in an ANATOLIAN WILD GOAT	Associate Professor Gülseren KIRBAŞ DOĞAN Assistant Professor Fikret Özgür COŞKUN

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 6 Ekim/ October 6, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 3	Doç. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ	1	BİYOLOJİK SIVILARIN VE LEKELERİN ORJİNİNİN BELİRLENMESİNDE mRNA ve ncRNA TEMELLİ YAKLAŞIMLAR	Öğr. Gör. Dr., FATMA ÇAVUŞ YONAR
			İZ DNA'DAN KİMLİK TESPİTİ VE ETKİ FAKTÖRLERİNİN ROLÜ	Öğr. Gör. Dr., FATMA ÇAVUŞ YONAR
		2	KONJENİTAL ANOMALİLİ BEBEKLERİN TERMİNASYON KARARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER: ANNE DENEYİMLERİ VE SAĞLIK PROFESYONELİ BAKIŞ AÇILARINA İLİŞKİN BİR VAKA SUNUMU	Uzm. Ebe, Zuhal GUKSU Dr. Öğr. Üyesi, Ayşe ÇUVADAR
		3	ÜREME ÇAĞINDAKİ KADINLARIN AİLE PLANLAMASINA YÖNELİK TUTUM VE BİLGİ DÜZEYLERİ: KARABÜK İLİ ÖRNEĞİ	DR. Öğr. Üyesi, Ayşe ÇUVADAR Ebe, İrem TUNÇ Ebe Şevval Ecem ERTUĞRUL Ebe Burcu Ece BUDAK
		4	ACCIDENTS AND INJURIES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH DISABILITIES	Öğr. Gör. Ayşe EROĞLU Prof. Dr. Nursan ÇINAR
		5	NURSING CARE ACCORDING TO FUNCTIONAL HEALTH PATTERNS IN PATIENTS WITH SEPSIS AFTER ILEUS SURGERY: A CASE REPORT	Hem. Gülnaz ALTAŞ Doç. Dr. Selda ÇELİK Doç. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ
		6	THE RELATIONSHIP OF HYPERTENSION KNOWLEDGE LEVEL AND TREATMENT COMPLIANCE IN HYPERTENSIVE WOMEN AT THE PERIOD OF MENOPAUSE	Doç. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ Doç. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL
		7	FACTORS AFFECTING SUBSTANCE USE IN ADOLESCENTS	Öğr. Gör. Dr., HAKAN AVAN
8	INTERRUPTED ACADEMIC LIFE AND HOSPITAL SCHOOLING IN HOSPITALIZED CHILDREN	Öğr. Gör. Dr., HAKAN AVAN		



BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 6 Ekim/ October 6, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 4	Assoc. Prof. Dr. Sevda ABBASOVA	1	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNDE KENDİNİ SABOTE ETME VE ÖZ-ŞEFKAT İLİŞKİSİ	FATMANUR AK
		2	THE RELATIONSHIP BETWEEN GAME AWARENESS AND DECISION-MAKING SKILLS OF PHYSICAL SKILLS GAMES IN HIGH SCHOOL STUDENTS	Recep AĞKUŞ Doç. Dr. Hulusi ALP
		3	HALK EĞİTİMİNDE DEĞERİN İŞLEVİ	Seda YURTSEVEN
		4	Ədəbi dil normalarının tədrisində şagirdlərin idraki fəallığının təmin edilməsi	Assoc. Prof. Dr. Sevda ABBASOVA
		5	DEĞERLER İLE İLGİLİ OLARAK 7. SINIF SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETİM PROGRAMI VE SOSYAL BİLGİLER DERS KİTABININ İNCELENMESİ	Doç. Dr., Davut GÜREL Yüksek Lisans Öğrencisi, Koray GİRGİN
		6	DEVELOPING HISTORICAL THINKING SKILLS THROUGH SOCIAL STUDIES TEACHING SUPPORTED BY MUSEUM TRAINING WORKSHOP	Dr. Veysi AKTAŞ
		7	ERGENLERDE OKULDA İYİ OLUŞUN YORDAYCISI OLARAK EBEVEYN BAŞARI DESTEĞİ VE OKULA BAĞLILIK	Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet Çağlar ÖZDOĞAN
		8	THE IMPACT OF SPORTS ON THE INCREASE IN SOCIAL VIOLENCE	Tuncay SARIİPEK

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 6 Ekim/ October 6, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Assoc. Prof. Dr. Rachel C. F. Sun	1	SOCIAL MEDIA AND COUNSELING: OPPORTUNITIES, RISKS AND ETHICAL CONSIDERATIONS	Kyriaki G. Giota George Klefтарas
		2	MATERNAL SMOKING AND RISK OF CHILDHOOD OVERWEIGHT AND OBESITY: A META-ANALYSIS	Martina Kanciruk Jac W. Andrews, Tyrone Donnon
		3	THE EFFECTS OF THE PARENT TRAINING PROGRAM FOR OBESITY REDUCTION ON HEALTH BEHAVIORS OF SCHOOL-AGE CHILDREN	Muntanavadee Maytapattana
		4	UNDERSTANDING PRIMARY SCHOOL STUDENTS' BELIEFS REGARDING THE ADOPTION OF PRO-ENVIRONMENTAL BEHAVIORS	Assoc. Prof. Dr. Astrid de Leeuw Dr. Pierre Valois
		5	ASSOCIATION OF SENSORY PROCESSING AND COGNITIVE DEFICITS IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS – PIONEER STUDY IN SAUDI ARABIA	Rana M. Zeina Laila AL-Ayadhi Shahid Bashir
		6	WHAT ARE THE FACTORS UNDERLYING THE DIFFERENCES BETWEEN YOUNG SAUDI WOMEN IN TRADITIONAL FAMILIES THAT CHOOSE TO CONFORM TO THE SOCIETY NORMS, AND YOUNG SAUDI WOMEN WHO DO NOT CONFORM?	Assis. Prof. Mai Al-Subaie
		7	COGNITIVE EMOTION REGULATION IN CHILDREN IS ATTRIBUTABLE TO PARENTING STYLE, NOT TO FAMILY TYPE AND CHILD'S GENDER	AKM Rezaul Karim Assoc. Prof. Dr. Tania Sharafat Abu Yusuf Mahmud
		8	TEACHERS' AND STUDENTS' CAUSAL EXPLANATIONS FOR CLASSROOM MISBEHAVIOR: SIMILARITIES AND DIFFERENCES	Assoc. Prof. Dr. Rachel C. F. Sun

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 6 Ekim/ October 6, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Dr. Lena Shulyakovskaya	1	ENHANCING LEARNING FOR RESEARCH HIGHER DEGREE STUDENTS	Jenny Hall, Alison Jaquet
		2	MECHANISMS IN REGULATING LANGUAGE PRACTICES IN ELECTRONICS ENGINEERING: A PROGRAM PLAN FOR OUTCOMES-BASED EDUCATION	Analiza Acuña- Assoc. Prof. Dr. Villacorte
		3	EXPERIMENTING THE INFLUENCE OF INPUT MODALITY ON INVOLVEMENT LOAD HYPOTHESIS	Mohammad Hassanzadeh
		4	IMPACT OF GRADE SENSITIVITY ON LEARNING MOTIVATION AND ACADEMIC PERFORMANCE	Dr. Salwa Aftab, Lecture. Dr. Sehrish Riaz
		5	PROPOSED PROGRAM FOR POSTGRADUATES IN EGYPT TO ACQUIRE THE SKILLS AND TECHNIQUES FOR PRODUCING CONCEPT CARTOONS FOR KINDERGARTEN CHILDREN	Lec. Ahmed Amin Mousa, M. Abd El Salam
		6	THE EFFECT OF THE ANDALUS KNOWLEDGE PHASES AND TIMES MODEL OF LEARNING ON THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE AND EMOTIONAL QUOTIENT	Assoc. Prof. Dr. Sobhy Fathy A. Hashesh
		7	MILLENNIAL TEACHERS OF CANADA: INNOVATION WITHIN THE BOXED-IN CONSTRAINTS OF TRADITION	Dr. Lena Shulyakovskaya
		8	EMPLOYING QR CODE AS AN EFFECTIVE EDUCATIONAL TOOL FOR QUICK ACCESS TO SOURCES OF KINDERGARTEN CONCEPTS	Ahmed Amin Mousa, M. Abd El-Salam

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 6 Ekim/ October 6, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Prof. Dr. Jasminka Radolović	1	A FRAMEWORK OF MONTE CARLO SIMULATION FOR EXAMINING THE UNCERTAINTY-INVESTMENT RELATIONSHIP	Prof. Dr. George Yungchih Wang
		2	THE EXCLUSION OF CONSUMER RIGHTS IN E-AUCTIONS – IS AN E-AUCTION REALLY AN AUCTION AT ALL?	Assis. Prof. Dr. Trish O'Sullivan
		3	E-PROCUREMENT, THE GOLDEN KEY TO OPTIMIZING THE SUPPLY CHAINS SYSTEM	Somayeh Farzin, Hossein Teimoori Nezhad
		4	THE KEY CHALLENGES OF THE NEW BANK REGULATIONS	Petr Teplý
		5	THE PATH TO WEB INTELLIGENCE MATURITY	Zeljko Panian
		6	BARRIERS AND OPPORTUNITIES FOR THE ADOPTION OF E-GOVERNANCE SERVICES	Haroula N. Delopoulos
		7	OPTIMIZATION OF TRANSFER PRICING IN A RECESSION WITH REFLECTION ON CROATIAN SITUATION	Prof. Dr. Jasminka Radolović
		8	APPLICATIONS OF CONIC OPTIMIZATION AND QUADRATIC PROGRAMMING IN THE INVESTIGATION OF INDEX ARBITRAGE IN THE THAI DERIVATIVES AND EQUITY MARKETS	Satjaporn Tungsong, Gun Srijuntongsiri

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 6 Ekim/ October 6, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Dr. Tamara Djurickovic	1	OCCUPANTS- BEHAVIOR AND SPATIAL IMPLICATIONS OF RIVERFRONT RESIDENTIAL IN YOGYAKARTA, INDONESIA	Hastuti Saptorini
		2	CITIZENS- EXPECTATIONS FROM RURAL TELECENTRES: A CASE STUDY OF IMPLEMENTATION OF COMMON SERVICE CENTRES IN MUSHEDPUR VILLAGE, HARYANA, INDIA	Charru Malhotra, Girija Krishnaswamy
		3	RESEARCH OF POTENTIAL CLUSTER DEVELOPMENT IN PANNONIAN CROATIA	Mirjana Radman- Funarić, Katarina Potnik Galić
		4	THE IMPORTANCE OF CLASS ATTENDANCE AND CUMULATIVE GPA FOR ACADEMIC SUCCESS IN INDUSTRIAL ENGINEERING CLASSES	Suleiman Obeidat, Adnan Bashir, Wisam Abu Jadayil
		5	DEVELOPING OMS IN IHL	Suzana Basaruddin, Haryani Haron, Siti Arpah Noodin
		6	SOCIAL NETWORKS AND ABSORPTIVE CAPACITY	Rachelle Bosua, Nina Evans
		7	FROM E-GOVERNMENT TO E-DEMOCRACY CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT IN MONTENEGRO	Tamara Djurickovic
		8	SPATIAL THINKING ISSUES: TOWARDS RURAL SOCIOLOGICAL RESEARCH AGENDA IN THE THIRD MILLENNIUM	Abdel-Samad M. Ali

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof. Dr. Ali Murat AKTEMUR	1	BİRD FIGURES IN HISTORICAL MANSIONS IN KIRKAĞAÇ DISTRICT OF MANİSA	Prof. Dr. Ali Murat AKTEMUR
		2	AN IMPORTANT EXAMPLE REPRESENTING THE ARCHITECTURAL CHARACTER OF HISTORICAL KIRKAĞAÇ MANSIONS: HAMDİ NART MANSION	Prof. Dr. Ali Murat AKTEMUR
		3	YENİ NESİL AFİŞ; DİJİTAL EKРАНLAR	Dr. Öğr. Üyesi, EMİN TOKSÖZ
		4	TÜRKİYE TRAKYASI TÜRÜMLERİNDEN BULUNMUŞ ESERLER	Arş. Gör. HARALAMBOS NİKOLAYİDİS
		5	AN EXAMINATION OF THE MISCELLANEOUS ELEMENTS IN THE FILM THREE COLORS: BLUE THROUGH THE OBJECTS WITH DRAMATIC EMPHASIS	Dr Öğretim Görevlisi SAYGIN KORAY DOĞANER
		6	RECYCLING OF FORESTS IN CONTEMPORARY ART	Dr. Öğr. Üyesi LALE ALTUNEL
			FELSEFİ DAVRANIŞÇILIK VE ELEŞTİRİLERİ	Dr. Öğretim Üyesi Mehtap Doğan
		7	INVESTIGATION OF THE LOGO DESIGNS OF GİRESUN PROVINCIAL AND DISTRICT MUNICIPALITIES FROM A SEMIOLOGICAL PERSPECTIVE	Lecturer Dr. Yunus Türksad YEGİN



BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Dr. Öğr. Üyesi, HAVVA NUR TARAKCI	1	Distopyacı Düşüncenin Sinemadaki Yansımaları	Dr. Öğr. Üyesi, EZGİ ÖREN
		2	6 ŞUBAT DEPREMLERİ HABERLERİNİN GAZETECİLİK İLKELERİ AÇISINDAN OKUNMASI	Dr. Öğr. Üyesi Filiz Bilgin Ülken
		3	YERLİ DİZİLERDE SINIFSAF FARKLILIKLARIN TEMSİLİ	Dr. Öğr. Üyesi Filiz Bilgin Ülken
		4	PANDEMİ DÖNEMİNDEKİ E-TİCARET UYGULAMASINA MANUEL CASTELLS'İ BİR YAKLAŞIM	Doktora Öğrencisi LEYLA KANCA
		5	ÇOCUKLAR İÇİN BİR KAÇIŞ ARACI OLARAK FANTASTİK SİNEMA: WHERE THE WILD THINGS ARE ÖRNEĞİ	Dr. Öğretim Üyesi Volkan EROL
		6	RADYO TİYATROLARINDAN PODCAST DİZİLERE: EPİK OLMAYAN BİR AŞK HİKÂYESİ ÖRNEĞİ	Dr. Öğr. Üyesi Atacan Şimşek
		7	DİJİTALLEŞME, AFET YÖNETİMİ VE KRİZ İLETİŞİMİ ÜÇGENİNDE MUHTEMEL RİSKLER	Dr. Öğr. Üyesi Nida Sümeyya ÇETİN
		8	A BIBLIOMETRIC ANALYSIS on DIGITAL PUBLIC RELATIONS	Dr. Öğr. Üyesi, HAVVA NUR TARAKCI

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof, Dr. Rasim AKPINAR	1	6360 SAYILI KANUNUN BÜYÜKŞEHİRLERDE KIRSAL ALANA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: MANİSA ORMAN KÖYLERİ VE DAĞ ALANLARI ÖZELİNDE SAHA ARAŞTIRMASI	Prof, Dr. Rasim AKPINAR
		2	KENTLİ HAKLARI BAĞLAMINDA MANİSA KENT İMGELERİ VE KENT KİMLİĞİ ÜZERİNE SÖZLÜ TARİH ÇALIŞMASI	Prof, Dr. Rasim AKPINAR
		3	BÜTÇE AÇIKLARINA FİNANSMAN ARAYIŞLARI	Dr.Öğr.Üyesi, İREM ERAŞA AKÇA
		4	SOCIO-ECONOMIC CAUSES OF THE RECENT FISCAL ARRANGEMENTS	Asst. Prof. Dr., ÖNER GÜMÜŞ
		5	THE LINK BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS	Doç. Dr. Fatih AKBULUT Arş. Gör. Dr. Cihan Necmi GÜNAL
		6	THE PHENOMENON OF CLIMATE CHANGE IN THE NATIONAL DEVELOPMENT PLANS OF TÜRKİYE	Doç. Dr. Fatih AKBULUT Ahmet İLHAN
		7	DISASTER MANAGEMENT MODELS: A SYSTEMATIC REVIEW	Dr. Öğr. Üyesi, Bahadır TERCAN
		8	CONTRIBUTION OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: GLOBAL AND LOCAL PERSPECTIVES	Dr. Abdurrahman AYDIN

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Sezen GÜNGÖR	1	COMPLIANCE ASSESSMENT OF STATE UNIVERSITIES AND COLLEGES ON THE GOVERNMENT ENERGY MANAGEMENT PROGRAM FOR PROGRAM ENHANCEMENT	Steven Ivan Gonzales Caiña
			INTRODUCTION TO GENOECONOMIC	Doç. Dr. Sezen GÜNGÖR
		2	COMT Val158Met POLİMORFİZMİ VE KİŞİLİK	Doç. Dr. Sezen GÜNGÖR
		3	DERİ ÜRÜNLERİNE KARŞI OLAN OLUMSUZ İMAJIN RFID TEKNOLOJİSİ İLE GİDERİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi HATİCE ER Öğr. Gör. ERTAN EROL
		4	PURCHASE BEHAVIORS OF COSMOPOLITAN CONSUMERS IN THE CONTEXT OF GLOBAL CONSUMER CULTURE	Öğr. Gör. Dr. Kader EROL
		5	EVALUATION OF DISEASES IN TÜRKİYE FROM SEASONALLY AND GEOGRAPHICALLY WITH GOOGLE SEARCH VOLUME DATA	Res. Asst., Gökçen ÖZLER Res. Asst., Ferda IŞIKÇELİK
		6	ANALYSIS OF THE FINANCIAL STATUS OF HEALTH INSTITUTIONS BY MOORA METHOD	Res. Asst., Ferda IŞIKÇELİK Res. Asst., Gökçen ÖZLER
		7	SAĞLIK TURİZMİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KRİTERLERİ İLE HİZMET SAĞLAYICILARIN ALGILANAN İMAJI ARASINDAKİ İLİŞKİ	Dr. Öğr. Üyesi FUAT YALMAN Prof. Dr., Yalçın KARAGÖZ
8	SAĞLIK PROFESYONELLERİNİN ÖRGÜTSEL GÜVEN VE ÖRGÜTSEL DESTEK ALGILARI İLE BİLGİ UÇURMA EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER	Prof. Dr. YALÇIN KARAGÖZ Dr. Öğr. Üyesi FUAT YALMAN		

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Dr. Öğretim Üyesi İsmail YÜKSEK	1	PROVISION OF BEE SALE	Dr. Öğretim Üyesi İsmail YÜKSEK
		2	MOLLA HÜSREV'İN (ö. 885/1480) KELÂM MÜTEALLİK bi't- TESMİYE ADIYLA KAYDEDİLEN RİSÂLESİ ve BESMELE'YE DAİR GÖRÜŞLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Ceyda GÜRMAN
		3	NAMAZ İBADETİNİN SIHHATİNE MÂNİ OLAN OKUYUŞ HATALARININ GEREKÇELERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME: HANEFİ MEZHEBİ ÖRNEĞİ	Muhammed Yasir OKŞAR
		4	CYRUS INGERSON SCOFIELD THE FLIGHT RECORDER OF EVANGELICAL POLITICS	Dr. Öğr. Üyesi İLYAS AKYÜZOĞLU
		5	İLAHİYAT FAKÜLTESİ İLE EŞ ZAMANLI HAFIZLIK EĞİTİMİ PROJESİ KAPSAMINDA YER ALAN ÖĞRENCİLERİN KAYGI VE MOTİVASYON DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Ashı DOĞRUEL
		6	KADER VE SORUMLULUK KAVRAMLARININ DİN KÜLTÜRÜ VE AHLAK BİLGİSİ DERSİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Fatma Kurttekin

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 6	Dr. Öğr. Üyesi, Halime KAYAKÖKÜ	1	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MACHINING PARAMETERS ON BURR HEIGHT AND SURFACE ROUGHNESS IN DRILLING OF Ti-6Al-4V ALLOY	Dr. Öğr. Üyesi, Mahmut ÇELİK Ferhat DEMİRYÜREK
		2	BIOINSPIRED ANTENNA DESIGN: BRIEF ANALYZING TECHNIQUES AND APPROACHES	Dr., Duygu Nazan GENÇOĞLAN
		3	HOMOJENİZASYON PROSESİNİN EN AW 6082 BİYET MİKROYAPISI VE SERTLİĞİNE ETKİSİ	Dr., FULYA KAHRIMAN Prof. Dr., MUZAFFER ZEREN
		4	AN INVESTIGATION OF WILDFIRES USING THE dNBR INDICES ON THE GOOGLE EARTH ENGINE PLATFORM: A CASE STUDY OF THE 2023 ÇANAKKALE KIZILKEÇİLİ AND DAMYERİ WILDFIRES	Öğr. Gör. Dr., OSMAN SALİH YILMAZ
		5	GAMMA RADIATION DOSE MEASUREMENTS AROUND THE MINING SITE	Dr. Öğr. Üyesi, Halime KAYAKÖKÜ Dr. Öğr. Üyesi, Muhammed Fatih KULUÖZTÜRK
		6	BOR KATKILI Ti6Al4V ALAŞIMININ BASINÇ DESTEKLİ SİNTERLEME İLE ÜRETİMİ	Dr. Funda Gül KOÇ Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU
		7	EXAMINATION OF BIOMATERIAL PROPERTIES WITH AN INTERVAL TYPE-2 FUZZY AHP-FMEA METHODOLOGY: AN APPLICATION ON TITANIUM MATERIALS	Dr. HİLAL SİNGER Doç. Dr. TİJEN ÖVER ÖZÇELİK
		8	AN INTEGRATED APPROACH FOR BREAST CANCER CLASSIFICATION	Doç. Dr. TİJEN ÖVER ÖZÇELİK Dr. HİLAL SİNGER

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Prof. Dr. Pratoom Rekklang	1	THE U.S. AND CENTRAL ASIA: RELIGION, POLITICS, IDEOLOGY	Zhanar Aldubasheva, Elnura Assyltayeva, Mukhtar Senggirbay, Gaziza Aldubashova
		2	ANALYSIS ON THE GAME-PLAYING TENDENCY OF SNGS (SOCIAL NETWORK GAMES) USERS BY GENDER	Jooyeon Yook, Wonjun Ko
		3	E-VOTING: A TRUSTWORTHINESS IN DEMOCRATIC; A VIEW FROM TECHNOLOGY, POLITICAL AND SOCIAL ISSUE	Assis. Prof. Dr. Sera Syarmila Sameon, Assoc. Prof. Dr. Rohaini Ramli
		4	DEFINITION OF FOOT SIZE MODEL USING KOHONEN NETWORK	Khawla Ben Abderrahim
		5	THE IMPACT OF FINANCIAL SYSTEM ON MIXED USE DEVELOPMENT – UNREST IN UK AND SENSE OF SAFETY IN MIXED USE DEVELOPMENT	Dr. Tamara Kelly
		6	POLITICAL INFORMATION EXPOSURES, POLITICIANS-PERCEPTIONS, POLITICAL ATTITUDES AND POLITICAL PARTICIPATIONS AMONG PEOPLE IN BANGKOK METROPOLITAN AREA	Prof. Dr. Pratoom Rekklang
		7	URBAN TRANSFORMATIONS OF THE MEDITERRANEAN CITIES IN LIGHT OF DEVELOPMENTS IN THE MODERN ERA	Bakr Hashem Paumey Ahmed Alashwal
		8	SPATIAL ANALYSIS AND STATISTICS FOR ZONING OF URBAN AREAS	Prof. Dr. Benedetto Manganelli, Dr. Lec. Beniamino Murgante



BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Assis. Prof. Dr. Kamila Tišlerová	1	CUSTOMER-SUPPLIER COLLABORATION IN CASTING INDUSTRY: A REVIEW ON ORGANIZATIONAL AND HUMAN ASPECTS	Taneli Eisto, Venlakaisa Hölttä
		2	THE IMPACT OF WEBSITE PERSONALITY ON CONSUMERS' INITIAL TRUST TOWARDS ONLINE RETAILING WEBSITES	Jasmine Yeap Ai Leen, T. Ramayah, Azizah Omar
		3	CONTINUAL IMPROVEMENT WITH INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Dr. Sharareh Mirsaedi Farahani , Assoc. Prof. Gholamreza Chitsaz
		4	THE INTRODUCTION OF COMPULSORY ELECTRONIC EXCHANGE OF DOCUMENTS IN THE CZECH REPUBLIC: COMPARING EXPECTATION AND REALITY	Assis. Prof. Dr. Kamila Tišlerová
		5	ROLE OF CREDIT ON PRODUCTION EFFICIENCY OF FARMING SECTOR IN PAKISTAN(A DATA ENVELOPMENT ANALYSIS)	Saima Ayaz, Zakir Hussain, Maqbool Hussain Sial
		6	SUSTAINABILITY STRATEGY AND FIRM PERFORMANCE IN RESIDENTIAL TRADE AND INDUSTRY: A CONCEPTUAL ANALYSIS	Dr. Martin Macion
		7	FACTORS PAVING THE WAY TOWARDS ISLAMIC BANKING IN PAKISTAN	Lecture Muhammad Mazhar Manzoor, Dr. Muhammad Aqeel, Abdul Sattar

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Prof. Dr. Khajornjit Bunnag	1	SUSTAINABILITY OF URBAN CEMETERIES AND THE TRANSFORMATION OF MALAY BURIAL PRACTICES IN KUALA LUMPUR METROPOLITAN REGION	Mohamed Afla, Mohamad Reza
		2	THE CONTEXT-S INFLUENCE ON THE EVOLUTION OF CIORAN: THE OPTIONS OF AN ENGAGED PHILOSOPHER	Mara Magda Maftעי
		3	THE CHARACTERISTICS OF THAI MOVIES AND FACTORS CONTRIBUTING TO BECOMING WIDELY KNOWN IN INTERNATIONAL MARKETS	Tanyatom Panyasopon
		4	THE GENESIS OF THE ART OF THE KAZAKH SALS, SERIS AND PALUANS IN CHARACTERISTIC COMPARISON TO EUROPEAN HISTRIONES AND RUSSIAN SKOMORKHS	D. Dosbatyrov
		5	BORIA IN MALAYSIA	Farideh Alizadeh
		6	FACTORS AFFECTING MEDIA LITERACY OF EARLY TEENAGERS	Prof. Dr. Khajornjit Bunnag
		7	POWER DISTANCE AND KNOWLEDGE MANAGEMENT FROM A POST-TAYLORIST PERSPECTIVE	Dr. John Walton, Phd Candidate Vishal Parikh
		8	ORNAMENT AS A UNIVERSAL LANGUAGE OF PEACE (BASED ON COMPARATIVE ANALYSIS OF CULTURES OF PROTO-TURKIC PEOPLES AND INDIAN TRIBES OF NORTH AMERICA)	Zhamilya Boldykova, Assis. Prof. Assel Berdigulova
		9	CAUSAL FACTORS AFFECTING ON TRUSTWORTHINESS AND SUCCESS OF THE NATIONAL PRESS COUNCIL OF THAILAND IN REGULATING PROFESSIONAL ETHICS IN VIEWS OF NEWSPAPER JOURNALISTS	Dr. Bubpha Makesrithongkum
		10	FEATURES OF PARTY CONSTRUCTION IN THE COURSE OF POLITICAL MODERNIZATION OF KAZAKHSTAN	Lecture Zhankuliyeva S. A.

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Adriana Ávila Zúñiga Nordfjeld	1	THE ASPECT OF THE HUMAN BIAS IN DECISION MAKING WITHIN QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS & LEAN THEORY	Adriana Ávila Zúñiga Nordfjeld
		2	EFFICACY OF SELECTED MOBILITY EXERCISES AND PARTICIPATION IN SPECIAL GAMES ON PSYCHOMOTOR ABILITIES, FUNCTIONAL ABILITIES AND GAME PERFORMANCE AMONG INTELLECTUALLY DISABLED CHILDREN OF UNDER 14 AGE	Dr. J. Samuel Jesudoss
		3	DEEP LEARNING AND VIRTUAL ENVIRONMENT	Danielle Morin Jennifer D.E.Thomas Raafat G. Saade
		4	IMPACT OF PERSONALITY AND LONELINESS ON LIFE: ROLE OF ONLINE FLOW EXPERIENCES	Prof. Dr. Asmita Shukla Dr. Soma Parija
		5	CAREER COUNSELING PROGRAM FOR THE PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF FRESHMEN UNIVERSITY STUDENTS	Sheila Marie G. Hocson
		6	DIAGNOSIS OF HATE SCHEMAS IN PRISONERS WITH ANTISOCIAL PERSONALITY DISORDER (ASPD)	Phd. Can. Barbara Gawda
		7	MEDIA AND INFORMATION LITERACY (MIL) FOR THAI YOUTHS	Waralak Vongdoiwang Siricharoen, Nattanun Siricharoen
		8	THE IMPACT OF OCCUPATIONAL STRESS ON QUALITY OF WORK LIFE AMONG THE STAFF OF E-WORKSPACE	Assis. Prof. Alireza Bolhari Dr. Ali Rezaeean Jafar Bolhari Fatemeh Zare

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Dr. Juha Kettunen	1	THE WIDER BENEFITS OF NEGOTIATIONS: AUSTRIAN PERSPECTIVE ON EDUCATIONAL LEADERSHIP AS A 'POWER GAME' FOR TRADE UNIONS	Rudolf Egger
		2	IMPROVING LISTENING COMPREHENSION FOR EFL PRE-INTERMEDIATE STUDENTS THROUGH A BLENDED LEARNING STRATEGY	Heba Mustafa Abdullah
		3	EXPLORATION OF INFLUENTIAL FACTORS ON FIRST YEAR ARCHITECTURE STUDENTS' PRODUCTIVITY	Shima Nikanjam, Badiossadat Hassanpour, Adi Irfan Che Ani
		4	QUALITY AND QUANTITY IN THE STRATEGIC NETWORK OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	Juha Kettunen
		5	DIFFERENT ROLES FOR MENTORS AND MENTEES IN AN E-LEARNING ENVIRONMENT	Assis. Prof. Dr. Nidhi Gadura
		6	ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH TRANSFORMATIVE PEDAGOGIES IN UNIVERSITIES	Assoc. Prof. Dr. Eugene Allevato
		7	THE STRATEGY OF THE INNOVATION ALLIANCE IN HIGHER EDUCATION	Dr. Juha Kettunen
		8	USING COLLABORATIVE PICTURES TO UNDERSTAND STUDENT EXPERIENCE	Tessa Berg, Dr. Emma Guion Akdag
		9	OTHERNESS OF ROMA IN INCLUSIVE EDUCATION OF ROMA PUPILS IN SLOVAKIA	Lec. Prof. Dr. Bibiana Hlebova

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Doç. Dr. AHMET ÇELİK	1	The Evaluation and Examples of Invitation Letters for Muslim Turkish Citizens coming from Yugoslavia as Free Immigrants to Turkey	Prof.Dr.Serap Tabak
		2	THE IMPACT OF THE REVOLUTIONS OF 1848 ON THE OTTOMAN EMPIRE: THE ISSUE OF HUNGARIAN REFUGEES	Master's Degree, Burcu KILIÇ
		3	EDİRNE IN THE RUSSIAN PRESS DURING THE 1877-1878 OTTOMAN-RUSSIAN WAR	Doç. Dr. AHMET ÇELİK
		4	Domination Policies of Russia and the Ottoman Empire Towards Eastern Europe in the First Half of the 18th Century With the Impact of the Peace of Westphalia	Dr. Öğr. Üyesi VEDAT KANAT
		5	THE PROVINCE OF MAMURATUL-AZİZ (ELAZİZ) DURING WORLD WAR I	Dr. Yavuz Selim ÇELOĞLU
		6	KENESARI QASIMULI UPRISING	Doç. Dr. Vecihi Sefa Fuat HEKİMOĞLU
		7	VICTIMS OF REPRESSION IN KAZAKHSTAN	Doç. Dr. Vecihi Sefa Fuat HEKİMOĞLU
		8	TRAKYA VİLAYETLERİNDE İLKÖĞRETİM (1925-1926)	Doç. Dr. Mustafa Serhan YÜCEL
		9	PRODUCTION ORGANISATION AND LABOUR RELATIONS IN THE OTTOMAN ARTISAN ORGANISATION MODEL: THE CASE OF GLAZIER GUILD	Assist. Prof. Dr. Üyesi Hacı Sarı

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. Diren ÇAKMAK	1	THE EFFECTS OF ARAB SPRING ON TURKEY-YEMEN RELATIONS	Besra TOKTAŞ
		2	NATO’NUN ASYA PASİFİK AÇILIMI	Dr. Seda Gözde TOKATLI
		3	ÇOK KUTUPLU DÜNYA DÜZENİNE DOĞRU: TEORİK DEĞERLENDİRME	Dr. Seda Gözde TOKATLI
		4	ON ISRAELI POLITICAL SCIENTIST YORAM HAZONY’S POLITICAL THOUGHT	Doç. Dr. Diren ÇAKMAK
		5	THE PROPERTY OWNERSHIP DISPUTE IN SHIMON HATZADDIK IN ISRAEL	Doç. Dr. Diren ÇAKMAK
		6	ULUSLARARASI GÖÇÜN SOSYO-EKONOMİK ETKİLERİ: TÜRKİYE’DEKİ SURİYELİLER ÖRNEĞİ	Doç. Dr., Arzu GÜLER
		7	BİTMEYEN TARTIŞMA: ULUSLARARASI HUKUKUN BÖLÜNMESİ	Arş. Gör. Dr., BETÜL GÜLTEKİN ALBAYRAK
		8	TÜRKİYE’NİN AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ POLİTİKALARINA UYUM SÜRECİ	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Ozan Şahin



BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 3	Doç. Dr. Güneş SALI	1	İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİK DERSLERİNDE KAVRAM KARİKATÜRLERİNİN KULLANILMASINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi ELİF ESEN Dr.Öğr.Üyesi ZUHAL ÜNAN
		2	MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖZÜYLE MATEMATİK TARİHİNE İLİŞKİN BİLGİ SAHİBİ OLMANIN ÖNEMİ	Dr.Öğr.Üyesi ZUHAL ÜNAN
		3	A QUALITATIVE STUDY ON VALUES EDUCATION PRACTICES	Doç. Dr. Güneş SALI
		4	TEACHER CANDIDATES' VIEWS ABOUT CLASSROOM MANAGEMENT STRATEGIES	Doç. Dr. Güneş SALI
		5	BAZI ALINTI KELİMELERDEKİ DEĞİŞMELERDE ANLAM BAKIMINDAN BULAŞMANIN ETKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi İhsan Sabri ÇEBİ
		6	TÜRKİYE TÜRKÇESİNİN AĞIZLARIYLA İLGİLİ ÇALIŞMALARDA AYIN VE HEMZE	Dr. Öğr. Üyesi İhsan Sabri ÇEBİ
		7	FİZİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL İŞLEM BECERİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ	Nuray ÖNDER ÇELİKKANLI
		8	FİZİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÖĞRENİM GÖRDÜKLERİ ANABİLİM DALLARINA VE ÜNİVERSİTELERİNE UYUM SÜREÇLERİ	Nuray ÖNDER ÇELİKKANLI

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	DR. ÖĞR. ÜYESİ, PINAR DALOĞLU	1	DISTRIBUTION UTILITY EVALUATION ON PREPAID ELECTRICITY SERVICE TOWARDS PROGRAM IMPROVEMENT	Melanie C. Papa Christopher C. Mantillas, Ph.D.
		2	AKREDİTİFLİ ÖDEME YÖNTEMİNE AZALAN İLGİNİN NEDENLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	Dr. Öğr. Üyesi, Oğuzhan ÖZÇELİK
		3	ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL DEVIATION USING SCIENTIFIC MAPPING TECHNIQUE: WEB OF SCIENCE EXAMPLE	Ph.D. Research Assistant, Fettah KAYRA
		4	NÖROBİLİM VE MUHASEBE	DR. ÖĞR. ÜYESİ, PINAR DALOĞLU
		5	DIGITAL WORK PLATFORMS AND THEIR IMPACT ON EMPLOYEES	Dr. Öğr. Üyesi Burçin ESER
		6	EMOTIONAL LABOR IN HEALTH INSTITUTION EMPLOYEES, EXAMINING THE EFFECT OF WORK-FAMILY CONFLICT AND TURNOVER INTENTION	Buket URGUN Dr. Öğr. Üyesi Emine ATALAY
		7	RANKING OF THE HEALTHCARE SERVICE POTENTIALS OF METROPOLITAN CITIES IN TURKEY ON THE BASED OF THE INSTITUTIONS PROVIDING HEALTHCARE SERVICES AND INFRASTRUCTURE USING MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS	Asist. Prof. Dr. Şenay Lezki
		8	HALKA AÇIK PİYASA DEĞERİNİN ŞİRKETE ÖZGÜ BELİRLEYİCİLERİ ÜZERİNE BIST 100 ENDEKSİNDE BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr. YUSUF TEPELİ Dr. Öğr. Üyesi FİLİZ DAŞKIRAN

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 5	Dr. Öğr. Üy. SEZEN KIŞLAL	1	A REVIEW OF AN ANALYSIS REGARDING PSYCHOSOCIAL STATUS OF IMMIGRANT SYRIAN MOTHERS WHO'VE LOST THEIR HUSBANDS	Doktor, ESİN TÜCCAR
		2	ERGENLERDE DUYARLI SEVGİ İLE ÖZ-ŞEFKAT ARASINDAKİ İLİŞKİ	Dr. Öğretim Üyesi Semra KIYE
		3	BİLİŞSEL DUYGU DÜZENLEME İLE PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ ARASINDAKİ İLİŞKİ	Dr. Öğretim Üyesi Semra KIYE
		4	GRUPLA PSİKOLOJİK DANIŞMA UYGULAMASININ PSİKOLOJİK DANIŞMA ÖZ YETERLİĞİNE ETKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi İsmail AY
		5	ORTA SEREBRAL ARTER OKLÜZYONU ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN DAVRANIŞ TESTLERİ	Dr. Öğr. Üy. SEZEN KIŞLAL
		6	INVESTIGATION OF THE BIG FIVE PERSONALITY TRAITS IN A TURKISH SAMPLE	Assist. Prof. Dr. Muhammet Fatih YILMAZ
		7	Betrayal is a problem in the family	Mammadova Konul Allahverdi
		8	TÜRKİYE'DE COĞRAFİ İŞARET TESCİL SAYISINDA İLK ÜÇ SIRADA YER ALAN ŞEHİRLERİN GASTRONOMİK TESCİLLER AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMASI	Öğr. Gör. Dr. ERKAN DENK
		9	SURİYE'Lİ YAŞLI GÖÇMENLERDE DEPRESYON VE KÜLTÜREL ADAPTASYON	Dr. Öğr. Üyesi Serdar AYKUT Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Barış DEĞER

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE	1	GÜÇ SİSTEMLERİNDE OLUŞAN ARIZALARIN ENERJİ KALİTESİNE ETKİSİ	Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE
		2	AYDINLATMA TESİSLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMA YAKLAŞIMLARI	Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE
		3	SYSTEMATIC OF NUCLEAR GYROMAGNETIC FACTORS (g) IN ODD-MASS <sup>125-153</sup> CE ISOTOPE CHAIN	MSc. GAMZE HOŞGÖR Assoc. Prof. Dr. EMRE TABAR Prof. Dr. HAKAN YAKUT MSc. ELİF KEMAH Prof. Dr. ALİ AKBAR KULIEV
		4	TWO DIFFERENT HYBRID CONTROL DESIGN WITH CS ALGORITHM FOR DOUBLE INVERTED PENDULUM ON A CART	Elif PELTEK Dr. Öğr. Üyesi Oğuzhan KARAHAN
		5	OPTIMAL ALLOCATION AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION IN THE UNBALANCED DISTRIBUTION SYSTEM USING GWOCS ALGORITHM	Salman Ahmed NUR Selçuk EMİROĞLU
		6	DYE SENSITIVE SOLAR CELL MATERIALS AND DENSITY FUNCTIONAL THEORY APPLICATIONS	KÜBRA ARDUÇ MUSTAFA KARAKAYA

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Subramaniam Chandran	1	CHARACTERISTICS OF COGNITIVE FUNCTIONS AMONG POLISH ADOLESCENCE WITH SPELLING DISORDERS	Izabela Pietras
		2	THE FEMALE BEAUTY MYTH FOSTERED BY THE MASS MEDIA	Yoojin Chung
		3	SELF-ESTEEM AND STRESS LEVEL AMONG TRAUMATIC BRAIN INJURED ADULTS WITH MILD, MODERATE AND SEVERE INJURIES ATTENDING A DAY PROGRAM REHABILITATION FACILITY	Lec. Dr. Nicole S. McKinney
		4	CLINICAL AND METHODOLOGICAL ISSUES IN THE RESEARCH ON THE RAPE MYTH	Assi. Prof : Ana Pauna Zbigniew Pleszewski
		5	COGNITIVE BEHAVIOUR THERAPY TO TREAT SOCIAL ANXIETY DISORDER: A PSYCHOLOGY CASE	Yasmin Binti Othman Mydin Mohd. Fadzillah Abdul Razak
		6	EXPERT WITNESS TESTIMONY IN THE BATTERED WOMAN SYNDROME	Assoc. Ana Pauna
		7	THE FLASHBULB MEMORY OF THE POSITIVE AND NEGATIVE EVENTS: WENCHUAN EARTHQUAKE AND ACCEPTANCE TO COLLEGE	Aiping Liu Xiaoping Ying Jing Luo
		8	DYNAMIC OF AGGRESSIVE BEHAVIOR AT THE CONTEXT OF REFLECTIVE PROCESS	Dr. Elena Chernyshkova
		9	HOW DOES PSYCHOANALYSIS HELP IN RECONSTRUCTING POLITICAL THOUGHT? AN EXERCISE OF INTERPRETATION	Subramaniam Chandran
		10	COGNITIVE LANDSCAPE OF VALUES – UNDERSTANDING THE INFORMATION CONTENTS OF MENTAL REPRESENTATIONS	Prof. Dr. J. Maksimainen

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Assoc. Prof. Dr. Eleftherios Giovanis	1	IMPACT OF GOVERNMENT SPENDING ON PRIVATE CONSUMPTION AND ON THE ECONOMY: CASE OF THAILAND	Dr. Paitoon Kraipornsak
		2	A PROPOSAL OF COMMUNITY BASED FACILITY MANAGEMENT PERFORMANCE (CBFM) IN THE EDUCATION SYSTEM OF BATUBARA DISTRICT IN INDONESIA	Amilia Hasbullah, Wan Zahari Wan Yussuf, Maziah Ismail
		3	CERTAIN IMPORTANT ASPECTS OF COST CONTRIBUTION ARRANGEMENTS IN FINANCIAL MANAGEMENT	Phd . Candidate Tomáš Brabenec
		4	APPLICATION OF ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM IN THE PREDICTION OF ECONOMIC CRISIS PERIODS IN USA	Assoc. Prof. Dr. Eleftherios Giovanis
		5	INTEGRATION PROCESS OF INDUSTRIAL DESIGN AND ENGINEERING DESIGN	Kazuhide Sugiyama, Hiroshi Osada
		6	ATTRIBUTIONS BY TEAM MEMBERS FOR TEAM OUTCOMES IN FINNISH WORKING LIFE	Assis. Prof. Maarit Valo, Pertti Hurme
		7	DOES CORPORATE GOVERNANCE OR TRANSPARENCY AFFECT FOREIGN DIRECT INVESTMENT?	Dr. Haksoon Kim
		8	ERP IMPLEMENTATION SUCCESS IN IRAN: EXAMINING THE ROLE OF SYSTEM ENVIRONMENT FACTORS	Shahin Dezdar, Sulaiman Ainin

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Amruta Khairnar, Joy Sen	1	DESIGN MANAGEMENT APPLICATIONS TO IMPROVE WORK ENVIRONMENT FOR FEMALE ACADEMICS IN SAUDI ARABIA	Nouf Saad Alnassar, Susan Grant, Ray Holland
		2	EXPANDING AFFORDABLE HOUSING THROUGH INCLUSIONARY ZONING IN THE CITY OF TORONTO	Sam Moshaver
		3	FOOD SAFETY CULTURE PARAMOUNT THAN TRADITIONAL FOOD SAFETY SYSTEM AND FOOD SAFETY CULTURE IN SOUTH AFRICAN FOOD INDUSTRIES	Oluwatosin A. Ijabadeniyi
		4	ROLE OF DIRECTOR'S PHILOSOPHICAL APPROACH IN CINEMATOGRAPHIC EXPRESSION	Sedat Cereci
		5	CONFLICT, CONFUSION, CHOICE: A PHENOMENOLOGICAL APPROACH TO ACTS OF CORRUPTION	Yvonne T. Haigh
		6	PLANNING FOR MINIMIZATION OF SOCIOECONOMIC INEQUALITIES WITHIN VIDARBHA REGION, MAHARASHTRA, INDIA	Amruta Khairnar, Joy Sen
		7	KAZAKH LITERATURE IN EMIGRATION AND WORKS OF MAZHIT AITBAYEV	Nuraddin Sadykov, Altynai Zhussipova, Omirkhan Abdimanuly
		8	FEATURES OF FOLLOWING THE CUSTOMS AND TRADITIONS IN TURKESTAN IN THE LATE SIXTH AND EARLY XXTH CENTURIES	M. Nogaibayeva, Zh. Kumganbayev

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Dr. Paitoon Kraipornsak	1	APPLICATION OF FEED-FORWARD NEURAL NETWORKS AUTOREGRESSIVE MODELS IN GROSS DOMESTIC PRODUCT PREDICTION	E. Giovanis
		2	A NEW DIMENSION IN SOFTWARE RISK MANAGMENT	Assis. Prof. Masood Uzzafer
		3	PROPOSAL OF ADDITIONAL FUZZY MEMBERSHIP FUNCTIONS IN SMOOTHING TRANSITION AUTOREGRESSIVE MODELS	Lec. E. Giovanis
		4	SUCCESS FACTORS OF LARGE SCALE ERP IMPLEMENTATION IN THAILAND	Assoc. Prof. Dr. Rotchanakitumnuai, Siriluck
		5	A DISCRIMINATORY REWARDING MECHANISM FOR SYBIL DETECTION WITH APPLICATIONS TO TOR	Asim Kumar Pal, Debabrata Nath, Sumit Chakraborty
		6	FUNCTIONALITY OF NEGOTIATION AGENT ON VALUE-BASED DESIGN DECISION	Arazi Idrus, Christiono Utomo
		7	IMPACT OF GOVERNMENT SPENDING ON PRIVATE CONSUMPTION AND ON THE ECONOMY: THE CASE OF THAILAND	Dr. Paitoon Kraipornsak
		8	VALUE ENGINEERING AND ITS EFFECT IN REDUCTION OF INDUSTRIAL ORGANIZATION ENERGY EXPENSES	Habibollah Najafi, Amir Abbas Yazdani, Hosseinali Nahavandi



BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 7 Ekim/ October 7, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON II	Assoc. Prof. James Moir	1	CORPORATE SUSTAINABLE DEVELOPMENT ASSESSMENT BASE ON THE CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY	Sun Mei, Nagata Katsuya, Onoda Hiroshi
		2	STATE PROGRAMS ANALYSIS AND SOCIAL CRISIS MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: A DESCRIPTIVE STUDY	Madina Kenzhegaranova, Aibol Mukhsiyenov, Houman Sanandaji
		3	APPLICATION OF MOTIVATIONAL FACTORS FOR UPLOADING FILMS TO WEBSITES ULOZTO.NET AND PIRATEBAY.ORG	Pavel Janak
		4	THE NATIONAL SECURITY ASSURANCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	Sholpan Zhandossova, Erden Ordabek, Yelbolsyn Nazarov
		5	A CRITICAL SOCIAL RESEARCH PERSPECTIVE ON SELF-DIRECTED LEARNING AND INFORMATION TECHNOLOGY PRACTITIONERS	Assoc. Prof. Roelien Goede
		6	THE PORTUGUESE PRESS PORTRAIT OF “ENVIRONMENTAL REFUGEES“	Prof. Dr. Inês Vieira
		7	STUDENTS, KNOWLEDGE AND EMPLOYABILITY	Assoc. Prof. James Moir
		8	MANAGING YOUR ONLINE REPUTATION: ISSUES OF ETHICS, TRUST AND PRIVACY IN A WIRED, “NO PLACE TO HIDE“ WORLD	Dr. Karen Armstrong

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK	1	Al - 1,1Sc ve Al -1,9Sc ALAŞIMLARININ BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL ve TEORİK OLARAK İNCELENMESİ	Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK
		2	Al -Sc ALAŞIMLARINDA DİSLOKASYON YOĞUNLUĞUNUN YANSIMA DÜZLEMLERİNDE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ	Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK
		3	CURCUMIN: A REVIEW ON PROPERTIES AND MECHANISMS OF ACTION	Asst.Prof. SUREYYA HANCI MUSALLI
		4	INVESTIGATING THE CARBON ALLOTROPES EFFECT ON THE LaMnO <sub>3</sub> PERFORMANCE AS AN EFFICIENT BIFUNCTIONAL ELECTROCATALYST FOR ALKALINE WATER ELECTROLYSIS	Elham Fattahi Elham Mahmoudi Jafar Mostafaei Dr. Öğr. Üyesi Nagihan Delibaş Doç. Dr. Elnaz Asghari Prof. Dr. Ali Çoruh Prof. Dr. Aligholi Niaei
		5	INVESTIGATION OF THE STRUCTURE AND COMPOSITION OF ELECTRON TRANSPORT MATERIALS IN PEROVSKITE SOLAR CELLS THROUGH SCAPS-1D SIMULATIONS	Cihan Ataş Dr. Öğr. Üyesi Nagihan Delibaş Prof. Dr. Aligholi Niaei
		6	ELEMENTAL ANALYSIS AND HEALTH ASSESSMENT OF WATERCRESS ( <i>Cardamine flexuosa</i> ) GROWING IN SIIRT ÇETİN DAM WATER	İdris Yolbaş
		7	INVESTIGATION OF THE ABILITY OF LEONURUS CARDIACA STEM TO SEPARATE ISOMERS BY INVERSE GAS CHROMATOGRAPHY AT INFINITE DILUTION	Assist. Prof. Dr. Birol IŞIK
		8	MISIR ÖZÜ YAĞI ÜRETİMİNDE SOĞUK PRESLEME VE ÇÖZÜCÜ EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİNİN YAĞ ASİDİ, TRİGLİSERİT, STEROL VE TOKOFEROL BİLEŞİMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ	CENNET İRK Doç.Dr. METİN ARMAĞAN Prof.Dr. OSMAN KOLA

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Dr. Öğr. Üyesi Emre ÇUBUKÇU	1	PREDICTION OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR EARTHQUAKE RESILIENCE	Öğr. Gör. Dr. Mesut ULU
		2	INVESTIGATION OF AIR TRANSPORT POTENTIAL OF BURSA PROVINCE	Res. Asst., Ahmet ÜNAL Prof. Dr., Ahmet TORTUM
		3	EXAMINING TRANSPORTATION PROBLEMS IN BURSA AND REVEALING SOLUTION SUGGESTIONS	Res. Asst., Ahmet ÜNAL Prof. Dr., Ahmet TORTUM
		4	AN ANALYSIS OF THE NREL RESEARCH SUPPORT FACILITY BUILDING WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE ARCHITECTURAL DESIGN APPROACHES	Asst. Prof. Dr. Gökhan UŞMA
			USE OF DAYLIGHT IN MASTER PLANS IN TERMS OF TOPOGRAPHY AND URBAN DESIGN	MEHMET SAİT CENGİZ
			ENVIRONMENTAL CONDITIONS AFFECTING THE LIGHT TRANSMITTANCE OF GLASS ROOFS	MEHMET SAİT CENGİZ
		5	KARMA FONKSİYONLU YAPILARDA SÜRDÜREBİLİR YAKLAŞIM ALANLARINDAN ÇATI VE TERAS BAHÇELERİ: AVRUPA ÖRNEKLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Emre ÇUBUKÇU
		6	KARMA FONKSİYONLU YAPILARDA SÜRDÜREBİLİR YAKLAŞIM ALANLARINDAN ÇATI VE TERAS BAHÇELERİ: UZAKDOĞU ÖRNEKLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Emre ÇUBUKÇU

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 3	Doç.Dr.,HASAN YILMAZ	1	SECURING BIOMASS ENERGY OPERATING CONTRACT, GOVERNMENT PERMITS AND FINANCIAL CLOSING: FUNDAMENTALS FOR PROCESS IMPROVEMENT	Joselito E. Calip Christopher C. Mantillas, Ph.D.
		2	MÜKEMMEL LİDER ARARKEN VAR OLAN POTANSİYELİ KAYBETMEK	Doç.Dr.,HASAN YILMAZ
		3	THE EFFECTS OF GLOBAL AND REGIONAL UNCERTAINTIES ON TURKEY’S EXPORTS	Res. Assist. Dr. Onur DEMİRCİ
		4	MAĞAZA İÇİ ALIŞVERİŞ ETKİNLİKLER İLE TÜKETİCİLERİN PERAKENDE MARKASINA KARŞI TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ: NİTEL BİR ARAŞTIRMA	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahid ECEVİT
		5	TURİZM İŞLETMELERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN DÖNÜŞÜMCÜ LİDERLİK ARAŞTIRMALARININ BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, MEHMET KAHYAOĞLU Öğr. Gör. Dr., MEHMET ÖZTÜRK
		6	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE (ESG) SCORE AND FINANCIAL PERFORMANCE: COMPARATIVE ANALYSIS OF BIST SUSTAINABILITY 25 INDEX AND BIST 100 INDEX COMPANIES	Asst. Prof. (PhD) Zülküf Çevik
		7	A LABOR ADVENTURE FROM COLLECTING TO ROBOT USING	Prof. Dr. Süleyman Yükçü Öğr. Gör. Dr. Nazan Güngör Karyagdı
		8	THE EFFECT OF THE MANAGER’S DARK TRIAD PERSONALITY TRAITS ON THE PSYCHOLOGICAL OWNERSHIP LEVELS OF EMPLOYEES	Dr. Öğr. Üyesi, PINAR ERKAL
		9	THE EVOLUTION OF WORKING HOURS IN A DIGITALIZING WORLD	Arş. Gör. Dr. UMUT YERTÜM

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Asst. Prof. Dr. Ahmed Yusuf SARIHAN	1	ANALYZING EXPORT DYNAMICS AMONG BALKAN COUNTRIES: INSIGHTS FROM THE TRADE INTENSITY INDEX	Asst. Prof. Dr. Ahmed Yusuf SARIHAN
		2	THE IMPACT OF RISK AVERSION ON TURKEY'S STOCK MARKET	Arş. Gör. Dr. SİNEM ATICI USTALAR
		3	İSTANBUL'UN İAŞE TEMİNİNDE BALKANLARIN İKTİSADİ ROLÜ VE ETKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi R. HÜLYA ÖZTÜRK
		4	EFFECTS OF ENTRY BARRIERS ON MARKET ONCENTRATION: THE CASE OF MANUFACTURING INDUSTRY	Araş.Gör.Dr, GÜLÇİN GÜREL GÜNAL
		5	KÜRESEL MARKALAR VE EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi , HASAN ÇEBİ BAL
		6	THE ECONOMIC RECONSTRUCTION OF THE BALKAN STATES AFTER THE FIRST BALKAN WAR	Dr. Kazım BAYCAR

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Doç. Dr. Emine AYAN	1	ONE LIFE TWO MEMOIR OR THE MEMORIES OF EYÜP SABRİ FROM OHRİD	Dr. Öğr. Üyesi Serkan Erdal
		2	AN EXAMINATION OF THE VERBS USED IN THE STORY OF MUSTAFA KUTLU I THE STORY OF THE ‘‘HUZURSUZ BACAK’’	SEMİH ÇÖLMEKÇİ
		3	SAMIH RIFAT ŞİİRLERİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER	Dr. Öğr. Üyesi Özlem KAYABAŞI
		4		
		5	A REVIEW ON THE STORIES IN HAKAN GUNDAY’S BOOK CALLED DERZ	Doç. Dr. Emine AYAN
		6	BURHANEDDİN MELUL’S WITNESSING ON THE OCCUPATION OF EDİRNE AND WORK TITLED A VOICE FROM EDİRNE	Bilge KARGA GÖLLÜ
		7	BEN VE ÖTEKİNİN EZELİ HİKAYESİ: GÜRAY SÜNGÜ’NÜN BÜYÜK IRMAKLARDAN BİLE ROMANINDA OKSİDENTALİST BAKIŞ	Öğr. Gör. Dr. RAMAZAN KANDEMİR ENSER
		8	AHMET HAMDİ TANPINAR’IN ROMANLARINDA TOPLUMSAL DEĞİŞİM VE DEVRİM	Öğr. Gör. Dr. RAMAZAN KANDEMİR ENSER

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Iva Košek Bartošová	1	LEARNERS' VIOLENT BEHAVIOUR AND DRUG ABUSE AS MAJOR CAUSES OF TOBEPHOBIA IN SCHOOLS	Prakash Singh
		2	CO-AUTHORSHIP NETWORKS OF SCIENTIFIC COLLABORATION	Juha Kettunen
		3	IMPACT OF FOUR READING AND LIBRARY FACTORS ON THE GRADE AVERAGE OF UGANDAN SECONDARY SCHOOL STUDENTS: A QUANTITATIVE STUDY	Valeda Dent
		4	THE BEST METHODS OF MOTIVATING AND ENCOURAGING THE STUDENTS TO STUDY: A CASE STUDY	Mahmoud I. Syam, Osama K. El-Hafy
		5	THE EFFECT OF ICONIC AND BEAT GESTURES ON MEMORY RECALL IN GREEK'S FIRST AND SECOND LANGUAGE	Eleni Ioanna Levantinou
		6	DEVELOPMENT OF ELEMENTARY LITERACY IN THE CZECH REPUBLIC	Iva Košek Bartošová
		7	STUDENTS AS GLOBAL CITIZENS: LESSONS FROM THE INTERNATIONAL STUDY TOUR	Ana Hol
			PROSPECTIVE CLASS TEACHERS- COMPUTER EXPERIENCES AND COMPUTER ATTITUDES	Teresa Coffman, Mary Beth Klinger
			VIRTUAL OR VIRTUALLY U: EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN SECOND LIFE	Nancy Jennings, Chris Collins
	8	THE EFFECTS OF THE IMPACT OF INSTRUCTIONAL IMMEDIACY ON COGNITION AND LEARNING IN ONLINE CLASSES	Glenda A. Gunter	

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Numera Razaqat	1	KNOWLEDGE RELATIONSHIP MODEL AMONG USER IN VIRTUAL COMMUNITY	Fariba Haghbin, Othman Bin Ibrahim, Mohammad Reza Attarzadeh Niaki
		2	DYNAMICS SIMULATION APPROACH IN ANALYZING PENSION EXPENDITURE	Hasimah Sapiri Anton Abdulbasah Kamil, Razman Mat Tahar, Hanafi Tumin
		3	KNOWLEDGE MANAGEMENT APPLIED TO FORENSIC SCIENCES	Norma Rodrigues Gomes
		4	THE USED OF ENVIRONMENTAL ETHICS IN METHODS AND TECHNIQUES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT	Amir Hossein Davami, A< li Gholami, Ebrahim Panahpour
		5	ADOPTABILITY ISSUES OF GPS IN PUBLIC SECTOR IN PAKISTAN	Dr. Asim Tanvir, Dr. Numera Razaqat
		6	SYSTEMS AND SOFTWARE SAFETY AND SECURITY	Assoc. Prof. Dr. Marzieh Mokhtaripour
		7	A STUDY OF THE DAMAGES TO HISTORICAL MONUMENTS DUE TO CLIMATIC FACTORS AND AIR POLLUTION AND OFFERING SOLUTIONS	Shoureshe Kanani, Hassan Zandi
		8	HOW DO POLITICIANS RECOVER THEIR COSTS? THE POLITICAL ECONOMY OF REPRESENTATIVE DEMOCRACY IN INDIA	Subramaniam Chandran



BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Akinwumi F. Olusegun	1	A COMPARISON OF SVM-BASED CRITERIA IN EVOLUTIONARY METHOD FOR GENE SELECTION AND CLASSIFICATION OF MICROARRAY DATA	Rameswar Debnath, Haruhisa Takahashi
		2	BIOEFFICACY OF SOME OIL-MIXED PLANT DERIVATIVES AGAINST AFRICAN MUD CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS) BEETLES, DERMESTES MACULATUS AND NECROBIA RUFIPES	Akinwumi F. Olusegun
		3	THE ROLE OF IMMUNOGENIC ADHESIN VIBRIO ALGINOLYTICUS 49 K DA TO MOLECULE EXPRESSION OF MAJOR HISTOCOMPATIBILITY COMPLEX ON RECEPTORS OF HUMPBACK GROUPE CROMILEPTES ALTIVELIS	Uun Yanuhar
		4	IDENTIFICATION CHARACTERIZATION AND PRODUCTION OF PHYTASE FROM ENDOPHYTIC FUNGI	Yetti Marlida , Rina Delfita , Neni Gusmanizar, Gita Ciptaan
		5	DIRECT AND INDIRECT SOMATIC EMBRYOGENESIS FROM PETIOLE AND LEAF EXPLANTS OF PURPLE FAN FLOWER (SCAEVOLA AEMULA R. BR. CV. 'PURPLE FANFARE')	Shyama Ranjani Weerakoon
		6	STRUCTURAL BASIS OF RESISTANCE OF HELICOBACTERPYLORI DNAK TO ANTIMICROBIAL PEPTIDE PYRRHOCORICIN	Musammam F. Nahar, Anna Roujeinikova
		7	COMMUNITIES OF AMMONIA-OXIDIZING ARCHAEA AND BACTERIA IN ENRICHED NITRIFYING ACTIVATED SLUDGE	Puntipar Sonthiphand, Tawan Limpiyakom
		8	HUMAN ELASTIN-DERIVED BIOMIMETIC COATING SURFACE TO SUPPORT CELL GROWTH	Antonella Bandiera
		9	A REPORT ON OCCURRENCE AND PARASITE-HOST OF LIGULA INTESTINALIS IN SATTARKHAN LAKE(EAST AZERBAIJAN-IRAN)	Mahbobeh Hajirostamloo
		10	VOCAL COMMUNICATION IN SOOTY-HEADED BULBUL; PYCNONOTUS AURIGASTER	Surakan Payakkhabut

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Diah Tri Widayati	1	THE IMPACT OF COPPER AND ZINC DEFICIENCY ON MILK PRODUCTION PERFORMANCES OF INTENSIVELY GRAZED DAIRY COWS ON THE NORTH-EAST OF ROMANIA	Alina Anton, Gheorghe Solcan, Carmen Solcan
		2	TUBERCULIN, TETANUS IMMUNOGLOBULIN AND DPT VACCINE AS AN AVIAN IN VIVO T- LYMPHOCYTE MITOGENS	Ibrahim Mohammed Saeed Shnawa
		3	THE APPROPRIATE TIME REQUIRED FOR NEWBORN CALF CAMEL TO GET OPTIMAL AMOUNT OF COLOSTRUMS IMMUNOGLOBULIN (IGG) WITH RELATION TO LEVELS OF CORTISOL AND THYROXIN	Amina M. Bishr, Ahmed B. Magdub, Abdul-Baset R. Abuzweda
		4	THE EFFECT OF GOAT MILK FRACTIONS SUPPLEMENTATION ON SERUM IGE RESPONSE AND LEUKOCYTES COUNT IN DINITROCHLOROBENZENE SENSITIZED RAT	Phd. Candidate Nurliyani, E. Harmayani, Assoc. Prof. MHNE. Soesatyo
		5	EMBRYO TRANSFER AS AN ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY IN FARM ANIMALS	Diah Tri Widayati
		6	ADDING OLIVE OIL INTO DILUENTS FOR IMPROVING SEMEN QUALITY AND STORAGE ABILITY OF ROOSTERS' SEMEN DURING LIQUID STORAGE	Assoc. Prof. Dr. Hazim J. Al-Daraji
		7	THE EFFECTS OF FEEDING RAW FIBER CONCENTRATE ON GROWTH PERFORMANCE AND BLOOD METABOLITES OF SUCKLING HOLSTEIN CALVES	Mehdi Dehghan-Banadaky, Fridoon Niazi, Mohsen Ghiasvand
		8	COMPARISON OF THE EFFECTS OF THREE DIFFERENT TYPES OF PROBIOTICS ON THE SUCRASE ACTIVITIES OF THE SMALL INTESTINE MUCOSA OF BROILER CHICKS	Fazlollah Moosavinasab, Dr. Zhila Motamedi
		8	SPERM PRODUCTION RATE, GONADAL AND EXTRAGONADAL SPERM RESERVES IN THE SOKOTO RED (MARADI) BUCK IN A TROPICAL ENVIRONMENT	Immanuel I. Bitto, Thomas Agam

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Prof. Dr. Ross Jeffry	1	INTERACTIVE FUZZY MULTI-OBJECTIVE PROGRAMMING IN LAND RE-ORGANISATIONAL PLANNING FOR SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT	Bijaya Krushna Mangaraj, Deepak Kumar Das
		2	SPATIAL STRUCTURE AND SPATIAL IMPACTS OF THE JAKARTA METROPOLITAN AREA: A SOUTHEAST ASIAN EMR PERSPECTIVE	Ikhwan Hakim, Bruno Parolin
		3	SPATIAL PLANNING AS AN APPROACH TO ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN HISTORIC CITIES	Mohammad Ali Abdi, Sima Mehdizadegan Namin
		4	POSSIBLE UTILIZATION OF CIGARETTE BUTTS IN LIGHT-WEIGHT FIRED CLAY BRICKS	Aeslina Abdul Kadir, Prof. Dr. Abbas Mohajerani
		5	DIGITAL FILTERS FOR HOT-MIX ASPHALT COMPLEX MODULUS TEST DATA USING GENETIC ALGORITHM STRATEGIES	Prof. Dr. Madhav V. Chitturi, Anshu Manik, Kasthurirangan Gopalakrishnan
		6	PERFORMANCE ASSESSMENT OF COMPUTATIONAL GRIDON WEATHER INDICES FROM HOAPS DATA	Madhuri Bhavsar, Anupam K Singh, Shrikant Pradhan
		7	ENHANCED CLUSTERING ANALYSIS AND VISUALIZATION USING KOHONEN'S SELF-ORGANIZING FEATURE MAP NETWORKS	Kasthurirangan Gopalakrishnan, lecture Siddhartha Khaitan, Anshu Manik
		8	THE EFFECT OF CONFINEMENT SHAPES ON OVER-REINFORCED HSC BEAMS	Prof. Dr. Ross Jeffry, Dr. Muhammad N. S. Hadi

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 1	Dr. Öğretim Üyesi MÜCAHİT ÇİTİL	1	GREEN TRADE WITHIN THE FRAMEWORK OF GREEN INVESTMENTS: A REVIEW ON OECD COUNTRIES	Dr. Öğretim Üyesi MÜCAHİT ÇİTİL
		2	YEŞİL REKLAM, YEŞİL MARKA SADAKATI, YEŞİL MARKA DENKLİĞİ VE YEŞİL MARKA İNOVASYONUNUN YENİDEN SATIN ALMA NİYETİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, BURAK YAPRAK
		3	NEUROMANAGEMENT AS A NEW CONCEPT IN MANAGEMENT: SYSTEMATICAL REVIEW OF EXPERIMENTAL STUDIES	Dr. Öğr. Üyesi Şerife UĞUZ ARSU
		4	KATASTROFİK SAĞLIK HARCAMALARI KAVRAMI VE TEMALARI ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK ANALİZ	Dr. HASAN BAĞCI Öğretim Görevlisi Dr. HAKAN KAÇAK
		5	ANALYSIS AND EXAMINATION OF BLOCK CHAIN TECHNOLOGY IN COMPARATION WITH TRADITIONAL WORKING METHODS.	Aynur SALAYEVA
		6	ÖRGÜTSEL SESSİZLİK KONUSUNDA YAYINLANAN MAKALELERİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, ÖMER EMRE ARSLAN
		7	DİJİTAL PAZARLAMA	Dr. Öğr. Üyesi Bilge DOĞANLI Doç. Dr. Sadullah ÇELİK
		8	TURİST PERSPEKTİFİNDEN APİTURİZM: TRİPADVİSOR ÖRNEĞİ	Dr. Öğretim Üyesi Nermin AYAZ DÖNMEZ
		9	SMART TOURISM AGAINST OVERTOURISM: THE CONTRIBUTION OF SOCIAL MARKING SITES TO DEVELOPING SUSTAINABLE AND RESPONSIBLE TOURIST BEHAVIOUR	Doç. Dr. Şükran KARACA Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Halit AKIN
		10	EVALUATION OF GREEN ICT APPLICATIONS IN TOURISM BUSINESSES WITHIN THE SCOPE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Halit AKIN Doç. Dr. Şükran KARACA
		11	MULTI-CRITERIA DECISION MAKING IN DETERMINING AN INTERNATIONAL TARGET MARKET IN TOURISM: THE CASE OF TÜRKİYE	Assist. Prof. Dr., FATİH GÜNAY Assist. Prof. Dr., DERYA TOKSÖZ KILIÇ

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. SELİN BİTİRİM OKMEYDAN	1	KARANLIK TURİZM ÜRÜNÜ OLARAK BOCUK GECESİ: YEREL HALKIN "BOCUK GECESİ" KORKU FESTİVALİNE YÖNELİK ALGILARININ FESTİVAL MEMNUNİYETİNE ETKİSİ	Uzm. MERVE KARAKAŞ Doç. Dr. SABRİYE ÇELİK UĞUZ
		2	THE RELATIONSHIP BETWEEN HUMAN DEVELOPMENT AND CARBON EMISSIONS IN TURKIYE: EVIDENCE FROM FOURIER COINTEGRATION TEST	Dr. Meral ÇABAŞ Doç. Dr. Nazife Özge BEŞER
		3	THE TRADITION OF MAKING IT RAIN AND THE ÇÖMÇE BRIDE GAME OF THE GAGAUZ PEOPLE LIVING IN BULGARIA	Ph.D. Seyit GEZER
		4	HOFSTEDE'İN KÜLTÜREL BOYUT PUANLARI TEKRAR TEST EDİLİYOR MU? TÜRKİYE'NİN KÜLTÜREL YAPISI ÇERÇEVESİNDE BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üy., Hamit Murat ÖZCAN
		5	İBN RÜŞD'ÜN PERSPEKTİFİNDE NEDENSELLİK VE MUCİZE SORUNU	Orhan Özdemir
		6	SPRING FESTIVAL AS AN INTANGIBLE CULTURAL HERITAGE ELEMENT: HİDİRELLEZ	Araş. Gör. GÖKÇE EMEÇ YÜCESOY Doç. Dr. SELİN BİTİRİM OKMEYDAN Prof. Dr. METİN EKİCİ
		7	HİDİRELLEZ AND WIDESPREAD RITUALS WITHIN THE SCOPE OF INTANGIBLE CULTURAL HERITAGE (ICH)	Doç. Dr. SELİN BİTİRİM OKMEYDAN Araş. Gör. GÖKÇE EMEÇ YÜCESOY Prof. Dr. METİN EKİCİ

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 3	Asst. Prof. Dr. Erengül BODUÇ	1	CERRAHİ BRANŞLARDA ROBOTİK CERRAHİ YÖNTEMİNİN KULLANIM SIKLIĞI	Op. Dr. Pınar KOÇATAKAN
		2	CURRENT TREATMENT METHODS FOR OVARIAN CANCER	Şamil ÖZTÜRK
		3	THE ROLE OF STEM CELLS IN THE TREATMENT OF ASHERMAN'S SYNDROME	Şamil ÖZTÜRK
		4	DELAY AND CANCELLATION OF SURGERY FROM THE PERSPECTIVE OF CLINICIANS: A MULTICENTER QUALITATIVE STUDY	Ayşe Çelik Yılmaz İsmail Aşatır Aylin Akarsu Seçil Sağbaş Şefika Veremci
		5	EFFECTIVE THRESHOLDING METHOD FOR THE SEGMENTATION OF HEART SOUNDS	Doç.Dr., Yücel KOÇYİĞİT Araş.Gör., Ceyda BOZ
		6	PERSPECTIVE OF HEALTH VOCATIONAL SCHOOL CLASSES ON CADAVER AND ORGAN DONATION	Asst. Prof. Dr. Erengül BODUÇ Assoc. Prof. Dr. Tülay Diken ALLAHVERDİ
		7	Huzurevinde Kalan Yaşlı Bireylerde Ölüm Kaygısı ve Sağlık Algısı	Dr.Öğr.Üyesi Akgün YEŞİLTEPE Öğr.Gör.Gözenur TANRIKULU Öğr. Gör. Emine PİRİNÇ BAYRAKTAR
		8	SOCCER PLAYERS IN AMATEUR LEAGUES AND THE IMPORTANCE OF SLEEP	Prof. Dr. Mahmut AÇAK Arş. Gör. Hakan BÜYÜKÇELEBİ Arş. Gör. Mehmet AKARSU
		9	EXAMINATION OF AMATEUR LEAGUE FOOTBALL PLAYERS ANXIETY LEVELS TOWARDS INJURY	Doç. Dr. Serkan DÜZ Prof. Dr. Mahmut AÇAK Arş. Gör. Mehmet AKARSU Arş. Gör. Hakan BÜYÜKÇELEBİ

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)			
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Cennet ŞANLI	1 FEN EĞİTİMİNDE “TINKERING” ÖĞRENME YAKLAŞIMI TEMELLİ ÇALIŞMALARIN BETİMSSEL İÇERİK ANALİZİ	Arş. Gör., MERAL ÇELİKOĞLU Doktora Öğrencisi TÜLİN HÜNDÜR Arş. Gör., HACI MEHMET YEŞİLTAŞ Prof. Dr., EROL TAŞ
		2 KAVRAMSAL DEĞİŞİM YAKLAŞIMININ FEN EĞİTİMİNDE ETKİLİLİĞİ: BETİMSSEL İÇERİK ANALİZİ	Doktora Öğrencisi Tülin HÜNDÜR Arş. Gör. Hacı Mehmet YEŞİLTAŞ Arş. Gör. Meral ÇELİKOĞLU Prof. Dr. Erol TAŞ
		3 ÖĞRETMEN ADAYLARININ TPAB BECERİLERİNİN İNCELENMESİ: FORMASYON GRUBU ÖRNEĞİ	Arş. Gör., MERAL ÇELİKOĞLU Arş. Gör., HACI MEHMET YEŞİLTAŞ Prof. Dr., EROL TAŞ
		4 TEKNOOJİ DESTEKLİ ÖZ YÖNELİM ÇALIŞMALARINA KISA BİR BAKIŞ	Arş. Gör. Hacı Mehmet YEŞİLTAŞ Arş. Gör. Meral ÇELİKOĞLU Doktora Öğrencisi Tülin HÜNDÜR Prof. Dr. Erol TAŞ
		5 ANALYSIS OF PROBLEM-SOLVING SKILLS OF GEOGRAPHY UNDERGRADUATE STUDENTS BASED ON THE REVISED BLOOM TAXONOMY	Doç. Dr. Cennet ŞANLI
		6 SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ YANSITICI DÜŞÜNME DÜZEYLERİ	Öğr. Gör. Dr. Akın KARAKUYU

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Doç. Dr. Fatih GÜLER,	1	THE EFFECT OF CHANGES IN THE KEYWORDS OF ASSOCIATE PROFESSOR (AUGUST 2023) ON PUBLIC ADMINISTRATION DISCIPLINE	Doç. Dr. Fatih GÜLER,
		2	LAW OF POLITICAL PARTIES FROM THE PERSPECTIVE OF THE ILLEGAL LIVES MOVIE	Doç. Dr. Fatih GÜLER,
		3	STATE SOVEREIGNTY VS. HUMANITY: A STUDY ON THE 6/2 SYRIA EARTHQUAKES	Asst. Prof. Dr. Sezai ÇAĞLAYAN Av. Feyza DİRİ
		4	5901 SAYILI TÜRK VATANDAŞLIĞI KANUNU KAPSAMINDA VATANDAŞLIĞIN İPTALİ	Prof. Dr. Necla ÖZTÜRK Arş. Gör. Döndü KUŞCU
		5	TAŞINIR MALLARIN MÜLKİYETİNİN DEVRİNE UYGULANACAK HUKUK	Prof. Dr. Necla ÖZTÜRK Arş. Gör. Döndü KUŞCU
		6	TOPLUMSAL DEMOGRAFİK YAPININ KAMU YÖNETİMİNE YANSIMASI	Dr. Öğr. Üyesi HASRET ÖZTÜRK Öğr. Gör. HATİCE MESCİ
		7	TÜRKİYE'DE BÜTÇE AÇIĞININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ: ZAMANLA DEĞİŞEN ADF	Dr. Öğretim Üyesi, İŞİL AYAS
		8		



BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Assis. Prof. Kayoko Yamamoto	1	PHOTOVOLTAIC SMALL-SCALE WASTEWATER TREATMENT PROJECT FOR RURAL AND NEW-CULTIVATED AREAS IN EGYPT	Fadia M. A. Ghali
		2	A CONDITION RATING SYSTEM FOR WASTEWATER TREATMENT PLANTS INFRASTRUCTURES	Altayeb Qasem, Assis. Prof. Tarek Zayed, Dr. Zhi Chen
		3	EFFECT OF USING STONE CUTTING WASTE ON THE COMPRESSION STRENGTH AND SLUMP CHARACTERISTICS OF CONCRETE	Kamel K. Alzboon, Khalid N.Mahasneh
		4	REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WASTEWATER BY ADSORPTION AND MEMBRANE PROCESSES: A COMPARATIVE STUDY	Nermen N. Maximous, George F. Nakhla, W. K. Wan
		5	STATISTICAL ANALYSIS-DRIVEN RISK ASSESSMENT OF CRITERIA AIR POLLUTANTS: A SULFUR DIOXIDE CASE STUDY	Ehsan Bashiri
		6	EFFECT OF A GRAVEL BED FLOCCULATOR ON THE EFFICIENCY OF A LOW COST WATER TREATMENT PLANTS	Alaa Hussein Wadi
		7	CHARACTERISTICS OF E-WASTE RECYCLING SYSTEMS IN JAPAN AND CHINA	Dr. Bi Bo, Assis. Prof. Kayoko Yamamoto
		8	PREDICTION OF DISSOLVED OXYGEN IN RIVERS USING A WANG-MENDEL METHOD – CASE STUDY OF AU SABLE RIVER	Dr. Mahmoud R. Shaghaghian

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Prof. Dr. Zeljko Panian	1	A SYSTEMS MODELING APPROACH TO SUPPORT ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE BUSINESS DEVELOPMENT IN MANUFACTURING SMES	Manuel Seidel, Rainer Seidel, Des Tedford, Richard Cross, Logan Wait
		2	PROCESS-BASED BUSINESS TRANSFORMATION THROUGH SERVICES COMPUTING	Prof. Dr. Sinnakrishnan Perumal, Dr. Nitish Pandey
		3	PROPOSING ENTERPRISE WIDE INFORMATION SYSTEMS BUSINESS PERFORMANCE MODEL	Vineet Kansal
		4	CONCEPTUAL METHOD FOR FLEXIBLE BUSINESS PROCESS MODELING	Adla Bentellis, Lecture Zizette Boufaïda
		5	USING ONTOLOGY SEARCH IN THE DESIGN OF CLASS DIAGRAM FROM BUSINESS PROCESS MODEL	Wararat Rungworawut, Twittie Senivongse
		6	A QUANTITATIVE APPROACH TO STRATEGIC DESIGN OF COMPONENT-BASED BUSINESS PROCESS MODELS	Eakong Aiptamvaree, Dr. Twittie Senivongse
		7	A NEW DIMENSION OF BUSINESS INTELLIGENCE: LOCATION-BASED INTELLIGENCE	Prof. Dr. Zeljko Panian
		8	COMPUTATIONAL MODELING IN STRATEGIC MARKETING	Petr Cernohorsky, Jan Voracek

BALKAN 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES October 6 - 8, 2023 - Edirne Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 8 Ekim/ October 8, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Dr. Junjie Chen,	1	EFFECT OF COLLECTOR ASPECT RATIO ON THE THERMAL PERFORMANCE OF WAVY FINNED ABSORBER SOLAR AIR HEATER	Abhishek Priyam, Prabha Chand
		2	SIMILITUDE FOR THERMAL SCALE-UP OF A MULTIPHASE THERMOLYSIS REACTOR IN THE CU-CL CYCLE OF A HYDROGEN PRODUCTION	Prof. Dr. Mohammed W. Abdulrahman
		3	ENHANCEMENT OF THERMAL PERFORMANCE OF LATENT HEAT SOLAR STORAGE SYSTEM	Assoc. Prof. Dr. Rishindra M. Sarviya, Ashish Agrawal
		4	A ZVT-ZCT-PWM DC-DC BOOST CONVERTER WITH DIRECT POWER TRANSFER	Naim Suleyman Ting, Yakup Sahin, Ismail Aksoy
		5	TECHNICAL ANALYSIS OF COMBINED SOLAR WATER HEATING SYSTEMS FOR COLD CLIMATE REGIONS	Hossein Lotfizadeh, André McDonald, Amit Kumar
		6	AN EXPERIMENTAL STUDY ON EVACUATED TUBE SOLAR COLLECTOR FOR STEAM GENERATION IN INDIA	Avadhesh Yadav, Anunaya Saraswat
		7	COUPLING HEAT AND MASS TRANSFER FOR HYDROGEN-ASSISTED SELF-IGNITION BEHAVIORS OF PROPANE-AIR MIXTURES IN CATALYTIC MICRO-CHANNELS	Dr. Junjie Chen, Deguang Xu
		8	TECHNO-ECONOMIC PROSPECTS OF HIGH WIND ENERGY SHARE IN REMOTE VS. INTERCONNECTED ISLAND GRIDS	Marina Kapsali, Dr. John S. Anagnostopoulos

### ARTAcademy 2nd International Group Exhibition

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair	Eser Adı / Art Work	Artist	Tema / Theme
		1 Mitolojik	Dr.Öğr.Üyesi Merve KARAMAN	
		2 Büst	Dr.Öğr.Üyesi Merve KARAMAN	
		3 Helezon	Doç. Dr. Nermin ÖZCAN ÖZER	
		4 Lirik Sema	Doç. Dr. Nermin ÖZCAN ÖZER	
		5 Atamız Ankara'da	Öğr. Gör. Sıla TANIŞIK	
		6 Kumcağız Halk Plajı, Kandıra, Kocaeli	Doç. M. Çağatay Gökten	
		7 Zaman Daralıyor I/Time is running out I	Doç.Dr. Fırat Çalkuş	
		8 Zaman Daralıyor II/Time is running out II	Doç.Dr. Fırat Çalkuş	
		9 Barcode World	Dr. Öğr. Üyesi Amine Refika	
		10 Eski Yeni/ Old New	Doç. Dr. Filiz Öztürk	
		11 Tavus Kuşu	EMİNE CANTÜRK	
		12 Keçeden bebek ev ayakkabısı	SAYARA YERGESHOVA	
		13 Giyside Alternatif malzemeler	SAYARA YERGESHOVA	
		14 "Anı Resimleri"/ "Memory Paintings"	Dr. Öğr. Üyesi Kerem ATAR	
		15 Katman	Dr. Öğr. Üyesi Bahar MARABA	
		16 Akış	Tuğba Zengin	
		17 koçbaşı	Ali KAYA	
		18 İsimsiz 1	Dr. Öğr. Üyesi Altay ALDOĞAN	
		19 İsimsiz 2	Dr. Öğr. Üyesi Altay ALDOĞAN	

20	Parça Parça	Dr. Öğr. Üyesi Koza Kurt Kırtay
21	Fırtına Öncesi	Doç.Dr. Bengü Batu Ertung
22	Hatip Ebru	Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım KARADENİZ
23	“Kral Haldi’nin İzinde”	Mehmet Şiran GÖKDEMİR
25	“Yıldız Savaşları”	Mehmet Şiran GÖKDEMİR
26	Haber / Newcast	Dr. Öğr. Gör. Saygın Koray Doğaner
27	Flanörler İçin Tavsiye	Doç. Ayşegül Türk
28	Femela	Arş. Gör. Beyzanur Karakuş
29	Bir Yerde/Somewhere	Doç. F. Nihan Şen
30	Persona ve Gölge / Persona and Shadow	Asst. Prof. Murat Benan Yıldız
31	Akdeniz’in Ayçiçekleri / Sunflowers of the Mediterranean	Dr. Handan NARİN KIZILTAN
32	“Bedenin Diyalektiği”	Dr. Aşkın BAHADIR
33	kuşlar	Uzm.ögrt.Aysel Sevgi ÖZTEN
34	Eylül/ September	Yüksel TOK
35	İsimsiz	Dr. Öğr. Üyesi Derya ÖZDEMİR
36	Teşhir I	Arş. Gör. Bilge ŞENGÜL
37	Bunlar Hep Sevgiden\ These are all about love	Arş. Gör. Hatice DÖNMEZ AYDIN

## Erengül BODUÇ

**Ethical Approval:** Ethics committee approval was received for this study from Ethics Committee of Kafkas University Faculty of Medicine, in accordance with the World Medical Association Declaration of Helsinki, with the approval number: 26.04.2023/04

## Contents

MACROANATOMIC AND MORPOMETRIC ANALYSIS OF THE MANDIBLE İN A ANATOLIAN WILD GOAT .....	1
A STUDY ON CRANIUM TYPOLOGY İN AN ANATOLIAN WILD GOAT .....	12
KENGER ( <i>GUNDELIA</i> ) BİTKİSİNİN HALK ARASINDA KULLANIMLARI .....	21
ASSESSING SUNFLOWER GENETIC DIVERSITY THROUGH ISSR MARKERS: A LITERATURE REVIEW STUDY .....	32
EDIBLE AQUATIC PLANTS - AN ALTERNATIVE FOOD RESOURCE FOR FOOD SECURITY .....	41
SİĞİRLARIN TİBİA'SINDA FORAMEN NUTRICIUM'LARIN ANATOMİK ÖZELLİKLERİ VE YERLEŞİMLERİ .....	46
BİYOLOJİK SIVILARIN VE LEKELERİN ORJİNİNİN BELİRLENMESİNDE .....	54
MRNA VE NCRNA TEMELLİ YAKLAŞIMLAR .....	54
İZ DNA'DAN KİMLİK TESPİTİ VE ETKİ FAKTÖRLERİNİN ROLÜ .....	68
ÜREME ÇAĞINDAKİ KADINLARIN AİLE PLANLAMASINA YÖNELİK TUTUM VE BİLGİ DÜZEYLERİ: KARABÜK İLİ ÖRNEĞİ .....	83
KONJENİTAL ANOMALİLİ BEBEKLERİN TERMİNASYON KARARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER: ANNE DENEYİMLERİ VE SAĞLIK PROFESYONELİ BAKIŞ AÇILARINA İLİŞKİN BİR VAKA SUNUMU .....	94
ENGELLİ ÇOCUK VE ADÖLESANLARDA KAZA VE YARALANMALAR .....	101
MENOPOZ DÖNEMİNDEKİ HİPERTANSİF KADINLARDA HİPERTANSİYON BİLGİ DÜZEYİNİN TEDAVİYE UYUM İLE İLİŞKİSİ .....	114
İLEUS AMELİYATI SONRASI SEPSİS GELİŞEN HASTADA FONKSİYONEL SAĞLIK ÖRÜNTÜLERİNE GÖRE HEMŞİRELİK BAKIMI: OLGU SUNUMU .....	125
ADÖLESANLARDA MADDE KULLANIMINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER .....	140
HASTANEDE YATAN ÇOCUKLARDA KESİNTİYE UĞRAYAN AKADEMİK YAŞAM VE HASTANE OKULU .....	152
Tİ-6AL-4V ALAŞIMININ DELİNMESİNDE İŞLEME PARAMETRELERİNİN ÇAPAK YÜKSEKLİĞİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI .....	158
BIOINSPIRED ANTENNA DESIGN: BRIEF ANALYZING TECHNIQUES AND APPROACHES .....	167
HOMOJENİZASYON PROSESİNİN EN AW 6082 BİYET MİKROYAPISI VE SERTLİĞİNE ETKİSİ .....	177
GAMMA RADIATION DOSE MEASUREMENTS AROUND THE MINING SITE .....	184
BOR KATKILI Tİ6AL4V ALAŞIMININ BASINÇ DESTEKLİ SİNTERLEME İLE ÜRETİMİ .....	192
BİR ARALIKLI TİP-2 BULANIK AHP-HTEA METODOLOJİSİ İLE BİYOMALZEME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ: TİTANYUM MALZEMELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA .....	199
GÖĞÜS KANSERİ SINIFLANDIRMASI İÇİN BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM .....	211
GÜÇ SİSTEMLERİNDE OLUŞAN ARIZALARIN ENERJİ KALİTESİNE ETKİSİ .....	219
AYDINLATMA TESİSLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMA YAKLAŞIMLARI .....	226
ARABALI ÇİFT TERS SARKAÇ İÇİN CS ALGORİTMASI İLE İKİ FARKLI HİBRİT KONTROL TASARIMI .....	232
OPTIMAL ALLOCATION AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION IN THE UNBALANCED DISTRIBUTION SYSTEM USING GWOCs ALGORITHM .....	245
DYE SENSITIVE SOLAR CELL MATERIALS AND DENSITY FUNCTIONAL THEORY APPLICATIONS .....	255

AL - 1,1SC VE AL -1,9SC ALAŞIMLARININ BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL VE TEORİK OLARAK İNCELENMESİ .....	266
INVESTIGATION OF AIR TRANSPORT POTENTIAL OF BURSA PROVINCE .....	300
EXAMINING TRANSPORTATION PROBLEMS IN BURSA AND REVEALING SOLUTION SUGGESTIONS .....	305
ENVIRONMENTAL CONDITIONS AFFECTING THE LIGHT TRANSMITTANCE OF GLASS ROOFS .....	310
USE OF DAYLIGHT IN MASTER PLANS IN TERMS OF TOPOGRAPHY AND URBAN DESIGN .....	319
YUMURTALIK KANSERİNDE GÜNCEL TEDAVİ YÖNTEMLERİ .....	325
ASHERMAN SENDROMU TEDAVİSİNDE KÖK HÜCRELERİN ROLÜ .....	331
DELAY AND CANCELLATION OF SURGERY FROM THE PERSPECTIVE OF CLINICIANS: A MULTICENTER QUALITATIVE STUDY .....	337
KALP SESLERİNİN SEGMENTASYONU İÇİN ETKİLİ EŞİKLEME YÖNTEMİ.....	344
'PERSPECTİVE OF HEALTH VOCATIONAL SCHOOL CLASSES ON CADAVER AND ORGAN DONATION'.....	351
AMATÖR LİGLERDEKİ FUTBOLCULAR VE UYKU DÜZENİNİN ÖNEMİ.....	357
AMATÖR LİGLERDEKİ FUTBOLCULARIN SAKATLANMAYA YÖNELİK KAYGI DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ.....	362
SİĞİRLARIN FEMUR'UNDA FORAMEN NUTRICIUM'LARIN ANATOMİK ÖZELLİKLERİ VE YERLEŞİMLERİ .....	367

## **MACROANATOMIC and MORPOMETRIC ANALYSIS of the MANDIBLE in a ANATOLIAN WILD GOAT**

**Associate Professor Gülseren KIRBAŞ DOĞAN<sup>1</sup>, Assistant Professor Fikret Özgür COŞKUN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kafkas University, Faculty of Veterinary, -0000-0003-3770-9956

<sup>2</sup>Kafkas University, Faculty of Dentistry, -0000-0002-6095-2818

### **Abstract**

Goats are mammals that found the genus *Capra* from the subfamily Bovinae of the Bovidae family. In this study, it was aimed to determine the morphometric values and anatomical structure of the wild goat mandible. The superficial muscles of the mandible were dissected and then boiled and macerated. 18 morphometric measurements were taken from the right and left mandible with the help of digital caliper. The mean length of the mandible was measured as 165.5 mm on the right side and 165.7 mm on the left side. The mean height of the mandible was 65.12 mm on the right side and 65.36 mm on the left side. As a result, some findings of Wild goat mandibles, which are in the diversity of wildlife in Turkey but have started to become extinct, were obtained. It believe that the findings will contribute to anatomical, surgical, and archaeological studies.

**Keywords:** Anatomy, Mandible, Morfometry, Anatolian wild goat

### **1.INTRODUCTION**

Morphometry is a method that allows statistical analysis in terms of numerical or graphical values of the length between two specific points or angles. The diversity of geographical regions, developmental stages, genetic, and environmental effects that are the habitat of living things can cause morphometric variations (Rholf and Marcus, 1993). Bergmann (1847) reported that climatic conditions affected the size of the organism. Accordingly, larger-sized creatures live in cold climates, and smaller-sized creatures live in hot climates. Due to thermoregulation, heat loss will be less and the body will not shrink. Studies also support this rule (Carlis et al. 2005).



The wild goat (*Capra aegagrus*) is a wild goat species, inhabiting forests, shrublands, and rocky areas ranging from Turkey and the Caucasus in the west to Turkmenistan, Afghanistan, and Pakistan in the east. It has been listed as near threatened on the IUCN Red List and is threatened by destruction and degradation of habitat. It is one of the ancestors of the domestic goat (*Capra hircus*) (Anonymous 1).

The mandible shapes the lower part of the facial skeleton. The mandible consists of two parts: corpus mandibula and ramus mandibula. Corpus mandibula consists of pars incisiva, pars molaris and pars alveolaris (Dursun 2008, Evans and de Lahunta 2013, König-Liebich 2015).

There are studies on the mandible in different animal species. Wild animals have also been studied within the scope of some species. However, as a result of the literature review, no findings were found regarding the mandible of the Anatolian wild goat, which is a wild animal. In the presented study, macroanatomical and morphometric findings of the mandible of the Anatolian wild goat, a wild animal, were determined. It is thought that these findings will contribute to anatomical, surgical, and archaeological studies.

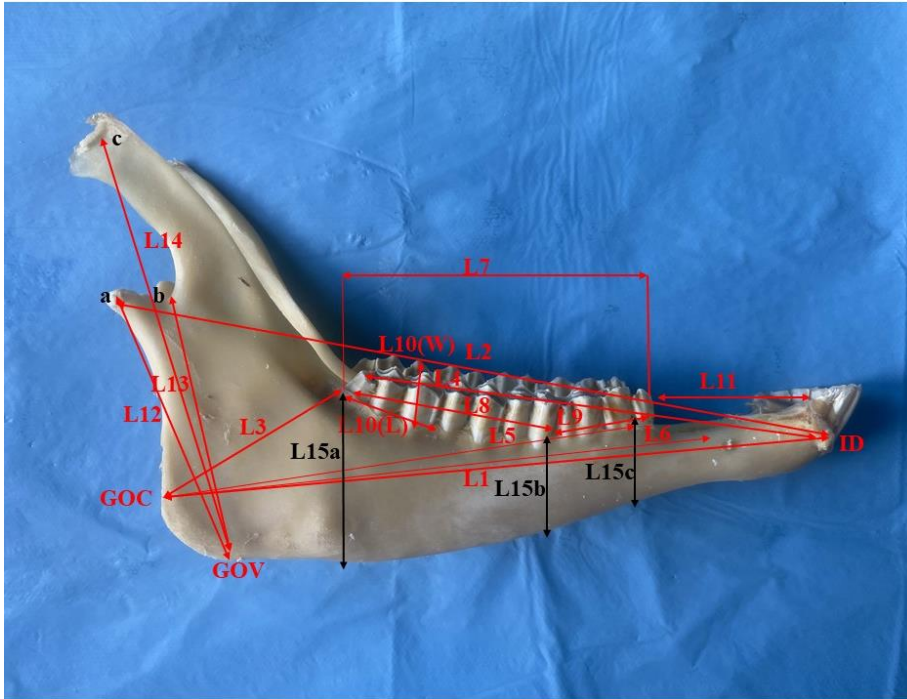
## **2.MATERIAL and METHODS**

**2.1. Ethical approval:** The necessary permission for this study was received by the Ministry of Agriculture and Forestry (E.2242114/2018).

**2.2. Animals:** A male wild goat mandible was used in the study. The mandible, which is the study material, was obtained from an animal that was brought to Kafkas University Wildlife Rescue and Rehabilitation Center injured but could not be saved despite all interventions.

**2.3. Maseration and morphometric analysis:** After the superficial muscles of the mandible were dissected, they were boiled and macerated. The sun-dried mandible was photographed with a Canon digital camera zoom lens 5X. 18 morphometric measurements were taken from the right and left mandible with the help of digital caliper (0.00, BTS, UK) and tape measure (Driesch, 1976). Anatomical scientific terms used based on N.A.V (2017).

**2.4. Morphometric measurements (abbreviations):** Morphometric measurements are shown in Figure 1.



**Figure 1.** Measurement points between L1-L15 taken from the lateral side of the wild goat mandible (**ID:** infradentale, **GOC:** gonion caudale, **GOV:** gonion ventrale, **a:** processus condylaris, **b:** incisura mandibula, **c:** processus coronoideus)

**L1.** Length from the angle: gonion caudale-infradentale

**L2.** Length from the condyle: aboral border of the condyle process-infradentale

**L3.** Length: gonion caudale-aboral border of the alveolus of M3

**L4.** Length of the horizontal ramus: aboral border of the alveolus of M3-infradentale

**L5.** Length: gonion caudale-oral border of the alveolus of P2

**L6.** Length: gonion caudale-the most aboral indentation of the mental foramen

**L7.** Length of the cheektooth row, measured along the alveoli on the buccal side

**L8.** Length of the molar row, measured along the alveoli on the buccal side

**L9.** Length of the premolar row, measured along the alveoli on the buccal side

**L10 (L).** Length of M3

**L10 (W).** Breadth of M3

**L11.** Length of the diastema: oral border of the alveolus of P2-aboral border of the alveolus of I4

**L12.** Aboral height of the vertical ramus: gonion ventral-highest point of the condyle process

**L13.** Middle height of the vertical ramus: gonion ventral-deepest point of the mandibular notch

**L14.** Oral height of the vertical ramus: gonion ventral-coronion

**L15a.** Height of the mandible behind M3 from the most aboral point of the alveolus on the buccal side

**L15b.** Height of the mandible in front of M1

**L15c.** Height of the mandible in front of P2

**2.5. Anatomical features:** The scientific terms used when describing the anatomical features of the mandible were recorded based on *Nomina anatomica veterinaria* (2017).

### 3.RESULTS

It was determined that the foramen mentale consisted of a single hole ventral to the midpoint of the margo interalveolaris. It was determined that the foramen mandibulae was located 20.11 mm caudomedial to the last grinding tooth on the right and 25.55 mm caudomedial on the left (Figure 2). Complete fusion was not observed between the right and left mandibular bones.



**Figure 2.** Dorsoventral view of the mandible (Red circle: Foramen mandibula)

It was observed that the ventral edge of the corpus mandibulae was convex. There were 4I (incisive), 0C (canine), 3PM (premolar), 3M (molar) teeth in a single jaw half. The caput mandibulae of the processus condylaris is concave. It was determined that the processus coronoideus was long and extended caudally.

Morphometric results of the mandible are presented in Table 1. Average mandible length was measured as 165.5 mm on the right side and 165.7 mm on the left side. The average mandibular height was 65.12 mm on the right side and 65.36 mm on the left side.

**Table 1.** Length values measured from male Wild goat mandible (L1-L18).

Length	Right mean (mm)	Left mean (mm)	General mean (mm)
L1	165.5	165.7	165.6
L2	175	180	177.5
L3	32	30	31
L4	130	125	127.5
L5	110	110	110
L6	135	135	135
L7	72	70	71
L8	44	45	44.5
L9	20	18	19
L10 (L)	22.70	24.5	23.6
L10(W)	9.40	8.9	9.15
L11	35.88	36.94	36.41
L12	65.12	65.36	65.24
L13	60.05	62.99	61.52
L14	106.90	106.80	106.70
L15a	39.80	40.35	40.07
L15b	23.06	21.67	22.36
L15c	15.43	15.06	15.24

**mm:** millimeter, **L:** length, **W:** width

#### 4.DISCUSSION

Previous morphometric values of the mandible were found in sheep, goats, roe deer (Dalga et al. 2017; Onuk et al., 2013), German shepherd dog (Onar et al., 1999), Tuj and Morkaraman sheep (Demiraslan et al., 2014), some rodent species (Mohamed 2018, Ren et al. 2019) has been reported. However, there are also studies on mandible morphometry among wild animals, cave bears (Baryshnikov and Puzachenko 2020), Malayan sun bear (Kalita et al. 2019), Brown bears (Kırbaş Doğan et al. 2021), Red foxes (Atalar and Temizer 2009, Kırbaş et al. 2017), in wolves (Gürbüz 2015), Sambar deer and barking deer (Keneisenuo et al. 2021), and wild sheep (Yalçın et al. 2010). However, no morphometric and macroanatomical study was found on the mandible

of the male Anatolian Wild goat, which lives in the Eastern Anatolia region of Turkey. The aim of the study was to determine the macroanatomical structure and morphometric values of a male Anatolian Wild goat mandible.

It has been reported that genetic variation (Kenatni and Sagsöz, 2009) and gender factor (Onar et al, 1999) are effective on the morphometric development of the mandible. One of the current approaches to understand how effective gender is on mandible morphometry is the geometric morphometric analysis method (Demiraslan et al. 2021, Demiraslan et al. 2023). In the New Zealand rabbit (Akbulut et al. 2014), where morphometric values were compared according to gender, it was reported that the total length of the mandibles in males was longer than in females. Similarly, in the German shepherd dog, mandibular length was noted as 89.82 mm in males and 86.63 mm in females (Onar et al. 1999). Likewise, it has been reported that the average length of the Malakan horse mandible is longer in males than in females, but there is no statistical difference (Gürbüz et al. 2016). The mean length of mandible in females was 158,73 mm and in males 148,72 mm in Abaza goat (Dalga and Aslan 2021a), 158.86 mm in female 198 mm male in Gurcu goats (Dalga and Aslan 2021b) 184 mm female, 188 mm male Bardhoka autochthonous sheep (Özkan et al. 2020). The same parameter was reported as 157 mm in males and 172 mm in females of barking deer, 281 mm in males and 279 mm in females of Sambar deer (Keneisenuo et al. 2021). This study has some limitations in terms of the number of mandibles. The fact that wild goats are under protection and the difficulty of finding a dead wild animal caused the number of mandibles used in the study to remain at the minimum number from which statistical values could be determined. Therefore, in the study, it was not possible to compare the morphometric values of the mandible according to gender.

In the literature, the mean mandible length were 167 mm in Hemshin sheep (Dalga et al. 2017), 152 mm in Morkaraman sheep, 147 mm in Tuj sheep (Demiraslan et al. 2014), 157 mm in Mehraban sheep (Karimi et al. 2011), 181 mm in Barbados sheep (Mohamed et al. 2016) 198 mm in Yankasa sheep (Shehu et al. 2019), 186 mm in Hasmer sheep (Özüdoğru et al. 2019) 180 mm in Awassi sheep (Yılmaz 2020), and 176 mm in Sarajevo sheep (Avdic et al.2013). Mandible length was measured as 149 mm on the right side and 148 mm on the left side in Norduz sheep (Dalga et al. 2022). In the presented study, the mandible length of the Anatolian wild goat was measured as 165 mm. When we compared it with studies in the literature, it was seen that it was between the minimum and maximum values. The closest one was Hemşin sheep (Dalga et al. 2017).

The mean height of mandible was 90.46 mm in females and 88.60 mm in males in Abaza goats (Dalga and Aslan 2021a), 89 in female, 114 mm in male Gürcü goats (Dalga and Aslan 2021b), 94.2 mm in Hemshin sheep (Dalga et al. 2017), 87.0 mm in Morkaraman sheep, 85.4 mm in Tuj sheep (Demiraslan et al. 2014), 95.7 mm in Mehraban sheep (Karimi et al. 2011), 107.9 mm in Barbados sheep (Mohamed et al. 2016), 129 mm in Yankasa sheep (Shehu et al. 2019), 108 mm in Hasmer sheep (Özüdoğru et al. 2019), 99 mm in Sarajevo sheep (Avdic et al.2013), 78 mm in male barking deer, 77 mm in female barking deer, 159 mm male Sambar deer, 157 mm in female Sambar deer (Keneisenuo et al. 2021), 109 mm in female 108 mm in male Bardhoka autochthonous sheep (Özkan et al. 2020), 160 mm in Norduz sheep (Dalga et al. 2022). The average mandible height was determined to be 65 mm in Anatolian wild goats. When we compare it with animal species in the literature, it is seen that the smallest mandibular height is in the wild goat.

## 5.CONCLUSION

As a result, we believe that the morphometric findings obtained from the mandibles of the Anatolian wild goat, a wild animal, will contribute to anatomical and archaeological studies. It is also thought that it will support mandibulectomy (Vignesh et al. 2022), neoplastic diseases such as osteosarcoma (Domenis et al. 2018), and surgical operations such as dental operations (Mylniczenko et al. 2005) to be performed in these animals.

## 6.REFERENCES:

- Akbulut, Y., Demiraslan, Y., Gürbüz, İ., Aslan, K., Yeni Zelanda tavşanı (*Oryctolagus cuniculus L.*)’ında cinsiyet faktörünün mandibula morfometrisine etkisi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 28, 15-18, 2014.
- Anonim 1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Wild\\_goat](https://en.wikipedia.org/wiki/Wild_goat).Erişim tarihi:18.08.2023
- Atalar, Ö., Temizer, A., Vaşak, sansar, tilki ve kurtta ossa faciei’nin karşılaştırmalı anatomisi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 23 (2), 107 – 110, 2009.
- Avdic, R., Hadziomerovic, N., Tandir, F., Pamela, B., Velida, C. Analysis of morphometric parameters of the Roe deer mandible (*Capreolus capreolus*) and mandible of the sheep (*Ovis aries*). Veterinaria, 62, 1-9, 2013.



- Baryshnikov, G.F., Puzachenko, A.Y., Morphometry of lower cheek teeth of cave bears (*Carnivora, Ursidae*) and general remarks on the dentition variability. *Boreas*, 2020. DOI 10.1111/bor.12447
- Bergmann, K., Über die Verhältnisse der wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse, *Göttinger Studien*, 3 (1), 595-708, 1847.
- Carlis, A., Alluvione, E., Fonte, A., Rossi, M., Santi, G., Morphometry of the *Ursus spealeus* remains from Valstrona (Northern Italy). *Geo Alp*, 2, 115-126, 2005.
- Dalga, S., Aydın, U., Çal, T., Topographic, morphological and morphometric investigation of mandible in Norduz sheep. *Turkish Journal of Nature and Science*, 11, 3, 129-133, 2022.
- Dalga, S., Aslan, K., The effect of gender factor on mandibular morphometry in Abaza goats. *Journal of Research in Veterinary Medicine*, 4(1) 31-34, 2021a. DOI:10.30782/jrv.m.811350
- Dalga, S., Aslan, K., Applied anatomy to the Gurcu goat's mandible in Kafkas and its clinical significance in regional anesthesia. *Turkish Journal of Veterinary Research*, 5 (2), 51-56, 2021b.
- Dalga, S., Aslan, K., Kırbaş Doğan, G., Morphometric analysis on the mandible of Hemsin sheep. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12 (1 ), 2017
- Demiraslan, Y., Gülbaz, F., Özcan, S., Dayan, M.O., Akbulut, Y., Morphometric analysis of the mandible of Tuj and Morkaraman sheep. *Journal of Veterinary Anatomy*, 7(2), 75-86, 2014.
- Demiraslan, Y., Özgel, Ö., Gürbüz, İ., Zümre, Ö. The mandibles of the Honamli and Hair goat (*Capra hircus*); a geometric morphometric study. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 68, 321-328, 2021. DOI: 10.33988/auvfd.759964
- Demiraslan, Y., Demircioğlu, İ., Güzel, B.C. Geometric analysis of mandible using semilandmark in Hamdani and Awassi sheep. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2023. DOI: 10.33988/auvfd. 1099535.
- Driesch, V.D.A. *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites*. Peabody Museum Bulletin I. Cambridge M.A. Harvard University, 60-62, 1976.
- Dursun, N. *Veteriner Anatomi I*. Medisan publisher, 104-107, 2008.
- Domenis, L., Zanardello, C., Giudice, A., Ratto, A., Abramo, F. Mandibular osteosarcoma in a goat. *Large animal Rewiev*, 24, 207-209, 2018
- Evans, H.E., de Lahunta, A. *Millers Anatomy of the Dog*. Fourth edition WB Saunders Company, Philadelphia, 104-105, 2013.

Gürbüz, İ., Demiraslan, Y., Aslan, K., Kırbaş, G., *Erkek kurt mandibula'sının morfometrik analizi*, 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, 7-10 Eylül 2015.

Gürbüz, İ., Demiraslan, Y., Gülbaz, F., Aslan, K. Malakan atı mandibulasının cinsiyete göre morfometrik özellikleri. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 32,3, 136-140, 2016.

Kalita, P.C., Singh, T.S., Choudhary, O.P., Debroy, S., Kalita, A., Doley, P.J. Morphological and applied anatomical studies on the head region of Malayan sun bear (*Helarctos malayanus*). *Journal of Animal Research*, 9, 5, 753-758, 2019. DOI: 10.30954/2277-940X.05.2019.19

Karimi, I., Onar, V., Pazvant, G., Hadipour, M.M., Mazaheri, Y., The cranial morphometric and morphologic characteristics of Mehraban sheep in Western Iran. *Global Veterinaria*, 6 (2), 111-7, 2011.

Keneisenuo, K., Choudhary, O.P., Priyanka, P., Kalita, P.C., Kalita, A., Doley, P.J., Chaudhary, J.K., Applied anatomy and clinical significance of the maxillofacial and mandibular regions of the barking deer (*Muntiacus muntjak*) and sambar deer (*Rusa unicolor*). *Folia Morphologica*, 80, 1, 170–176, 2020. DOI: 10.5603/FM.a2020.0061

Kırbaş, G., Akbulut, Y., İlgün, R., *Morphometric analysis of the mandible in terms of gender of red fox (vulpes vulpes) located in Kars*. 4. International VET Istanbul Group Congress, 11-13 Mayıs 2017.

Kırbaş Doğan, G., Gürbüz, İ., Demiraslan, Y., Takcı, İ., Macroanatomic and morphometric analysis of the Brown bear (*Ursus arctos horribilis*) mandible. *International Journal of Morphology*, 39(2), 587-591, 2021.

König H.E., Liebich, H.C., *Veteriner Anatomi (Evcil Memeli Hayvanlar)*, Medipres, 6. baskı, 71-72, 2015.

Ren, X.Y., Zhang, D., Zhu, W.L., Geometric morphometry of skulls characteristics of nine species of *Eothenomys*. *Pakistan Journal of Zoology*, 51(2), 467-474, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.2.467.474>

Rohlf, J.F., Marcus, L.F., A revolution morphometrics. *Trends in Ecology & Evolution*, 8(4),129-32, 1993. doi: 10.1016/0169-5347(93)90024-J. PMID: 21236128.

Mohamed, R., Anatomical and radiographic study on the skull and mandible of the Common Opossum (*Didelphis Marsupialis Linnaeus, 1758*) in the Caribbean. *Veterinary Sciences*, 5, 44, 2018. doi:10.3390/vetsci5020044



Mohamed, R., Driscoll, M., Mootoo, N. Clinical anatomy of the skull of the Barbados black belly sheep in Trinidad. *International Journal of Current Research in Medical Sciences*, 2 (8), 8-19, 2016.

Mylniczenko, N.D., Manharth, A.L., Clayton, L.A., Feinmehl, R., Robbins, M., Successful treatment of mandibular squamous cell carcinoma in a Malayan sun bear (*Helarctos malayanus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 36(2), 346-8, 2005. doi: 10.1638/03-118.1.

N.A.V. International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. *Nomina Anatomica Veterinaria (NAV)*. 6th ed., World Association of Veterinary Anatomists, Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil), 2017.

Özüdoğru, Z., İlgün, R., Özdemir, D. Hasmer koyunu mandibula'sı üzerinde makroanatomik ve morfometrik incelemeler. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (3), 218-223, 2019.

Özkan, E., Jashari, T., Gündemir, O., Gezer İnce, N., Morphometric analysis of the mandible of Bardhoka autochthonous sheep in Kosovo. *Anatomia Histologia Embryologia*, 49, 737–741, 2020. <https://doi.org/10.1111/ahe.12568>

Onar, V., Kahvecioğlu, O., Mutuş, R., Alpak, H., Alman kurt köpeklerinde mandibula'nın morfometrik analizi. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 23, 329-334, 1999.

Onuk, B., Kabak, M., Atalar, K.,: Anatomic and craniometric factors in differentiating Roe deer from sheep (*Ovis aries*) and goat (*Capra hircus*) skulls. *Archives of Biological Sciences Belgrade*, 65 (1), 133-141, 2013.

Shehu, S.A., Bello, A., Sonfada, M.L., Suleiman, H.M., Umar, A.A., Danmaigoro, A., Garba, S., Abdullahi, A.U., Morphometrical study of the mandibular bone of female Yankasa sheep. *International Journal of Current Science and Multidisciplinary Journal*, 2(1), 1-10, 2019.

Vignesh, K. R. A., Sankar, D., Veerabahu, M., Paneerselvam, E., Ganesh, V., Belinda, J., Singh, S., Bharathi, R. Evaluation of lingual fracture pattern of the mandible after bilateral sagittal split osteotomy with and without inferior border osteotomy. *International Journal of Health Sciences*, 6 (S2), 43–62, 2022. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS2.4964>

Yalçın, H., Kaya, M.A., Arslan, A. Comparative geometrical morphometries on the mandibles of Anatolian wild sheep (*Ovis gmelini anatolica*) and Akkaraman sheep (*Ovis aries*). Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16 (1), 55-61, 2010.

Yılmaz, B., İvesi koyunlarında (*Ovis aries*) mandibula'nın morfometrik incelemesi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9 (2), 189-193, 2020.

## A STUDY on CRANIUM TYPOLOGY in an ANATOLIAN WILD GOAT

**Associate Professor Gülseren KIRBAS DOĞAN<sup>1</sup>, Assistant Professor Fikret Özgür COŞKUN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kafkas University, Faculty of Veterinary, -0000-0003-3770-9956

<sup>2</sup>Kafkas University, Faculty of Dentistry, -0000-0002-6095-2818

### Abstract

Goats are mammals that situated the genus *Capra* from the subfamily Bovinae of the Bovidae family. In this study, it was aimed to determine the morphometric values and anatomical structure of the wild goat cranium. The superficial muscles of the cranium were dissected and then boiled and macerated. 43 morphometric measurements were taken from the cranium with the help of digital caliper and tape measure. The total length of the cranium was measured as 245 mm. Neurocranium length was determined as 160 mm and viscerocranium length was determined as 144 mm. The most important macroanatomically striking finding was the holes resembling the foramen nutricium, located in the same place on both sides in the cranial of the foramen infraorbitale. As a result, some findings of Wild goat cranium were obtained. It believe that the findings will contribute to anatomical, surgical, and archaeological studies.

**Keywords:** Anatomy, Cranium, Macroanatomy, Morfometry, Wild goat

### 1.INTRODUCTION

Morphometry is a method that allows statistical analysis in terms of numerical or graphical values of the length between two specific points or angles. The diversity of geographical regions, developmental stages, genetic, and environmental effects of living things can cause morphometric variations (Rholf and Marcus, 1993).

The wild goat (*Capra aegagrus*) is a wild goat species, inhabiting forests, shrublands, and rocky areas ranging from Turkey and the Caucasus in the west to Turkmenistan, Afghanistan, and Pakistan in the east. It has been listed as near threatened on the IUCN Red List and is threatened by destruction and degradation of habitat. It is one of the ancestors of the domestic goat (*Capra hircus*) (Anonim 1).

The entire skull skeleton is called cranium. It consists of two parts. Neurocranium is the part surrounding the brain. Viscerocranium (splanchocranium) is the part surrounding the oral and nasal cavities. Neurocranium consists of os occipitale, os interparietale, os sphenoidale, os pterygoideum, os ethmoidale, vomer, os temporale, os parietale, and os frontale (Dursun 2008, König-Liebich 2015).

In the presented study, macroanatomical and morphometric findings of the cranium of the Anatolian wild goat, a wild animal, were determined. It is thought that these findings will contribute to anatomical, surgical, and archaeological studies.

## 2.MATERIAL and METHODS

**2.1. Ethical approval:** The necessary permission for this study was received by the Ministry of Agriculture and Forestry (E.2242114/2018).

**2.2. Animals:** The cranium of a 3-4 years old male wild goat was used in the study. The cranium, the study material, was obtained from an animal that was brought to Kafkas University Wildlife Rescue and Rehabilitation Center injured but could not be saved despite all interventions.

**2.3. Maseration and morphometric analysis:** After the superficial muscles of the cranium were dissected, they were boiled and macerated. The sun-dried cranium was photographed with a Canon digital camera zoom lens 5X. 43 morphometric measurements were taken from the cranium with the help of digital caliper (0.00, BTS, UK) and tape measure (Driesh, 1976).

**2.4. Morphometric measurements (abbreviations):** Morphometric measurements are shown in Figure 1, Figure 2, Figure 3, Figure 4, and Figure 5.

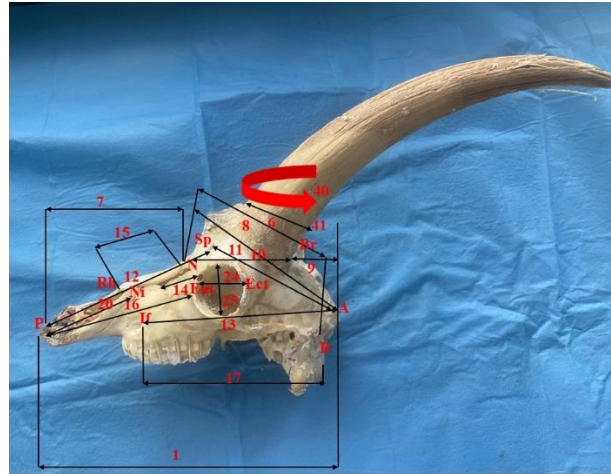
- L1. Profile length: akrokranion-prosthion
- L2. Condylbasal length: aboral border of occipital condyles-prosthion
- L3. Basal length: basion-prosthion
- L4. Short skull length: basion-premolare
- L5. Premolare-prosthion
- L6. Neurocranium length: basion-nasion
- L7. Viscerocranium length: nasion-prosthion
- L8. Median frontal length: akrokranion-nasion
- L9. Akrokranion-bregma
- L10. Frontal length: bregma-nasion
- L11. Upper neurocranium length: akrokranion-supraorbitale
- L12. Facial length: supraorbitale-prosthion
- L13. Akrokranion-infraorbitale of one side
- L14. Greatest length of the lacrimal: most lateral point of the lacrimal-the most oral point of the lacrimo-maxillar suture
- L15. Greatest length of the nasals: nasion-rhinion
- L16. Short lateral facial length: entorbitale-prosthion
- L17. From the aboral border of one occipital condyle to the infraorbitale of the same side
- L18. Dental length: postdentale-prosthion
- L19. Oral palatal length: palatinoorale-prosthion
- L20. Lateral length of the premaxilla: nasointermaxillare-prosthion
- L21. Length of the cheektooth row
- L22. Length of the molar row
- L23. Length of the premolar row
- L24. Greatest inner length of the orbit: ectorbitale-entorbitale

- L25. Greatest inner height of the orbit
- L26. Greatest mastoid breadth: otion-otion
- L27. Greatest breadth of the occipital condyles
- L28. Greatest breadth at the bases of the paraoccipital processes
- L29. Greatest breadth of the foramen magnum
- L30. Height of the foramen magnum: basion-opisthion
- L31. Least breadth of parietal: least breadth between the temporal lines
- L32. Greatest breadth between the lateral borders of the horncore bases
- L33. Greatest neurocranium breadth: greatest breadth of the braincase: euryon-euryon
- L34. Greatest breadth across the orbits: greatest frontal breadth: greatest breadth of skull: ectorbitale-ectorbitale
- L35. Least breadth between the orbits: entorbitale-entorbitale
- L36. Facial breadth between the orbits: entorbitale-entorbitale
- L37. Greatest breadth across the nasals
- L38. Greatest breadth across the premaxillae
- L39. Greatest palatal breadth: measured across the outer borders of the alveoli
- L40. Horncore basal circumference
- L41. Greatest (oro-aboral) diameter of the horncore base
- L42. Least (latero-medial) diameter of the horncore base
- L43. Length of the horncore on the front margin

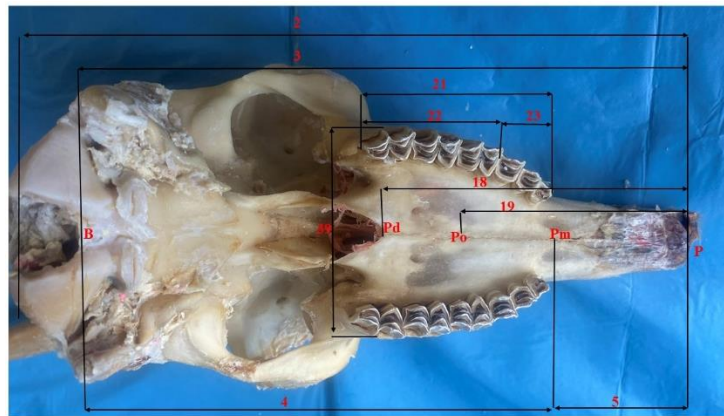
**2.5. Anatomical features:** Anatomical terms in cranium were used based on *Nomina Anatomica Veterinaria* (2017).

### 3.RESULTS

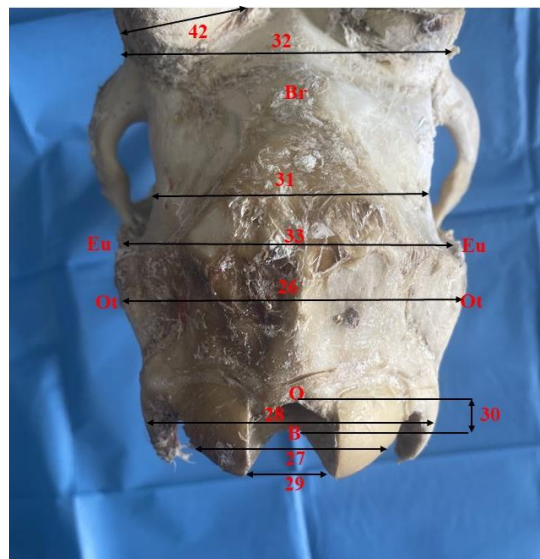
43 morphometric measurements were taken from the cranium with the help of digital caliper and tape measure. Total cranium length was measured as 245 mm. Neurocranium length was determined as 160 mm and viscerocranium length was determined as 144 mm. Facial length was determined as 155 mm. The most important macroanatomically striking finding was the holes resembling foramen nutricium, located in the same place on both sides in the cranial part of the foramen infraorbitale.



**Figure 1.** Measurement points taken from the lateral side of the wild goat cranium (**A:** Akrokranium, **N:** Nasion, **P:** Prosthion, **B:** Basion, **Br:** Bregma, **Sp:** Supraorbitale, **If:** Infraorbitale, **Rh:** Rhinion, **Ect:** Ectorbitale, **Ent:** Entorbitale, **Ni:** Nasointermaxillare)

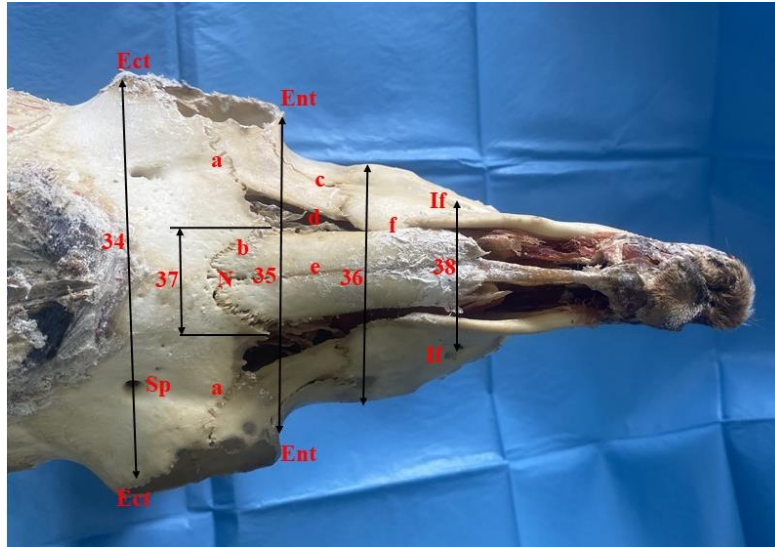


**Figure 2.** Measurement points taken from the ventral part of the wild goat cranium (**B:** Basion, **P:** Prosthion, **Pd:** Postdentale, **Po:** Palatinoorale, **Pm:** Premaxillare)



**Figure 3.** Measurements taken from the caudocranial of wild goat cranium (**Ot:** Otion, **O:** Opisthion, **Eu:** Euryon, **Br:** Bregma)





**Figure 4.** Measurement points and anatomical structures taken from the dorsal cranium of wild goat (**N:** Nasion, **Sp:** Supraorbitale, **If:** Infraorbitale, **Ect:** Ectorbitale, **Ent:** Entorbitale, **a:** Sutura frontolacimalis, **b:** Sutura frontonasalis, **c:** Sutura maxillolacimalis, **d:** Sutura nasolacimalis, **e:** Sutura internasalis, **f:** Sutura nasomaxillaris)



**Figure 5.** Distance between the extreme points of wild goat horns  
Morphometric results of the cranium are presented in Table 1.

**Table 1.** Length values taken from male wild goat cranium (L1-L43).

Length	Right mean (mm)	Left mean (mm)	General mean (mm)
L1	-	-	245
L2	-	-	225
L3	-	-	210
L4	-	-	145
L5	-	-	58

L6	-	-	160
L7	-	-	144
L8	-	-	143
L9	-	-	67
L10	-	-	85
L11	-	-	162
L12	-	-	155
L13	-	-	145
L14	40	39.91	39.95
L15	69.46	70.20	69.83
L16	141	142	141.5
L17	160	160	160
L18	-	-	130
L19	-	-	85
L20	-	-	60
L21	-	-	60
L22	-	-	35
L23	-	-	18
L24	39.49	42.70	41.09
L25	42.80	41.59	42.19
L26	-	-	125
L27	-	-	53.90
L28	-	-	79.48
L29	-	-	20.67
L30	-	-	22
L31	-	-	70.95
L32	-	-	101.20
L33	-	-	81.70
L34	-	-	119.10
L35	-	-	89.30
L36	-	-	74.08
L37	-	-	28.80
L38	-	-	35.50
L39	-	-	76.23



L40	160	150	155
L41	61.69	60.30	60.99
L42	41.78	44	42.89
L43	369.48	349.85	359.66

**mm:** millimeter, **L:** length

#### 4.DISCUSSION

Morphometric values of the cranium are found in sheep, goats, roe deer (Onuk et al., 2013), common opossum (Mohamed 2018), Angora goat (Kahvecioğlu et al. 2007), and different sheep breeds (Gündemir et al. 2023) has been reported. However, among wild animals, there are cave bears (Baryshnikov and Puzachenko 2020), Malayan sun bear (Kalita et al. 2019), red foxes (Atalar and Temizer 2009, Gürbüz et al. 2022a), golden palm civet (Gürbüz et al. 2022b), lynx (Dayan et al. 2017) also has studies on cranium morphometry. There are also studies conducted on a gender basis (Demircioğlu et al. 2021). However, no morphometric and macroanatomical study was found on the cranium of the male wild goat that lives in Turkey. The aim of the study was to determine the macroanatomical values and morphometric parameters of a male wild goat cranium.

Total head length has been reported as 196 mm in roe deer (Onuk et al. 2013), 478 mm in Mizoram goats (Choudhary et al. 2020), 535 mm in Mehraban sheep (Karimi et al., 2011), 382 mm in donkey (Zhu et al., 2014), 477 mm in Markhoz goat (Goodarzi & Hoseini, 2014), 461 mm in blackbuck (Choudhary & Singh, 2015), 465 mm in dromedary camel (Choudhary et al., 2016), 705 mm in wild pig (Choudhary et al., 2017), 535 mm in Zovawk pigs (Choudhary et al., 2019), 246 mm in Barbados Black Belly Sheep (Din et al. 2020), 204 mm in Mor karaman sheep, 198 mm in Tuj sheep (Özcan et al. 2010), 197 mm in female Beetal goat, 199 mm in male Beetal goat (Din et al. 2020), 207 mm in Hamdani sheep (Dayan et al. 2023), 208 mm in Abaza goats (Dalga and Aslan 2021), 241 mm in Hemsin sheep (Dalga et al. 2018) and, 804 mm in Malayan Sun bear (Kalita et al. 2019). When compared with the animal species in the literature, it is understood that it has a cranium almost the same as the Barbados Black Belly sheep (Mohamed et al. 2016), larger than the roe deer (Onuk et al. 2013) but smaller than other species.

#### 5.CONCLUSION

As a result, it is thought that the morphometric results obtained from the cranium of the wild goat, a wild animal in the Eastern Anatolia region, will contribute to anatomical, archaeological, and surgical studies.

#### 6.REFERENCES:

- Anonim 1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Wild\\_goat](https://en.wikipedia.org/wiki/Wild_goat).Erişim tarihi:18.08.2023  
Atalar, Ö., Temizer, A., Vaşak, sansar, tilki ve kurtta ossa faciei'nin karşılaştırmalı anatomisi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 23 (2), 107 – 110, 2009.

- Baryshnikov, G.F., Puzachenko, A.Y., Morphometry of lower cheek teeth of cave bears (*Carnivora, Ursidae*) and general remarks on the dentition variability. *Boreas*, 2020 DOI 10.1111/bor.12447
- Choudhary, O. P., Singh, I., Morphometrical studies on the skull of Indian blackbuck (*Antelope cervicapra*). *Int. J. Morphol.*, 33(3):868-76, 2015.
- Choudhary, O. P., Singh, I., Morphological and radiographic studies on the skull of Indian blackbuck (*Antelope cervicapra*). *International Journal of Morphology*, 34(2), 775-83, 2016.
- Choudhary, O. P., Kalita, P. C., Doley, P. J., Kalita, A., Applied anatomy of the head region of the Indian wild pig (*Sus scrofa*) and its clinical value during regional anesthesia. *Journal of Animal Resource*, 7(2), 339-44, 2017.
- Choudhary, O. P., Kalita, P. C., Doley, P. J., Kalita, A., Arya, R. S., Morphological studies on the cranial bones of Mizoram goats. *Indian Journal of Small Ruminant*, 25(1), 128-30, 2019.
- Choudhary, O.P., Priyanka, P.C., Kalita, R.S., Arya, A., Kalita, P.J., Doley, Keneisenuo., A morphometrical study on the skull of goat (*Capra hircus*) in Mizoram. *International Journal of Morphology*, 38(5),1473-1478, 2020.
- Din, S., Masood, S., Zaneb, H., Rehman, H., Ashraf, S., Khan, I., Shah, M., Hadi, S. A. An osteometric study of the skull of adult beetal goat. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 30(4), 828-835, 2020.
- Dalga, S., Aslan, K., Akbulut, Y., A morphometric study on the skull of the Hemshin sheep. *Van Veterinary Journal*, 29 (3), 125-129, 2018.
- Dalga, S., Aslan, K., Morphological and osteometric analysis of the skull in Abaza goats (*Capra aegagrus*). *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*,14 (1), 35-38, 2021. DOI: 10.47027/duvetfd.883353
- Dayan, M.O., Demircioğlu, İ., Koçyiğit, A., Güzel, B.C., Aksünger Karaavci, F. Morphometric analysis of the skull of Hamdani sheep via Three-Dimensional modelling. *Anatomia Histologia Embryologia*, 52, 215–222, 2023.
- Dayan, M.O., Gürbüz, İ., Demiraslan, Y., Özgel, Ö., Craniometric measurements of the male Eurasian lynx from Turkey. *Animal and Veterinary Sciences*, 5(1), 15-20, 2017.
- Demircioğlu, İ., Demiraslan, Y., Gürbüz, İ., Dayan M.O., Geometric morphometric analysis of skull and mandible in Awassi ewe and ram. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 43-49, 2021. DOI: 10.9775/kvfd.2020.24714
- Driesch, V.D.A. *A Guide to the measurement of animal bones from archaeological sites*, Peabody Museum Bulletin I. Cambridge M.A. Harvard University, 60-62, 1976.
- Dursun, N., *Veteriner Anatomi I*, Medisan publisher,104-107, 2008.
- Gürbüz, İ., Demiraslan, Y., Aksünger Karaavci, F., Yılmaz, O., Demircioğlu, İ., Geometric morphometric analysis on the skull of the Red fox (*Vulpes Vulpes*). *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 001-007, 2022a.
- Gürbüz, İ., Demiraslan, Y., Rajapakse, C., Weerakoon, D.K., Fernando, S., Spataru, M.C., Gündemir, O., Skull of the Asian (*Paradoxurus Hermaphroditus*) and the golden (*Paradoxurus Zeylonensis*) palm civet: Geometric morphometric analysis using palate, tooth and frontal landmarks. *Anatomia Histologia Embryologia*, 51, 718–727, 2022b.

- Gündemir, O., Duro, S., Szara, T., Koungoulos, L., Jashari, T., Demircioğlu, İ., Hadžiomerović, N., Ileski, V., Melnyki, O.P., Melnyk, O.O., Skull variation in different breeds sheep from Balkan countries. *Annals of Anatomy*, 249, 152083, 2023.
- Goodarzi, N., Hoseini, T.S. Morphologic and osteometric analysis of the skull of Markhoz goat (*Iranian angora*). *Veterinary Medicine International*, 972682, 2014.
- Kahvecioğlu, O., Alpak, H., Onar, V., Pazvant, G., The evaluation magnetic resonance images of cranium in Angora goats. *Indian Veterinary Journal*, 84, 1298 -1300, 2007.
- Kalita, P.C., Singh, T.S., Choudhary, O.P., Debroy, S., Kalita, A., Doley, P.J., Morphological and applied anatomical studies on the head region of Malayan sun bear (*Helarctos malayanus*). *Journal of Animal Research*, 9 (5), 753-758, 2019. DOI: 10.30954/2277-940X.05.2019.19
- Karimi, I., Onar, V., Pazvant, G., Hadipour, M.M., Mazaheri, Y. The cranial morphometric and morphologic characteristics of Mehraban sheep in Western Iran. *Global Veterinaria*, 6 (2), 111-7, 2011.
- König, H.E., Liebich, H.C., *Veteriner Anatomi (Evcil Memeli Hayvanlar)*, Medipres, 6. baskı, 71-72, 2015.
- Onuk, B., Kabak, M., Atalar, K., Anatomic and craniometric factors in differentiating Roe deer (*Capreolus capreolus*) from sheep (*Ovis aries*) and goat (*Capra hircus*) skulls. *Archives of Biological Sciences Belgrade*, 65 (1), 133-141, 2013.
- Özcan, S., Aksoy, G., Kürtül, İ., Aslan, K., Özüdoğru, Z. A., Comparative morphometric study on the skull of the Tuj and Morkaraman sheep. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 111-114, 2010. DOI:10.9775/kvfd.2009.518
- Ren, X.Y., Zhang, D., Zhu, W.L., Geometric morphometry of skulls characteristics of nine species of *Eothenomys*. *Pakistan Journal of Zoology*, 51 (2), 467-474, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.2.467.474>
- Rohlf, J.F., Marcus, L.F., A revolution morphometrics. *Trends in Ecology & Evolution* 8 (4),129-32, 1993. doi: 10.1016/0169-5347(93)90024-J. PMID: 21236128.
- Mohamed, R., Anatomical and radiographic study on the skull and mandible of the Common opossum (*Didelphis Marsupialis Linnaeus, 1758*) in the Caribbean. *Veterinary Science*, 5, 44, 2018. doi:10.3390/vetsci5020044
- Mohamed, R., Driscoll, M., Mootoo, N., Clinical anatomy of the skull of the Barbados black belly sheep in Trinidad. *International Journal of Current Research in Medical Sciences*, 2 (8), 8-19, 2016.
- N.A.V. International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. *Nomina Anatomica Veterinaria* (NAV), 6th ed., World Association of Veterinary Anatomists, Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil), 2017.
- Zhu, L., Shi, X. D., Wang, J. J., Chen, J. G., A morphometric study on the skull of donkey (*Equus asinus*). *International Journal of Morphology*, 32(4), 1306-10, 2014.

## KENGER (*GUNDELIA*) BİTKİSİNİN HALK ARASINDA KULLANIMLARI

**Doç.Dr. Metin ARMAĞAN<sup>1</sup>, Prof. Dr. Osman TUGAY<sup>2</sup>, Doç.Dr. Aşlı DOĞRU-KOCA<sup>3</sup>,  
Doç. Dr. Golshan ZARE<sup>4</sup>, Prof. Dr. Osman KOLA<sup>5</sup>, Prof. Dr. Nur TAN<sup>6</sup>, Prof. Dr.  
Mahmud MİSKİ<sup>7</sup>, Dr. Ernst P. VITEK<sup>8</sup>**

<sup>1</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya,  
Türkiye, – Orcid ID: 0000-0002-3913-954X

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, Konya, Türkiye,  
- Orcid ID: 0000-0003-3980-7648

<sup>3</sup> Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, BiKoF, Ankara, Türkiye,  
Orcid ID: 0000-0001-7477-0225

<sup>4</sup> Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, Ankara,  
Türkiye, - Orcid ID: 0000-0002-5972-5191

<sup>5</sup> Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda  
Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye, - Orcid ID: 0000-0003-0000-248X

<sup>6</sup> İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, -  
Orcid ID: 0000-0001-7958-1917

<sup>7</sup> İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye,  
Orcid ID: 0000-0003-2653-0563

<sup>8</sup> Naturhistorisches Museum Wien, Department of Botany, Wien, Austria,  
- Orcid ID: 0000-0002-8977-1754

### ÖZET

*Gundelia tournefortii* L. uzun yıllar monotipik bir cins olarak kabul edilmiştir. Fakat son yıllarda hem komşu ülkelerde hem de ülkemizde birçok yeni takson yayınlanmıştır. *Gundelia*, kayalık kireçtaşı veya magmatik yamaçlar, bozkır, meşe açıklıkları veya çam ormanları, bazen nadasa bırakılmış tarlalarda, arpa veya mısır tarlalarında, genellikle kırmızımsı topraklarda, bazen yol kenarında sık görülen, deniz seviyesinden (0–) 20–2500 m yükseklikte yaşayan yabancı bir ottur. Türkiye’de, İran’da, Kafkaslar ve Ortadoğu’da halk *Gundelia* (Kenger)’yü doğadan toplayarak tüketmektedir. Bugün İsrail ve Cezayir’de *Gundelia tournefortii*’nin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde Konya’nın kurak ve kumlu topraklarından Hakkari’nin dağ çayırlarına kadar doğal olarak pek çok farklı habitatta yayılış göstermektedir. Arazi çalışmaları ile Kenger’in halk arasında kullanımı ile ilgili bilgiler yüz yüze görüşme yöntemi ile derlenmiştir. Kişilerle soru-cevap şeklinde mülakata dayalı görüşmeler yapılmış ve konuşma anında kişilerin izniyle ses kaydı alınmıştır. Genelde sakız ve yemek yapımında kullanılmak üzere toplanmaktadır. Kenger (*Gundelia*) halk tarafından gıda olarak tüketilmektedir. Halk bitkiyi ilkbahar mevsiminde topraktan vejetatif kısmı ilk çıktığında toplamakta, bu taze gövdeleri temizleyerek çeşitli işlemlerden sonra kullanmaktadır. Genelde yumurtalı kavurması,

pilavı, salamurası ve sakızı bilinmektedir. Ayrıca kahve olarak, çerez olarak ve hayvan yemi olarak da tüketilmektedir. Özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde halk doğadan toplayarak ya kendisi tüketmekte ya da satarak gelir elde etmektedir. Özellikle Kenger sakızı ve Kenger çerezi iyi bir gelir kaynağı olmuştur. Sakız için *G. munzuriensis*, *G. komagenensis* ve *G. glabra* kullanılmaktadır. Bitlis ve Muş'ta salamura yapımı çok fazla tercih edilmektedir. Bütün bunlar göz önüne alındığında özellikle Hakkari, Şırnak ve Van'da *G. rosea*'nın üretimi yapılarak ticaret hacmi ve ekonomik getirisi sağlanabilecektir.

**Anahtar Kelimeler :** Kenger, sakız, kahve, yemek, kültür, geleneksel gıda.

## 1. GİRİŞ

*Gundelia tournefortii*, şimdi bildiğimiz şekliyle, ilk kez Yakın Doğu'da Alman hekim, botanikçi ve gezgin Leonhard Rauwolf [Leonhart Rauwolff] tarafından yapılmış en eski doğa tarihi koleksiyonlarından birinde kaydedilmiştir (Hind 2013). Sonraları *Silybum marianum* (L.) Gaertn olduğu düşünülmüş ve başkaları da çiçek kümelerinin benzerliğinden dolayı *Eryngium Surgeryum foliis Chamaeleontis longis & spinosis* ismini önermiştir (Hind 2013).

İlk kez bugünkü geçerli ismiyle bitkiyi Linnaeus (1753) tanımlamıştır. *Gundelia tournefortii* uzun yıllar monotipik bir cins olarak kabul edilmiştir. Fakat son yıllarda hem komşularımızda hem de ülkemizde birçok yeni takson yayınlanmıştır. Bazı sinonim olarak kabul edilen taksonlarda tekrar tür seviyesinde yayınlanmışlardır. 2016 yılına kadar Ermenistan'dan iki tür ve bir alttür (*G. aragatsi*, *G. aragatsi subsp. steineri*, *G. armeniaca*), Tunceli ve çevresinden üç yeni tür (*G. dersim*, *G. munzuriensis* ve *G. vitekii*) yayınlanmışlardır (Vitek vd. 2010, Vitek vd. 2014, Nersesyan 2014, Armağan 2016). Bu yayınlardan sonra *Gundelia* tür sayısında hızlı bir yükseliş gerçekleşmiş peş peşe birçok yeni türler yayınlan ve böylece takson sayısı 19'a yükselmiştir (Fırat 2016, 2017a, 2017b, 2017c, 2018, 2019, 2021, Vitek ve Noroozi 2017a, 2017b, Vitek 2018a, 2018b, Çakılcıoğlu vd., 2018).

*Gundelia*, kayalık kireçtaşı veya magmatik yamaçlar, bozkır, meşe açıklıkları veya çam ormanları, bazen nadasa bırakılmış tarlalarda, arpa veya mısır tarlalarında, genellikle kırmızımsı topraklarda, bazen yol kenarında sık görülen, deniz seviyesinden 2500 m yüksekliklere kadar yaşayabilen bir bitkidir (Hind, 2013).

*Gundelia* İran, Suriye, Irak, Azerbaycan, Ürdün, Filistin, Ermenistan ve Türkiye de dahil olmak üzere birçok ülkenin yarı çöl bölgelerinde yetişmektedir (Karis vd., 2001; Çakılcıoğlu vd., 2011; Matthaus ve Özcan, 2011). Halk hekimliğinde, *Gundelia* türlerinin bitkisel ilaç olarak kullanımı vardır. İsrail, Filistin ve Suriye'de "akub" (Halabi vd., 2005), İran'da "kangar" (Mosaddegh vd., 2012), Türkiye'de "kenger" olarak bilinmektedir (Çakılcıoğlu vd., 2011). Gövde, çiçek, yaprak ve tohumları besin olarak kullanılır (Çoruh vd., 2007; Duke, 2008; Ali-Shtayeh vd., 2008). Bu tür üzerine yapılan birçok kimyasal çalışma ve hatta in vivo çalışmalarda bazı farmakolojik etkileri ortaya konmuştur. Geleneksel tıbbın çok değerli farmakolojik özellikleri ve sık kullanımları göz önüne alındığında, *G. tournefortii* bulaşıcı hastalıkların, sindirim bozukluklarının, kanserin ve yüksek tansiyonun tedavisinde kullanılabileceğine dair bilgiler derlenmiştir (Asadi-Samani vd., 2013).

*Gundelia* (Kenger), halk arasında karaciğer hastalıklarında, diyabet (Asgary vd., 2011), kalp krizi riski olan kişiler tarafından göğüs ağrılarında, mide ağrılarında, vitiligo, ishal ve bronşit, kanser (Shirzad vd., 2011; Azadmehr vd., 2011), arteriosklerozis (Asgary vd., 2012; Rafieian-



Kopaei vd., 2011) hastalıklarının tedavisinde ve besin olarak yaygın olarak tüketilmektedir. Ancak sadece *Gundelia tournefortii* türü üzerinde yapılmış olan kısıtlı kimyasal içeriklerinin belirlenmesi yönünde araştırmalar bulunmaktadır (Asadi-Samani vd. 2013). Asadi-Samani (2013) *Gundelia*'nın yemek olarak tüketiminden topraktaki ağır metalleri biriktirmesine kadar çok kapsamlı ve değişik amaçlarla kullanımının olduğundan bahsetmektedir. Geleneksel olarak karaciğer hastalığı, şeker hastalığı, göğüs ağrısı, kalp krizi, gastrik ağrı, vitiligo, ishal, bronşit gibi rahatsızlıklar için kullanıldığını bildirmiştir. Ali-Shtayeh vd. (2008) Filistin'in farklı ilçelerinden toplam 15 yerel halk topluluğu ile çalışmış ve *Gundelia tournefortii*'nin etnobotanik kullanımını araştırmıştır.

Etnobotanik açıdan Türkiye'de *Gundelia* türlerinin kullanımlarına ilişkin literatür incelendiğinde, bu türlerin kök, gövde, tohumları ve lateksinden elde edilen sakızının halk arasında tıbbi amaçla kullanıldığı görülmektedir. Karaciğer rahatsızlıkları, vitiligo, kanser, diyabet, göğüs ağrısı, damar tıkanıklıkları, kansızlık, ayak mantarı gibi çeşitli rahatsızlıklarda tercih edildiği bilinen *Gundelia* türlerinden, *G. tournefortii* var. *tournefortii*, *G. tournefortii* var. *armata*, *G. mesopotamica* ve *G. rosea* türlerinin ülkemizde diyabet tedavisinde kullanıldığına ilişkin etnobotanik kayıtlar bulunmaktadır (Dalar vd., 2019; Doğan, 2014; Ertas vd., 2021; Kılıç, 2019). Ayrıca, *Gundelia tournefortii* var. *tournefortii* türünün lateks, tohum, gövde, tohum ve kahvesinin vitiligo tedavisinde kullanımı literatürde kayıtlıdır (Altundag ve Ozturk, 2011; Özgökçe ve Özçelik, 2004).

## 2. ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Proje kapsamında arazi çalışmaları düzenlenen bölgelerde Kenger'in halk arasında kullanımı ile ilgili bilgiler yüz yüze görüşme yöntemi ile derlenmiştir. Kişilerle soru-cevap şeklinde mülakata dayalı görüşmeler yapılmış ve konuşma anında kişilerin izniyle ses kaydı alınmıştır. Kişilerin yaşları, öğrenim durumları, yaşadıkları şehir, bilgiyi nereden edindikleri, bitkiyi nasıl kullandıkları, ne zaman toplama yaptıkları, kendilerinden sonra bunun devam edip etmeyeceği gibi sorular sorulmuştur. Yapılan arazi çalışmalarında daha hızlı ve kullanışlı olduğu için halkla yapılan görüşmeler ses kaydı olarak alınmıştır. Ses kaydının başında adı, soyadı, yaşadığı yer bilgileri sorulduktan sonra vereceği bilgilerin araştırmamızda kullanılabileceğine dair izin istenmiştir.

## 3. SONUÇLAR

Yüz yüze görüşme yöntemi ile soru-cevap şeklinde mülakata dayalı yapılan görüşmelerde kengerin genelde sakız amaçlı ve yemek amaçlı toplandığı belirlenmiştir (Çizelge 1). Araştırmaya katılanlardan sadece bir kişi kenger bitkisinin suyunu sağlığa faydalı olduğunu düşündüğü için içtiğini söylemiştir. Bu nedenle Çizelge 1'de ona ayrıca bir sütun açılmamıştır.

### Çizelge 1. Kengerin (*Gundelia*) Halk Arasında Kullanımlarına İlişkin Yapılan Araştırmada Alınan Veriler.

Cinsiyet	Yaş	Meslek	Öğrenim	Yemek	Çiğ	Salamura	Sakız	Kahve	Çerez	Yem
Kadın	47	Evhanımı	Yok	+			+			+
Kadın	68	Evhanımı	Yok	+	+					
Kadın	47	Evhanımı	İlkokul	+		+				

Kadın	61	Evhanımı	İlkokul					+			
Kadın	70	Evhanımı	Yok		+						
Kadın	60	Zanaatkar	Lise		+						
Erkek	76	İşçi	İlkokul		+						
Kadın	70	Evhanımı	İlkokul	+	+						+
Kadın	63	Evhanımı	İlkokul					+			+
Kadın	65	Evhanımı	Yok	+		+					
Kadın	40	Evhanımı	Lise	+		+					
Kadın	57	Evhanımı	İlkokul	+		+		+	+		
Erkek	59	Çiftçi	İlkokul	+				+			
Erkek	55	Çiftçi	İlkokul	+	+			+			
Erkek	49	Öğretmen	Lisans	+				+			+
Erkek	57	Çiftçi	İlkokul	+				+			
Erkek	58	Çiftçi	İlkokul					+			
Erkek	20	Öğrenci	Lisans	+							
Kadın	19	Öğrenci	Lisans	+		+					
Kadın	19	Öğrenci	Lisans					+			
Kadın	20	Öğrenci	Lisans	+							
Kadın	21	Öğrenci	Lisans	+		+		+			
Kadın	20	Öğrenci	Lisans		+			+			
Erkek	37	Esnaf	Lise			+					
Kadın	44	Evhanımı	Yok	+		+		+			
Erkek	44	İdareci	Lisans		+			+			
Erkek	55	Esnaf	İlkokul	+		+		+			
Kadın	62	Evhanımı	İlkokul	+		+		+			
Erkek	32	Öğretmen	Lisans	+		+		+			
Erkek	34	Öğretmen	Lisans	+	+			+			+
Kadın	29	Öğretmen	Y.Lisans		+	+					
Erkek	31	Öğretmen	Lisans			+		+			
Erkek	57	İşletmeci	İlkokul	+		+		+			
Kadın	43	Evhanımı	İlkokul	+		+					
Erkek	50	İşletmeci	İlkokul	+		+		+		+	
Erkek	32	Askeri Personel	Lisans	+							
Erkek	51	Askeri Personel	Lisans	+							
Erkek	50	Çiftçi	Ortaokul	+							
Erkek	50	Çiftçi	İlkokul	+							
Erkek	73	Kahveci	İlkokul		+			+			
Erkek	65	İşçi	İlkokul	+				+			+
Erkek	72	Çiftçi	İlkokul		+			+			
Kadın	64	Çiftçi	İlkokul	+				+			
Erkek	57	Çoban	İlkokul	+						+	
Erkek	32	Esnaf	İlkokul					+	+		
Erkek	51	Memur	Ortaokul	+							
Erkek	56	Çoban	İlkokul						+		
Kadın	63	Evhanımı	İlkokul						+		

**Yemek:** Katılımcılar kengeri her yemeğe koyabildiklerini belirttiler. Kızartması, pilavı, etli yemeği, çorbası ve mezesi yapılmaktadır. **Kavurma:** Dikenlerinden temizlenen bitki haşlanıp süzülür. Soğan, domates, biber ve salçayı kavurulur. Daha sonra üstüne yumurta ve kenger eklenip orta ateşte pişirilerek sunulur. **Bulama:** Kenger haşlanıp iyice süzülür. Un, yumurta, tuz ve kenger harmanlanıp kızgın yağda kızartılır. **Meze:** Haşlayıp yoğurtlanarak meze gibi soğuk tüketilir. **Pancer (yemek çeşidi):** Ispanak gibi haşlandıktan sonra sıkılarak ve süzülerek suyu alınır. Soğan, biber, salça gibi malzemelerle karıştırılıp pişirilerek yenir. **Pilav:** Önce haşlanıp süzülür, tencerenin alt kısmına konur ve üstüne pilav malzemeleri konarak kısık ateşte pişmeye bırakılır. **Etli yemek:** Salça, parça yağlı et ve kenger birlikte pişirerek yapılır. Salça önce kavrulup diğer malzemeler üstüne katılır biraz da ekşi katılır. Ayrıca kengerlerin kabukları soyulup **çiğ** olarak da tüketilmektedir. Bu amaçlarla toplanan kengerler Görsel 1’de görüldüğü gibi tezgahlarda satışa sunulmaktadır.



**Görsel 1. Diyarbakır’da Tezgahlarda Doğadan Toplanarak Satışa Sunulan *Gundelia mesopotamica*.**

**Tedavi amaçlı:** Sadece bir kişi kengeri kaynatıp suyunu içtiklerini acı olmasına rağmen şifa verici olduğunu söyledi.

**Sakız:** Bitkiden elde edilen sütü ile sakız yapılmakta ve bu sakızları hem kendileri kullanmaktalar hem de satışı yapılmaktadır. Kenger yeni çiçek açtığında gövdesi kesilir (Görsel 2) veya mevsim sonunda kurduğunda toprak biraz kazılarak kökü kesilir, kesilen kısımdan



akan sıvı kurumaya bırakılır. Bir gün sonra bunlar toplanarak bir kabın içinde sıcak su ile karıştırılarak içerisindeki kum ve taş gibi maddelerden ayrıştırılır. Daha sonra temiz su içine aktarılıp acılığının giderilmesi sağlanır ve tüketime hazır hale gelir.



**Görsel 2. Sakız Üretimi İçin Kesilen *Gundelia anatolica* Gövdesi.**

**Tatlandırıcı:** Bir katılımcı kengerin diken ve tohumlarını öğütüp pekmeze eklediklerini, böylece fazla şekeri aldığını ve hoş bir tat bıraktığını söyledi.

**Hayvan yemi:** Kengerin soyulan kabuk ve dalları veya mevsim sonunda kuruduktan sonra bütünü hayvan yemi olarak kullanılmaktadır.

**Turşu yapımı:** İlkbahar mevsiminde taze kengerler toplanarak, suyla yıkanıp temizlendikten sonra sıcak su, sirke ve tuz ile turşusu kurulmaktadır.

**Kahve yapımı:** Kengerler tam olarak kurduğunda değnekle çırpılarak bir kova veya çuval içine tohumları toplanır. Bu tohumlar sac üzerinde kavrulur, sonra kahve makinesinde çekilir veya havan gibi bir aletle ezilir. Büyük parçalarından ezilerek elde edilen tozu ayrıştırılarak kahve elde edilir. Bu haliyle normal kahve gibi su ve şeker ile pişirilerek tüketilir.

**Çerez:** Hakkari, Van ve Şırnak'ta *Gundelia rosea* meyveleri tam olarak kurduğunda değnekle çırpılarak bir kova veya çuval içine toplanır. Bu şekilde Irak'taki fabrikada işlenmek üzere satılırlar. Ayçekirdeği gibi tuzla kavrularak satışa sunulmaktadır (Görsel 3).

**Bilgilerin elde edildiği kaynak:** Hemen hemen bütün katılımcılar bilgileri aile büyüklerinden öğrendiğini hatta onlar için bir geçim kaynağı olduğunu belirttiler fakat artık pek kullanılmadığını her geçen yıl kullanımını bilenlerin azaldığını ifade ettiler. Sadece bir

katılımcı arkadaş çevresinden öğrendiğini ve birkaç katılımcı da çocuklarının da devam edeceğini belirttiler.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Say ve Güzeler (2016), *Gundelia* bitkisinin yaprakları, gövdesi, kökleri ve tohumunun gıda olarak tüketildiğini, tohumunun ise ham yağ (%16,2) ve ham protein (%12,6) bakımından zengin olduğunu bildirmiştir. Khanzadeh vd. (2012), *Gundelia tournefortii* tohum yağlarının fiziksel özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada, *Gundelia* tohum yağının oleik asit ve linoleik asit içeriklerini sırasıyla %27,99 ve %54,59, doymamış yağ asitlerinin toplam içeriğinin ise %82,58 olduğunu tespit etmişlerdir. Bu değerler, soya fasulyesi ve ayçiçek yağlarına ait oleik ve linoleik asit içerikleriyle benzerdir. Bu açıdan kengerlerin alternatif gıda maddesi olarak değerlendirilmesi ülke ekonomisi için pozitif katkı sağlayacaktır.



**Görsel 3. Çerez Olarak Tüketilen Gundelia rosea Meyveleri.**

Halk bitkiyi ilkbahar mevsiminde topraktan vejetatif kısmı ilk çıktığında toplamakta, bu taze gövdeleri temizleyerek çeşitli işlemlerden sonra kullanmaktadır. Genelde yemek, salamura ve sakızı çok bilinmektedir. Ayrıca kahve olarak, çerez olarak ve hayvan yemi olarak tüketilmektedir. Bir zamanlar İç Anadolu'da da çok tüketilmekte iken şimdilerde unutulmaya yüz tutmuştur. Fakat Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde halkımız hala toplamayarak

ya kendisi tüketmekte ya da satarak gelir elde etmektedir. Özellikle Kenger sakızı ve Kenger çerezi iyi bir gelir kaynağı olmuştur.

Türkiye’de, İran’da, Kafkaslar ve Ortadoğu’da halk *Gundelia* (Kenger)’yü doğadan toplayarak tüketmektedir. Bugün İsrail ve Cezayir’de gıda amaçlı olarak *Gundelia tournefortii*’nin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde ise doğal olarak pek çok alanda yayılış göstermektedir. Örneğin, Muş ovasında tarımın yapılmadığı mera alanında, neredeyse tarla halinde, doğal olarak yetişmektedir. Kenger bitkisi Konya’nın kurak ve kumlu topraklarından Hakkari’nin dağ çayırına kadar çok farklı habitatlarda yetişebilmektedir. Hakkari ve Şırnak’ta yöre halkı dağlardan topladığı kenger tohumlarını hatırı sayılır bir ücrete yurt dışına satmaktadır.

Bütün bunlar göz önüne alındığında özellikle Hakkari, Şırnak ve Van’da *G. rosea*’nın üretimi yapılarak ekonomik getiri sağlanabileceği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen 119Z882 numaralı “*Gundelia* L. (Kenger) Cinsinin Türkiye İçin Revizyonu” başlıklı projenin verilerinden hazırlanmıştır. Projemizin (TÜBİTAK-1001, 119Z882 nolu proje) finansal desteğini sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)’na teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

Ali-Shtayeh, M.S., Jamous, R.M., Al-Shafie, J.H., Elgharabah, W.A., Kherfan, F.A., Qarariah, K.H., Khdaif, I.S., Soos, I.M., Musleh, A.A., Isa, B.A., Herzallah, H.M., Khlaif, R.B., Aiash, S.M., Swaiti, G.M., Abuzahra, M.A., Haj-Ali, M.M., Saifi, N.A., Azem, H.K., Nasrallah, H.A. 2008. “Traditional knowledge of wild edible plants used in Palestine (Northern West Bank): A comparative study”, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 4, 13.

Altundağ, E. ve Öztürk, M. 2011. “Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey”, *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 19, 756-777. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.195>

Armağan, M. 2016. “*Gundelia vitekii* (Compositae), a new species from Turkey”, *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien Serie B*, 118, 129-134.

Asadi-Samani, M., Rafieian-Kopaei, M., Azimi, N. 2013. “*Gundelia*: A Systematic Review of Medicinal and Molecular Perspective”, *Pakistan Journal of Biological Sciences* 16(21), 1238-1247.

Asgary, S., Moshtaghian, S.J., Setorki, M., Kazemi, S., Refieian-Kopaei, M., Adelnia, A., Shamsi, F. 2011. “Hypoglycaemic and hypolipidemic effects of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) on alloxan-induced diabetic rats”, *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* 5, 2620-2626.

Azadmehr, A., Baradaran, B., Hajiaghaee, R., Monsef-Esfahani, H., Refieian-Kopaei, M., Darani, H.Y., Shirzad, H. 2011. “Evaluation of in vivo immune response activity and invitro anti-cancer effect by *Scrophularia megalantha*”, *J. Med. Plant Res.* 5, 2365-2368.



- Çakılcıoğlu, U., Khatun, S., Türkoğlu, I., Hayta, S. 2011. "Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Maden (Elazığ-Turkey)", *Journal of Ethnopharmacology*, 137(1), 469-486.
- Çakılcıoğlu, U., Yüce Babacan, E., Vitek, E. 2018. "Gundelia asperrima (Compositae) – a Species Endemic in Turkey", *Annalen Des Naturhistorischen Museums in Wien Serie B Für Botanik Und Zoologie*, 120, 241-46.
- Çoruh N., Celep A. G., Özgökçe F., İscan M. 2007. "Antioxidant capacities of Gundelia tournefortii L. extracts and inhibition on glutathione-S-transferase activity", *Food Chemistry*, 100, 1249-1253.
- Dalar, A., Zengin, G., Mükemre, M., Bengu, A. S., İşler, S. 2019. "Gundelia rosea seed: Evaluation of biopharmaceutical potential and bioactive composition", *South African Journal of Botany*, 125, 505-510. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.08.024>
- Doğan, A., 2014. Pertek (Tunceli) Yöresinde Etnobotanik Araştırmalar. "Doktora" Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Botanik Ana Bilim Dalı, 459 sayfa, İstanbul.
- Duke, J.A. 2008. *Duke's Handbook of Medicinal Plants of the Bible*. USA: CRC Press.
- Ertas, A., Fırat, M., Yener, I., Akdeniz, M., Yiğitkan, S., Bakır, D., Çakır, C., Abdullah Yılmaz, M., Öztürk, M., Kolak, U., 2021. "Phytochemical Fingerprints and Bioactivities of Ripe Disseminules (Fruit-Seeds) of Seventeen Gundelia (Kenger-Kereng Dikeni) Species from Anatolia with Chemometric Approach", *Chem. Biodivers.* 18. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100207>
- Fırat, M. 2016. Four new species of Gundelia L. (Asteraceae) from Anatolia: *G. komagenensis*, *G. colemerikensis*, *G. cilicica* and *G. anatolica*. Van: Vamedia Ofset Press.
- Fırat, M. 2017a. "Gundelia mesopotamica (Asteraceae), a new lactiferous species from Mardin (Turkey)", *Acta Biologica Turcica* 30(3), 64-69.
- Fırat, M. 2017b. "Gundelia rosea (Asteraceae), a new record for the Flora of Turkey with contributions to its systematics", *Acta Biologica Turcica* 30(2), 31-35.
- Fırat, M. 2017c. "The resurrection and a new status of Gundelia tournefortii L. var. asperrima Trautv. (Asteraceae)", *OT Sistematik Botanik Dergisi* 24(2), 57-67.
- Fırat, M. 2018. "Gundelia armeniaca (Asteraceae), a species new to the flora of Turkey, with contributions to its taxonomy", *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C* 27(2), 35-46.
- Fırat, M. 2019. "Gundelia siirtica (Asteraceae), a new lactiferous species from Siirt (south-eastern Anatolia)", *Phytotaxa* 394(4), 276-284.
- Hind, N. 2013. *Gundelia tournefortii*. *Curtis's Botanical Magazine* 30, 114-138. doi:10.1111/curt.12027

Firat, M. 2021. “*Gundelia cappadocica* (Asteraceae); a new lactiferous species from Cappadocia (Kapadokya) Turkey, belonging to *G.* subg. *Gundelia* sect. *Komagenses*”, *Acta Biologica Turcica* 34(3), 128-139.

Halabi, S., Battah, A.A., Aburjai, T., Hudaib, M. 2005. “Phytochemical and antiplatelet investigation of *Gundelia tournefortii*”, *Pharmaceutical Biology* 43(6), 496-500. <https://doi.org/10.1080/13880200500220268>

Karis, P.O., Eldenäs, P., Källersjö, M. 2001. “New evidence for systematic position of *Gundelia* L. with notes on delimitation of *Arctoteae* (Asteraceae)”, *Taxon* 50,105-114.

Khanzadeh, F., Khodaparast, M. H. H., Rad, A. H. E., Rahmani, F. 2012. “Physiochemical Properties of *Gundelia tournefortii* L. Seed Oil”, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14, 1535-1542.

Kılıç, M. 2019. Artuklu (Mardin) Yöresinde Yetişen Bitkiler Üzerine Etnobotanik Bir Araştırma. “Doktora” Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Botanik Bilim Dalı, 524 sayfa, Manisa.

Linnaeus C. 1753. *Species Plantarum*. Tomus II. *Salvii*, *Holmiae*.

Matthaus, B., Özcan, M. M. 2011. “Chemical Evaluation of Flower Bud and Oils of Tumbleweed (*Gundelia tournefortii* L.) as a New Potential Nutrition Sources”, *Journal of Food Biochemistry*, 35,1257-1266. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2010.00449.x>

Mosaddegh, M., Naghibi, F., Moazzeni, H., Pirani, A., Esmaili, S. 2012. “Ethnobotanical survey of herbal remedies traditionally used in kohghiluyeh va boyer ahmad province of Iran”, *Journal of Ethnopharmacology* 141(1), 80-95.

Nersesyan, A. 2014. “*Gundelia armeniaca* Nersesyan (Compositae) – a new species from Armenia”, *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien, Serie B*, 116, 191-196.

Özgökçe, F., Özçelik, H. 2004. “Ethnobotanical aspects of some taxa in east Anatolia, Turkey”, *Econ. Bot.* 58, 697-704. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2004\)058\[0697:EAOSTI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2004)058[0697:EAOSTI]2.0.CO;2)

Rafieian-Kopaei, M., Asgary, S., Adelnia, A., Setorki, M., Khazaei, M., Kazemi, S., Shamsi, F. 2011. “The effects of cornelian cherry on atherosclerosis and atherogenic factors in hypercholesterolemic rabbits”, *J. Med. Plants Res.* 5, 2670-2676.

Say, D. ve Güzeler, N. 2016. “Süt Pıhtılaştırılmasında Kullanılan Bazı Bitkiler”. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(special issue), 253-261. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nevbiltek/issue/19731/211004>

Shirzad, H., Taji, F. Rafieian-Kopaei, M. 2011. “Correlation between antioxidant activity of garlic extracts and WEHI-164 fibrosarcoma tumor growth in BALB/c mice”, *J. Med. Food* 14, 969-974.

- Vitek, E. 2018a. “*Gundelia microcephala* (Compositae) – a taxon deserving rank of species”, *Annalen Des Naturhistorischen Museums in Wien, Serie B Für Botanik Und Zoologie*, 120, 233-240.
- Vitek, E. 2018b. “*Gundelia* (Compositae), from one to many species - an ignored diversity”, *Flora Mediterranea* 28, 179-185.
- Vitek, E., Fayvush, G., Tamanyan, K., Gemeinholzer, B. 2010. “New taxa of *Gundelia* (Compositae) from Armenia”, *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B für Botanik und Zoologie* 111, 85-99.
- Vitek, E., Yüce, E., Ergin, C. 2014. “*Gundelia dersim* and *Gundelia munzuriensis* (Compositae), two new species from Turkey”, *Phytotaxa* 161 (2), 130-138.
- Vitek, E. ve Noroozi, J. 2017a. “*Gundelia tehranica* (Compositae), a new species from Iran” *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien Serie B* 119, 243-248.
- Vitek, E. ve Noroozi, J. 2017b. “*Gundelia rosea* (Compositae), a new record from Iran”, *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien Serie B* 119, 249–256.

## ASSESSING SUNFLOWER GENETIC DIVERSITY THROUGH ISSR MARKERS: A LITERATURE REVIEW STUDY

**Dr. Nurettin BARAN**

Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Mus Alparslan Üniversitesi,  
Mus, Türkiye  
, 05445207347

**ORCID NO:** 0000-0003-2212-3274

**Doç. Dr. Muhammad Azhar NADEEM**

Sivas Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas-Türkiye  
, 05422266488

**ORCID NO:** 0000-0002-0637-9619

**Prof. Dr. Muhammad ASIM**

Sivas Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas-Türkiye  
, 05554173891

**ORCID NO:** 0000-0002-8524-9029

**Prof. Dr. Faheem Shehzad BALOCH**

Sivas Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas-Türkiye  
, 05455404239

**ORCID NO:** 0000-0002-7470-0080

### ABSTRACT

In breeding programs, information about genetic dissimilarity in the evaluated germplasm is very crucial as it facilitates the breeders to identify novel genetic variations that can be used for the development of new cultivars. Genetic diversity investigation through germplasm characterization is considered a prerequisite to breeding activities. Genetic diversity can be investigated at phenotypic and molecular level. Phenotypic markers have been found time-consuming, laborious, and less trustable because of environmental effects. DNA-based molecular markers overcome all limitations present in the phenotypic markers and have been successfully used in the marker-assisted breeding of various crops. Among the various developed molecular markers, the Inter-Simple Sequence Repeats (ISSR) marker is a PCR-based dominant marker system having various advantages i.e., highly polymorphic, reproducible, cost-effective, and easy to use. ISSR marker system has been successfully used to investigate genetic diversity and population structure of various crops. Oilseed crops are an important group of plants having both nutritional and industrial value. Their importance in human nutrition and industrial applications cannot be overstated. Among various oilseeds, sunflower (*Helianthus annuus*) is one of the most significant oilseed crops, with a global production value estimated at USD 20 billion per year. Continuous efforts are ongoing to develop climate-resilient sunflower cultivars and molecular markers are playing a key role in

these breeding activities. Through this review study, we will provide the most recent information about genetic diversity and population assessment through ISSR markers.

**Keywords:** *Helianthus annuus*, ISSR, Molecular marker, Industrial crop

## Introduction

Climate change is defined as a significant variation in climatic measurements such as rainfall, temperature, wind patterns, and snow patterns (Pope et al. 2022). Global warming and greenhouse gas (GHG) emissions are often blamed for hastening the rate of climate change because of continually growing anthropogenic activity, the world average temperature has risen by 0.9 degrees Celsius during the nineteenth century, and it is anticipated to rise by another 1.5 degrees Celsius by 2050 (Sovacoo et al. 2021). The impact of climate change is anticipated to have a considerable influence on agriculture through direct and indirect effects on crops, soils, animals, and pests (Hatfield et al., 2020). The agricultural sector has observed an increase in the occurrence of extreme weather conditions caused by over-flooding and drought stresses' posing a serious threat to agricultural productivity, especially in cereal crop productivity because of climate change, such as variations in global rainfall, the steady rise in carbon dioxide, and average temperature (Hussain et al. 2019; Duchenne et al. 2021). The impact of climate change affects plant vigor and maturity times which occur due to optimal temperature fluctuations and rainfall variations (Chaudhry et al. 2022).

These hazardous effects of climate change on agricultural yields have the potential to undermine and jeopardize global food security (Abbass et al. 2022; Rezvi et al. 2023). As a result, two more important concerns of the twenty-first century are believed to be food insecurity and climate change. The soil systems are being negatively impacted by climate change in addition to its direct impacts on plants. Changes in the pace, pattern, and amount of precipitation as well as rising temperatures are altering the soil-plant system by affecting the levels of soil organic carbon and the rate of decomposition (Pathak et al. 2022; Biswal et al. 2023).

## Oil Seed Crops

Oilseed crops are widely grown across the globe due to their utilization of food oils, as well as their potential as biofuels and industrial bioproducts. This is particularly significant in view of the escalating global population and the depletion of fossil fuel reserves. (Attia et al. 2021). Oil crops are the second biggest source of food on Earth after grain. These foods have a lot of



fatty acid stores (Hossain et al. 2019). Vegetable oil is one of the most important industries in the world. The vegetable oils are mostly made from soybean and sunflower. Oilseed planting in drylands has attracted a lot of attention in recent years (Nowlan et al. 2014). The key advantage of these crops is their high tolerance to spring drought and cold weather stress. Three instances are provided below. oilseed crops that are likely to contribute to the country's output Dryland crop rotation is utilized (Wang et al. 2019).

### **Sunflower as an important oilseed crop**

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is one of the most significant oil crops in the world and accounts for 12 percent of the world's consumable oil production. It is cultivated primarily in temperate, semi-arid regions (Fumeron et al. 2017). In addition to its primary intention for human ingestion, sunflower oil has a wide range of applications and can be used as a supplement in the chemical as well as pharmaceutical sectors (Škorić et al. 2010). Sunflower is an essential edible oilseed crop that is mostly used as cooking oil or salad dressing in more than 70 countries (Rauf et al. 2012). The sunflower is a short-season plant that belongs to the Asteraceae family and the genus *Helianthus*, with over 70 species recognized worldwide (Babalola et al. 2012). The term "sunflower" comes from its size and the shape of the plant, which resembles the sun. The name is also derived from the spinning of the earth around the sun (Añón et al. 2014)

Sunflower has a large-circular yellow inflorescence flower head (containing achenes growing into mature seeds) Directly facing the sun's rays, a long taproot, hairy stems, broad, coarsely serrated, and rough leaves. It originated in North America's natural temperate regions (temperatures ranging between 20 and 25°C) and was later imported into Europe by Spanish invaders in the sixteenth century. Sunflower flora exhibits its esthetic and decorative characteristics with varying sizes and shapes. Sunflowers' tolerance to various climatic and soil conditions has increased their cultivation as an oilseed plant worldwide (Forleo et al. 2018). Sunflower development needs rich soil, moderate rainfall, viable seeds, and so forth. Among the world's three primary oilseed crops, namely soybean, rapeseed, and sunflower, sunflower has been identified as a key source of high-quality edible oil, particularly for culinary uses (Pal et al. 2015). Sunflower seeds are abundant in vitamins E, B, folate, and niacin, as well as minerals calcium, copper, iron, magnesium, manganese, selenium, phosphorus, potassium, sodium, and zinc. Sunflower seeds are therapeutically curative for colds and coughs, as a replacement for quinine, as an anti-malaria agent, and as a diuretic and expectorant (Islam et al. 2016).

## **Genetic Diversity**

The presence of diverse plant genetic resources (PGR) offers plant breeders the chance to create novel and enhanced cultivars that possess desired attributes, including aspects favored by farmers such as high yield potential and seed size and some qualitative and quantitative characteristics among others (Narain; 2000). Breeders prioritize features that are desirable, such as resistance to pests and diseases. The Green Revolution encompassed the introduction of advanced agricultural technologies, namely enhanced crop varieties, with the aim of augmenting agricultural productivity and therefore elevating farmers' economic gains (Turrent et al. 2004). The escalating population density and urban expansion over agricultural territories, along with quick advancements in several domains of our daily lives, have led to a significant decline in biodiversity through both direct and indirect means (Bruinsma; 2003). Some examples of environmental issues are land degradation, deforestation, urbanization, coastal development, and the cumulative impact of environmental stressors resulting in extensive-scale consequences (Ceccarelli; 2012). The phenomenon of plant species extinction, particularly those that hold agricultural significance. The agricultural sector and food security will undoubtedly experience the most significant and immediate consequences of climate change in the past decade and the forthcoming decades (Smale et al. 2002). The impacts of climate change. The outcome will also be contingent upon prevailing manufacturing conditions. The geographical region. The current situation is characterized by existing impediments, like pollution, which are anticipated to exacerbate the negative consequences resulting from climate change. Food production systems are dependent on meticulously chosen Cultivars within more favorable environments (Jump et al. 2005). The examination of genetic diversity in plant populations is commonly conducted through the utilization of many approaches, including morphological characterization, biochemical characterization (specifically allozyme analysis), and DNA-based molecular markers utilization.

### **Inter-simple sequence repeat (ISSR) molecular marker**

Inter simple sequence repeats are genomic DNA segments having variation in their size from 100 to 3000 bp. ISSR is a dominant and PCR-based molecular marker. It is considered a very simple quick robust high throughput cost-effective molecular marker technique that combines the advantages of SSR markers (Mir et al. 2023; Marwal and Gaur, 2020). ISSR marker is considered a highly polymorphic marker system that can be used effectively for the identification of genetic diversity, population structure, gene tagging, genetic mapping and

phylogenetic analysis. One of the most important advantages of the application of ISSR marker is that there is no need for prior sequence information. Moreover, a small amount of DNA is required for the PCR analysis. ISSR marker sequences are abundantly distributed all over the genome which makes it an ideal marker for the identification of genetic diversity studies. ISSR molecular marker has been used extensively for the identification of genetic diversity in various crops (Mir et al. 2023; Marwal and Gaur, 2020).

### **Studies regarding the assessment of genetic diversity in sunflower through ISSR marker system**

The study conducted by Dhutmal et al. (2021) was planned to identify the genetic diversity in sunflower germplasm through ISSR molecular markers. They used a total of 14 phenotypically diverse parental lines having differences in all content maturity see you deal as the plant material. For the molecular characterization, they used random amplified polymorphism DNA (RAPD) and ISSR markers. They used a total of 10 RAPD and six ISSR markers for the molecular characterization of the evaluated germplasm. Molecular characterization of the evaluated germplasm through these six ISSR markers resulted in a total of 160 polymorphic bands. They reported that UBC 873 markers resulted in maximum polymorphic bands while minimum polymorphic bands resulted through UBC 807. The maximum polymorphism percentage resulted with UBC 836 primer. They calculated jaccard's similarity in coefficient and the mean similarity was 0.73. Using this jaccard similarity coefficient data gamma base can last drink analysis was performed and and whole 14 genotypes were clustered into two major groups.

The aim of the study by Garayalde et al. (2011) was to identify the genetic diversity of wild sunflower belonging to Argentina through SSR and ISSR markers. They used a total of 10 wild populations as plant material. For the molecular characterization, this screen evaluated germplasm with 10 ISSR primers. The PCR analysis yielded a total of 64 bands and almost 86% were polymorphic bands. The polymorphism level ranged from 80% to 90% fed mean polymorphism of 86.3. They reported an expected heterozygosity of 0.37 for wild sunflower. Moreover, they performed analysis of molecular variants using the data generated through the ISSR markers and they found that maximum genetic variations are due to differences within the population.

The goal of the study by Azzam et al. (2019) was also to explore the genetic relationship in 10 sunflower inbred lines using true ISSR and RAPD markers. During the molecular characterization of the evaluated germplasm, they used a total of 10 ISSR markers and then RAPD markers. Among these ten primers, only 8 ISSR primers resulted in scorable banding patterns. Molecular characterization through ISSR markers resulted in a total of 95 bands and among these 78 bands were found polymorphic. HB13 and HB15 primers were found to be highly polymorphic by showing 100% polymorphism. Genetic similarity was also calculated, and the maximum genetic similarity was 84.1% between P6 and P9G inbred lines. While the minimum genetic similarity was 51.1% present between junior inbred lines P2 and P7. The dendrogram was constructed using the ISSR marker data and all these 10 inbred lines were separated into two main clusters. In conclusion, they reported ISSR as a much better technique for the identification of genetic diversity compared to rapid markers.

#### References:

- Abbass, K.; Qasim, M.Z.; Song, H.; Murshed, M.; Mahmood, H.; Younis, I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2022, 29, 42539–42559.
- Añón, A., López, J. F., Hernando, D., Orriols, I., Revilla, E., & Losada, M. M. (2014). Effect of five enological practices and of the general phenolic composition on fermentation-related aroma compounds in Mencia young red wines. *Food chemistry*, 148, 268-275.
- Attia, Z., Pogoda, C. S., Reinert, S., Kane, N. C., & Hulke, B. S. (2021). Breeding for sustainable oilseed crop yield and quality in a changing climate. *Theoretical and Applied Genetics*, 134(6), 1817-1827.
- Azzam, C. R., Zaid, K. A., Abd El-Hadi, A. H., El-Din, N., & Marwa, M. (2019). Genetic relationships among ten sunflower inbred lines based on ISSR and RAPD analyses. *Egypt. J. Plant Breed*, 23(4), 547-563.
- Babalola, O. O., & Glick, B. R. (2012). Indigenous African agriculture and plant-associated microbes: Current practice and future transgenic prospects. *Sci. Res. Essays*, 7(28), 2431-2439.

Biswal, D. Soil Nematodes as the Silent Sufferers of Climate-Induced Toxicity: Analysing the Outcomes of Their Interactions with Climatic Stress Factors on Land Cover and Agricultural Production. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 2023, 195, 2519–2586.

Bruinsma, J. (2003). *World Agriculture: Towards 2015/2030: An FAO Perspective*, Earthscan, London and FAO, Rome.

Ceccarelli, S. (2012). *Plant breeding with farmers. A technical manual*.

Chaudhry, S.; Sidhu, G.P.S. Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: A comprehensive review. *Plant Cell Rep.* 2022, 41, 1–31.

Dhutmal, R., Maloo, S. R., More, A., Sharma, V., Anu, A., & Singh, V. K. (2021). Study of genetic diversity using molecular markers in sunflower (*Helianthus annuus*). *Indian J Agric Sci*, 91(7), 1058-62110.

Duchenne-Moutien, R.A.; Neetoo, H. Climate Change and Emerging Food Safety Issues: A Review. *J. Food Prot.* 2021, 84, 1884–1897.

Eftekhari, M.S. Impacts of Climate Change on Agriculture and Horticulture. In *Climate Change: The Social and Scientific Construct*; Bandh, S.A., Ed.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2022; pp. 117–131. ISBN 978-3-030-86290-9.

Forleo, M. B., Palmieri, N., Suardi, A., Coaloa, D., & Pari, L. (2018). The eco-efficiency of rapeseed and sunflower cultivation in Italy. Joining environmental and economic assessment. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3138-3153.

Fumeron, F., Bard, J. M., & Lecerf, J. M. (2017). Interindividual variability in the cholesterol-lowering effect of supplementation with plant sterols or stanols. *Nutrition reviews*, 75(2), 134-145.

Garayalde, A. F., Poverene, M., Cantamutto, M., & Carrera, A. D. (2011). Wild sunflower diversity in Argentina revealed by ISSR and SSR markers: an approach for conservation and breeding programmes. *Annals of Applied Biology*, 158(3), 305-317.

Hatfield, J.L.; Antle, J.; Garrett, K.A.; Izaurralde, R.C.; Mader, T.; Marshall, E.; Nearing, M.; Philip Robertson, G.; Ziska, L. Indicators of climate change in agricultural systems. *Clim. Chang.* 2020, 163, 1719–1732.

Hossain, Z., Johnson, E. N., Wang, L., Blackshaw, R. E., Cutforth, H., & Gan, Y. (2019). Plant establishment, yield and yield components of Brassicaceae oilseeds as potential biofuel feedstock. *Industrial Crops and Products*, 141, 111800.

Hussain, M.; Butt, A.R.; Uzma, F.; Ahmed, R.; Irshad, S.; Rehman, A.; Yousaf, B. A comprehensive review of climate change impacts, adaptation, and mitigation on environmental and natural calamities in Pakistan. *Environ. Monit. Assess.* 2019, 192, 48.

Islam, R. T., Hossain, M. M., Majumder, K., & Tipu, A. H. (2016). In vitro phytochemical investigation of *Helianthus annuus* seeds. *Bangladesh Pharmaceutical Journal*, 19(1), 100-105.

Jump, A. S., & Peñuelas, J. (2005). Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology letters*, 8(9), 1010-1020.

Marwal, A., & Gaur, R. K. (2020). Molecular markers: tool for genetic analysis. In *Animal biotechnology* (pp. 353-372). Academic Press.

Mir, R. A., Shafi, S. M., & Zargar, S. M. (2023). *Principles of Genomics and Proteomics*. Elsevier.

Narain, P. (2000). Genetic diversity—conservation and assessment. *Current Science*, 79(2), 170-175.

Neupane, D.; Adhikari, P.; Bhattarai, D.; Rana, B.; Ahmed, Z.; Sharma, U.; Adhikari, D. Does Climate Change Affect the Yield of the Top Three Cereals and Food Security in the World? *Earth* 2022, 3, 45–71.

Nowlan, C. R., Martin, R. V., Philip, S., Lamsal, L. N., Krotkov, N. A., Marais, E. A., ... & Zhang, Q. (2014). Global dry deposition of nitrogen dioxide and sulfur dioxide inferred from space-based measurements. *Global Biogeochemical Cycles*, 28(10), 1025-1043.

Pal, U. S., Patra, R. K., Sahoo, N. R., Bakhara, C. K., & Panda, M. K. (2015). Effect of refining on quality and composition of sunflower oil. *Journal of food science and technology*, 52, 4613-4618.

Pathak, H. Impact, adaptation, and mitigation of climate change in Indian agriculture. *Environ. Monit. Assess.* 2022, 195, 52.

Pope, J.O.; Brown, K.; Fung, F.; Hanlon, H.M.; Neal, R.; Palin, E.J.; Reid, A. Investigation of future climate change over the British Isles using weather patterns. *Clim. Dyn.* 2022, 58, 2405–2419.

Rauf, S., Shahzad, M., Teixeira da Silva, J. A., & Noorka, I. R. (2012). Biomass partitioning and genetic analyses of salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 15, 205-217.

Rezvi, H.U.A.; Tahjib-Ul-Arif, M.; Azim, M.A.; Tumpa, T.A.; Tipu, M.M.H.; Najnine, F.; Dawood, M.F.A.; Skalicky, M.; Brestič, M. Rice and food security: Climate change implications and the prospects for nutritional security. *Food Energy Secur.* 2023, 12, e430.

Škorić, D., & Pacureanu, M. (2010, June). Sunflower breeding for resistance to broomrape (*Orobanche cumana Wallr.*). In *Proceedings of the International Symposium "Sunflower Breeding on Resistance to Diseases"*. Krasnodar, Russia (pp. 19-30).

Smale, M., Már, I., & Jarvis, D. I. (Eds.). (2002). *Economics of Conserving Agricultural Biodiversity On-Farm*. Bioersivity International.

Sovacool, B.K.; Griffiths, S.; Kim, J.; Bazilian, M. Climate change and industrial F-gases: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems, and policy options for reducing synthetic greenhouse gas emissions. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2021, 141, 110759.

Turrent, A., & Serratos, J. A. (2004). Context and background on maize and its wild relatives in Mexico. *Maize and Biodiversity: The effects of transgenic maize in México*, 1-55.

Wang, Z., Zhang, X., Liu, L., Wang, S., Wu, X., Zhang, W., ... & Zhao, X. (2019). Evaluating the effects of nitrogen deposition on rice ecosystems across China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 285, 106617.



## EDIBLE AQUATIC PLANTS - AN ALTERNATIVE FOOD RESOURCE FOR FOOD SECURITY

**Prof. Dr. Muhammad ASIM**

Sivas Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas-Türkiye

**ORCID NO:** 0000-0002-0637-9619

**Dr. Nurettin BARAN**

Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Mus Alparslan Üniversitesi,  
Mus, Türkiye

**ORCID NO:** 0000-0003-2212-3274

**Doç. Dr. Muhammad Azhar NADEEM**

Sivas Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas-Türkiye

**ORCID NO:** 0000-0002-8524-9029

**Prof. Dr. Faheem Shehzad BALOCH**

Sivas Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas-Türkiye

**ORCID NO:** 0000-0002-7470-0080

### ABSTRACT

Food security is one of the major issues in developing countries and the continuous depleting of food resources will cause serious issues in the coming future. There is a need to find alternative food resources to overcome the issue and edible aquatic plants may offer the best solution. Aquatic plants are the major constituent and primary producer of the aquatic ecosystem by releasing oxygen into the water bodies. Aquatic plants are rich in minerals, vitamins, carbohydrates, and proteins and hence used as food or food material for both humans and other organisms living within or in the vicinity of the water bodies. The use of aquatic or semi-aquatic plants as human food is increasing all over the World due to their nutraceutical values. These edible aquatic plants can be divided into edible marine and edible freshwater plants. Macro-algae and seaweed are well-known and consumable marine plants. Plants like Colocasia, water chestnut, water spinach, lotus, water mimosa, blue-green algae, water caltrop, cattail, and wild rice are the major freshwater edible plants used all over the World. Besides that, localized freshwater aquatic plants have also been utilized. The present study highlights the potential edible plants which can serve as alternative food resources in the future.

**Key Words:** Alternative food resources, edible aquatic plants, fresh water, food security, marine

### 1. INTRODUCTION

#### 1.1. Food Security; Causes and Concerns.

The ability of a person to obtain enough nutritious food is known as their level of food security. It is recommended that food must also satisfy a person's dietary requirements and food choices for an active and healthy lifestyle. In general, four main pillars of food security include (a) availability of food, (b) Access to food, (c) sustainable utilization, and (d) stability. However, assessing the risk of food security is highly significant and it can be done by using different methodologies and facts like (i) calculating calories per person, (ii) surveys of household income and expenses, (iii) determining a person's dietary intake, (iv) determining a person's height, weight, and body mass index, and (v) computing people's experiences with food



security. The major causes of food insecurity in the present era is due to conflict, climate change, and population growth (CSIS 2023).

The population of the globe is predicted to reach 10 billion by the year 2050, thus not only will the world be bigger in 30 years, but it will also be wealthier and more urbanized, which will increase people's appetites for meat and other high-protein foods. According to a recent analysis, the total world food demand is predicted to rise by up to 56 percent by 2050 compared to 2010 levels. To ensure that everyone has access to a nutritious, sustainable diet, new Technologies, and methods of food production along with finding alternative food resources will be more and more important as food demand rises. There is a need to find alternative protein sources by using fewer inputs, shorter growth periods with sustainable supply chains, and emitting fewer greenhouse gases (GHGs). In this regard, aquatic plants can offer a sustainable solution for overcoming or reducing food insecurity (CSIS 2023).

### **1.2. Aquatic plants as an alternative food resource**

Aquatic plants, also known as hydrophytes, are plants that prefer to spend all or part of their lives submerged or exposed in water bodies (Keddy 2010) for growth and reproduction without suffering significant harm from climatic fluctuations (Saini et al. 2010). These hydrophytes can generally be divided into four categories of emergent plants, free-floating plants, marginal plants and submerged plants (Dodds 2002). These plants are crucial components of the aquatic ecosystem and have the power to either benefit or harm to water bodies. They enhance water bodies by releasing oxygen and are the main producers of the aquatic ecology. Additionally, given to the minerals, vitamins, carbs, and proteins they contain, they serve as a commercial source of food or food material for people and animals that live on land and in water (Aasim et al. 2018).

The use of aquatic plants is limited to some parts of the World and their usage is based on the availability, culture, consumption, food diet, and experience to cultivate, or collect from wild for food consumption (Swapna et al. 2011). Aquatic plants are generally criticized for being beneficial because of their high water content and low nutrient contents, which makes them difficult to harvest and unsuitable for use as livestock fodder. According to FAO, aquatic plants have identical constituents to land-adapted plants, with the exception of water (FAO 2023). In this study, the use of aquatic plants as an alternative food resources has been summarized.

### **1.3. Edible aquatic plants**

Edible aquatic plants can be classified into two major groups of marine and fresh water aquatic plants (Figure 1). The number of marine water aquatic plants are very limited and only macro-algae and seaweeds are in use for different purposes all over the World. Macro-algae is generally preferred in the Asian countries (Burtin 2003). Like wise seaweeds – also known as a marine algae is a popular edible aquatic plant in Asia, Europe, and New Zealand since ancient times (Anonymous 2017a,b).

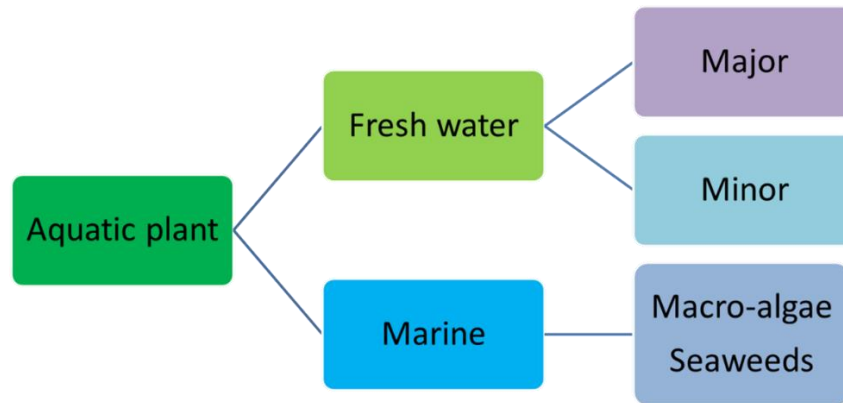


Figure 1: Classification of edible aquatic plants

Edible freshwater plants are relatively high in numbers and they can be classified into two main groups of major and minor aquatic plants based on their consumption. The major plants, with their mode of availability, is giving in Table 1.

Table 1: An overview of edible aquatic plants

Plant name	Botanical Name	Plant type	Edible part	Reference
Taro	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	A/SA	Rhizome, leaf	Govaerts (2012)
Chinese Water Chestnut	<i>Eleocharis dulcis</i> (Burm. f.) Trinius ex Henschel	A/S	Fruit	Swapna et al. (2011)
Water Spinach	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsskål	A/F	Leaves	Dua et al. (2015)
Indian Lotus	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertner	A/F	flowers, young leaves, seeds, rhizomes	Paudel and Panth (2015)
Water mimosa	<i>Neptunia oleracea</i> Lour.	A/SA	Whole plant	Wahab et al. (2014)
Watercress	<i>Rorippa nasturtium</i>	A/E	Leaves	Benson et al. (2004)
Blue-Green Algae	<i>Spirulina</i> spp.	A	Whole	Pulz and Gross (2004)
Water Caltrop	<i>Trapa natans</i> L.	A/F	Seeds	Chandana et al. (2013)
Bullrush	<i>Typha latifolia</i> L.	A/SA	Shoots, roots, immature inflorescence	Kristener (2013)
Wild Rice	<i>Zizania palustris</i>	A/SA	Seeds	Surendiran et al. (2013)

SA: semi-aquatic; A: aquatic; F: floating; S: submerged; E: emerged

## Conclusion

The aquatic plants that are flourishing all over the world are an important source of food for people. The aquatic plants alongwith their growth and plant part used as food has been

discussed. The use of these plants is generally based on traditional knowledge and there is need to provide information about making food stuff or dishes from these plants. Furthermore, there is need to develop strategies to enhance their economic values with more value-added products.

## References

- Aasim M, Khawar KM, Ahmed SI, Karataş M (2019). Multiple Uses of Some Important Aquatic and Semi Aquatic Medicinal Plants. In: Hakeem KR (Eds.). Plants and Human Health. Springer International
- Anonymous (2017a) Seaweed as human food. Michael Guiry's Seaweed Site
- Anonymous (2017b) Kai recipes used by Kawhia Maori and Early pioneers. Kawhia. maori.nz
- Benson AJ, Jacono CC, Fuller PL, McKercher ER, Richerson MM (2004) Summary report of nonindigenous aquatic species in U.S. fish and wildlife service region 5. U.S. Fish and Wildlife Service, Arlington, VA, p 145
- Burtin P (2003) Nutritional value of seaweeds. *Electron J Environ Agric Food Chem* 2:498–503
- Chandana M, Rupa M, Chakarborthy GS (2013) A review on potential of plants under trap species. *IJRPC* 3:502–508
- CSIS (2023). Mitigating risk and capturing opportunity: The future of alternative proteins. Center for Strategic and International Studies (CSIS).
- Dodds WK (2002) *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications (Aquatic Ecology)*. Academic Press
- Dua TK, Dewanjee S, Gangopadhyay M, Khanra R, Zia-Ul-Haq M, De Feo V (2015) Ameliorative effect of water spinach, *Ipomoea aquatica* (Convolvulaceae), against experimentally induced arsenic toxicity. *J Transl Med* 13:81
- FAO (2023). Water, Mineral And Protein Content And Productivity of Aquatic Plants. <https://www.fao.org/3/X6862E/X6862E03.htm>
- Govaerts R (2012) World checklist of Araceae. Royal Botanic Gardens, Kew, London, UK. [http:// apps.kew.org/wcsp/](http://apps.kew.org/wcsp/)
- Keddy PA (2010) *Wetland ecology: principles and conservation*, 2nd edn. Cambridge University Press, Cambridge, p 497
- Kristener J (2013) Permaculture plants: Cattail, Bulrush or Reedmace. <http://tcpermaculture.com/site/2013/08/19/permaculture-plants-cattail-or-bulrush/>
- Paudel KR, Panth N (2015) Phytochemical profile and biological activity of *Nelumbo nucifera*. *J Evid Based Complementary Altern Med* 2015:789124
- Pulz O, Gross W (2004) Valuable products from biotechnology of microalgae. *Appl Microbiol Biotechnol* 65:635–648

- Saini DC, Singh SK, Rai K (2010) Biodiversity of aquatic and semi-aquatic plants of Uttar Pradesh (with special reference to eastern Uttar Pradesh). Uttar Pradesh State Biodiversity Board, Lucknow, p 479
- Surendiran G, Goh C, Le K, Zhao Z, Askarian F, Othman R, Nicholson T, Moghadasian P, Wang YJ, Aliani M, Shen G, Beta T, Moghadasian MH (2013) Wild rice (*Zizania palustris* L.) prevents atherogenesis in LDL receptor knockout mice. *Atherosclerosis* 230:284–292
- Swapna MM, Prakashkumar R, Anoop KP, Manju CN, Rajith NP (2011) A review on the medicinal and edible aspects of aquatic and wetland plants of India. *J Med Plants Res* 5:7163–7176
- Wahab ASA, Ismail SNS, Emilia ZA, Praveena SM (2014) *Neptunia oleracea* (water mimosa) as phytoremediation plant and the risk to human health: A review. *Adv Environ Biol* 8:187–194

## SİĞIRLARIN TİBİA'SINDA FORAMEN NUTRICIUM'LARIN ANATOMİK ÖZELLİKLERİ VE YERLEŞİMLERİ

**Prof.Dr. Ş. HAKAN ATALGIN<sup>1</sup> Prof.Dr. MEHMET CAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi ABD, ORCID ID 0000-0001-9436-6270

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi ABD, ORCID ID 0000-0002-0789-3628

### ÖZET

Çalışma, en sık yetiştirilen çiftlik hayvanlarından biri olan sığır tibia'ları üzerinde gerçekleştirildi. Sığır tibia'sının üzerinde bulunan foramina nutricia (NF) sayısını, bulunduğu konumu, deliklerin açılış yönlerini, morfometrik değerlerini saptamak ve literatürdeki hayvan türleri ile karşılaştırılması amaçlandı. Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı laboratuvarlarında bulunan 7 adet sığır tibia'sı incelendi. Çalışmada incelenecek olan tibia'ların sağlıklı ve kusur ihtiva etmeyenleri seçildi. Kullanılacak olan materyallerde yaş ve cinsiyet özellikleri dikkate alınmadı. Kemikler ilk olarak çıplak göz ile incelendi. Sadece diyafiz bölgesinde bulunan ve belirgin bir şekilde tanımlanmış olan foramen nutricium'lar kabul edildi. Materyallerden; tibia'nın toplam uzunluğu (TLT), foramen nutricium (NF) ile tibia'nın proximal ucu arası uzaklık (NFP), foramen nutricium (NF) ile tibia'nın distal ucu arasındaki uzaklık ölçüldü ve elde edilen veriler doğrultusunda foraminal index (FI) hesaplanarak foramen nutricium'ların lokalizasyonu hakkında morfometrik sonuçlara ulaşıldı. Tibia'ların 5 tanesinin sağ, 2 tanesinin sol extremiteye ait olduğu tespit edildi. Çalışılan tibia'ların tamamında foramen nutricium tek olarak görüldü. Materyallerde foramen nutricium'ların yönlerinin proximale doğru olduğu saptandı. FI'ya göre foramen nutricium'lar 3 adet tibia'nın proximal 1/3 konumunda, 2 adet orta 1/3 konumunda tip 2 ve 2 adet distal 1/3 konumunda lokalize oldukları tespit edildi. Çalışılan materyallerin %100'ünde foramen nutricium'lar facies caudalste ve lateralde konumlanmış şekilde gözlemlendi. Verimli ve yoğun olarak üreticiliğine devam edilmekte bir çiftlik hayvanı türü olan sığırların tibia'larının sağ ve sol extremiteleri arasındaki farklar ortaya konuldu. Yapılan çalışma ile tibia'ya kan teminin sağlanması ile ilgili gelişebilecek patolojik bozukluklara gerçekleştirilecek teşhis ve tedavi amaçlı girişimlerde veteriner hekimlere yardımcı olacağı ve konuya ilişkin anatomik çalışmalara yol göstereceği kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Anatomi, Foramen nutricium, Tibia, Sığır.

### GİRİŞ

Ossa membri pelvini'yi oluşturan kemiklerden biri olan tibia, proksimal'de femur ile bağlanırken distal'de ossa tarsi'ye bağlanmaktadır (Dursun, 2002; Dyce ve ark., 2002; Bahadır ve Yıldız, 2008). Uzun kemiklerde diyafizinin birincil kemikleşme merkezi besleyici arterin vücuda girmesinden sonra meydana gelir. Besleyici arter foramen nutricium yoluyla kemiğe

girer ve foramina nutricia'lar (NF) aracılığı ile medüller boşluğa doğru ilerler. Kemiklerin bu kısımları yani orta ve epifizden uzak kısımlar kırılmaya (Uzuner ve ark.,2018; Zahra ve ark., 2018) yatkın olmasından dolayı bu delikler klinik öneme sahiptir. Evcil köpeklerde kırıklar en sık uzun kemiklerin diyafizinde gerçekleşmektedir (Kumar ve ark., 2007; Singh ve ark., 1983). Kırıktaki ana besin arterinin hasar görmesi kemiğin zayıf onarımına veya enfarktüse yol açabilmektedir (Kara ve ark., 2011).

Damar sistemi kemik gelişiminde, yenilenme ve yeniden şekillenmesinde önemli bir rol oynar (Dai ve Rabie, 2007; Filipowska ve ark., 2017). Kırık gibi bir yaralanma sonrasında kemiğin iyileşmesi kan teminine bağlıdır. Bu da foramen nutricium'un önemine işaret eder. (Coolbaugh, 1952; Skawina ve Wyczolkowski, 1987; Welch ve ark., 1997). Deliğin lokasyonu, boyutu ve penetrasyonu önemlidir. Ayrıca klinik olarak bu delik çeşitli patolojik değerlendirmelerin yapılması açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle gelişimsel anormallikler ve hematojenik osteomyelit gibi durumlarda kritik önemi vardır (Skawina ve Wyczolkowski, 1987). Foramen nutricium'un yeri ortopedik prosedürlerin planlanmasında da önemlidir (Sim ve Ahn, 2014; Zahra ve ark., 2018; Kara ve ark., 2011; Kızıllıkanat ve ark., 2007; Piermattei ve ark., 2006).

Gerçekleştirilen bu çalışma ile büyük ruminantların tibia'larının foramen nutricium'larının sayılarını, lokalizasyonlarını ve morfometrik değerlerini belirleyerek farklı hayvan türleri ile karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu deliğin yerinin bilinmesi kemik kırığı, kemik grefti, kemik-implant uygulamaları gibi ortopedik prosedürlerin planlanmasında da ehemmiyetlidir. Elde edilen veriler yapılacak cerrahi işlemlere yardımcı olacağı düşünülmektedir.

## **GEREÇ ve YÖNTEM**

Gerçekleştirilen çalışmada kullanılan tibia'lar Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı laboratuvarından temin edilerek aynı laboratuvarında incelendi. İncelenen tibia'lar laboratuvardaki herhangi bir anatomik kusuru olmayacak şekilde seçildi. Kemiklerin yaş ve cinsiyetlerine dair bilgiler bulunmamaktadır. Kemiklerde bulunan foramen nutricium'lar makroskobik olarak çıplak göz ile incelendi. Çalışmada kemiğin diyafize lokalize olmuş iyi tanımlanabilen foramen nutricium'lar kabul edildi. Kemiğin diğer uçlarında bulunan foramen nutricium'lar çalışmaya dahil edilmedi.

### **Tibia Diafizindeki NF'lerin Morfolojik ve Morfometrik Değerlendirilmesi**

Büyük ruminantlara ait tibia'ların diyafizindeki foramen nutricium (Şekil 1.) aşağıda belirtilen ölçümler kullanılarak değerlendirildi.

**Kemiğin yönü:** Önce tibia'nın sağ ve sol yönleri belirlendi.

**Foramen nutricium'ların sayısı:** Kemiklerin diyafizindeki Foramen nutricium 'lar sayıldı.

**Foramen nutricium'ların yönü:** Aşağıya, yukarıya ve yatay olarak ayrılmıştır.

**Foramen nutricium'ların yerleşimi:** Foramen nutricium'ların yerleşimi, FI kullanılarak hesaplandı. Tüm NF'lerin lokalizasyonunu hesaplamak için;  $FI = (NFP / TLT) \times 100$  formülü

kullanıldı. TLT: tibia'nın toplam uzunluğu, NTP: NF ile tibia'nın proksimal ucu arasındaki mesafe (Hughes, 1952; Gümüşburun at al., 1994; Kizilkanat et al., 2007; Kara et al., 2011).

**FI'ye göre Foramen Nutricium'ların yerleri şu şekilde belirlendi:** Proksimal 1/3-Tip1 (FI 33.33'e kadar), orta 1/3-Tip2 (FI 33.33'ten 66.66'ya kadar) ve distal 1/3-Tip3 (FI 66.66'nın üzerinde).

**Foramen Nutricium'ların lokalize yüzeyleri şu şekilde dört tipe ayrıldı:** Facies caudalis, facies lateralis ve facies medialis.

**Tibia'nın toplam uzunluğu (TLF):** Tibia'nın proksimal ucu ile distal ucu arasındaki mesafe.

**NTP:** Foramen Nutricium ile tibia'nın proksimal ucu arasındaki mesafe.

**NTD:** Foramen Nutricium ile tibia'nın distal ucu arasındaki mesafe.

Çalışmada terminolojik olarak Nomina Anatomica Veterinaria (2017) kullanılmıştır. Dijital kumpas (Mitutoyo SR44 1.5V) kullanılarak morfometrik ölçümler yapılmıştır. Çalışma materyallerinin resimleri Sony Digital DSC-W830 ile çekilmiştir.

## **BULGULAR**

Büyük ruminantların Tibia'larının %100'ünde foramen nutricium'ların tek olduğu saptandı.

### **Tibia'nın yönü ve Foramen Nutricium sayısı**

Büyük ruminantların sağ ve sol tibia sayıları Çizelgede verilmiştir. Elde edilen verilere göre 5 adet tibia sağ 2 adet tibia ise sol extremiteye ait olarak bulunduğu gözlenmiştir. Bütün extremitelere ait tibia'larda 1 adet foramen nutricium bulunduğu görüldü.

### **Foramen nutricium'ların yönü:**

İncelenen büyük ruminant tibia'larındaki foramen nutricium'lardan tamamının proximale yönelmiş durumda bulunduğu tespit edildi.

### **FI'ya göre Foramen Nutricium'ların konumları**

FI'ya göre foramen nutricium'lar 3 adet tibia'nın proximal 1/3 konumunda, 2 adet orta 1/3 konumunda tip 2 ve 2 adet distal 1/3 konumunda lokalize oldukları tespit edildi.

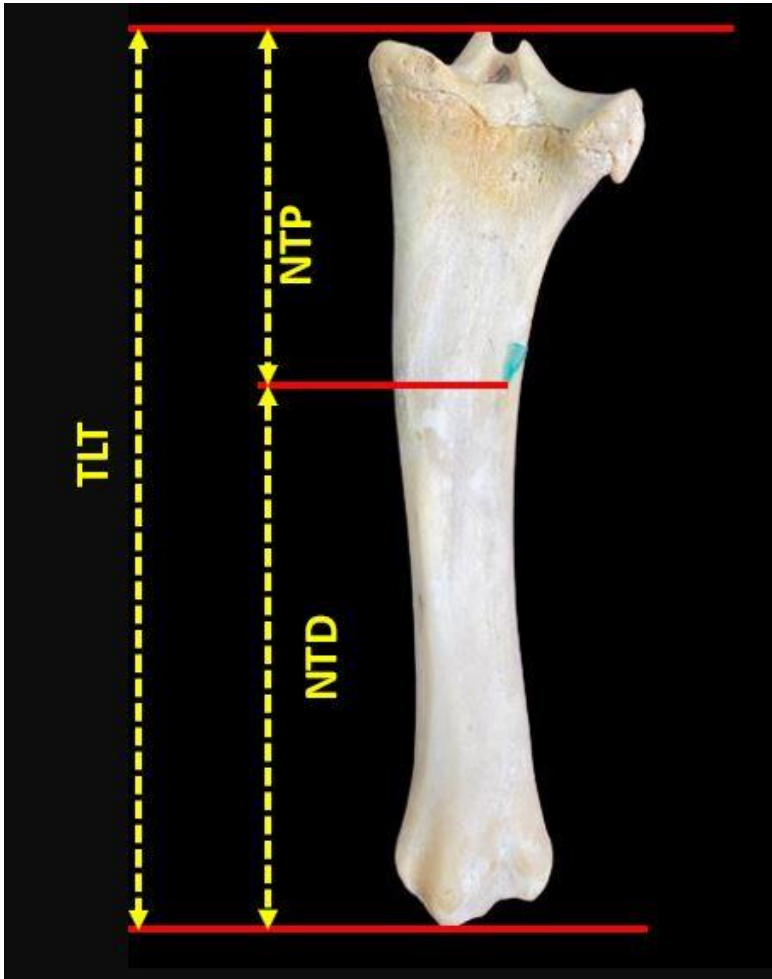
### **Foramen Nutricium'ların yerleşim yüzeyleri**

Çalışmamızda 7 hayvana ait tibia'ların tamamında foramen nutricium'ların facies caudalis'te lokalize buldukları görüldü.



**Çizelge 1.** Foramen Nutricium'a ait özelliklerin karşılaştırılması.

Tibia	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	ORTALAMA	STANDART SAPMA	EN BÜYÜK	EN KÜÇÜK
YÖN	SAĞ	SOL	SAĞ	SAĞ	SAĞ	SAĞ	SOL				
TLT	31,8	40,6	34,3	39,7	34,6	36	38,8	36,54	3,24	40,6	31,8
NTP	10,2	14,5	11,1	15,4	11,1	14,1	14	12,91	2	15,4	10,2
NTD	20,5	24,6	22,3	24,1	23,2	21,9	23,8	22,91	1,43	24,6	20,5
FI	32,07	35,71	32,36	38,79	32,08	39,16	36,08	35,17	3,08	39,16	32,07



**Görsel 1.** Büyük Ruminant Tibia Foramen Nutricium (TLT: Tibia'nın toplam uzunluğu, NTP: FN ile tibia'nın proksimal ucu arasındaki mesafe, NTD: FN ile tibia'nın distal ucu arasındaki mesafe).



## TARTIŞMA

Gerçekleştirilen cerrahi müdahaleler sırasında kemiği besleyen damarlara herhangi bir zarar verilmemesi açısından tibia gibi uzun kemiklerde foramen nutricium ve canalis nutricium'un lokalize oldukları bölgenin bilinmesi önem arz etmektedir (Kumar., 2013). Uzun kemiklere yapılan operatif girişimlerde lezyonun iyileşme hızını belirleyen faktörlerin başında kemiği besleyen damarın korunması gelmektedir (Wavreille ve ark., 2006). İnsanlarda uzun kemikler üzerindeki foramen nutricium'ların anatomik karakterizasyonu ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Shulman, 1959; Kawahara ve ark., 1967; Mysorekar, 1967; Longia ve ark., 1980; Ajmani, 1982; Campos ve ark., 1987; Skawina ve Wyczolkowski, 1987; Gümüşburun ve ark., 1994; Kizilkanat ve ark., 2007; Kumar ve ark., 2013; Xue et al., 2016; Uzuner et al., 2018; Zahra et al., 2018; Sukumar, 2019). Evcil memeli hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ise foramen nutricium ile ilgili çok daha az sayıda ve ayrıntıya girmeden yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Veterinerlik alanında, Hughes (2016) memeli ve kuşlarla ilgili bazı uzun kemiklerde foramen nutricium ve canalis nutricium'ların yönleri üzerinde bir çalışma gerçekleştirmiştir. Daniel ve ark. (2008), tazıların susam kemikleri üzerinde bulunan foramen nutricium'lar ve hastalıklar ile ilişkisi açısından inceleme gerçekleştirmiştir. Payton (1934) domuzlarda foramen nutricium'ların yönü, gelişimi ve konumu ile ilgili çalışması literatüre rapor edilmiştir. Ahn (2013), Evans ve de Lahunta (2013) ve Sim ve Ahn (2014) köpeklerin ön ve arka uzuvlarında bulunan uzun kemiklerde yapmış oldukları çalışmalarda foramen nutricium'ların ve foramen nutricium'lardan geçen damarların yönünü ve lokalizasyonunu inceleyerek literatüre katkıda bulunmuşlardır. Bu çalışmaların haricinde Bassage ve Ross (1998) tek tırnaklı kemikleri üzerinde; Siddiqui et al. (2008) keçi kemikleri üzerinde ve Rohlan et al. (2018) ise boğa kemikleri üzerinde foramen nutricium'lar üzerinde çalışmalar gerçekleştirmiştir. Yapılan bu çalışmalar, çalışma ile temel anlamda uyumludur.

Çalışmada kullanılan tibia'ların tamamında diyafiz bölgesinde tek foramen nutricium tespit edildi. Gözlemlenen bu durum literatür verileri ile uyumluluk göstermektedir (Getty, 1975). Elde edilen literatür verilerine göre foramen nutricium'ların facies caudalis'te ve proximal 1/3'lük kısımda lokalize oldukları görülmüştür (Sisson, 1911). Yapılan çalışmada da literatür verilerine benzerlik göstererek facies caudalis'e lokalize olarak buldukları tespit edilmiştir. Bunun haricinde çalışmada foramen nutricium'ların lokalizasyonu FI (foraminal index) metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Metot sonucuna göre foramen nutricium'lar 3 adet tibia'nın proximal 1/3-Tip1(FI 33.33'e kadar) konumunda, 2 adet orta 1/3- Tip2 (FI 33.33'ten 66.66'ya kadar) konumunda ve 2 adet distal 1/3-Tip3 (FI 66.66'dan büyük) konumunda lokalize oldukları tespit edildi.

İncelenen literatür verilerine göre damarın başlangıçta büyümeye devam ettiği ucunun diğer ucuna göre iki kat fazla büyüme göstermektedir. Foramen nutricium'ların ve canalis nutricium'ların girişinin eğikliği büyüyen uçtan diğer tarafa doğru yönelmektedir. Bu duruma "Berard kuralı" adı verilmektedir (Hughes, 1952). Gerçekleştirilen çalışmada foramen nutricium'ların tamamının yöneliminin proximale doğru olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, evcil memeli hayvanlar arasında çok önemli değere sahip olan büyük ruminantların sağ ve sol tibia'larının morfolojik ve morfometrik açıdan farklılıklara sahip

oldukları tespit edildi. Yapılan çalışma ile büyük ruminant tibia'ları ile ilgili çalışan klinisyen veteriner hekimler ve cerrahlara foramen nutricium'lar üzerindeki patolojik durumların mukayese edilmesinde ve bölgede gerçekleştirilecek operatif müdahalelerin planlamasında yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Ahn, D., Anatomical study on the diaphyseal nutrient foramen of the femur and tibia of the German shepherd dog. *Journal of Veterinary Medical Science*, 75, 803-808, 2013.
- Ajmani, M.L., A study of diaphysial nutrient foramen in human long bones. *Anatomischer Anzeiger*, 151, 305-314, 1982.
- Campos, F.F., Pellico, L.G., Alias, M.G., Valencia, R.F., A study of the nutrient foramina in human long bones. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 9, 251-255, 1987.
- Coolbaugh, C.C., Effects of reduced blood supply on bone. *American Journal of Physiology*, 169:26-33, 1952.
- Dai, J., Rabie, A.B.M., VEGF: an essential mediator of both angiogenesis and endochondral ossification. *Journal of Dental Research*, 86(10), 937-950, 2007.
- Daniel, Ai, Read, RiAi, Cake, MiA., Vascular foramina of the metacarpophalangeal sesamoid bones of Greyhounds and their relationship to sesamoid disease. *American journal of veterinary research*, 69, 716-721, 2008.
- Evansi H.E., de Lahunta, A., *Miller's Anatomy of the Dog*. 4th ed. St. Louis, Saunders, pp: 129-136, 2013.
- Filipowska, J., Tomaszewski, K. A., Niedźwiedzki, Ł., Walocha, J. A., Niedźwiedzki, T., The role of vasculature in bone development, regeneration and proper systemic functioning. *Angiogenesis*, 20, 291-302, 2017.
- Gümüşburun, E., Yücel, F., Ozkan, Y., Akgün, Z., A study of the nutrient foramina of lower limb long bones, *Surgical and Radiologic Anatomy*, 16, 409-412, 1994.
- Hughes, H., The factors determining the direction of the canal for the nutrient artery in the long bones of mammals and birds, *Acta Anatomica*, 1952; 15, 261-80.
- Kara, M.E., Sevil-kilimci, F., Onar, V., Foraminal index on the dog femora. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 58, 229-232, 2011.
- Kawahara, G., Matsuda, M., Kitai, T., Sugiyama, K., Aihara, A., Anatomical observations on the foramen nutricium of the long bone (tubal bone) of the Japanese (further study) its location number and direction in the bone. *Kaibogaku Zasshi*, 42, 132-145, 1967.

- Kizilkanat, E., Boyan, N., Ozsahin, E.T., Soames, R., Oguz, O., Location, number and clinical significance of nutrient foramina in human long bones. *Annals Anatomy*, 189, 87-95, 2007.
- Kumar K, Mogha IV, Aithal HP, Kinjavdekar P, Amarpal, Singh GR, et al. Occurrence and pattern of long bone fractures in growing dogs with normal and osteopenic bones. *Journal of veterinary medicine. A, physiology, pathology, clinical medicine*. 54, 484–90, 2007.
- Kumar, R., Mandloi, R.S., Singh, A.K., Kumar, D., Mahato, P., Analytical and morphometric study of nutrient foramina of femur in Rohilkhand Region, *International Journal of Mental Health Systems*, 52-54, 2013.
- Longia, G.S., Ajmani, M.L., Saxena, S.K., Thomas, R.J., Study of diaphyseal nutrient foramina in human long bones. *Acta Anatomica (Basel)*, 107, 399-406, 1980.
- Mysorekar, VR., Diaphysial nutrient foramen in human long bones. *Journal of Anatomy*, 101, 813–822, 1967.
- Nomina Anatomica Veterinaria. Prepared by the international committees on veterinary gross anatomical nomenclature and authorized by the general assembly of the world association of veterinary anatomists (6th Edition). The Editorial Committee Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil), 2017.
- Payton CG. The position of the nutrient foramen and direction of the nutrient canal in the long bones of the Madder-fed pig. *J Anat*, 1934; 68:500-510.
- Piermattei DL, Flo GL, Decamp CE. St. Louis, MO: Saunders Elsevier; 2006. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair; p. 818.
- Shulman, S.S., Observations on the nutrient foramina of the human radius and ulna. *Anatomical Record*, 134, 685-697, 1959.
- Sim, J., Ahn, D., Anatomy of the diaphyseal nutrient foramen in the long bones of the pectoral limb of German Shepherds. *Korean Journal of Veterinary Research*, 54(3), 179-184, 2014.
- Singh, A.P., Mirakhur, K.K., Nigam, J.M., A study on the incidence and anatomical locations of fractures in canine, caprine, bovine, equine and camel. *Indian journal of veterinary surgery*, 4, 61–6, 1983.
- Skawina, A., Wyczolkowski, M., Nutrient foramen of humerus, radius and ulna in Human Fetuses. *Folia Morphologica*, 46, 17–24, 1987.
- Sukumar, C.D., A study on the anatomical variations in diaphyseal nutrient foramina of humerus and its clinical implications. *International Journal of Current Research and Review*, 11(15), 16-22, 2019.

- Uzuner, M.B., Ocak, M., Geneci, F., Kocabıyık, N., Sargon, M.F., AlShouk A. Quantitative and morphometric evaluation of the foramina nutricia in the long bones of the upper and lower extremities in anatolian population. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 8(1), 39–44, 2018.
- Wavreille, G., Dos, Remedios, C., Chantelot, C., Anatomic bases of vascularized elbow joint harvesting to achieve vascularised allograft, *Surgical and Radiologic Anatomy*, 28, 498–510, 2006.
- Welch, J.A., Boudrieau, R.J., DeJardin, L.M., Spodnick, G.J., The intraosseous blood supply of the canine radius: implications for healing of distal fractures in small dogs. *Veterinary Surgery*, 26, 57–61, 1997.
- Xue, Z., Ding, H., Hu, C., Xu, H., An, Z., An anatomical study of the nutrient foramina of the human humeral diaphysis. *Medical Science Monitor*, 22, 1637–1645, 2016.
- Zahra, S.U., Kervancioğlu, P., Bahşi, İ., Morphological and topographical anatomy of nutrient foramen in the lower limb long bones. *European Journal of Therapeutics*, 24, 36-43, 2018.

## BİYOLOJİK SIVILARIN VE LEKELERİN ORJİNİNİN BELİRLENMESİNDE mRNA ve ncRNA TEMELLİ YAKLAŞIMLAR

Öğr.Gör.Dr.,FATMA ÇAVUŞ YONAR <sup>1</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü,  
- 0000-0001-5941-8434

### ÖZET

Adli uygulamalarda olay yerlerinden elde edilen vücut sıvılarının orijini doğru bir şekilde tespit etmek delil ile iddia edilen suç arasındaki bağlantının kurulması ve neticede olayın aydınlatılması açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda adli olgularda olay yerinden toplanan biyolojik örnekler kimyasal, analitik, immünolojik ve ışık kaynaklarına dayalı yöntemler ile analiz edilmektedir. Ancak adli olgularda bulunan biyolojik örneğin ne olduğundan çok kaynağının ne olduğunun anlaşılması yani orijininin belirlenmesi daha önemlidir. Olay yerinde bulunan kan örneğinin vücudun neresinden geldiğinin tespiti bizi olayın çözümüne yaklaştırabilmekte, soruşturmanın seyrini değiştirebilmektedir. Bu nedenle araştırmacılar vücut sıvılarının adli genetik bağlamında kimliklendirilmesinde çeşitli biyobelirteçler kullanmaktadır. Dokuya özgü ekspresyon değerlerine sahip olan ve adli genetik analizlerde sıklıkla kullanılan mRNA molekülleri bu belirteçlerin başında gelmektedir. İlerleyen çalışmalarla beraber araştırmacılar kimliklendirmede daha hızlı ve yüksek doğrulukta sonuç veren, stabilitesi yüksek ve boyutu daha küçük olan miRNA'lar üzerine de yoğunlaşmıştır. Bununla beraber piRNA, circRNA gibi farklı ncRNA türleri de vücut sıvılarının kimliklendirilmesinde kullanılmaktadır. Adli bilimlerde vücut sıvısının tanımlanmasında RNA temelli en uygun yaklaşımı belirlemek zordur. Araştırmacılar tarafından tespit edilen RNA biyobelirteçlerinin, kriminal laboratuvarlarda gerçek vakalara uygulanmadan önce geliştirilmeye ve valide edilmeye ihtiyacı vardır. Bununla birlikte, genel olarak, DNA karşısında RNA bazlı teknolojilerin rutin analizlere dahil edilmesine ilişkin direnç de göz ardı edilmemesi gereken bir diğer husustur. Bu dirence RNA'nın stabilitesi konusundaki endişeler, maliyet, raporlamada standardizasyon eksikliği ve ticari kitlerin ulaşılabilirliği konusundaki kısıtlamalar sebebiyet vermektedir. Buna rağmen RNA bazlı teknolojilerin vücut sıvılarının tanımlanmasında geleneksel yöntemlerin yerini alma potansiyeli yüksektir. Ek olarak, Kantitatif Gerçek Zamanlı PCR Deneylerinin Yayınlanması için Minimum Bilgi (Minimum Information for Publication of Quantitative Real-Time PCR Experiments, MIQE) Kılavuzları'nın geliştirilmesi, güvenilir RT-qPCR sonuçlarının oluşturulmasını ve laboratuvarlar arası karşılaştırmayı da kolaylaştıracaktır. Literatür taramasına dayalı bu çalışma ile farklı RNA türlerinin dokulardaki ekspresyon seviyeleri ve biyobelirteç olarak seçicilikleri incelenerek adli olgularda vücut sıvılarının kimliklendirilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kimliklendirme, Vücut Sıvıları, miRNA, piRNA, mRNA

## 1. GİRİŞ

Olay yerinde bulunan biyolojik sıvıların tespiti, olayın yeniden kurgulanması açısından önemlidir (Morgan ark., 2020). Özellikle DNA içerikli deliller mahkemelerde büyük öneme sahiptir. DNA kanıtlarına ve olayla ilgili diğer bilgilere bağlı olarak iddia makamı ve savunma makamı biyolojik lekeler/vücut sıvıları/dokular ile ilgili şu sorulara yanıt aramaktadırlar: Şüphelinin DNA'sı tespit edilebilir mi (alt kaynak)? Tespit edilen biyolojik örnek şüpheliden mi geliyor (kaynak seviyesi)? Bu gözlemlenen duruma hangi eylem yol açtı (etkinlik düzeyi)? Şüpheli bu olaydan suçlu mu (suç düzeyi) (Gill ark., 2018, 2020)? Alt kaynak seviyesi, izin DNA tiplemesini; kaynak seviyesi ise biyolojik materyalin belirlenmesini içerir. Kaynak düzeyindeki adli çalışmalara (vücut sıvısının tanımlanması ve DNA tiplemesi) ek olarak, son yıllarda etkinlik düzeyinde hedefe yönelik araştırmalar ivme kazanmıştır (Taylor ark., 2018). Etkinlik düzeyi, DNA izinin kökenini açıklayabilecek eylemleri ele alır. İz geliştirme yöntemlerinin artan hassasiyeti ve yeni araştırma yaklaşımları ile kaynak düzeyine ilişkin sorular daha yüksek hassasiyetle açıklığa kavuşturulabilmektedir. Bir suçla ilgili izin/lekenin/vücut sıvısının tanımlanması, suçla ilişkili faaliyet hakkında çıkarımları daha da kolaylaştırır (Sijen, 2015). Dolayısıyla kanın menstrual kan olduğunun tespiti soruşturmanın seyrini değiştirebilir veya izi suçla ilişkilendirmek bağlamında önemli kılabilir. Ayrıca cinsel suçlarda tespit edilen meni ve vajinal sıvılar, olayın çözümlenmesi açısından önemli delillerdir. Son yıllarda araştırmalar, geleneksel tanımlayıcı ve doğrulayıcı testlerin yanı sıra moleküler yaklaşımlara da odaklanmıştır. Özellikle çoklu vücut sıvılarının eşzamanlı moleküler incelemesi; tanımlayıcı öncül testlerin çoğu zaman insana ve vücut sıvılarına özgü olmaması ve farklı testler için fazla miktarda biyolojik materyale (başlangıç materyaline) ihtiyaç duyulması nedeniyle araştırmaların odak noktası haline gelmiştir (Harbison & Fleming, 2016; Virkler & Lednev, 2009). Ayrıca, adli bağlamda ilgili tüm vücut sıvılarının değerlendirilmesi için uygun tek bir tanımlayıcı veya doğrulayıcı test de hali hazırda mevcut değildir.

Olay yerinden toplanan biyolojik örnekler az miktarda ve birden fazla örnekle beraber karışık halde bulunabilmektedir. Bu yüzden var olan örneklerin doğru şekilde tanımlanması ve incelenmesi adli bilimlere açısından; olayın çözümlenmesi ve suçlu(lar) ile mağdurun tespiti için oldukça önemlidir. Olay yerinde bulunan bir biyolojik örneği gözle görünür hale getirmek için kimyasal uygulamaların yanı sıra çeşitli ışık kaynakları da kullanılabilir. Bu uygulamalara örnek olarak luminol testi, asit fosfataz testi, UV altında görüntüleme vb. verilebilir. Ön tarama testleri olarak adlandırılan bu işlemler bize örneğin özelliğine dair fikir verirken biyolojik örneğin insana mı hayvana mı ait olduğuna yönelik ya da bu biyolojik örneğin vücudun hangi bölgesinden geldiğine dair kesin bir cevap sağlayamaz. Yani bu uygulamalar olay yerinde bulunan DNA'nın kaynağı hakkında bilgi verememektedir. Sonraki süreçte yapılan tarama testleriyle beraber ise biyolojik örneğin kaynağına ulaşılabilir. Bu şekilde uygulanan tarama testlerine örnek olarak p30 testi, üreaz testi, kastle-meyer testi vb. verilebilir. Ancak bu testlerin kullanımında duyarlılık ve özgüllük eksikliği gibi çeşitli kısıtlılıklar bulunmaktadır (An ark., 2012). Bu tarz sorunlar araştırmacıları adli bilimlerde kullanılmak üzere farklı uygulamaların geliştirilmesine yöneltmiştir. Bu noktada ise karşımıza aynı kısmen stabil ve kısa uzunluklarıyla beraber RNA molekülleri çıkmaktadır.



## 1.1. Adli Bilimlerde RNA

Alec Jeffreys'in 1984 yılında DNA parmak izini keşfetmesiyle beraber adli bilimler alanında DNA'ya yönelik çalışmalar gündeme gelmiştir. Çünkü olay yerinden elde edilen biyolojik örnek doğrudan suçlu veya mağdura ait kanıt sağlayabilmektedir. Cinsiyet, ölüm yaşı, ilaç kullanımı, ölümcül koma, hipoksi, yüksek ateş, dehidrasyon vb. gibi birçok faktör ile nem, sıcaklık gibi çevre koşulları RNA stabilitesini etkilemektedir. Bu dezavantajları ve RNA'nın ortam koşullarında hızlı degrade olması sebebiyle DNA çalışmaları hız kazanırken, adli bilimler alanında RNA çalışmaları DNA'nın gerisinde kalmıştır (Treiber ark., 2012). Ancak ilerleyen yıllarda RT-PCR tekniğinin gündeme gelmesiyle beraber, vücut sıvılarının tanımlanması ve yara bölgelerindeki moleküler değişikliklerin incelenmesine yönelik yapılan araştırmalarda RNA'nın önemi anlaşılmıştır (C. Haas ark., 2009). Böylelikle RNA'nın adli bilimlerin çeşitli alanlarında kullanımına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Yapılan araştırmalarda yalnızca yara bölgeleri ya da vücut sıvılarının tanımlanması değil biyolojik örneklerden biyolojik yaş tayini, yara yaşı tespiti ve postmortem interval tayini gibi çeşitli alanlarda çalışmalar yürütülmektedir (M. Bauer, 2007). RNA'ların doku spesifik ekspresyon olmaları, az miktardaki başlangıç materyali ile analiz yapılabilmesi, farklı doku tipi RNA belirteçlerinin aynı anda çalışılabilmesi geleneksel testlere alternatif olarak adli bilimlerde RNA'nın kullanımını yaygınlaştırmıştır.

## 1.2. Vücut Sıvılarının Tanımlanması

Olay yerinden elde edilen biyolojik örneklerden yapılan DNA analizi ile şüpheli veya mağdurun kimliğine ulaşılabilir. Bu sebeple DNA analizinin doğru yapılması adli bilimlerde oldukça önemlidir. Ancak olay yerinden elde edilen DNA bizlere biyolojik örneğin kaynağı hakkında bilgi sağlamaz. Eldeki DNA kan, epitel hücre, ter, göz yaşı, tükürük, meni vb. gibi çeşitli kaynaklara ait olabilmektedir (An ark., 2012). Adli olayın çözümlenebilmesi ve suç ile fail arasındaki ilişkiyi sağlayabilmek adına DNA'nın kaynağına ulaşılmalıdır. Çünkü olay yerinde bulunan biyolojik örneğin venöz kan mı yoksa menstrual kan mı olduğuna yönelik yapılacak bir çalışma, adli bir olayın aydınlatılmasını sağlayabilmektedir (Jakubowska ark., 2014).

DNA çoğu hücrede aynı olmasına rağmen, RNA'lar hücre tiplerine ve işlevlerine göre farklıdır. Bu nedenle RNA'lar dokuya spesifik halde bulunmaktadır (M. Bauer, 2007). Yapılan çalışmalarla vücut sıvılarının belirlenmesinde kullanılacak çeşitli mRNA belirteçleri tanımlanmıştır. Vücut sıvılarının identifikasyonu ile ilişkilendirilen RNA belirteçlerinin dokuya özgü olması, stabilitesinin bozulmaması ve çevresel faktörlere bağlı olarak ekspresyon seviyelerinin değişmemesi gereklidir. Bazı RNA molekülleri bu koşullar için uygunluk sağlarken bazıları ise spesifik olmamaları ve düşük stabiliteyi nedeniyle amaca hizmet etmemektedirler (Gomes ark., 2013). RNA belirteçlerinin duyarlılığının az olması ve sıcaklık, nem gibi çevresel koşulların stabilitesini etkilemesi sebebiyle adli bilimlerde kullanımı kısıtlıdır (Vennemann & Koppelkamm, 2010). Vücut sıvılarının kimliklendirilmesinde mRNA, miRNA, piRNA, circRNA vb. gibi farklı türlerde RNA çeşitleri kullanılabilir. Adli bilimlerde vücut sıvılarının tanımlanmasında kullanılan mRNA'lara alternatif olarak



miRNA'lar kullanılabileceği tespit edilmiştir. Boyutlarının küçük olması çevresel faktörlere karşı miRNA'ları daha dayanıklı hale getirmektedir. Ayrıca dokuya özgü ekspresyon seviyelerinin bulunması ile de miRNA'lar adli bilimlerde mRNA'lara kıyasla daha avantajlı konumdadır (Glynn, 2020). Her geçen gün geliştirilen metodolojilerle birlikte, vücut sıvılarının kimliklendirilmesinde kullanılabilecek farklı biyobelirteçler karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan biri de piRNA'lardır. piRNA'lar kodlanmayan, küçük boyutta ve dokuya özgü ifade gösteren RNA türüdür (Martinez ark., 2015).

### 1.3. mRNA

Hücrelerdeki mRNA'nın ekspresyon modellerindeki farklılıklardan faydalanılarak gen ekspresyon analizleri ile biyolojik sıvılar tanımlanabilmektedir. Yetişkin bir insan vücudu, farklı işlevler için yetkin yaklaşık 210 farklı hücre tipi içerir (Milo ark., 2010). Her vücut sıvısı, kapsamlı olarak transkriptom olarak adlandırılan benzersiz bir gen ekspresyonuna sahiptir. mRNA'ların ömrü sınırlıdır; insan mRNA'larının ortalama yarılanma ömrü 10 saattir, dolayısıyla hücre, protein sentezini yeni faktörlere mümkün olduğunca çabuk adapte edebilmektedir (Sakharkar ark., 2002). mRNA'lar vücut sıvılarının tanımlanmasında uzun yıllardır kullanılmakla birlikte adli bilimlerde mRNA'nın kullanımına ilişkin ilk çalışmalar menstruasyon kanının tanımlanması üzerinedir (Martin Bauer & Patzelt, 2002). Son yıllarda, adli açıdan farklı vücut sıvıları için çok sayıda farklı spesifik mRNA belirteci keşfedilmiştir (Tablo 1).

RNA profili oluşturmanın ilk adımı RNA'nın hücrelerden izolasyonudur. Özellikle DNA ve RNA'nın birlikte ekstrakte edilebildiği yöntemlere ilişkin mRNA temelli çeşitli araştırmalar vardır (Alvarez ark., 2004; Bowden ark., 2011; Grabmüller ark., 2015; Li ark., 2014; Loureiro ark., 2019; Wang ark., 2021). Bu çalışmalardaki temel zorluk, ayrı ekstraksiyon yöntemlerine kıyasla izolasyon veriminin düşmesidir. Ayrıca olası spesifik olmayan bağlanmayı önlemek için ortama deoksiribonükleaz (DNaz) eklenerek, olası kalıntı DNA'nın RNA numunesinden uzaklaştırılması gereklidir (Juusola & Ballantyne, 2003). Bu sebeple de izolasyona ilişkin iş akışında işlem sayısı artmaktadır. Ekstraksiyon ve DNaz prosedürünü ters transkripsiyon (RT), amplifikasyon süreci takip eder. Biyolojik sıvıların identifikasyonu için en yaygın amplifikasyon yöntemleri, ters transkripsiyon kantitatif PCR (RT-qPCR) ve kapiler elektroforez (CE) ile tespit edilen uç nokta PCR'dir. Son dönemdeki çalışmalar uç nokta PCR ve CE ile yapılan araştırmalara odaklanmıştır. Bu yarı kantitatif yaklaşım aynı zamanda hassastır ve multipleks analizlerin tespitine olanak tanır (Lynch & Fleming, 2021). Bu yöntemle, çeşitli farklı biyobelirteçlerle multipleks analizler mümkün olduğundan, bu da önemli ölçüde zaman ve maliyet tasarrufu sağlar. Pahalı ve zaman alıcı Kitlesel Paralel Dizileme (Massive parallel sequencing, MPS) yöntemi de son yıllarda RNA analizlerinde tercih edilmektedir (Ballard ark., 2020; Børsting & Morling, 2015). Bu yöntemin avantajı, çok sayıda markır ve tek nükleotid polimorfizm (SNP'ler) incelemesinin aynı anda gerçekleştirilebilmesi ve tam bir transkriptom analizini olası kılmasıdır (Cordula Haas ark., 2021). Ek olarak, son yıllarda vücut sıvılarının mRNA bazlı tespitine yönelik yapılan çalışmalar; hassasiyeti yüksek ve spesifik markırların tespit edilmesi, bunların optimize edilmesi ve multipleks analizler için kullanılması yönünde ilerlemektedir (Ingold ark., 2018, 2020; Salzman ark., 2021). mRNA'lar ortalama ~3300 bp

uzunluğa sahiptir, UV ışığı ve nem gibi çevresel faktörlerin etkisi altında yüksek oranda bozunurlar (Sirker ark., 2016). Ancak ışıktan korunan ve kuru bir ortamda saklanan biyolojik örneklerden mRNA'lar onlarca yıl sonra bile başarıyla tespit edilebilir (Fabbri ark., 2017). Ayrıca yapılan çalışmalarda mRNA analizlerinin, vücut sıvısı belirlemede kullanılan geleneksel yaklaşımlar kadar hassas olduğu ve küçük miktarlardaki biyolojik materyalden dahi tespit edebildiği de rapor edilmiştir (C. Haas ark., 2009).

**Tablo 1.** Vücut sıvılarının tanımlanmasında kullanılan bazı mRNA belirteçleri (Bamberg, 2022)

Vücut Sıvısı	Marker	Hedef
Kan	ALAS2	5'-aminolevulinat sentaz 2
	AMICA1	Bağlantı yapışma molekülü gibi
	CD93	CD93 molekülü
	GYPA	Glikoforin A
	HBB	Hemoglobin alt birimi beta
	SLC4A1	Çözünen taşıyıcı aile 4 üye 1
	SPTB	Spektrin beta
	KLK2	Kallikrein ile ilgili peptidaz 2
	KLK3	Kallikrein ile ilgili peptidaz 3
	PRM1	Protamin 1
Semen	PRM2	Protamin 2
	SEMG1	Semenogelin 1
	TGM4	Transglutaminaz 4
	TNPI	Geçiş proteini 1
	HTN3	Histatin 3
Tükürük	MUC7	Müsin 7
	STATH	Statherin
	CYP2B7P1	Sitokrom P450, aile 2, alt aile B, polipeptit 7 psödojen 1
Vajinal sekresyon	ESR1	Östrojen reseptörü 1
	HBD1	Defensin beta 1
	MUC4	Müsin 4
	MYOZ1	Miyozenin 1
	SPINK5	Serin peptidaz inhibitörü Kazal tip 5
Menstrüel kan	MMP10	Matris metalopeptidaz 10
	MMP11	Matris metalopeptidaz 11
	MMP3	Matris metalopeptidaz 3
	MMP7	Matris metalopeptidaz 7
	STC1	Stanniokalsin 1
Nazal mukoza	BPIFA1	A ailesi üyesi 1'i içeren BPI katı
	OPRPN	Opiorfin prepropeptit
Ter	DCD	Dermcidin
İdrar	MIOX	Miyoinositol oksijenaz
	UMOD	Üromodulin

Tanımlayıcı ve doğrulayıcı analizlere göre en büyük avantajı multipleks analizlere elverişli olmasıdır. Geleneksel analizler, karışım örneklerde her bir vücut sıvısının belirlenmesi için ayrı testlerin uygulanmasını zorunlu kılarken, mRNA analizleri, tek bir multipleks yaklaşımla farklı vücut sıvılarını tespit edebilir. Bunun yanı sıra vücut sıvılarının tanımlanmasında bir veya iki belirtecin kullanılması yanlış pozitif sonuçlara neden olabilir. Bu nedenle analizlerde her vücut sıvısı için en az iki mRNA belirteci ve iki internal kontrol belirteci kullanımı tavsiye edilmektedir.

#### 1.4. Kodlama Yapmayan RNA'lar (Non-Coding, ncRNAs)

Adli bilimler alanında kullanılan en önemli kodlama yapmayan RNA türü miRNA'lardır. miRNA'lara ilk olarak 1993 yılında Victor Ambros'un *Caenorhabditis elegans* üzerinde yaptığı çalışma sırasında rastlanmıştır (Lee ark., 1993). Gen ifadesinin düzenlenmesinde rol oynayan miRNA'lar endojen yapıda olup; yaklaşık 20-22 nükleotid uzunluğuna sahip kısa ve kodlanmayan RNA molekülleridir. miRNA'lar hedef mRNA molekülüne bağlanıp, bu molekülün yıkılması ve baskılanmasını sağlayarak gen ifadesini düzenlemektedir (van Rooij & Olson, 2007). miRNA genleri protein kodlayan genlerin intron bölgelerinde ve protein kodlaması yapmayan DNA lokuslarında bulunmaktadır (Lan ark., 2015). Hücre döngüsü, apoptoz, çoğalm ve farklılaşma gibi pek çok hücrel faaliyetlerde miRNA'lar görev almaktadır (Prahm ark., 2016).

miRNA'lar, mRNA translasyonunun ve stabilitesinin düzenlenmesinde rol oynayan RNA moleküllerindedir (Chen & Rajewsky, 2007). Literatürde yapılan çalışmalarda, farklı yöntemler kullanarak vücut sıvılarına özgü olan miRNA'lar tespit edilmiştir (Courts & Madea, 2010). miRNA'lar türler arasında yüksek oranda korunduğundan, tüm belirteçler insana özgü değildir (He & Hannon, 2004). Uzunluklarının kısa olması ve proteinlere bağlanma özellikleri sebebi ile çevresel faktörlere karşı daha dayanıklıdırlar (Kulstein ark., 2018; Mayes ark., 2019). miRNA'lar, farklı çevresel koşullara maruz bırakıldığında ya da kimyasallarla yıkanma gibi işlemlere tabi tutulduğunda stabilitelelerini koruduklarından tespit edilebilirlik oranları yüksektir (Silva ark., 2015). İnsana özgü miRNA'lar 5'-ucundaki yalnızca birkaç bazın sınırlı baz eşleşmesiyle etkileşime girdiğinden, bir miRNA farklı hedeflere bağlanabilir. Bu durum özgüllüğü sınırlandırmaktadır. Düşük özgüllük nedeniyle miRNA profillerinin yorumlanmasına yönelik sınıflandırmalarda birden fazla miRNA biyobelirteci ile oluşturulmuş algoritmalar geliştirilmiştir (Liu ark., 2021). miRNA'ların boyutlarının küçüklüğü sebebiyle RT-qPCR tercih edilen analitik yöntemdir. miRNA'lar bağlanmamış primerlerde bulduklarından parça uzantısı olmadan CE'de doğrudan çalışılmaz. Bu konuyu aydınlatmak üzere, primer uzantısı kullanılarak miRNA'ların CE ile analizi için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir (Li ark., 2014; Mayes ark., 2018). miRNA'ların oluşum mekanizmasının ilk adımı miRNA genlerinden öncü molekül olan pri-miRNA'nın transkripsiyonudur. Nükleusta gerçekleşen bu işlemde RNA-polimeraz II enzimi rol almaktadır. İçerisinde miRNA dizilerini barındıran pri-miRNA'lar kendi üstlerinde kıvrılarak "hairpin" adı verilen saç tokası yapısını oluşturmaktadır (Prahm ark., 2016). Pre-miRNA; RNA polimeraz III enzim ailesinden olan Drosha ve bu enzimin RNA bağlayıcı proteini olan DGCR8 ile kesilerek pre-miRNA molekülünü meydana getirir. Elde edilen pre-miRNA

sitoplazma içerisine taşınır (Lan ark., 2015). Sitoplazmada RNA polimeraz III enzim ailesinden olan Dicer ve bu enzimin RNA bağlayıcı proteini olan TRBP ile kesilen pre-miRNA yaklaşık 22 nükleotid uzunluğuna sahip olgun miRNA'yı oluşturur. Bu süreç içerisinde Dicer enzimi RNA-indüklenmiş susturma kompleksi olarak adlandırılan RISC' nin oluşmasını sağlar. RISC kompleksi ile miRNA molekülleri mRNA hedef bölgesine bağlanarak translasyonu baskılar ve mRNA yıkımını sağlayabilir (Prahm ark., 2016). Oluşan miRNA'lar mRNA'da hedef bölgelerine tam veya kısmi şekilde bağlanabilmektedir. Tam bağlanma sırasında miRNA'lar mRNA'nın ORF adı verilen bölgesinden bağlanarak mRNA'nın yıkımını gerçekleştirir. Kısmi bağlanmada ise miRNA'lar mRNA'nın 3'UTR bölgesinden bağlanır. Bu şekilde mRNA translasyonu inhibe edilmiş olur (Treiber ark., 2012). miRNA izolasyonu için tasarlanan kitler, çoğunlukla ilk adım olarak total RNA izolasyonu, sonrasında ise daha küçük boyuttaki miRNA'ların izole edilmesine yöneliktir (Lu & Rothenberg, 2018).

2022 yılında Rhodes ve ark.'ı tarafından gerçekleştirilen çalışmada, vücut sıvılarının tanımlanması için popülasyonda miRNA panelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır (Rhodes ark., 2022). Çalışmaya katılan gönüllüler çeşitli yaş, etnik köken ve cinsiyete sahip 334 kişiden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılmak üzere seçilen miRNA'lar ise let-7g, let-7i, miR-200b, miR-320c, miR-10b ve miR-891a'dır. Gönüllülerden venöz kan, menstural kan, idrar, tükürük, semen, vajinal salgı ve dışkı örnekleri olmak üzere 7 farklı örnek uygun şekilde toplanmıştır. Alınan örneklerden total RNA izolasyonu yapılmıştır. miRNA konsantrasyonlarının daha iyi gözlemlenebilmesi için RNA izolasyonunun verimliliği RT-PCR ile ölçülmüştür. Yedi farklı vücut sıvısının çalışıldığı araştırmada, seçilen miRNA'ların ekspresyonlarının popülasyondaki ayırım gücünün olumlu ve olumsuz yönleri belirlenmiştir. Venöz kan ve dışkı örnekleri %100 doğrulukta saptanırken, menstural kanda yanlış sınıflandırma sonucuna ulaşılmıştır. Semen, idrar, tükürük ve vajinal salgı örnekleri için ise tanımlamada kayıp gözlemlenmiştir.

2019 yılında ülkemizde yapılan bir çalışma da ise miRNA aktivitesi incelenmiştir. 23 gönüllünün katıldığı çalışmada kişilerden venöz kan örneği, tükürük, semen ve menstural kan alınmıştır (Albayrak Acar, 2019). Alınan örneklerden RNA izolasyonu uygun şartlar altında gerçekleştirilmiştir. RT-PCR ile miRNA'ların ekspresyon analizlerinin ölçülmesi amacıyla ilgili bölgelere yönelik primer dizaynında seçilen 11 hedef miRNA hsa-miR-10b-5p, hsa-miR-96-5p, hsa-miR-106a-5p, hsa-miR135a-5p, hsa-miR-144-3p, hsa-miR-203a-3p, hsa-miR-205-5p, hsa-miR-214-3p, hsa-miR-412-3p, hsa-miR-451a, hsa-miR-891a-5p olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu ise hsa-miR-26b-5p'dir. RNA izolasyonu ile elde edilen örneklerin cDNA sentezi gerçekleştirildikten sonra uygun koşullar altında örneklerin RT-PCR'ı yapılmıştır. Böylelikle cDNA ürünlerinin ekspresyon analizi sağlanmıştır. Kişilerden alınan örnekler ile kontrol örnekleri karşılaştırılarak miRNA miktarlarına bakılmıştır. Bakılan 11 miRNA'nın ekspresyon seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. 11 miRNA bölgesinde yapılan ekspresyon analizi sonucunda elde edilen değerler ile; periferik kan örneği için hsa-miR-451a, tükürük örneği için hsa-miR 203a-3p ve semen için hsa- miR-891a belirteçlerinin vücut sıvılarının tanımlanmasında ayırt edici spesifiteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Vücut sıvılarının belirlenmesinde kullanılan kodlama yapmayan küçük RNA'ların bir başka sınıfı da piRNA'lardır. piRNA'lar, uzunlukları 24-32 nükleotid arasında değişen, küçük

kodlama yapmayan RNA'ların bilinen en uzun sınıfıdır (Iwasaki ark., 2015). Bu küçük boyut ve 3'-terminal nükleotidlerdeki 2'-O-metil grubu, yüksek stabiliteyi işaret etmektedir (Simon ark., 2011). piRNA'lar, hücrel mRNA'ların düzenlenmesinde ve farklı vücut sıvılarında diferansiyel olarak eksprese edilebilen transpoze edilebilir elemanların transkripsiyonel ve transkripsiyon sonrası dizilenmesinde önemli faktörler olduklarından, bunların vücut sıvısı tanımlaması için uygun adaylar olduğu belirlenmiştir (Parhad & Theurkauf, 2019). Farklı araştırma gruplarının çalışmaları piRNA'ların vücut sıvısı belirteci olarak kullanılabilmesinin potansiyel göstergesidir (Wang, Wang, Tao, He, ark., 2019; Wang, Wang, Tao, Wang, ark., 2019).

2019 yılında Wang ve ark.'ı vücut sıvılarının tanımlanmasında pi-RNA'lar üzerine çalışmışlardır (Wang, Wang, Tao, He, ark., 2019). Seçilen dört adet pi-RNA (piR-61648, piR-55521, piR-43994 and piR-33151) belirtecinde; venöz kan, menstrual kan, semen, vajinal salgı ve tükürük örneklerinde RT-PCR kullanılarak ekspresyon seviyeleri ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan aday piRNA'lar vücut sıvılarında yüksek ekspresyon seviyesini ifade eden veri seti içerisinden seçilmiştir. Çalışmada yer alan gönüllüler 23-29 yaş aralığında bulunan 8 erkek ve 8 kadından oluşmaktadır. Gönüllülerden toplanan örnekler uygun koşullarda saklanarak RNA izolasyonları gerçekleştirilmiştir. İzolasyon sonucunda en yüksek RNA verimi vajinal salgıdan elde edilirken, en düşük verim ise tükürükten elde edilmiştir. İlgili primer tasarımı yapılarak RNA örneklerinin cDNA sentezi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen örnekler uygun koşullar altında RT-PCR'da analiz edilmiştir. Ayrıca kurutulmuş vücut sıvılarında piRNA ekspresyonuna bakılmak üzere alınan örneklerden hazırlanan 5 numune yaklaşık 20°C ve günde 10 saat gün ışığına maruz bırakılarak 1 ay süreyle bekletilmiştir. Farklı 7 numune ise yaklaşık 6-7 ay boyunca güneş ışığına doğrudan maruz kalmadan saklanmıştır. Çalışma sonucunda test edilen piRNA'lar en az iki tür vücut sıvısında önemli ölçüde eksprese edilmiştir. Çalışılan piR-55521 belirtecinin ise tükürükte tespiti yapılamazken semende güçlü şekilde eksprese edildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca dış mekan koşullarında 6 ay boyunca bırakılan eski örneklerden de piR-55521'in tespit edilebileceği kaydedilmiştir.

## 2. SONUÇ

Adli bilimlerde olayın aydınlatılması ve suçluların tespitinde olay yerinden elde edilen vücut sıvılarının doğru şekilde tanımlanması önemlidir. Bunu yapabilmek için de elde edilen biyolojik örneğin hangi kaynaktan geldiği yani tükürük mü semen mi yoksa kan mı, kan ise venöz mü yoksa menstrual mi gibi çeşitli sorular sorulmalıdır (Hanson & Ballantyne, 2013). Vücut sıvılarının tanımlanmasında; kimyasal, immünolojik ve ışık kaynağı gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kan örneklerinin analizi için hemoglobin ya da tükürük örneği için amilaz varlığına bakan farklı teknikler bulunmaktadır. Ancak bu testler bize kan örnekleri kaynağının venöz mü menstrual mi olduğu hakkında bilgi veremez. Ayrıca testlerin stabil olmaması, kaynağa özgü olmaması ve her vücut sıvısı için farklı yöntemin kullanılması çalışmalar açısından olumsuzlukları beraberinde getirmektedir (Park ark., 2014). Bu sebeplerden ötürü araştırmacılar yeni yöntemlere ihtiyaç duymuştur. Bu noktada karşımıza mRNA molekülleri çıkmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda bazı mRNA'ların dokuya özgü ekspresyonu olduğu belirlenmiştir. Ancak adli bilim alanında örnekler her zaman saf



ve stabil olmamakla beraber dış etmenlere maruz kalmakta bazen de karışık örnek halinde bulunabilmektedir. Yapılan çalışmalarda nem, sıcaklık, ışık gibi çeşitli çevresel etmenlerden etkilenen mRNA'ların stabilitesinin bozulduğu gözlemlenmiştir (M. Bauer, 2007). İlerleyen zamanlarda yapılan farklı araştırmalarda ise dokuya özgüllüğü daha spesifik olan ve daha küçük boyutları ile stabilitesi yüksek miRNA'lar keşfedilmiştir. Vücut sıvılarının tanımlanmasında gelecek vaat eden miRNA temelli yapılan çalışmalar ile dokuya özgü olacak şekilde standart ve güvenilir yöntemler geliştirilmektedir (Sauer ark., 2016).

Her ne kadar günümüzde pek çok miRNA, piRNA, circRNA gibi çeşitli RNA türleri vücut sıvılarının tanımlanmasında kullanılıyor olsa da ayırt edebilme yeteneklerinin arttırılması için yapılacak araştırmalarda bunların ekspresyon profillerinin belirlenmesi gerekmektedir. Daha kapsamlı çalışmalar gerçekleştirilerek gerek degrade gerekse de karışık örneklerin analizi gibi çeşitli değişkenler detaylıca ele alınmalıdır. Elde edilen verilerin toplanıp standardize edilmesi ile RNA'ların adli alanda kullanılması için paneller oluşturulabilir, aday biyobelirteçler tespit edilebilir. Rutinde kolaylık sağlayacak şekilde belli prosesler oluşturularak, laboratuvarlarda bu biyobelirteçlerin vücut sıvılarının tanımlanmasında kullanımı sağlanabilir. Araştırmacıların en büyük endişesi olan vücut sıvılarının yanlış tanımlanmasının önüne geçmek adına farklı analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ve farklı RNA temelli biyobelirteç moleküllerin tespit edilmesi önemlidir.

## KAYNAKÇA

Albayrak Acar, B. (2019). *Adli Tipta Vücut Sıvılarının Tanımlanmasında Biyolojik Marker Olarak MikroRNA'nın Kullanımı*. Mersin Üniversitesi.

Alvarez, M., Juusola, J., & Ballantyne, J. (2004). An mRNA and DNA co-isolation method for forensic casework samples. *Analytical Biochemistry*, 335(2), 289–298.  
<https://doi.org/10.1016/j.ab.2004.09.002>

An, J.-H., Shin, K.-J., Yang, W.-I., & Lee, H.-Y. (2012). Body fluid identification in forensics. *BMB Reports*, 45(10), 545–553. <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2012.45.10.206>

Ballard, D., Winkler-Galicki, J., & Wesolý, J. (2020). Massive parallel sequencing in forensics: advantages, issues, technicalities, and prospects. *International Journal of Legal Medicine*, 134(4), 1291–1303. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02294-0>

Bamberg, M. (2022). *RNA-based identification of forensically relevant body fluids/tissues – novel strategies and methods for casework implementation*. Ulm University.

Bauer, M. (2007). RNA in forensic science. *Forensic Science International: Genetics*, 1(1), 69–74. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2006.11.002>

Bauer, Martin, & Patzelt, D. (2002). Evaluation of Mrna Markers for the Identification of Menstrual Blood. *Journal of Forensic Sciences*, 47(6), 1556J.  
<https://doi.org/10.1520/JFS1556J>

Børsting, C., & Morling, N. (2015). Next generation sequencing and its applications in

forensic genetics. *Forensic Science International: Genetics*, 18, 78–89.

<https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.02.002>

Bowden, A., Fleming, R., & Harbison, S. (2011). A method for DNA and RNA co-extraction for use on forensic samples using the Promega DNA IQ™ system. *Forensic Science International: Genetics*, 5(1), 64–68. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2009.11.007>

Chen, K., & Rajewsky, N. (2007). The evolution of gene regulation by transcription factors and microRNAs. *Nature Reviews Genetics*, 8(2), 93–103. <https://doi.org/10.1038/nrg1990>

Courts, C., & Madea, B. (2010). Micro-RNA – A potential for forensic science? *Forensic Science International*, 203(1–3), 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.07.002>

Fabbri, M., Venturi, M., Talarico, A., Inglese, R., Gaudio, R. M., & Neri, M. (2017). mRNA profiling: Application to an old casework. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 6, e380–e382. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2017.09.170>

Gill, P., Hicks, T., Butler, J. M., Connolly, E., Gusmão, L., Kokshoorn, B., Morling, N., van Oorschot, R. A. H., Parson, W., Prinz, M., Schneider, P. M., Sijen, T., & Taylor, D. (2018). DNA commission of the International society for forensic genetics: Assessing the value of forensic biological evidence - Guidelines highlighting the importance of propositions. *Forensic Science International: Genetics*, 36, 189–202. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.07.003>

Gill, P., Hicks, T., Butler, J. M., Connolly, E., Gusmão, L., Kokshoorn, B., Morling, N., van Oorschot, R. A. H., Parson, W., Prinz, M., Schneider, P. M., Sijen, T., & Taylor, D. (2020). DNA commission of the International society for forensic genetics: Assessing the value of forensic biological evidence - Guidelines highlighting the importance of propositions. Part II: Evaluation of biological traces considering activity level propositions. *Forensic Science International: Genetics*, 44, 102186. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.102186>

Glynn, C. L. (2020). Potential applications of microRNA profiling to forensic investigations. *RNA*, 26(1), 1–9. <https://doi.org/10.1261/rna.072173.119>

Gomes, I., Strohbücker, B., Rothschild, M. A., & Schneider, P. M. (2013). Evaluation of mRNA specific markers using a pentaplex system for the identification of skin and saliva from contact trace evidence. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 4(1), e180–e181. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2013.10.093>

Grabmüller, M., Madea, B., & Courts, C. (2015). Comparative evaluation of different extraction and quantification methods for forensic RNA analysis. *Forensic Science International: Genetics*, 16, 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.01.006>

Haas, C., Klessner, B., Maake, C., Bär, W., & Kratzer, A. (2009). mRNA profiling for body fluid identification by reverse transcription endpoint PCR and realtime PCR. *Forensic Science International: Genetics*, 3(2), 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2008.11.003>



- Haas, Cordula, Neubauer, J., Salzmann, A. P., Hanson, E., & Ballantyne, J. (2021). Forensic transcriptome analysis using massively parallel sequencing. *Forensic Science International: Genetics*, 52, 102486. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2021.102486>
- Hanson, E. K., & Ballantyne, J. (2013). RNA Profiling for the Identification of the Tissue Origin of Dried Stains in Forensic Biology, in *Forensic DNA Analysis: Current Practices and Emerging Technologies*. In *Forensic DNA Analysis* (pp. 98–117). CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/b15361-9>
- Harbison, S., & Fleming, R. (2016). Forensic body fluid identification: state of the art. *Research and Reports in Forensic Medical Science*, 11.  
<https://doi.org/10.2147/RRFMS.S57994>
- He, L., & Hannon, G. J. (2004). MicroRNAs: small RNAs with a big role in gene regulation. *Nature Reviews Genetics*, 5(7), 522–531. <https://doi.org/10.1038/nrg1379>
- Ingold, S., Dørum, G., Hanson, E., Ballard, D., Berti, A., Gettings, K. B., Giangasparo, F., Kampmann, M.-L., Laurent, F.-X., Morling, N., Parson, W., Steffen, C. R., Ulus, A., van den Berge, M., van der Gaag, K. J., Verdoliva, V., Xavier, C., Ballantyne, J., & Haas, C. (2020). Body fluid identification and assignment to donors using a targeted mRNA massively parallel sequencing approach – results of a second EUROFORGEN / EDNAP collaborative exercise. *Forensic Science International: Genetics*, 45, 102208.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.102208>
- Ingold, S., Dørum, G., Hanson, E., Berti, A., Branicki, W., Brito, P., Elsmore, P., Gettings, K. B., Giangasparo, F., Gross, T. E., Hansen, S., Hanssen, E. N., Kampmann, M.-L., Kayser, M., Laurent, F.-X., Morling, N., Mosquera-Miguel, A., Parson, W., Phillips, C., ... Haas, C. (2018). Body fluid identification using a targeted mRNA massively parallel sequencing approach – results of a EUROFORGEN/EDNAP collaborative exercise. *Forensic Science International: Genetics*, 34, 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.01.002>
- Iwasaki, Y. W., Siomi, M. C., & Siomi, H. (2015). PIWI-Interacting RNA: Its Biogenesis and Functions. *Annual Review of Biochemistry*, 84(1), 405–433. <https://doi.org/10.1146/annurev-biochem-060614-034258>
- Jakubowska, J., Maciejewska, A., Bielawski, K. P., & Pawłowski, R. (2014). mRNA heptaplex protocol for distinguishing between menstrual and peripheral blood. *Forensic Science International: Genetics*, 13, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.07.006>
- Juusola, J., & Ballantyne, J. (2003). Messenger RNA profiling: a prototype method to supplant conventional methods for body fluid identification. *Forensic Science International*, 135(2), 85–96. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(03\)00197-X](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(03)00197-X)
- Kulstein, G., Schacker, U., & Wiegand, P. (2018). Old meets new: Comparative examination of conventional and innovative RNA-based methods for body fluid identification of laundered seminal fluid stains after modular extraction of DNA and RNA. *Forensic Science*

- International: Genetics*, 36, 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.06.017>
- Lan, H., Lu, H., Wang, X., & Jin, H. (2015). MicroRNAs as Potential Biomarkers in Cancer: Opportunities and Challenges. *BioMed Research International*, 2015, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2015/125094>
- Lee, R. C., Feinbaum, R. L., & Ambros, V. (1993). The *C. elegans* heterochronic gene *lin-4* encodes small RNAs with antisense complementarity to *lin-14*. *Cell*, 75(5), 843–854. [https://doi.org/10.1016/0092-8674\(93\)90529-Y](https://doi.org/10.1016/0092-8674(93)90529-Y)
- Li, Y., Zhang, J., Wei, W., Wang, Z., Prinz, M., & Hou, Y. (2014). A strategy for co-analysis of microRNAs and DNA. *Forensic Science International: Genetics*, 12, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.04.011>
- Liu, Y., He, H., Xiao, Z.-X., Ji, A., Ye, J., Sun, Q., & Cao, Y. (2021). A systematic analysis of miRNA markers and classification algorithms for forensic body fluid identification. *Briefings in Bioinformatics*, 22(4). <https://doi.org/10.1093/bib/bbaa324>
- Loureiro, S., Amorim, A., Cainé, L., Silva, B., & Gomes, I. (2019). Evaluation of two DNA/RNA co-extraction methods for body fluid identification in forensics. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 7(1), 250–252. <https://doi.org/10.1016/j.fsigs.2019.09.096>
- Lu, T. X., & Rothenberg, M. E. (2018). MicroRNA. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 141(4), 1202–1207. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2017.08.034>
- Lynch, C., & Fleming, R. (2021). <sc>RNA</sc>-based approaches for body fluid identification in forensic science. *WIREs Forensic Science*, 3(4). <https://doi.org/10.1002/wfs2.1407>
- Martinez, V. D., Vucic, E. A., Thu, K. L., Hubaux, R., Enfield, K. S. S., Pikor, L. A., Becker-Santos, D. D., Brown, C. J., Lam, S., & Lam, W. L. (2015). Unique somatic and malignant expression patterns implicate PIWI-interacting RNAs in cancer-type specific biology. *Scientific Reports*, 5(1), 10423. <https://doi.org/10.1038/srep10423>
- Mayes, C., Houston, R., Seashols-Williams, S., LaRue, B., & Hughes-Stamm, S. (2019). The stability and persistence of blood and semen mRNA and miRNA targets for body fluid identification in environmentally challenged and laundered samples. *Legal Medicine*, 38, 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2019.03.007>
- Mayes, C., Seashols-Williams, S., & Hughes-Stamm, S. (2018). A capillary electrophoresis method for identifying forensically relevant body fluids using miRNAs. *Legal Medicine*, 30, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2017.10.013>
- Milo, R., Jorgensen, P., Moran, U., Weber, G., & Springer, M. (2010). BioNumbers—the database of key numbers in molecular and cell biology. *Nucleic Acids Research*, 38(suppl\_1), D750–D753. <https://doi.org/10.1093/nar/gkp889>

- Morgan, R. M., Meakin, G. E., French, J. C., & Nakhaeizadeh, S. (2020). Crime reconstruction and the role of trace materials from crime scene to court. *WIREs Forensic Science*, 2(1). <https://doi.org/10.1002/wfs2.1364>
- Parhad, S. S., & Theurkauf, W. E. (2019). Rapid evolution and conserved function of the piRNA pathway. *Open Biology*, 9(1). <https://doi.org/10.1098/rsob.180181>
- Park, J.-L., Kwon, O.-H., Kim, J. H., Yoo, H.-S., Lee, H.-C., Woo, K.-M., Kim, S.-Y., Lee, S.-H., & Kim, Y. S. (2014). Identification of body fluid-specific DNA methylation markers for use in forensic science. *Forensic Science International: Genetics*, 13, 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.07.011>
- Prahn, K. P., Novotny, G. W., Høgdall, C., & Høgdall, E. (2016). Current status on microRNAs as biomarkers for ovarian cancer. *APMIS*, 124(5), 337–355. <https://doi.org/10.1111/apm.12514>
- Rhodes, C., Lewis, C., Szekely, J., Campbell, A., Creighton, M.-R. A., Boone, E., & Seashols-Williams, S. (2022). Developmental validation of a microRNA panel using quadratic discriminant analysis for the classification of seven forensically relevant body fluids. *Forensic Science International: Genetics*, 59, 102692. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2022.102692>
- Sakharkar, M. K., Chow, V. T. K., & Kanguane, P. (2002). Distributions of exons and introns in the human genome. *In Silico Biology*, 4, 387–393.
- Salzmann, A. P., Bamberg, M., Courts, C., Dørum, G., Gosch, A., Hadrys, T., Hadzic, G., Neis, M., Schneider, P. M., Sijen, T., den Berge, M. van, Wiegand, P., & Haas, C. (2021). mRNA profiling of mock casework samples: Results of a FoRNAP collaborative exercise. *Forensic Science International: Genetics*, 50, 102409. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2020.102409>
- Sauer, E., Reinke, A.-K., & Courts, C. (2016). Differentiation of five body fluids from forensic samples by expression analysis of four microRNAs using quantitative PCR. *Forensic Science International: Genetics*, 22, 89–99. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.01.018>
- Sijen, T. (2015). Molecular approaches for forensic cell type identification: On mRNA, miRNA, DNA methylation and microbial markers. *Forensic Science International: Genetics*, 18, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.11.015>
- Silva, S. S., Lopes, C., Teixeira, A. L., Sousa, M. . C. de, & Medeiros, R. (2015). Forensic miRNA: Potential biomarker for body fluids? *Forensic Science International: Genetics*, 14, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.09.002>
- Simon, B., Kirkpatrick, J. P., Eckhardt, S., Reuter, M., Rocha, E. A., Andrade-Navarro, M. A., Sehr, P., Pillai, R. S., & Carlomagno, T. (2011). Recognition of 2'-O-Methylated 3'-End of piRNA by the PAZ Domain of a Piwi Protein. *Structure*, 19(2), 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.str.2010.11.015>

- Sirker, M., Schneider, P. M., & Gomes, I. (2016). A 17-month time course study of human RNA and DNA degradation in body fluids under dry and humid environmental conditions. *International Journal of Legal Medicine*, 130(6), 1431–1438. <https://doi.org/10.1007/s00414-016-1373-9>
- Taylor, D., Kokshoorn, B., & Biedermann, A. (2018). Evaluation of forensic genetics findings given activity level propositions: A review. *Forensic Science International: Genetics*, 36, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.06.001>
- Treiber, T., Treiber, N., & Meister, G. (2012). Regulation of microRNA biogenesis and function. *Thrombosis and Haemostasis*, 107(04), 605–610. <https://doi.org/10.1160/TH11-12-0836>
- van Rooij, E., & Olson, E. N. (2007). MicroRNAs: powerful new regulators of heart disease and provocative therapeutic targets. *Journal of Clinical Investigation*, 117(9), 2369–2376. <https://doi.org/10.1172/JCI33099>
- Vennemann, M., & Koppelkamm, A. (2010). mRNA profiling in forensic genetics I: Possibilities and limitations. *Forensic Science International*, 203(1–3), 71–75. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.07.006>
- Virkler, K., & Lednev, I. K. (2009). Analysis of body fluids for forensic purposes: From laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Science International*, 188(1–3), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.02.013>
- Wang, S., Shanthan, G., Bouzga, M. M., Thi Dinh, H. M., Haas, C., & Fonnelop, A. E. (2021). Evaluating the performance of five up-to-date DNA/RNA co-extraction methods for forensic application. *Forensic Science International*, 328, 110996. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110996>
- Wang, S., Wang, Z., Tao, R., He, G., Liu, J., Li, C., & Hou, Y. (2019). The potential use of Piwi-interacting RNA biomarkers in forensic body fluid identification: A proof-of-principle study. *Forensic Science International: Genetics*, 39, 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.01.002>
- Wang, S., Wang, Z., Tao, R., Wang, M., Liu, J., He, G., Yang, Y., Xie, M., Zou, X., & Hou, Y. (2019). Expression profile analysis of piwi-interacting RNA in forensically relevant biological fluids. *Forensic Science International: Genetics*, 42, 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.07.015>

## İZ DNA'DAN KİMLİK TESPİTİ VE ETKİ FAKTÖRLERİNİN ROLÜ

Öğr.Gör.Dr.,FATMA ÇAVUŞ YONAR <sup>1</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü,  
- 0000-0001-5941-8434

### ÖZET

Adli DNA analizleri, olay yerinden tespit edilen zorlu ve degrade örneklerden DNA profillemesi konusunda önemli ilerlemeler kaydetti. Bunun yanı sıra dokunma ile yüzeye veya cilde bırakılan deri veya epitel hücrelerden DNA profillemesine ilişkin geliştirilen analiz yöntemlerindeki gelişmeler, gelişen teknoloji ile birlikte ivme kazanmıştır. Son çalışmalarda deriden veya dokunulan nesnelere dokunana ilişkin DNA profili tespitinde kullanılan analiz metodolojileri, daha az miktarda biyolojik materyal gereksinimi olacak şekilde dizayn edilmektedir. Deri döküntüleri çekirdek içermeyen keratinize epitel hücreler olduklarından iz DNA ile kimlik tespiti mümkündür. Bir nesne üzerinde biriken iz DNA'nın kalitesi ve miktarı, ekstraksiyon sonrası DNA geri kazanımını etkiler. Bunun yanı sıra nesne yüzeyinden toplanan DNA miktarı, yüzeyin özelliklerine, DNA'nın bırakıldığı ve toplandığı aralıktaki zamansal süreye, çevresel etkilere, biyolojik örnek toplama şekline, nesneye dokunan kişinin biyolojik ve fizyolojik özelliklerine, kişinin dokunma öncesindeki faaliyetlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dökülen hücre sayısındaki artış, DNA analizi için gerekli hücrelerin temas edilen yüzeye transferini arttırmaktadır. DNA analizi için yüzeye yeterli epitel hücre veya ter bırakan kişilerin toplanan örneklerinden iz DNA ile kimliklendirme yapılabilir. Buna karşılık sağlıklı bireylerin düz bir yüzey üzerine, standart deneysel koşullar kullanıldığında, tam profillemeyi olası kılabilecek miktarda hücre materyal bırakamayacağı da kabul gören bir görüştür. Bu nedenle çalışmamızda, adli vakalarda iz DNA analizini iyileştirebilecek yeni metodolojiler ve teknikler önermek amacıyla iz DNA'nın geri kazanımını etkileyen faktörlerin incelenmesi amaçlandı. Bu amaç kapsamında incelenen literatürler, DNA profillemesine yönelik örnek toplama, ekstraksiyon, nicelik belirleme ve amplifikasyon teknikleri gibi iz DNA analizi alanında yayınlanmış araştırmalardaki yaygın kullanımlarına ve adli genetik laboratuvarları arasındaki popülerliklerine göre seçilmiştir. İncelenen araştırmalarda; yüzeydeki birikim süresinin, epitel hücrelerin yüzeye tutunma durumunun, dokunmanın meydana geldiği yüzeyin özellikleri ile ekstraksiyon öncesinde svabı nemlendirme tekniklerinin ve svap özelliklerinin, tercih edilen ekstraksiyon yönteminin DNA geri kazanımı üzerinde anlamlı etkisi olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İz DNA, Profilleme, DNA Geri Kazanımı, Olay Yeri, Adli Genetik



## 1. GİRİŞ

### 1.1. İz DNA (touch DNA, trace DNA, tDNA)'nın Orijini

Deri, toplam vücut ağırlığının %7-15'ini oluşturan vücudun en büyük organıdır ve her santimetrekaresinde ortalama 500.000 hücre bulunur (Marieb ve Hoehn 2007). Bu hücreler sürekli bir yenilenme sürecindedir (Butler 2005). Bir insanın günde ortalama 400.000 hücre döktüğü tahmin edilmektedir (Wickenheiser 2002). Epitel hücreler ise vücudun tüm dış yüzeyini kaplayan hücre grubudur (Marieb ve Hoehn 2007). Epidermal tabaka, bazal hücreler mitotik bölünmeye ve yavaş olgunlaşmaya maruz kaldıkça sürekli olarak yenilenir (Kita ark. 2008). Programlanmış hücre ölümü kapsamında dökülen epitel hücreler, apoptozla ilişkili keratinizasyon sırasında çekirdeklerini ve organellerini kaybettiklerinden (Kierszenbaum ve Tres 2015) stratum korneum (üst epidermal tabaka), korneositler veya çekirdeksiz korneositler adı verilen 8-13 µm kalınlığında yassı, tamamen farklılaşmış keratinositlerden oluşur (Balogh ark. 2003).

Eskiden beri kabul gören görüşe göre, dokunma yoluyla biriken tDNA'nın orijininin deri döküntülerinden ileri geldiği varsayılmıştır (Kanokwongnuwut ark. 2018). Burrill ve ark. (2019)'1, tDNA'nın; dökülmüş keratinositlerden veya bunların bileşenlerinden, kişinin ellerindeki derinin en dış katmanındaki döküntülerden, tükürük, burun sıvısı, göz yaşı vb. gibi diğer vücut sıvılarının çekirdekli epitel hücrelerinden veyahut kişinin elleriyle temas eden vücut parçaları, ter veya bahsedilen vücut sıvılarından ellere bulaşan hücresiz DNA'dan ileri gelebileceğini belirtmişlerdir (Burrill ark. 2019). Keratinositlerin, tamamen keratinize ve inaktif oldukları varsayılmasına rağmen, nükleik asit boyaları ile boyandıklarında DNA için pozitif sonuç verdikleri ve DNA profillemesi sonrası kimliklendirmeye elverişli oldukları rapor edilmiştir (Kanokwongnuwut ark. 2018). Kita ve ark. (2008)'1, yaptıkları çalışmada cilt yüzeyinde çok az miktarda DNA bulunduğunu, bu DNA'nın derinin keratinize kornifiye tabakasından yani epidermisten dökülebileceğini ve ter sıvısının degrade de olsa DNA içerebileceğini rapor etmişlerdir (Kita ark. 2008). Quinones ve Daniel (2012), ciltte biriken terin, dokunmayla oluşan tDNA örneklerinden kimliklendirme amaçlı DNA profili elde etmeye katkıda bulunduğunu rapor etmişlerdir. Hücre çekirdeği olan epitel hücreler ise DNA içeriği bakımından zengindirler (Quinones ve Daniel 2012).

Dokunma ile transfer edilen DNA, bir yüzeye basitçe dokunarak bırakıldığından bu temas aynı anda hem doğrudan/birincil hem de dolaylı/ikincil transfer olaylarını içerebilir (van Oorschot ark. 2019). El teması ile oluşturulan DNA, doğrudan transfer ile oluşturulmuş DNA olarak kabul edilir (Mapes ark. 2016b). Doğrudan/birincil aktarımın bir örneği, bir nesneyi/yüzeyi çıplak elle tutma, başka bir kişinin çıplak elini sıkma veya ciltle temas eden giysiler giyerken ki DNA aktarımıdır. Dolaylı aktarım ise, çıplak elle tutulan bıçağın sapına X kişisi DNA örneğini bırakmış olsun. Daha sonradan aynı bıçağı çıplak elle tutmuş Y kişinin elinden X kişinin DNA örneğinin toplanması imkanlar dahilindedir (Buckingham ark. 2016). Bu durum, X kişinin kullandığı bıçağa temas ettikten sonra Y kişinin tuttuğu başka bir nesne üzerinde DNA kimliklendirilmesi açısından X kişinin tespit edilmesine yol açabilir. Yukarıda açıklandığı gibi DNA transferi ve DNA kontaminasyonu, bir yüzeyden/nesneden diğer bir

yüzey veya nesneye transfer olabilir (Rudin ve Inman 2001). Bu sebeple de dokunma ile yüzeye aktarılan tDNA'lar ile çalışılırken örneklerin karışım olma durumları göz önünde bulundurulurken bu tarz farklı senaryoların dikkate alınması önemlidir.

### 1.2. İz DNA'nın Geri Kazanımı

tDNA'dan ekstrakte edilen DNA miktarları birçok farklı etkenden dolayı genellikle değişkendir. Nesnelere dokunmak/tutmak yoluyla yüzeyde biriken DNA miktarı verici donörler arasında büyük ölçüde farklıdır (Meakin ve Jamieson 2013). Genel olarak giyilen giysiler ve şapka benzeri başlıklar, elle tutulan eşyalara göre daha fazla tDNA barındırmaktadır (Mapes ark. 2016a). Farklı nesnelere üzerindeki DNA birikimindeki varyasyon, ölçülen DNA'da 0 ng ile ~170 ng arasında değişmektedir (Meakin ve Jamieson 2013).

Genellikle temas halinde az ya da çok DNA bırakan kişiler literatürde "kötü vericiler" ya da "iyi vericiler" olarak tanımlanır (Lowe ark. 2003). Gözlemlenen bireyler arası ciddi farklılıklar nedeniyle bu kategorizasyonun aşırı basit olduğu düşünülmektedir (Phipps ve Petricevic 2007). DNA birikimi için tam olarak neyin "döküldüğü" ve dokunma ile transfer olan bileşen parçaları arasında "tespit edilebilir DNA'nın nereden kaynaklandığı" hala belirsizliğini korumaktadır. Yüzeylerde biriken tDNA'nın orijininin ne olabileceğini tam olarak bilmek, araştırmacıların insanlar arasındaki "verici" farklılıklarını anlamalarına, DNA transfer düzeylerini önceden tahmin etmelerine ve bu örnek türlerinden DNA'nın geri kazanımını iyileştirmelerine olanak tanır.

Dokunma materyallerinden toplanan DNA miktarı nicelik olarak düşük olabilir. Ancak nispeten hassas bir yöntem olan kısa tekrar dizileri (short tandem repeat, STR) ile DNA'nın tiplendirilmesi, ~30 çekirdekli hücreye eşdeğer olan 0,200 ng veya daha az miktardaki DNA'nın kimliklendirilmesi anlamına gelmektedir (Butler 2012). Gelişen teknoloji, adli genetik analizlerde DNA içeriği 0,008–0,010 ng arasında değişen tek hücreden dahi DNA kimliklendirmeyi olası kılmaktadır (Alfonse ark. 2017).

### 1.3. İz DNA'nın Geri Kazanımını Etkileyen Faktörler

İz DNA'sı, olay yerinde bulunabilecek çok sayıda nesne üzerinden toplanabilmektedir. Literatürde el çantaları, giysiler, mücevherler, silahlar, bıçaklar, aletler, araba direksiyonları vb. gibi deri ile direk teması olan eşyalardan toplanan tDNA üzerine yapılan çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır (Aditya ark. 2011). Aşağıda ayrıntılı olarak tartışıldığı gibi bir nesne üzerinden toplanan tDNA'nın nitelik ve niceliği, DNA geri kazanımını etkilediğinden ekstraksiyon sonrası ölçülen DNA miktarı değişkendir.

#### *Hücrelerin Dökülme Durumu*

tDNA; bireylerin hücre veya kıl benzeri dokularını dökme eğiliminden, nesneye temas etmeden önceki faaliyetlerinden ve yüzey tipi gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir (Cowell ark. 2011). Birçok çalışma, bireylerin bir nesneye veya yüzeye temas ettiğinde DNA'larını bırakma eğilimindeki farklılıklara dikkat çekmektedir (Fonnelop ark. 2017). Lowe ve ark. (2002)'ı,



diğer bireylerle karşılaştırıldığında cilt hücrelerini kolayca dökme eğilimi olan kişileri "iyi vericiler" olarak sınıflandırmıştır (Lowe ark. 2002). Ancak bu sınıflandırma ile bir bireyin iyi veya kötü bir verici olduğuna karar vermek mümkün değildir. Çünkü aynı bireyler üzerinde farklı senaryolar ve koşullar altında farklı dökülme düzeylerinin olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur (Phipps ve Petricevic 2007). Bazı bireylerin diğerlerinden daha fazla hücre döktüğüne dair veriler olsa da, bunu etkileyen faktörler hala belirsizdir. Araştırmacılar avuç içi yüzeyinden dökülen DNA miktarının parmaklardan dökülen DNA miktarından önemli ölçüde daha az olduğunu, bunun da yağ bezlerinden ter ve sebum salgısının salınımıyla ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir (Warshauer ark. 2012; Oleiwi ark. 2015). Ayrıca, bazı çalışmalar genç bireylerin yaşlı insanlara, erkeklerin ise kadınlara kıyasla tDNA açısından daha "iyi verici" olduklarını göstermektedir (Manoli ark. 2016; Lacerenza ark. 2016). Kişinin alışkanlıkları da bu süreçte önemlidir. Yüzüne (göz, burun, saç vb.), vücuduna sıklıkla dokunma veya tırnaklarını yeme davranışı gösteren bireylerin, bu bölgelerden DNA toplayıp dokunma yoluyla başka nesne veya yüzeylere aktarma olasılığı daha yüksektir (Phipps ve Petricevic 2007).

#### *Derinin Durumu*

tDNA, bireyin davranışsal ve sağlık koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Nispeten kuru ellere sahip bireylerin normal bireylere göre daha fazla deri döküntüsü oluşturma ihtimali olduğundan, bu durum geri kazanılan DNA miktarını arttırmaktadır (Bright ve Petricevic 2004). Yapılan araştırmalarda nörodermatit, atopik dermatit ve sedef hastalığı gibi cilt rahatsızlıkları nedeniyle pul pul deriye sahip bireylere ait el döküntülerinin daha fazla DNA içerdiği ve bu örneklerden daha kaliteli DNA profilleri elde edildiği belirlenmiştir (Kamphausen ark. 2012).

#### *Rutin Alışkanlıklar*

Dokunma eyleminden önce yapılan aktiviteler geri kazanılan DNA miktarını etkilemektedir. Phipps ve Petricevic (2007)'in, el yıkama ile yüzeyde biriken DNA arasındaki korelasyonun belirlenmesine yönelik çalışmasında, el yıkamadan 5 dakika sonra ve 2 saat sonra kişilerin dokunarak yüzeylere bıraktıkları örnekler aynı yöntemle toplanmış ve izole edilmiştir (Phipps ve Petricevic 2007). İzolasyon sonrası yapılan DNA miktar tayininde 2 saat sonraki dokunmadan elde edilen DNA miktarının 1 ng'ın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise, antiseptik sabunla yıkanan ve doğal kurumaya bırakılan ellerin bası uyguladığı yüzeylerden alınan örneklerden DNA profillemesi yapılamadığı, aynı çalışmada kontrol amaçlı antiseptik sabunla yıkanmaksızın bırakılan bası izlerinden ise tam DNA profilleri elde edildiği bildirilmiştir (Zoppis ark. 2014). Sonuçlardaki bu tutarsızlıklardan dolayı, el yıkamanın yüzeyde biriken DNA'nın miktarı ve kalitesi üzerindeki etkisi hakkında daha fazla sistematik çalışmaya ihtiyaç vardır (van Oorschot ark. 2019).

#### *Yüzey Tipi*

tDNA'nın tutarsızlığındaki önemli bir faktör de, iz DNA'nın üzerine bırakıldığı yüzey tipidir. Yapılan çalışmalar tDNA'nın, parmak izleri (Subhani ark. 2019), ruj (Webb ark. 2001), muz

kabuğu (K Alketbi 2020), ayakkabı (Hillier ark. 2005), araba içi (Pizzamiglio ark. 2004), çarşaf (Petricevic ark. 2006), ateşli silahlar ve mühimmat (Horsman-Hall ark. 2009) ile kağıt (Sewell ark. 2008) gibi çeşitli yüzeylerden başarıyla geri kazanılabildiğini göstermektedir. Pürüzlü-gözenekli yüzeylerin, pürüzsüz yüzeylere göre DNA'yı tutma kapasiteleri daha fazladır (Daly ark. 2012). Ahşap yüzeyler ise DNA geri kazanımı açısından kumaş ve cam yüzeylerden daha avantajlıdır. Bunun aksine Pesaresi ve ark. (2003)'ı, cam gibi pürüzsüz-gözeneksiz yüzeylerin, işlenmemiş ahşap gibi pürüzlü-gözenekli yüzeylerle karşılaştırıldığında daha fazla DNA tutma özelliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Pesaresi ark. 2003). Bunun muhtemel nedeni; pürüzsüz-gözeneksiz yüzeylerin yüzeyle etkileşim sırasında terleme oranını artırması, dolayısıyla DNA'nın yüzeyde birikiminin ve korunmasının fazla olmasından ileri gelmektedir. DNA birikimi süre ve nem gibi diğer çevresel faktörlere bağlı olarak da değişir (Alketbi ve Goodwin 2019b). Goray ve ark. (2010)'ı, pamuklu bir yüzeyden (pürüzlü-gözenekli yüzey) elde edilen DNA miktarının ortalama 11,68 ng olduğunu ve bunun plastik yüzeyden (pürüzsüz-gözeneksiz yüzey) toplanan DNA miktarından (0,4 ng) oldukça yüksek olduğunu bildirmiştir (Goray ark. 2010). Gözeneksiz yüzeye göre gözenekli yüzeyin korunaklı yapısı gereği DNA birikimi de değişmektedir. DNA birikimi özellikle gözeneklerin boyutu ile doğru orantılıdır. Tüm bu süreçlerde elde edilen DNA miktarının kullanılan izolasyon yöntemi ile de doğrudan ilişkisi bulunmaktadır.

### *Basınç*

Dokunma sırasında yüzeye uygulanan basınç tDNA miktarını etkileyebilir. Kabul gören görüşe göre, temas sırasında yüzeye uygulanan basınç ve temas süresi arttığında çoğu yüzeyde daha fazla tDNA birikebileceğidir. Fakat yapılan birçok çalışmada DNA'nın yüzeye ilk temas sırasında bırakıldığı ve temas süresinin bu durumla doğrudan bir ilişkisi olmadığı yönündedir (van Oorschot ve Jones 1997). Balogh ve ark. (2003)'ı tarafından yapılan bir çalışmada dört katılımcının dokunma suretiyle DNA'larını beyaz ofis kağıdına bırakmaları sağlanmıştır (Balogh ark. 2003). Zaman parametresini değerlendirebilmek adına kağıda uygulanan basınç süresini 1 ila 60 saniye arasında değişken tutmuşlardır. Katılımcılara ait tam STR profillerinin 1., 2., 50., 60. saniyelik tüm zamansal periyotlarda elde edildiği gözlenmiştir. Buna karşılık Tobias ve ark. (2017)'ı, temas sırasında derinin yüzeye uyguladığı basınçtaki artışın yüzeyde biriken DNA miktarını arttırabileceğini savunmaktadır (Tobias ark. 2017). Ayrıca plastik yüzeylere mükerrer dokunmalar, yüzeyde biriken DNA miktarının azalmasına sebep olur (Farmen ark. 2008).

### *Biyolojik Örneğin Yüzeyden Toplanma Süresi*

Suç mahallinden tDNA toplanmasına ilişkin olayın gerçekleştiği ve biyolojik örneğin toplandığı zaman arasında geçen süre çok önemlidir. Bu konuya ilişkin yapılan çalışmalarda, yeni temas edilmiş bir yüzeyden alınan örneklerden izole edilebilen DNA miktarının, beklemiş aynı yüzeyden alınan örneklerden izole edilen DNA miktarından daha yüksek olduğu bildirmiştir (Alketbi 2018). Benzer şekilde Bille ve ark. (2009)'ı, 90 gün bekletilen temas örneklerinden izole edilen (ortalama 0,038 ng/ $\mu$ L) DNA ile 7 gün bekletilen temas örneklerinden izole edilen (ortalama 0,34 ng/ $\mu$ L) DNA miktarını karşılaştırdıkları

çalışmalarında, zamanla geri kazanılan DNA miktarında bir azalma olduğu sonucuna varmışlardır (Bille ark. 2009). Ayrıca başka bir çalışmada da zaman ilerledikçe DNA miktarının bozulduğuna dikkat çekilmiştir (Raymond ark. 2009a). Ancak bozulma oranının önemli ölçüde dokunulan nesnenin maruz kaldığı çevresel koşullara bağlı olduğu da göz ardı edilmemelidir (Alketbi ve Goodwin 2019b). Zamanın yanı sıra dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli faktör de, DNA birikimi ve toplanan süre aralığının fazla olması durumunda tDNA'nın kontamine olabilme ihtimalidir (Li ve Harris 2003).

### *Çevresel Faktörler*

Temas ile yüzeyde biriken tDNA'nın, yüzeyden toplanıp analiz edilinceye kadarki süreçte maruz kaldığı çevresel faktörler DNA miktarını ve kalitesini etkilemektedir (Raymond ark. 2009b). Kontrollü bir laboratuvar ortamında, oda sıcaklığında, 6 ila 12 hafta süreyle bekletilen, aynı iç çamaşırından elde edilen DNA miktarları arasında niceliksel olarak önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir (Breathnach ark. 2016). Güneşten gelen UV ışığı gibi DNA'yı doğrudan degrade eden çevresel faktörler ile temas, örneklerdeki tDNA miktarında azalmaya sebep olmaktadır (Raymond ark. 2009b). Yüksek sıcaklık da DNA'nın bozulmasını doğrudan etkileyen faktörlerdendir (Baptista ark. 2015). Isı veya nem düzeylerinin yükselmesi genellikle hidrolitik bölünme oranında artışa neden olduğundan, DNA zincirlerinin ayrılmasına ve DNA'nın degradasyonuna sebep olur. Oda sıcaklığında ve sabit nem ortamında beklemiş iz DNA'dan elde edilen tDNA'yı zamanın etkilemediği, ancak düşük/yüksek sıcaklık ve nem gibi değişken koşulların (özellikle açık alan olay yerlerinde), çeşitli yüzey türleri ile farklı şekilde etkileşime girerek toplanan DNA miktarını etkileyebileceği bildirilmiştir (Alketbi ve Goodwin 2019b). Benzer şekilde oksidasyon da DNA'nın bozunmasına sebep olur (Tasker ark. 2020). Yüzeyin bulunduğu alanın açık veya kapalı olması durumu, dış ortamdaki nesnelere üzerinde bulunabilecek kum veya toz gibi etmenler, DNA'nın geri kazanımında özellikle ekstraksiyon sürecini olumsuz etkilemektedir (Alketbi ve Goodwin 2019a).

### *Biyolojik Örneğin Toplanma Yöntemi*

Toplama yöntemi veya örnekleme tekniği, iz DNA profili oluşturmanın en önemli adımlarından biridir. Svabı nemlendirme solüsyonunun yanı sıra proste kullanılacak uygun toplama tekniğinin seçilmesi de elzemdir (Verdon ark. 2014a). Günümüzde kriminal laboratuvarlar aynı nesneden iz DNA toplamak için farklı yöntemleri tercih ederken yaygın metodolojiler, doğrudan ekstraksiyon veya amplifikasyon için sürüntü alma, bantla kaldırma veya doğrudan ilgili alanı keserek izolasyona tabi tutma şeklindedir (van Oorschot ark. 2010). Islak vakum sistemi (Hedman ark. 2015) veya mikroskop altında doğrudan epitel hücrenin toplanması gibi (Schneider ark. 2011) daha az tercih edilen yöntemlerde bulunmaktadır. Katı ve pürüzsüz yüzeylerden DNA toplama işlemi genellikle nemli ve kuru svaplar kullanılarak yapılır. Van Oorschot ve ark. (2003)'ü, pamuklu svabın DNA'nın tamamını kendi üzerinden serbest bırakmadığından DNA kaybına neden olduğunu belirtmişlerdir (van Oorschot ark. 2003). Kuru ve ıslak svap tekniğini kullandıkları çalışmalarında, 100 µL ekstrakttaki 100 ng DNA'nın ancak %24 ve %52'si geri kazanılmıştır. Naylon floklu svapların yeni nesil svaplar olmasına rağmen suç mahallinden iz DNA toplanmasına dair yapılan çalışmalar ve doğrulamalar yetersizdir

(Alketbi 2018). 4N6FLOQSwabs® (COPAN Diagnostics Inc) gibi naylon floklu svaplar, DNA'nın olay yerinden toplanmasını kolaylaştırmak ve ekstraksiyonda izole edilen DNA'nın verimliliğini artırmaya yardımcı olmak için tasarlanmışlardır. Bazı çalışmalar DNA geri kazanımı açısından 4N6FLOQSwabs™'in geleneksel fiber svaplardan daha iyi performans gösterdiğini rapor etmiştir (Verdon ark. 2014b). Bununla birlikte, pamuklu ve naylon svapların uygulama teknikleri arasındaki en temel fark, örneğin toplanmadan önce svabın nemlendirilmesinde kullanılan solüsyon çeşidi, miktarı ve bu solüzyonun svaba tatbik edilme şeklidir. Ayrıca pamuklu svaplar naylon svaplara göre daha fazla nemlendirme solüsyonu emdiklerinden toplanan iz DNA'nın svaptan geri kazanımı daha zor olabilmektedir (Alketbi S.K. ve Goodwin. W. 2019).

Gözenekli yüzeylerden biyolojik materyal toplamak amacıyla kullanılan başka bir teknik ise bantla kaldırmadır (Daly ark. 2012). Ancak svap yöntemiyle karşılaştırıldığında yapışkan bant üzerindeki DNA, izolasyon aşamasında tam olarak geri kazanılamadığından bir kayıp söz konusudur. Bu nedenle, biyolojik örnek toplama işlemi bant ile yapılmış ise, bandın yüzeyinden DNA'nın başka bir işlemle toplanmayıp, bandın doğrudan ekstraksiyonu veya amplifikasyonu ile DNA geri kazanımında artış sağlanabilir (Stoop ark. 2017). Son yıllarda iz DNA'ların olay yerinden toplanmasında SceneSafe FAST™ mini bant ticari ürünü olay yeri inceleme uzmanları tarafından tercih edilmektedir (Verdon ark. 2015). SceneSafe FAST™ mini bant ile üç farklı svap tipinin karşılaştırıldığı bir çalışmada bant kullanımının svabdan daha verimli olduğu ve geri kazanılan DNA konsantrasyonunun 0,1–0,48 ng/µL arasında değiştiği bildirilmiştir (Hansson ark. 2009).

### *Ekstraksiyon ve Amplifikasyon Yöntemleri*

Olay yerinden biyolojik materyallerin toplanmasının akabinde, laboratuvara gelen örneklerden DNA'nın izole edilme süreci başlar. Adli genetik laboratuvarların iş yükü de göz önünde bulundurularak günümüzde doğrudan DNA ekstraksiyonu ve amplifikasyonunu içeren tekniklere öncelik tanınmaktadır. tDNA'nın tespitinde silika temelli metodları içeren ticari kitler, pürifikasyon işlemlerinde Microcon kolonlar, AutoMate Express™ sistemi gibi ekstraksiyonu otomatikleştiren sistemler sıklıkla tercih edilen ekstraksiyon yöntemlerinden bazılarıdır (Ip ark. 2015; Tasker ark. 2020).

Ayrıca, DNA izolasyonunda kullanılan ekstraksiyon işlemine ve DNA miktar ölçüm yöntemine bağlı olarak DNA geri kazanımında zaman zaman %20 ila %90 arasında bir kayıp olması da söz konusu olabilmektedir (Ottens ark. 2013). İzolasyon sürecinde kullanılan kolon bazlı yöntemler kaybedilen DNA miktarının artmasına neden olabilir (Doran ve Foran 2014). Bazı çalışmalar, tDNA incelemelerinde doğrudan amplifikasyonun geleneksel ve manuel yöntemlere oranla DNA profillemede daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur (Cavanaugh ve Bathrick 2018). Doğrudan amplifikasyonda, laboratuvar personeli hatası ve DNA kontaminasyonu riskleri minimum olduğundan maksimum DNA geri kazanımı söz konusudur. Ambers ve ark. (2018)'ın, microFLOQ® Direct yöntemi ile bilgisayar klavyesi, bilgisayar faresi, cep telefonu, kapı kolu ve kolye gibi çeşitli yüzeylerden toplanan iz DNA'dan kimliklendirmede tam profil elde edilebildiğini bildirmiştir (Ambers ark. 2018). Applied Biosystems™ GlobalFiler™ PCR

Amplifikasyon kiti, iz örneklerinden iyi kalitede DNA profilleri üretme kabiliyeti nedeniyle adli genetik laboratuvarlarında kullanılan popüler amplifikasyon kitlerinden birisidir. Kit, 6 boyalı teknolojiye sahip, kısa tandem tekrarlı multipleks bir tekniğe dayalı ve 10 mini-STR lokusu dahil olmak üzere 21 otozomal STR lokusunu amplifiye edebilmektedir. İlaveeten düşük miktarlı veya degrade örneklerde de kullanıma elverişlidir. 125 pg'a kadar düşük DNA miktarında dahi tam DNA profili elde edilebilmektedir (Ludeman ark. 2018).

## 2. SONUÇ

Son dönemlerde DNA alanındaki gelişmeler parmak izi, ter veya epitel hücre gibi dokunma ile yüzeye bırakılan DNA'yı eser delil kategorisinde değerlendirmekte ve tDNA'dan önemli bilgiler elde edilebileceğini belirtmektedir. DNA gibi birincil ve doğrudan delil kategorisinde değerlendirilen parmak izinden, başka bir yüzeye bulaşma, bozulma veya üst üste çakışma gibi nedenlerle kimliklendirmede yeterli özellikleri barındıramaması durumunda yüzeye bırakılan ter ve epitel hücreler sayesinde kimliklendirme için DNA profillemesi yapılabilmektedir (Kumar ark. 2015).

Dokunma izi içeriğinde bulunan içsel ve dışsal bileşenler, bireyler arasında ve aynı bireyde günden güne veya aynı günün farklı saatlerinde önemli ölçüde değişkenlik gösterebilir (Meakin ve Jamieson 2013). Temas süresi, baskı şiddeti gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak yüzeyde biriken iz DNA'dan genetik profil elde etmedeki başarı oranı; kişisel faktörlere, kullanılan vücut uzvuna, mikrobiyolojik faaliyet durumuna, kişinin nesneye dokunmadan önceki faaliyetlerine, bireyler arasındaki biyolojik çeşitliliğe, yüzey türünün özelliğine (gözenekli-gözeneksiz), geliştirilen izlere ve UV ışın düzeyine bağlı olarak değişmektedir.

tDNA'nın olay yerinden toplanmasında pamuklu svaplar rutin olarak kullanılmaktadır (Raymond ark. 2009b). Pamuklu svapla toplanan tDNA svabın doğası gereği ya iyi toplanamamakta ya da izolasyon işlemi sırasında geri kazanımın düşük olmasına neden olmaktadır (Alketbi S.K. ve Goodwin. W. 2019). Bununla birlikte, svabı nemlendirmek için uygun miktarda solüsyon kullanmak veya çift svap tekniğini (ıslak ve kuru) tercih etmek, pamuklu svap kullanımında tDNA geri kazanımını arttırabilir. Ek olarak, DNA'nın toplanmasından hemen sonra ekstrakte edilen veya hala nemliyen dondurulan pamuklu svaplardan, dondurulmadan önce kurummasına izin verilen svaplarla karşılaştırıldığında daha fazla iz DNA elde edilebileceği belirtilmiştir.

tDNA'nın bulunduğu yüzeyin pürüzsüz veya pürüzlü, gözenekli veya gözeneksiz olma gibi özellikleri geri kazanılan DNA miktarını doğrudan etkilemektedir (Alketbi ve Goodwin 2019c). Yapılan çalışmalarda geri kazanılan DNA miktarını yüzey tipinin yanı sıra tercih edilen ekstraksiyon yönteminin de önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Geri kazanılan DNA'nın verimliliğini arttırabilmek için ekstraksiyon işleminde kullanılan lizis tamponunun miktarca fazla kullanılması tavsiye edilmektedir.

tDNA'nın toplanmasında; pamuklu ve naylon svaplar gözeneksiz yüzeylerden, naylon svaplar pürüzlü-gözeneksiz yüzeylerden, mini bantlar ise gözenekli yüzeylerden tDNA'nın



toplanmasında daha iyi performans göstermektedir (Alketbi ve Alsoofi 2022). tDNA'nın geri kazanımı sırasında kullanılan örnekleme yönteminde uygulanan işlemlerin basamak sayısı arttıkça kontaminasyon riski artmakta, bu da DNA verimini düşürmektedir. Copan 4N6FLOQSwabs® svabı ile toplanan ve PrepFiler Express BTA™ kiti ile izole edilen örneklerde DNA veriminin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Kuru svaplar; cam yüzeylerde (pürüzsüz-gözeneksiz) biriken, düşük sıcaklık ve yüksek nemde (5°C,%78) maruz kalan tDNA'nın geri kazanılmasında nemli svaplardan daha başarılıdır (Alketbi ve Goodwin 2022).

Kantitasyon ve amplifikasyon yöntemlerinin verimliliği toplanan tDNA miktarını etkilemektedir (Ottens ark. 2013). Gerçek zamanlı PCR (qPCR); NanoDrop™, jel elektroforezi, Quantifiler™ Human ve Quantifiler™ Trio (Thermo Fisher Scientific) gibi alternatif yöntemlere nazaran tDNA'nın kantitasyonunda daha başarılıdır. Ayrıca iz örneklerini amplifiye etmeye yönelik Applied Biosystems™ GlobalFiler™ PCR Amplifikasyon kiti ile PCR'da DNA'nın giriş hacmi düşük dahi olsa tutarlı sonuçlar ve tam DNA profili elde edilmektedir.

Yüzeylerin maruz kaldığı çevresel koşullar ve örnekleme yapılmaya kadar geçen süre tDNA geri kazanımını önemli ölçüde etkiler. Oda sıcaklığı (20–25°C)'nda ve stabil koşullarda bekletilen tDNA, stabilitesini korur. Düşük/yüksek nem ve değişken sıcaklık derecelerine sahip ülkelerde özellikle açık havada olan suç mahallilerindeki yüzeylerde biriken tDNA izlerinin kalıcılığı ortam şartlarından olumsuz etkilenmektedir (Alketbi ve Goodwin 2019b). İz DNA'nın bulunduğu yüzeyde kum veya toz gibi kirleticilerin olması, tDNA'nın geri kazanımını olumsuz etkiler (Alketbi ve Goodwin 2019a).

Saldırı, cinsel suçlar ve cinayet gibi şiddet içeren vakalarda, genellikle mağdurun derisinden ve bazen suçun işlenmesinden kısa bir süre sonra yakalanırsa suçlunun ellerinden iz DNA'sı elde edilebilir. Ancak insan derisinden tDNA geri kazanımına ilişkin yayınlanmış veriler kısıtlıdır (Kallapurackal ark. 2021). Elle boğma vakalarında kuru pamuklu veya naylon svapla numune toplamadan önce boynun bir sprey şişesi kullanılarak 100 µL distile suyla nemlendirilmesinin, nemli ve kuru svaplarla karşılaştırıldığında STR profillemeye de ailel elde etme oranını arttırdığı gözlenmiştir (Pang ve Cheung 2007).

tDNA toplamak için birçok metodoloji bulunmakla birlikte çoğu kriminal laboratuvar kendi protokollerini geliştirmektedir (Verdon ark. 2015; Plaza ark. 2016). Literatürde STR profillemesini etkileyen, DNA'nın geri kazanımına ilişkin çalışma kısıtlıdır (Dziak ark. 2018). Dubai Polisi Genel Adli Bilim ve Kriminoloji Departmanı Biyoloji ve DNA Bölümünde 2019-2021 yılları arasında incelenen 6277 vakadan 14.552 örnek toplanmıştır. Bunlardan yalnızca 8696 tanesinde DNA analizi yapılmış, tDNA analizine ilişkin örnek sayısı ise 5488 (%63)'dir. tDNA örneklerinin başarı oranı %64 olup, yalnızca 3489 tanesi pozitif DNA sonucu vermiştir (Alketbi 2022).

Sonuç olarak; bu çalışmada sunulan bilgiler tDNA'nın olay yerinden toplanmasından kimliklendirilmesine kadar geçen süreçteki iş akışlarının oluşturulmasına katkı sağlar niteliktedir. Doğru operasyonel yaklaşımlar aynı zamanda tDNA'dan elde edilecek sonuçların güvenilirliğinin de artması anlamına gelmektedir.

## KAYNAKÇA

Aditya S, Sharma AK, Bhattacharyya CN, Chaudhuri K (2011) Generating STR profile from “Touch DNA.” *Journal of Forensic ve Legal Medicine* 18:295–298.  
<https://doi.org/10.1016/j.jflm.2011.05.007>

Alfonse LE, Tejada G, Swaminathan H, ark (2017) Inferring the Number of Contributors to Complex DNA Mixtures Using Three Methods: Exploring the Limits of Low-Template DNA Interpretation. *Journal of Forensic Sciences* 62:308–316. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13284>

Alketbi S.K., Goodwin. W. (2019) Validating Touch DNA Collection Techniques Using Cotton Swabs. *Journal of Forensic Research* 10:445

Alketbi SK (2022) Analysis of Touch DNA. University of Central Lancashire

Alketbi SK (2018) The Affecting Factors of Touch DNA. *Journal of Forensic Research* 9:424–428

Alketbi SK, Alsoofi S (2022) Dual Recovery of DNA ve Fingerprints using Minitapes. *Journal of Forensic Sciences & Criminal Investigation* 16:555929

Alketbi SK, Goodwin W (2019a) The Effect Of Sandy Surfaces on Touch DNA. *ournal of Forensic, Legal & Investigative Sciences* 5:034

Alketbi SK, Goodwin W (2019b) The effect of time ve environmental conditions on Touch DNA. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 7:701–703.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2019.10.144>

Alketbi SK, Goodwin W (2019c) The effect of surface type, collection ve extraction methods on touch DNA. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 7:704–706.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2019.10.145>

Alketbi SK, Goodwin W (2022) The impact of deposition area ve time on Touch DNA collected from fabric. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 8:45–47.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2022.09.017>

Ambers A, Wiley R, Novroski N, Budowle B (2018) Direct PCR amplification of DNA from human bloodstains, saliva, ve touch samples collected with microFLOQ® swabs. *Forensic Science International: Genetics* 32:80–87. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.10.010>

Balogh M., Burger J, Bender K, ark (2003) Fingerprints from fingerprints. *International Congress Series* 1239:953–957. [https://doi.org/10.1016/S0531-5131\(02\)00230-3](https://doi.org/10.1016/S0531-5131(02)00230-3)

Baptista LV, Rattanarungruang N, Woharndee P, Goodwin W (2015) DNA persistence in soft tissues exposed to extreme environments. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 5:e216–e217. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2015.09.086>

Bille TW, Cromartie C, Farr M (2009) Effects of Cyanoacrylate Fuming, Time After Recovery, ve Location of Biological Material on the Recovery ve Analysis of DNA from Post-Blast Pipe Bomb Fragments. *Journal of Forensic Sciences* 54:1059–1067.



<https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01128.x>

Breathnach M, Williams L, McKenna L, Moore E (2016) Probability of detection of DNA deposited by habitual wearer and/or the second individual who touched the garment. *Forensic Science International: Genetics* 20:53–60. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.10.001>

Bright J-A, Petricevic SF (2004) Recovery of trace DNA ve its application to DNA profiling of shoe insoles. *Forensic Science International* 145:7–12. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.03.016>

Buckingham AK, Harvey ML, van Oorschot RAH (2016) The origin of unknown source DNA from touched objects. *Forensic Science International: Genetics* 25:26–33. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.07.015>

Burrill J, Daniel B, Frascione N (2019) A review of trace “Touch DNA” deposits: Variability factors ve an exploration of cellular composition. *Forensic Science International: Genetics* 39:8–18. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.11.019>

Butler JM (2005) *Forensic DNA Typing: Biology, Technology, ve Genetics of STR Markers*. Academic Press, Boston

Butler JM (2012) *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Methodology*, First Ed. Academic Press is an imprint of Elsevier

Cavanaugh SE, Bathrick AS (2018) Direct PCR amplification of forensic touch ve other challenging DNA samples: A review. *Forensic Science International: Genetics* 32:40–49. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.10.005>

Cowell RG, Lauritzen SL, Mortera J (2011) Probabilistic expert systems for handling artifacts in complex DNA mixtures. *Forensic Science International: Genetics* 5:202–209. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2010.03.008>

Daly DJ, Murphy C, McDermott SD (2012) The transfer of touch DNA from hands to glass, fabric ve wood. *Forensic Science International: Genetics* 6:. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2010.12.016>

Doran AE, Foran DR (2014) Assessment ve mitigation of DNA loss utilizing centrifugal filtration devices. *Forensic Science International: Genetics* 13:187–190. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.08.001>

Dziak R, Peneder A, Buetter A, Hageman C (2018) Trace DNA Sampling Success from Evidence Items Commonly Encountered in Forensic Casework. *Journal of Forensic Sciences* 63:835–841. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13622>

Farmen RK, Jaghø R, Cortez P, Frøyland ES (2008) Assessment of individual shedder status ve implication for secondary DNA transfer. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 1:415–417. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2007.08.015>

Fonneløp AE, Ramse M, Egeland T, Gill P (2017) The implications of shedder status ve background DNA on direct ve secondary transfer in an attack scenario. *Forensic Science International: Genetics* 29:48–60. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.03.019>

Goaray M, Mitchell RJ, Oorschot RAH van (2010) Investigation of secondary DNA transfer of skin cells under controlled test conditions. *Legal Medicine* 12:117–120.  
<https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2010.01.003>

Hansson O, Finnebraaten M, Heitmann IK, ark (2009) Trace DNA collection—Performance of minitape ve three different swabs. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 2:189–190. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2009.08.098>

Hedman J, Ågren J, Ansell R (2015) Crime scene DNA sampling by wet-vacuum applying M-Vac. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 5:e89–e90.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2015.09.036>

Hillier E, Dixon P, Stewart P, ark (2005) Recovery of DNA from Shoes. *Canadian Society of Forensic Science Journal* 38:143–150. <https://doi.org/10.1080/00085030.2005.10757588>

Horsman-Hall KM, Orihuela Y, Karczynski SL, ark (2009) Development of STR profiles from firearms ve fired cartridge cases. *Forensic Science International: Genetics* 3:242–250.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2009.02.007>

Ip SCY, Lin S, Lai K (2015) An evaluation of the performance of five extraction methods: Chelex® 100, QIAamp® DNA Blood Mini Kit, QIAamp® DNA Investigator Kit, QIASymphony® DNA Investigator® Kit ve DNA IQ™. *Science & Justice* 55:200–208.  
<https://doi.org/10.1016/j.scijus.2015.01.005>

K Alketbi S (2020) Collection of Touch DNA from Rotten Banana Skin. *International Journal of Forensic Sciences* 5:. <https://doi.org/10.23880/ijfsc-16000204>

Kallapurackal V, Kummer S, Voegeli P, ark (2021) Sampling touch DNA from human skin following skin-to-skin contact in mock assault scenarios—A comparison of nine collection methods. *Journal of Forensic Sciences* 66:1889–1900. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14733>

Kamphausen T, Schadendorf D, von Wurmb-Schwark N, ark (2012) Good shedder or bad shedder—the influence of skin diseases on forensic DNA analysis from epithelial abrasions. *International Journal of Legal Medicine* 126:179–183. <https://doi.org/10.1007/s00414-011-0579-0>

Kanokwongnuwut P, Kirkbride KP, Linacre A (2018) Detection of latent DNA. *Forensic Science International: Genetics* 37:95–101. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.08.004>

Kierszenbaum AL, Tres L (2015) *Histology ve Cell Biology: an introduction to pathology* E-Book. Elsevier Health Sciences

Kita T, Yamaguchi H, Yokoyama M, ark (2008) Morphological study of fragmented DNA on touched objects. *Forensic Science International: Genetics* 3:32–36.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2008.09.002>

Kumar P, Gupta R, Singh R, Jasuja OP (2015) Effects of latent fingerprint development reagents on subsequent forensic DNA typing: A review. *Journal of Forensic ve Legal Medicine* 32:64–69. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.03.002>

- Lacerenza D, Aneli S, Omedei M, ark (2016) A molecular exploration of human DNA/RNA co-extracted from the palmar surface of the hands ve fingers. *Forensic Science International: Genetics* 22:44–53. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.01.012>
- Li RC, Harris HA (2003) Using Hydrophilic Adhesive Tape for Collection of Evidence for Forensic DNA Analysis. *Journal of Forensic Sciences* 48:2003121. <https://doi.org/10.1520/JFS2003121>
- Lowe A, Murray C, Richardson P, ark (2003) Use of low copy number DNA in forensic inference. *International Congress Series* 1239:799–801. [https://doi.org/10.1016/S0531-5131\(02\)00484-3](https://doi.org/10.1016/S0531-5131(02)00484-3)
- Lowe A, Murray C, Whitaker J, ark (2002) The propensity of individuals to deposit DNA ve secondary transfer of low level DNA from individuals to inert surfaces. *Forensic Science International* 129:25–34. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(02\)00207-4](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(02)00207-4)
- Ludeman MJ, Zhong C, Mulero JJ, ark (2018) Developmental validation of GlobalFiler™ PCR amplification kit: a 6-dye multiplex assay designed for amplification of casework samples. *International Journal of Legal Medicine* 132:. <https://doi.org/10.1007/s00414-018-1817-5>
- Manoli P, Antoniou A, Bashiardes E, ark (2016) Sex-specific age association with primary DNA transfer. *International Journal of Legal Medicine* 130:103–112. <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1291-2>
- Mapes AA, Kloosterman AD, Poot CJ de, van Marion V (2016a) Objective data on DNA success rates can aid the selection process of crime samples for analysis by rapid mobile DNA technologies. *Forensic Science International* 264:28–33. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.03.020>
- Mapes AA, Kloosterman AD, van Marion V, de Poot CJ (2016b) Knowledge on DNA Success Rates to Optimize the DNA Analysis Process: From Crime Scene to Laboratory. *Journal of Forensic Sciences* 61:1055–1061. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13102>
- Marieb EN, Hoehn K (2007) *Human Anatomy & Physiology*. Pearson Education
- Meakin G, Jamieson A (2013) DNA transfer: Review ve implications for casework. *Forensic Science International: Genetics* 7:434–443. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2013.03.013>
- Olewi AA, Morris MR, Schmerer WM, Sutton R (2015) The relative DNA-shedding propensity of the palm ve finger surfaces. *Science & Justice* 55:329–334. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2015.04.003>
- Ottens R, Templeton J, Paradiso V, ark (2013) Application of direct PCR in forensic casework. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 4:e47–e48. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2013.10.024>
- Pang BCM, Cheung BKK (2007) Double swab technique for collecting touched evidence. *Legal Medicine* 9:181–184. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2006.12.003>
- Pesaresi M, Buscemi L, Alessandrini F, ark (2003) Qualitative ve quantitative analysis of

DNA recovered from fingerprints. International Congress Series 1239:947–951.  
[https://doi.org/10.1016/S0531-5131\(02\)00572-1](https://doi.org/10.1016/S0531-5131(02)00572-1)

Petricevic SF, Bright J-A, Cockerton SL (2006) DNA profiling of trace DNA recovered from bedding. *Forensic Science International* 159:21–26.  
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2005.06.004>

Phipps M, Petricevic S (2007) The tendency of individuals to transfer DNA to handled items. *Forensic Science International* 168:162–168. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.07.010>

Pizzamiglio M, Mameli A, Maugeri G, Garofano L (2004) Identifying the culprit from LCN DNA obtained from saliva ve sweat traces linked to two different robberies ve use of a database. *International Congress Series* 1261:443–445. [https://doi.org/10.1016/S0531-5131\(03\)01853-3](https://doi.org/10.1016/S0531-5131(03)01853-3)

Plaza DT, Mealy JL, Lane JN, ark (2016) Nondestructive Biological Evidence Collection with Alternative Swabs ve Adhesive Lifters. *Journal of Forensic Sciences* 61:485–488.  
<https://doi.org/10.1111/1556-4029.12980>

Quinones I, Daniel B (2012) Cell free DNA as a component of forensic evidence recovered from touched surfaces. *Forensic Science International: Genetics* 6:26–30.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2011.01.004>

Raymond JJ, van Oorschot RAH, Gunn PR, ark (2009a) Trace evidence characteristics of DNA: A preliminary investigation of the persistence of DNA at crime scenes. *Forensic Science International: Genetics* 4:26–33. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2009.04.002>

Raymond JJ, van Oorschot RAH, Gunn PR, ark (2009b) Trace DNA success rates relating to volume crime offences. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 2:136–137. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2009.08.072>

Rudin N, Inman K (2001) *An Introduction To Forensic DNA Analysis*. In: Lynch CT (ed) *Handbook of Materials Sciences*. CRC Press

Schneider H, Sommerer T, Rand S, Wiegand P (2011) Hot flakes in cold cases. *International Journal of Legal Medicine* 125:543–548. <https://doi.org/10.1007/s00414-011-0548-7>

Sewell J, Quinones I, Ames C, ark (2008) Recovery of DNA ve fingerprints from touched documents. *Forensic Science International: Genetics* 2:281–285.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2008.03.006>

Stoop B, Defaux PM, Utz S, Zieger M (2017) Touch DNA sampling with SceneSafe Fast™ minitapes. *Legal Medicine* 29:68–71. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2017.10.006>

Subhani Z, Daniel B, Frascione N (2019) DNA Profiles from Fingerprint Lifts—Enhancing the Evidential Value of Fingermarks Through Successful DNA Typing. *Journal of Forensic Sciences* 64:. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13830>

Tasker E, Roman MG, Akosile M, ark (2020) Efficacy of “touch” DNA recovery ve room-temperature storage from assault rifle magazines. *Legal Medicine* 43:101658.  
<https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2019.101658>

- Tobias SHA, Jacques GS, Morgan RM, Meakin GE (2017) The effect of pressure on DNA deposition by touch. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 6:e12–e14. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2017.09.020>
- van Oorschot RA., Phelan D., Furlong S, ark (2003) Are you collecting all the available DNA from touched objects? *International Congress Series* 1239:803–807. [https://doi.org/10.1016/S0531-5131\(02\)00498-3](https://doi.org/10.1016/S0531-5131(02)00498-3)
- van Oorschot RA, Ballantyne KN, Mitchell RJ (2010) Forensic trace DNA: a review. *Investigative Genetics* 1:. <https://doi.org/10.1186/2041-2223-1-14>
- van Oorschot RAH, Jones MK (1997) DNA fingerprints from fingerprints. *Nature* 387:767–767. <https://doi.org/10.1038/42838>
- van Oorschot RAH, Szkuta B, Meakin GE, ark (2019) DNA transfer in forensic science: A review. *Forensic Science International: Genetics* 38:140–166. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.10.014>
- Verdon TJ, Mitchell RJ, van Oorschot RAH (2014a) Evaluation of tapelifting as a collection method for touch DNA. *Forensic Science International: Genetics* 8:179–186. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2013.09.005>
- Verdon TJ, Mitchell RJ, van Oorschot RAH (2015) Preliminary investigation of differential tapelifting for sampling forensically relevant layered deposits. *Legal Medicine* 17:553–559. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2015.07.002>
- Verdon TJ, Mitchell RJ, van Oorschot RAH (2014b) Swabs as <scp>DNA</scp> Collection Devices for Sampling Different Biological Materials from Different Substrates. *Journal of Forensic Sciences* 59:1080–1089. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12427>
- Warshauer DH, Marshall P, Kelley S, ark (2012) An evaluation of the transfer of saliva-derived DNA. *International Journal of Legal Medicine* 126:851–861. <https://doi.org/10.1007/s00414-012-0743-1>
- Webb LG, Egan SE, Turbett GR (2001) Recovery of DNA for Forensic Analysis from Lip Cosmetics. *Journal of Forensic Sciences* 46:1474–1479
- Wickenheiser R (2002) Trace DNA: A Review, Discussion of Theory, ve Application of the Transfer of Trace Quantities of DNA Through Skin Contact. *Journal of Forensic Sciences* 47:. <https://doi.org/10.1520/JFS15284J>
- Zoppis S, Muciaccia B, D’Alessio A, ark (2014) DNA fingerprinting secondary transfer from different skin areas: Morphological ve genetic studies. *Forensic Science International: Genetics* 11:137–143. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.03.005>

## ÜREME ÇAĞINDAKİ KADINLARIN AİLE PLANLAMASINA YÖNELİK TUTUM VE BİLGİ DÜZEYLERİ: KARABÜK İLİ ÖRNEĞİ

**DR. Öğr. Üyesi, Ayşe ÇUVADAR<sup>1</sup>, Ebe, İrem TUNÇ<sup>2</sup>, Ebe Şevval Ecem ERTUĞRUL<sup>3</sup>,  
Ebe Burcu Ece BUDAK<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 0000-0002-7917-0576.

<sup>2</sup> Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 0000-0001-9934-0424

<sup>3</sup> Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 0009-0003-0737-3344

<sup>4</sup> Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 0009-0009-7455-7331

### ÖZET

Bu araştırma üreme çağındaki 18-49 yaş arası evli kadınların aile planlaması hakkındaki bilgi, tutum ve davranışlarını belirlemek amacıyla yapıldı. Tanımlayıcı tipte olan araştırmanın örneklemini Mayıs-Ağustos 2023 tarihleri arasında Karabük ilinde çalışmayı kabul eden 140 evli kadınlar oluşturdu. Veriler, “Kişisel Bilgi Formu” ve “Aile Planlaması Tutum Ölçeği (APTÖ)” ile online olarak toplandı. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, Mann Whitney U, Kruskal-Wallis, Dunn testleri ve Spearman Kolerasyon Analizi kullanıldı. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri incelendiğinde; yaş ortalamalarının  $33,15 \pm 8,25$  yıl olduğu, %70,7’sinin il merkezinde ikamet ettiği, büyük çoğunluğunun üniversite ve üzerinde öğrenim düzeyine sahip olduğu görüldü. Kadınların “Aile Planlaması Tutum Ölçeği” ve alt boyutlarından aldıkları puanların ortalamalarına bakıldığında; “Aile Planlaması Tutum Ölçeği” toplam puan ortalaması  $128,52 \pm 33,50$ ’dir. “Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu”, “Aile Planlaması Yöntemlerine İlişkin Tutumu”, “Doğuma İlişkin Tutum” alt boyut puan ortalamaları sırasıyla  $55,78 \pm 14,87$ ,  $41,05 \pm 11,46$  ve  $31,68 \pm 8,59$  olarak bulundu. Öğrenim durumu ilkökul olan kadınların APTÖ puan ortalaması  $95,00 \pm 14,74$ , üniversite mezunlarının  $138,77 \pm 2,50$ ’dir ( $p < 0,005$ ). Ev hanımı olan kadınların APTÖ puan ortalaması  $113,54 \pm 4,78$ , kamuda çalışan kadınların ise  $141,32 \pm 3,87$ ’dir ( $p < 0,001$ ).

Bu sonuçlar, katılımcıların yaş, ikamet yeri, öğrenim düzeyi ve meslek durumu gibi sosyo-demografik özelliklerinin, aile planlaması tutumlarını ve alt boyutlarını etkileyebileceğini göstermektedir. Ayrıca, üniversite mezunu olan ve kamuda çalışan kadınların daha olumlu aile planlaması tutumlarına sahip oldukları gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aile planlaması, kadın, tutum, bilgi, gebelik

### 1. GİRİŞ

Aile planlaması; çiftlerin çocuk sahibi olup olmayacağına, ne zaman çocuk sahibi olacaklarına, kaç çocuğa sahip olacaklarına özgür ve sorumlu bir şekilde karar vermeleri, çocuğu olmayan bireylerin çocuk sahibi olmalarına olanak tanıyan uygulama olarak tanımlanabilmektedir (1).



AP yöntemleri istenmeyen gebelikleri önlerken, anne ve çocuk sağlığını da korumaktadır (2,3). Toplumun sağlık seviyesinin yükselmesi ve daha iyi bir hale gelebilmesi için AP yöntemlerinin bilinmesi ve etkin şekilde kullanılması büyük bir öneme sahiptir (4).

Aile planlaması, temel sağlık hizmetlerinin önemli bir parçasıdır. Gelişmekte olan ülkelerde aile planlaması ve üreme sağlığı programlarının iyileştirilmesi, istenmeyen gebeliklerin sayısının azaltılmasına önemli ölçüde yardımcı olmaktadır (1). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), gebelik ve doğum nedeniyle her gün 810, yılda 295 000 kadının yaşamını kaybettiğini, 2017 yılında, anne ölüm hızının gelişmekte olan ülkelerde yüz bin canlı doğumda 462 gibi yüksek düzeylerde seyrettiği, gelişmiş ülkelerde ise yüz bin canlı doğumda 11 seviyelerine indiği belirtilmektedir (5). Türkiye’de ise, 2018 yılı verilerine göre anne ölüm hızı yüz binde 13,6 ile gelişmiş ülkelerden daha yüksektir (6).

Karabük ilinde 2018 yılında yapılan bir çalışmada, 15-49 yaş evli kadınların geleneksel aile planlaması yöntemi kullanma oranının yüksek olduğu ve on kadından birinin aile planlaması ihtiyacının karşılanmadığı belirlenmiştir (7). Karşılanmamış aile planlaması ihtivacı olan kadınlar riskli gebelik, düşük, doğumla ilgili komplikasyonlar ve ölüm riski ile karşı karşıya kalmaktadır (8). Aile planlaması yöntemlerinin kullanımı dünyanın tüm bölgelerinde değişiklik göstermektedir. Yaşanılan toplum, yaş, cinsiyet, ekonomik durum ve kültür aile planlaması yöntemi kullanımını etkileyen başlıca faktörler arasındadır (9).

Bu çalışma, katılımcıların aile planlaması hakkındaki tutumlarını ve sahip oldukları bilgi düzeylerini anlamayı hedeflemekte ve Karabük ilindeki kadınların bu konudaki farkındalık seviyelerini ve etkileyen faktörleri değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL METOT

### 2.1. Araştırmanın Tipi

Bu araştırma üreme çağındaki 18-49 yaş arası evli kadınların aile planlaması hakkındaki bilgi, tutum ve davranışlarını incelemek amacıyla tanımlayıcı tipte planlanmıştır.

### 2.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma Karabük ilinde Mayıs-Ağustos 2023 tarihleri arasında üreme çağındaki evli kadınlarla yürütüldü.

### 2.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışmada örnekleme yöntemi kullanılmamış olup gönüllülük esasına dayalı ve çalışma kriterlerine uyan 140 kadın ile online olarak yürütülmüştür.

### 2.4. Veri Toplama Araçları

Çalışmanın verileri “Kişisel Bilgi Formu” ve “Aile Planlaması Tutum Ölçeği” kullanılarak toplandı.



*Kişisel Bilgi Formu:* Araştırmacılar tarafından hazırlanan form iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde kadınların sosyodemografik ve obstetrik özelliklerine ait 22 soru yer almaktadır. İkinci bölümde aile planlamasına yönelik bilgilerin yer aldığı 11 adet soru yer almaktadır.

*Aile Planlaması Tutum Ölçeği:* Örsal ve Kubilay tarafından 2006 yılında geliştirilmiştir. Ölçek 5'li likert tipi olup 34 maddeden oluşmaktadır. Ölçekteki her bir ifade 1'den 5'e kadar puanlanmaktadır. "Tamamen Katılıyorum yanıtı 1 puan"; "Kararsızım yanıtı 3 puan" Katılmıyorum 4 puan"; "Tamamen Katılmıyorum yanıtı 5 puan" almaktadır. Ölçekte tersine kodlanması gereken ifade bulunmamaktadır. Ölçekten en az 34, en fazla 170 puan alınabilmektedir. Ölçek puanları arttıkça, AP tutumu da pozitif yönde artmaktadır. Ölçek "Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu", "Aile Planlaması Yöntemlerine İlişkin Tutum" ve "Doğuma İlişkin Tutum" olmak üzere 3 alt boyuta sahiptir, Ölçeğin alt boyutlarından "Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu'nu" oluşturan madde sayısı 15 (1-15. maddeler)'dir ve bu alt boyuttan en az 15 en fazla 75 puan alınabilir. Ölçeğin alt boyutlarından "Aile Planlaması Yöntemlerine İlişkin Tutumu'nu" oluşturan madde sayısı 11'dir (16-26. maddeler)'dir. Bu alt boyuttan en az 11, en fazla 55 puan alınabilir. Ölçeğin "Doğuma İlişkin Tutum" alt boyutunun madde sayısı 8 (27-34- maddeler)'dir ve bu alt boyuttan en az 8 en fazla 40 puan alınabilir (10). Ölçeğin alfa korelasyonları ile saptanan iç tutarlılık ve homojenlik katsayıları toplam APTÖ için 0,90 olarak bulunmuştur (10). Bu çalışmada tüm ölçek Cronbach's Alpha katsayısı 0,982 olarak bulunmuştur.

## 2.5. Araştırmanın Etik Yönü

Araştırma öncesinde ilgili üniversitenin Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (Tarih: 16.05.2023 Karar no: 2023/1408 karar) izin alındı. Çalışmaya alınan kadınlara çalışmanın konusu ve uygulama hakkında bilgilendirme yapılarak yazılı ve sözlü bilgilendirilmiş onamları alındı.

## 2.6. Verilerin Analizi

Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel ortalama, standart sapma, sıklık, oran olarak sunuldu. Araştırmada niceliksel verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. İki kategoriden oluşan değişkenlerin karşılaştırılmasında MannWhitney U testi, üç ya da daha fazla kategoriden oluşan değişkenlerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi ve farklılığa neden çıkan grubun tespitinde Dunn test kullanıldı. Değişkenler arası ilişkilerin değerlendirilmesinde ise Spearman Korelasyon Analizi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık sınır değeri  $p < 0.05$  olarak kabul edildi.

### 3. BULGULAR

Çizelge 1. Kadınların sosyo-demografik özellikleri (n=140)

Sosyo-demografik Özellik	$\bar{X} \pm SS$	Min-Max
Yaş	33,15±8,25	19-49
	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>İkamet Durumu</b>		
İl merkezi	99	70,7
İlçe merkezi	33	23,6
Köy	8	5,7
<b>Öğrenim Durumu</b>		
İlkokul	6	4,3
Ortaokul	9	6,4
Lise	27	19,3
Üniversite ve Üzeri	98	70,0
<b>Çalışma Durumu</b>		
Ev hanımı	53	37,9
Kamu sektörü	52	37,1
Özel sektör	27	19,3
Kendi işi	8	5,7
<b>Eşinin Öğrenim Durumu</b>		
İlkokul	6	4,3
Ortaokul	7	5,0
Lise	35	25
Üniversite ve Üzeri	92	65,7
<b>Eşinin Çalışma Durumu</b>		
Çalışmıyor	10	7,1
Kamu sektörü	54	38,6
Özel sektör	45	32,1
Kendi işi	31	22,1
<b>Gelir Durumu</b>		
Gelir giderden az	26	18,6
Gelir giderden fazla	22	15,7
Gelir gidere denk	92	65,7
<b>Aile Tipi</b>		
Çekirdek aile	125	89,3
Geniş aile	15	10,7

$\bar{X}$ ; Ortalama, SS; Standart Sapma, Min; Minimum, Max; Maksimum

Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri incelendiğinde; yaş ortalamalarının 33,15±8,25 yıl olduğu, %70,7'sinin il merkezinde ikamet ettiği, büyük çoğunluğunun üniversite ve üzerinde öğrenim düzeyine sahip olduğu, %37,1'inin kamu sektöründe çalıştığı, %65,7'sinin gelirinin giderine denk olduğu ve %89,3'ünün çekirdek aile yapısına sahip olduğu görüldü. Ayrıca kadınların eşlerinin, %65,7'si üniversite ve üzerinde öğrenim durumuna sahip ve %38,6'sı kamu sektöründe çalışmaktaydı.

**Çizelge 2.** Kadınların Obstetrik ve Aile Planlaması Yöntemlerine ilişkin özellikler

Obstetrik Özellik	n	%
<b>Küretaj Olma Durumu</b>		
Evet	14	10,0
Hayır	126	90,0
<b>Düşük Yapma Durumu</b>		
Evet	24	17,1
Hayır	116	82,9
<b>Son Gebelik Planlı mıydı?</b>		
Evet	86	61,4
Hayır	27	19,3
Gebelik Yaşamadım	27	19,3
<b>APY Hakkında Bilgi Alma Durumu</b>		
Evet	102	72,9
Hayır	38	27,1
<b>Gebelikten Korunma Durumu</b>		
Evet	96	68,6
Hayır	44	31,4
<b>Yaşamı Boyunca Kullanılan APY</b>		
RİA	30	21,4
Kondom	76	54,2
Oral Kontraseptif İlaç	28	20
Geri çekme	76	54,2
Diğer Yöntemler	22	15,7
Hiç Yöntem Kullanmadım	20	14,2
<b>Yöntemi Kullanma Süresi</b>		
1 yıldan az	6	4,3
1-2 yıl	30	21,4
3-4 yıl	14	10,0
5 yıl ve üzeri	46	32,9
Korunmuyorum	44	31,4
<b>Sizce kullandığımız yöntem etkili mi?</b>		
Evet	128	91,4
Hayır	12	8,6
<b>Sizce APY seçimi nasıl olmalıdır?</b>		
Çiftin ortak kararı ile	133	95
Kadının isteği doğrultusunda	7	5,0
<b>Sizce APY kullanmak kimin sorumluluğudur?</b>		
Kadının	7	5,0
Erkeğin	2	1,4
Her ikisinde	131	93,6

APY; Aile Planlaması Yöntemi, RİA; Rahim İçi Araç

Kadınların obstetrik özellikleri incelendiğinde; sadece %10'unun yaşamı boyunca küretaj yaptırdığı, %82,9'unun hiç düşük yapmadığı ve %61,4'ünün yasadığı son gebeliği planladığı görüldü.

Kadınların aile planlaması yöntemlerine ait özellikleri incelendiğinde; %72,9'unun APY hakkında bilgi aldığı, %68,6'sının gebelikten korunduğu, yaşamı boyunca en çok kullanılan APY'nin kondom ve geri çekme olduğu (%54,2), %32,9'unun şu anda kullandığı APY'yi 5 yıldan daha uzun süredir kullandığı, %91,4'ünün kullandığı yöntemi etkili bulduğu, %95'inin

kullanılan APY'yi çiftin ortak kararı ile seçmesi gerektiği ve %93,6'sının çiftlerin her ikisinin de APY kullanmakta sorumlu olduğunu belirttikleri görüldü.

**Çizelge 3.** Kadınların Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve Alt Boyutları Puan Ortalaması (n=140)

Aile Planlaması Tutum Ölçeği		Ölçekten Alınan Min. Puan	Ölçekten Alınan Max. Puan	$\bar{X} \pm SS$
Alt Boyutları	Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu	15	75	55,78±14,87
	Aile Planlaması Yöntemlerine İlişkin Tutumu	11	55	41,05±11,46
	Doğuma İlişkin Tutum	8	40	31,68±8,59
<b>Ölçek Toplam</b>		34	170	128,52±33,50

$\bar{X}$ ; Ortalama, SS; Standart Sapma

Kadınların “Aile Planlaması Tutum Ölçeği” ve Alt boyutlarından aldıkları puanların ortalamalarına bakıldığında; “Aile Planlaması Tutum Ölçeği” toplam puan ortalaması 128,52±33,50, “Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu” alt boyut ortalaması 55,78±14,87, “Aile Planlaması Yöntemlerine İlişkin Tutumu” alt boyutu puan ortalaması 41,05±11,46 ve “Doğuma İlişkin Tutum” alt boyutu puan ortalaması 31,68±8,59 olarak bulundu.

**Çizelge 4.** Kadınların sosyo-demografik özelliklerinin Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve Alt Boyutlarına Etkisi

Değişkenler	Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu r <sub>s</sub> / Ort±SS	Aile Planlaması Yöntemlerine İlişkin Tutumu r <sub>s</sub> / Ort±SS	Doğuma İlişkin Tutum r <sub>s</sub> / Ort±SS	Toplam r <sub>s</sub> / Ort±SS
Yaş	r <sub>s</sub> =0,164 p=0,053	r <sub>s</sub> =0,162 p=0,056	r <sub>s</sub> =0,007 p=0,932	r <sub>s</sub> =0,122 p=0,149
<b>İkamet Durumu</b>				
İl merkezi <sup>a</sup>	55,13±1,48	40,78±1,13	31,43±0,87	127,35±3,33
İlçe merkezi <sup>b</sup>	60,18±2,35	43,57±1,96	33,51±1,29	137,27±5,39
Köy <sup>c</sup>	45,75±6,10	34,00±4,48	27,25±3,72	107,00±14,02
	<b>X<sup>2</sup>=7,449</b> <b>p=0,024</b> <b>b&gt;c</b>	<b>X<sup>2</sup>=4,724</b> <b>p=0,094</b>	<b>X<sup>2</sup>=3,464</b> <b>p=0,177</b>	<b>X<sup>2</sup>=7,069</b> <b>p=0,029</b> <b>b&gt;c</b>
<b>Öğrenim Durumu</b>				
İlkokul <sup>a</sup>	40,00±6,41	31,50±5,33	23,50±3,39	95,00±14,74
Ortaokul <sup>b</sup>	43,22±5,88	29,77±3,68	22,55±3,48	95,55±12,24
Lise <sup>c</sup>	48,66±3,39	34,14±2,65	26,96±1,99	109,77±7,82
Üniversite ve Üzeri <sup>d</sup>	59,86±1,16	44,58±0,87	34,32±0,63	138,77±2,50
	<b>X<sup>2</sup>=20,197</b> <b>p=0,001</b> <b>d&gt;a,b,c</b>	<b>X<sup>2</sup>=26,651</b> <b>p=0,001</b> <b>d&gt;b,c</b>	<b>X<sup>2</sup>=24,765</b> <b>p=0,001</b> <b>d&gt;a,b,c</b>	<b>X<sup>2</sup>=25,678</b> <b>p=0,001</b> <b>d&gt;a,b,c</b>
<b>Çalışma Durumu</b>				
Ev hanımı <sup>a</sup>	49,16±2,11	35,66±1,60	28,71±1,28	113,54±4,78
Kamu sektörü <sup>b</sup>	60,92±1,79	46,09±1,26	34,30±1,00	141,32±3,87
Özel sektör <sup>c</sup>	57,51±2,73	41,44±2,29	32,25±1,70	131,22±6,45
Kendi işi <sup>d</sup>	60,37±3,69	42,75±2,58	32,37±1,70	135,50±6,89
	<b>X<sup>2</sup>=20,578</b> <b>p=0,001</b> <b>b&gt;a</b>	<b>X<sup>2</sup>=27,745</b> <b>p=0,001</b> <b>b,c&gt;a</b>	<b>X<sup>2</sup>=13,344</b> <b>p=0,004</b> <b>b&gt;a</b>	<b>X<sup>2</sup>=24,539</b> <b>p=0,001</b> <b>b,c&gt;a</b>
<b>Gelir Durumu</b>				

Gelir giderden az	57,88±2,44	43,96±1,84	33,92±1,43	135,76±5,31
Gelir giderden fazla	56,22±3,07	40,09±2,23	32,22±1,68	128,54±6,55
Gelir gidere denk	55,08±1,63	40,46±1,26	30,92±0,94	126,47±3,072
	X <sup>2</sup> =0,546 p=0,761	X <sup>2</sup> =2,160 p=0,340	X <sup>2</sup> =2,938 p=0,230	X <sup>2</sup> =1,719 p=0,423
<b>Aile Tipi</b>				
Çekirdek aile	57,23±1,22	42,06±0,95	32,52±0,71	131,81±2,75
Geniş aile	43,73±4,847	32,66±3,76	24,73±2,73	101,13±11,12
	<b>Z=-2,892</b> <b>p=0,004</b>	<b>Z=-2,391</b> <b>p=0,017</b>	<b>Z=-3,030</b> <b>p=0,002</b>	<b>Z=-2,817</b> <b>p=0,005</b>

$\chi^2$ : Kruskal Wallis Test;  $r_s$ : Spearman Korelasyon Test; Z: Mann Whitney U Test

Kadınların sosyo-demografik özelliklerinin Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve alt boyutlarına etkisi Tablo 4 'te sunuldu.

Kadınların yaşı ve gelir durumları ile Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve alt boyutlarının toplam puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0,05$ ), (Tablo 4).

Kadınların ikamet durumlarına göre Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve alt boyutlarının puan ortalamaları Kruskal Wallis Testi ile değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda gruplar arasında Aile Planlaması Tutum Ölçeği ile Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu alt boyutu puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0,005$ ). Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Dunn posthoc analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda bu farkın ilçe merkezinde ikamet edenlerde köyde ikamet edenler arasında olduğu bulunmuştur (Tablo 4.).

Kadınların eğitim durumuna göre Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve tüm alt boyutlarının toplam puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0,005$ ). Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan ileri analiz sonucunda bu farkın Üniversite ve üzerinde eğitim düzeyi ile diğer eğitim düzeyleri arasında olduğu bulunmuştur (Tablo 4.).

Kadınların çalışma durumlarına göre Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve Aile Planlaması Yöntemlerine İlişkin Tutumu alt boyutu toplam puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan ileri analiz sonucunda bu farkın ev hanımı ile kamu ve özel sektörde çalışanlar arasında olduğu bulunmuştur (Tablo 4.). Ayrıca kadınların çalışma durumlarına göre Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu alt boyutu ile Doğuma İlişkin Tutum alt boyutu toplam puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0,005$ ). Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan ileri analiz sonucunda bu farkın ev hanımı ile kamu sektöründe çalışanlar arasında olduğu bulunmuştur (Tablo 4.).

Kadınların aile tipine göre Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve alt boyutlarının puan ortalamaları Mann Whitney U Test ile değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda kadınların aile tipine göre Aile Planlaması Tutum Ölçeği ve tüm alt boyutlarının puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0,005$ ). (Tablo 4.).

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Katılımcıların %72,9'u aile planlaması yöntemleri hakkında bilgi almış, %68,6'sı gebelikten korunma yöntemleri kullanmaktadır. En yaygın kullanılan yöntemler kondom ve geri çekmedir (%54,2). %32,9'u halihazırda kullandığı yöntemi 5 yıldan daha uzun bir süredir kullanmaktadır. Katılımcıların %91,4'ü kullandıkları yöntemi etkili bulmuş, %95'i yöntem seçiminde çiftin ortak karar alması gerektiğini ve %93,6'sı çiftlerin her iki tarafının da yöntem kullanımında sorumlu olduğunu ifade etmiştir.

Katılımcıların yaş ve gelir durumları ile "Aile Planlaması Tutum Ölçeği" ve alt boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. İkamet durumuna göre, "Aile Planlaması Tutum Ölçeği" ile "Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu" alt boyutu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş ve bu farkın ilçe merkezinde ikamet edenlerde köyde ikamet edenlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Eğitim düzeyine göre ise üniversite ve üzeri eğitim alan kadınların diğer eğitim düzeylerine göre daha yüksek puan aldığı gözlemlenmiştir. Çalışma durumuna göre, ev hanımları ile kamu ve özel sektörde çalışanlar arasında "Aile Planlaması Tutum Ölçeği" ve "Aile Planlaması Yöntemlerine İlişkin Tutumu" alt boyutu puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Ev hanımları ile kamu sektöründe çalışanlar arasında "Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu" ve "Doğuma İlişkin Tutum" alt boyutları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, araştırmanın bulguları üreme çağındaki kadınların aile planlamasına yönelik tutum ve bilgi düzeylerinin sosyo-demografik faktörlere göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, aile planlaması hizmetlerinin daha etkin ve kişiye özgü şekilde sunulması için sosyo-demografik özelliklerin dikkate alınması önerilebilir. Ayrıca, kadınların eğitim düzeyi gibi faktörlerin aile planlaması tutumu üzerinde etkili olduğu göz önünde



bulundurulur, bu konuda farkındalık yaratmaya yönelik eğitim ve bilgilendirme programlarının düzenlenmesi faydalı olabilir.

### Öneriler

*Eğitim ve Bilgilendirme Programları:* Sosyo-demografik faktörlerin aile planlaması tutumu üzerindeki etkisi dikkate alınarak, kadınlara yönelik eğitim ve bilgilendirme programları düzenlenmelidir. Bu programlar, farklı eğitim düzeyleri, çalışma durumları ve ikamet yerlerine özgü olarak tasarlanmalıdır.

*Üniversite ve Üzeri Eğitim Seviyesine Odaklanma:* Üniversite ve üzeri eğitim seviyesine sahip kadınların aile planlaması tutumunda daha olumlu eğilimler gözlemlendiğinden, özellikle diğer eğitim düzeylerinde farkındalık artırıcı çalışmalar yapılabilir. Seminerler, atölye çalışmaları veya online kaynaklar gibi farklı eğitim yöntemleri kullanılabilir.

*Toplumsal Farkındalık Artırma:* İlçe merkezinde ikamet edenler ile köyde ikamet edenler arasında farklı "Toplumun Aile Planlamasına İlişkin Tutumu" görülmüştür. Bu nedenle, toplumsal farkındalık artırma kampanyaları, bilgilendirme etkinlikleri ve yerel etkinlikler düzenlenerek toplumun geniş kesimine ulaşılabilir.

*Ev Hanımlarına Yönelik Destek:* Ev hanımlarının "Aile Planlaması Tutum Ölçeği" ve alt boyutlarındaki puanları kamu ve özel sektörde çalışan kadınlara göre daha düşük bulunmuştur. Ev hanımlarına yönelik destek programları, danışmanlık hizmetleri ve psikososyal destek sunulması faydalı olabilir.

*Aile İçi İletişimi Geliştirme:* Aile planlaması yöntemlerinin çiftler arasında etkili bir şekilde tartışılması ve seçilmesi gerektiği konusundaki bulgular göz önünde bulundurularak, aile içi iletişimi geliştirmeye yönelik eğitim ve danışmanlık hizmetleri sunulabilir.

*Sağlık Merkezlerinde Bilgilendirme:* Sağlık merkezleri ve hastaneler, kadınların aile planlaması yöntemleri hakkında bilgi edinme imkânını artırmak için bilgilendirici materyaller sunabilir ve danışmanlık hizmetleri sağlayabilir.

*Gelecekteki Araştırmalar:* Sosyo-demografik faktörlerin yanı sıra kültürel, dini ve kişisel inançların aile planlaması tutumu üzerindeki etkisini daha detaylı şekilde inceleyen gelecekteki araştırmalar yapılabilir. Bu tür araştırmaların sonuçları, daha hedefe yönelik politika ve programların oluşturulmasına katkı sağlayabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Alhameedawi, M. *Evli Kadınların Aile Planlaması Yöntemleri Hakkında Bilgi Düzeylerinin ve Davranışlarının Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çankırı, 2023.
- [2] Dixit, A., Johns, NE., Ghule, M., Battala, M., Begum, S., Yore, J., Saggurti, N., et al. Male-female concordance in reported involvement of women in contraceptive decision-making and its association with India, *Reprod Health*, 2021,18(1),1-9.
- [3] Mulatu, T., Sintayehu, Y., Dessie, Y., Deressa, M. Modern family planning utilization and its associated factors among currently married women in rural eastern ethiopia: a community-based study, *BioMed Res Inter*, 2020, 1-9.
- [4] Nazik, F., Mumcu, Ş., Sönmez, M., Yılmaz, AN., Yüksekol, ÖD. 1549- Yaş evli kadınların aile planlamasına ilişkin tutumlarının belirlenmesi, *Ordu Üniv Hemşirelik Çalışmaları Derg*, 2021, 4(3), 326336.
- [5] <https://www.who.int/newsroom/fact-sheets/detail/maternalmortality>.  
(Erişim Tarihi: 29.08.2023)
- [6] <https://sbsgm.saglik.gov.tr/Eklenti/36134/0/siy2018trpdf.pdf>.  
(Erişim Tarihi: 29.08.2023)
- [7] Karaçalı, M., Özdemir, R. Karabük ilinde 15-49 yaş grubu evli kadınların aile planlaması hizmetlerine erişimini etkileyen faktörler, *Turkish Journal of Public Helath*, 2018,16(2),131-145.
- [8] Miller, E., Heather, LM., Daniel, JT., Michele, RD., Heather, A., Jay, GS. Recent reproductive coercion and unintended pregnancy among female family planning clients, *Contraception*, 2014,89(2),122-28.
- [9] Küçük, EE. Aile Planlaması, *Disiplinlerarası Çocuk Hakları Ansiklopedisi*, 2023,17.
- [10] Örsal, Ö., Kubilay, G. Aile Planlaması Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi, 2007, 15(60), 155-164.

## KONJENİTAL ANOMALİLİ BEBEKLERİN TERMİNASYON KARARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER: ANNE DENEYİMLERİ VE SAĞLIK PROFESYONELİ BAKIŞ AÇILARINA İLİŞKİN BİR VAKA SUNUMU

**Uzm. Ebe, Zuhul GUKSU<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Ayşe ÇUVADAR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Trakya Üniversitesi, Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, - 0000-0003-0150-3227

<sup>2</sup>Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, - 0000-0002-7917-0576.

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, konjenital anomalili bebeklerin gebelik sürecinde sonlandırılması (terminasyon) kararını etkileyen faktörleri daha derinlemesine anlamak ve bu faktörleri farklı perspektiflerden ele alarak incelemektir. Nitel bir çalışma kapsamında, konjenital anomalili bebek tanısı sonrası terminasyon kararı alan bir kadın ve bu süreci takip eden bir sağlık profesyoneli ile yüz yüze görüşmeler gerçekleştirildi. Katılımcı Bilgi Formu ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu kullanılarak 6 sosyo-demografik ve 12 terminasyon deneyimi odaklı soru yöneltilmiştir. Katılımcı haklarının korunması amacıyla önceden 'Bilgilendirilmiş Olur Formu' ve 'Gönüllü Olur Formu' alınmıştır. Vakada, 25 yaşında ve 5 yıllık evli bir kadının durumu ele alınmıştır. İkinci gebeliğinde kistik higroma ve 9,6 mm Nukal Ford (NF) kalınlığı tanısı, bebeklerinin kromozomlarında duplikasyon artışı ve eşinde 3. kromozomda translokasyon belirlenmiştir. İlk gebeliğinde de benzer nedenlerle bir terminasyon geçmişi vardır. Terminasyon süreci deneyimleri incelendiğinde, kadının duygusal olarak zor bir süreç yaşadığı görülmektedir. Haberi aldığı anda hayatın anlamını sorgulayarak "Neden benim başıma geldi?" düşüncelerine kapılmış, çevresindeki ailelerin bile çocuklarını istemediğini düşünerek umutsuzluk hissi yaşamıştır. Bu dönemde yoğun duygusal sarsıntılar yaşamış, ancak yetersiz psikososyal destek nedeniyle süreci yalnız yönetmek zorunda kalmıştır. Zamanla kabullenmeye başladığında sürecin daha hızlı ve düşük duygusal yüküyle geçtiğini ifade etmiştir. Terminasyon kararını ailesi ve eşiyle paylaşarak engelli bir çocuğun bakımının zorluğunu vurgulamış, gelecekteki gebeliklerde genetik testler ve nakil seçeneklerini düşündüklerini belirtmiştir.

Sağlık profesyoneli perspektifinden terminasyon sürecinin etkileri incelendiğinde, genetik testlerin gebeliğin farklı aşamalarında yapıldığı ve konjenital anomaliler sonucu terminasyonun yasal olarak mümkün olduğu belirtilmiştir. Kararın aileye bırakıldığı ve danışmanlık hizmetlerinin sağlandığı bir süreç olduğu ifade edilmiştir. Perinatologlar, genetikçiler, çocuk kardiyologlar ve nörologlar gibi uzmanlar, rapor sürecinde iş birliği yapmaktadır. Terminasyon sürecinde, sık vajinal muayeneler ve ilaç kullanımının bireyi olumsuz etkilediği ve yan etkiler nedeniyle yaşadığı zorluklar ifade edilmektedir. Ayrıca, sağlık çalışanları tarafından gelecekteki gebeliklerde embriyonun genetiğinin incelenerek nakil işlemi yapılacağına belirtilmesi, bireyin geleceğe dair planlarını yapmasına yardımcı olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Konjenital anomali, gebelik, terminasyon.

## 1. GİRİŞ

Konjenital anomali veya doğumsal defekt durumları doğumdan itibaren süregelen süreçte olan ömür boyu kalıcılık ve sekillik gösteren klinik bir durumdur. Oluşum nedeni tam olarak belirlenemese de çoğunun genetik kökenli veya gebeliğin ilk üç ayında oluşan kusurlardan meydana geldiğini bilinmektedir. Minör ve majör olmakla birlikte birçok anomali mevcuttur. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre her yıl 300 binden fazla yenidoğan konjenital anomali nedeniyle kaybedilmektedir (1).

Konjenital anomali oluşumuna etken olan durumlar ise toplumdan topluma değişmekte en önemli nedenini akraba evlilikleri ve ileri yaş gebeliklerinin oluşturduğu görülmektedir (1).

Olumsuz gebelik sonuçlarını beraberinde getiren ileri yaşta yapılan çalışmalarda annelik deneyiminden memnuniyetin daha fazla olduğunu bildiren çalışmalar çoğunluktadır. Sağlıklı bir gebeliğe sahip olmayı beklerken konjenital anomalili bir bebeğe sahip olmak anne ve aile için kayıp ve keder duygularını hissettirir, travmatik sonuçlar doğurabilir (2,3). Çoğunlukla doğum öncesi bakım ve taramalar esnasında konjenital anomali varlığı saptanır ve aileye bilgilendirme yapılır. Anneye bu durumla baş etmede sürekli destek ve yardımcı olacak sağlık personelidir (4).

Sağlık profesyonelleri annenin bu hüzünden ayrılıp dikkatini başka yöne çekmede yardımcı olacak ve sürekli destek olacak kilit noktadır (5). Aileye destek olunan bu süreçte sağlıkçılarda psikolojik olarak etkilenmekte ve etik açıdan ikileme düşmektedir. Terminasyon kararı verilen konjenital anomalili bebeklerde normal gebeliğin medikal işlemle sonlandırılması gerekir. Fetal viabilite sınırına ulaşan 22 hafta üzeri gebeliklerde fetosit işlemi yapılması gerekir (6). Fetosit işlemi fetal kalbe intrakardiyak girerek potasyum klorür enjekte edilmesidir. Bu işlem alanın da uzman sağlık profesyonelleri oluşan bir ekip ile aseptik koşullarda yapılır. İşlem sonrası ilaçla servikal olgunlaşma sağlayıp rahim tahliyesi gerçekleşir. Ancak bu işleme bazı sağlık çalışanları, dini ve etik nedenlerle müdahil olmayı reddedebilirler. (7,8).

Biz bu vaka sunumuyla gebenin konjenital anomalili bebek tanısıyla içinde olduğu zor durumu, ailenin terminasyon kararı sırasında etki eden faktörleri açıklamayı amaçladık. Aynı zamanda sağlık profesyonelinin konjenital anomalili bebek tanısı alan anneye işlem öncesi, işlem sonrası ve rahim tahliyesi sırasında bakım verici ve destek görevine ek olarak bu durumla baş etme konusunda sağlıkçıya yön gösterici olmayı amaçladık.

## 2. METHOD

### 2.1. Çalışmada Veri Toplama Aşaması:

Nitel çalışma desenine göre tasarlanan olgu sunumu çalışmasında, konjenital anomalili bebek sonrası terminasyon kararı alan bir kadınla ve takibini yapan bir sağlık profesyoneli ile görüşüldü. Çalışmada, yüz yüze görüşme yöntemi ile 6 soruluk sosyo-demografik verilerin sorgulandığı Katılımcı Bilgi Formu ve 12 adet terminasyon deneyimine yönelik bilgilerin sorgulandığı yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanıldı. Sağlık Profesyoneli ile yapılan görüşmede 10 adet açık uçlu soru soruldu. Görüşmeler yaklaşık 30-40 dakika kadar sürdü. Çalışmada katılımcıların haklarının korunması amacıyla, araştırma verilerini toplamadan önce;

araştırmanın yapılma amacı, süresi ve araştırma süresince yapılacak işlemlerin açıklandığı “Bilgilendirilmiş Olur Formu” ve “Gönüllü Olur Formu” yazılı ve sözlü olarak alındı.

## 2.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları

Terminasyon Kararı Alan Anne İçin Sorular;

1. Tanı aldığımızda yaşadığınız duygusal deneyimi paylaşır mısınız?
2. Terminasyon kararını alırken en önemli etken neydi? (Örneğin, sağlık durumu, ahlaki inançlar, aile desteği)
3. Terminasyon kararınızı neye dayandırarak aldınız? (Lütfen detaylı açıklayınız)
4. Bebeğinizi taşıma veya terminasyon konusunda nasıl bir karar verme süreci yaşadınız?
5. Terminasyon sürecini nasıl yaşadınız? Duygusal deneyimleriniz nelerdi?
6. Sağlık profesyonelleri tarafından terminasyon seçeneği hakkında size nasıl bilgi verildi? Bu bilgiler nasıl etkiledi?
7. Terminasyon kararı aldığınızda size sağlanan psikososyal destek nasıl oldu?
8. Terminasyon sürecinin sonuçları hakkında nasıl hissediyorsunuz? Bu süreç sizi nasıl etkiledi?
9. Bu süreçte ailenizin, arkadaşlarınızın ve sağlık profesyonellerinin rolü nedir?
10. Bu süreçte hangi tür desteklerden faydalandınız?
11. Hangi tür bilgilere veya kaynaklara ihtiyaç duydunuz?
12. Bu süreçte duygusal destek aldınız mı, aldıysanız nasıl etkileri oldu?

Sağlık Profesyonelleri İçin Sorular;

1. Konjenital anomalili bebek taşıyan ailelere nasıl danışmanlık yapılır?
2. Bu ailelerin bilgilendirilme sürecinde nelere dikkat edilmelidir?
3. Bu ailelere psikososyal destek sağlamak için neler yapılır?
4. Duygusal zorlukları yönetmelerine nasıl yardımcı olunabilir?
5. Aileler terminasyon seçeneğini düşündüğünde, nasıl bir danışmanlık süreci sunulur?
6. Bu süreçte ailelere hangi tür bilgiler verilir?
7. Konjenital anomalili bebeklerin terminasyonu ile ilgili ahlaki ve etik sorunlar nelerdir?
8. Sağlık profesyonelleri bu tür durumlarla nasıl başa çıkabilir?

9. Aileler terminasyon kararı aldığında, toplumdanda nasıl destek alabilirler?

10. Toplumun bu ailelere nasıl yardımcı olabileceği konusunda önerileriniz nelerdir

### 3. OLGU

Vakamız, Edirne'nin Merkez ilçesinde ikamet eden, 25 yaşında, ev hanımı, orta gelir düzeyine sahip, lise mezunu ve 5 yıldır evli olan bir bireyi içermektedir. 18 haftalık gebe hastaya fetüsünde kistik higroma ve Nükal Ford (NF) kalınlığı tanıları konulmuş ve bebeklerin kromozomlarında duplikasyon artışı tespit edilmiştir. Ayrıca, eşinde 3. kromozomda translokasyon artışı olduğu belirlenmiştir. Vakanın ilk gebeliğinde, bir terminasyon öyküsü bulunmaktadır.

#### **Terminasyon Süreci Deneyimleri**

Bu vakadaki birey, ikinci kez bir terminasyon süreci yaşadığında, duygusal olarak oldukça zor bir dönem geçirdi. Haberi aldığında, kendini kötü hissettiğini, hayatın anlamını sorguladığını ve "Neden benim başıma geldi?" gibi düşüncelere kapıldığını ifade etti. Ayrıca, etraftaki sağlıklı çocuklara sahip ailelerin bile çocuklarını istemediğini düşünerek çözümsüz bir umutsuzluk hissi yaşadığını aktardı. Bu süreçte, yoğun duygusal sarsıntılar yaşadığını ve bağıarak ağladığını paylaştı. Ancak, hiçbir psikososyal desteğe erişemediğini ve bu zorlu süreci tek başına yönetmeye çalıştığını belirtti. Durumu daha sonra kabullenmeye başladığında, sürecin daha hızlı ve düşük duygusal yük ile geçtiğini vurguladı.

Terminasyon kararını alırken, ailesi ve eşi ile bu kararı paylaştığını ve engelli bir çocuğu istemediklerini, böyle bir durumda hem eşinin hem de kendi bakımına muhtaç olabileceklerini, sürekli tıbbi işlemlere tabi tutulacaklarını düşündüklerini anlattı. Sağlıklı bir çocuk sahibi olma olasılıkları olduğunu göz önünde bulundurarak, bu şansı değerlendirmek istediklerini ifade etti.

Terminasyon sürecinde sıkça yapılan vajinal muayeneler ve ilaç kullanma işlemlerinin bireyi olumsuz etkilediğini, ilacın yan etkilerinin dayanılmaz olduğunu ve titreme durumlarında günlük işlerini yapamaz hale geldiğini belirtti. Sağlık profesyonelleri ve doktor tarafından terminasyon sürecine dair net bilgiler aldığı ve gelecekteki gebeliklerde embriyonun genetik durumunun incelenip nakil yapılacağını kendisine iletilmiş olduğunu belirtti. Duygusal destek açısından en fazla eşinden ve kayınvalidesinden destek aldığı ifade etti.

#### ***Sağlık Profesyoneli Açısından Terminasyon Sürecinin Etkisi***

Gebelikte ilk trimesterde ikili tarama (12-14 hafta), ikinci trimesterde (16-18 hafta) üçlü tarama genetik test amaçlı bir çok konjenital kromozom anomalisi için yapılır. Aynı zamanda 20 ve 24. Haftalar arasında yapılan detaylı USG işlemi yapısal sıkıntılarının %80'inin görülmesinde ultrasonun görüntü duyarlılığının iyi olması ile birlikte bize yardımcı olmaktadır.

Konulan konjenital anomali ve yaşamla bağdaşmayan yapısal bozukluklar sonucu 3. Basamak hastanelerde konsey kararı ile gebeliğin terminasyonuna yasalar ülkemizde izin vermektedir.

Terminasyon kararı aileye konsey esnasında veya sonrasında aktarılmakta ve aileye bebeğin yaşamla bağdaşmayan sıkıntısı veya engellilik durumu bildirilmektedir. Ailenin terminasyon kararı kendisine bırakılmaktadır. Bir sağlıkçı profesyoneline bu durumun bildirilmesi aileye destek olunması ve desteğin devamlılığı, soruların yanıtlanması için geniş zaman gerekmektedir. Hastanın ve ailenin terminasyon kararı alması sonrasında terminasyon raporunda engellilik durumuna göre perinatologlar ve genetikçiler, çocuk kardiyologlar, çocuk nörologlar birlikte etkin olmaktadır. Rapor sürecinin devamında doğum işlemi vaginal olarak başlatılmakta, vaginal tuşe ve vaginal ilaç uygulama sonrasında intrauterin kontrol edilerek devam etmektedir.

Gebeliğin terminasyon kararının geç verildiği, gebelik sürecinin ilerlediği, genetik sürecin uzun sürdüğü durumlarda bebek viabilite sınırına erişebilir. Bu durumda terminasyon işlemi öncesi fetosit uygulanır. Fetal kalbe potasyum vererek kalp atımı durdurulur. Bu işlem aileye anlatılır. İşlem hem aile için hem sağlık profesyoneli için etik açıdan sıkıntılı bir durumdur. Canlı bir fetal kalp medikal işlemle bir sağlıkçı tarafından sonlandırılır. Bazen sağlıkçılar bu işlemi yapmak istemez dini açıdan onlar için uygun olmadığını belirtir. Bazen de aileler ne olursa olsun bu gebeliğin kalp atımı kendiliğinden durana kadar devamını ister. Bu da ailenin kararıdır.

Bir konjenital anomalili bebek doğumu sonrasında yenidoğan servisinde yatma ve yaşamın devamı sonrası tıbbi açıdan çok fazla bakımı olmaktadır. Bu da çok fazla ekonomik yüke neden olmaktadır. Aynı zamanda yapılan genetik işlemlerinde maliyeti oldukça yüksektir.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu vakada, ikinci kez terminasyon süreci yaşayan bir bireyin deneyimleri açıkça ortaya konmaktadır. İkinci terminasyon kararıyla karşılaştığında, yaşadığı olumsuz duygusal tepkilerin yoğunluğu anlatılmaktadır. Bu dönemde, yaşamını sorgulama, kendini suçlama ve neden bu durumun başına geldiğini düşünme gibi düşüncelerin hâkim olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca, çevresindeki sağlıklı çocuk sahibi ailelerin çocuklarını istemediği, hatta çocukları çöpe attığına dair yanlışlarının bulunduğu belirtilmektedir. Vaka, bu zorlu süreçte yaşadığı şiddetli duygusal reaksiyonları, ağlama nöbetlerini ve yetersiz destek almasını dile getirmektedir.

Terminasyon sürecini kabullendikten sonra, bireyin yaşadığı olumsuz duygusal reaksiyonların azaldığı belirtilmektedir. Terminasyon kararı verilirken, aile üyeleri ve eşin katkı sağladığı ifade edilmektedir. Engelli bir çocuk istemediklerini, engelli bir çocuğun hem kendisine hem de eşine muhtaç olabileceğini ve sürekli tıbbi müdahalelere maruz kalabileceğini düşünerek bu kararı aldıkları ifade edilmektedir. Sağlık çalışanlarının ve hekimin, terminasyon süreci ve sonraki gebelikle ilgili ayrıntılı bilgi sağladığı belirtilmektedir.

Terminasyon sürecinde, sık vajinal muayeneler ve ilaç kullanımının bireyi olumsuz etkilediği ve yan etkiler nedeniyle yaşadığı zorluklar ifade edilmektedir. Ayrıca, sağlık çalışanları tarafından gelecekteki gebeliklerde embriyonun genetiğinin incelenerek nakil işlemi yapılacağı belirtilmesi, bireyin geleceğe dair planlarını yapmasına yardımcı olmuştur.



## Öneriler:

1. Psikososyal Destek: Konjenital anomalili bir bebekle ilgili terminasyon kararı verme süreci son derece zorlayıcı olabilir. Bu nedenle sağlık profesyonelleri, bireylere ve ailelere psikososyal destek sunmalıdır. Psikologlar, psikiyatrlar veya danışmanlar, bireylerin bu süreçte yaşadığı duygusal zorlukları ele almak ve başa çıkmalarına yardımcı olmak için önemli bir rol oynayabilirler.

2. Eğitim ve Bilgilendirme: Terminasyon kararı almadan önce ve sonra, sağlık çalışanları ailelere detaylı bilgi sağlamalıdır. Bu, bireylerin kararlarını bilinçli bir şekilde alabilmelerine yardımcı olur. Ayrıca, terminasyon işlemi ve sonraki gebeliklerle ilgili beklentiler ve seçenekler hakkında ayrıntılı bilgi sunulmalıdır.

3. Fiziksel ve Psikolojik Rahatlama: Terminasyon süreci, fiziksel ve duygusal olarak zorlayıcı olabilir. Bu nedenle sağlık profesyonelleri, bireylerin rahatlamalarını ve streslerini azaltmalarını destekleyici yöntemler ve kaynaklar hakkında bilgi sağlamalıdır.

4. Geleceğe Hazırlık: Terminasyon sonrası dönemde, bireylerin gelecekteki gebeliklerle ilgili planlarını yapmalarına yardımcı olunmalıdır. Genetik danışmanlık ve embriyo seçimi gibi seçenekler hakkında bilgi sunulmalıdır.

5. İlaç ve Müdahale Yönetimi: Terminasyon işlemi sırasında kullanılan ilaçlar veya yapılan müdahalelerin yan etkileri ve süreç hakkında bireyler tam olarak bilgilendirilmelidir. Bu, bireylerin işlem sırasında daha iyi hazırlıklı olmalarına yardımcı olabilir.

6. Hassas ve Empatik Yaklaşım: Sağlık profesyonelleri, bu tür durumlarda son derece hassas ve empatik bir yaklaşım benimsemelidirler. Bireylerin duygusal tepkilerini anlamalı, onları dinlemeli ve ihtiyaçlarına uygun destek sağlamalıdır.

Sonuç olarak, konjenital anomalilerle ilgili zorlu kararlar ve süreçler, bireyler ve aileleri derin duygusal sıkıntılara sokabilir. Sağlık profesyonellerinin bu süreçteki rolü hem tıbbi hem de duygusal açıdan büyük öneme sahiptir.

## KAYNAKÇA

[1] Vancouver Sarı, C., Kalaycıoğlu, A. 0-2 Yaş Bebeği Olan Annelerin Konjenital Anomali Oluşumuna Etken Olan Risk Faktörleri Açısından Karşılaştırılması, Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care, 2022, 16(1), 76-85.

[2] Deliktaş, A., Kukulu, K. Pregnant women in Turkey experience severe fear of childbirth: a systematic review and meta-analysis, Journal of Transcultural Nursing, 2019, 30(5), 501-511

[3] Baltacı, N., Başer, M. Riskli gebelerde yaşanan anksiyete, prenatal bağlanma ve hemşirenin rolü, Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 2020, 13(3), 206-212.

- [4] Yardibi, M. *Terminasyon öncesi gebelerin kaygı düzeyinin değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.
- [5] Demir Acar, M., Günay, U., Çevik Güner, Ü. Bebeği konjenital anomalili doğan annenin anne-bebek bağlanmasında yaşadığı güçlükler ve hemşirenin rolü, *Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi*, 2018, 10(2), 169-76.
- [6] Mecdi Kaydırak M., Aslan E. Gebeliğin Tıbbi Terminasyonu: Hemşirelik Destek Programı Örneği. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2020, 23(3)
- [7] Kaplan, E. Küretaj Etkili Doğum Kontrolü ve Etik. *Sağlık & Bilim 2022: Hemşirelik-III*, 125.
- [8] Dölen, İ. Fetal Anomali Nedeniyle Gebelik Sonlandırılması Sorunları, *Türk Kadın Sağlığı ve Neonatoloji Dergisi*, 2022, 4(3), 134-151.

## ENGELLİ ÇOCUK ve ADÖLESANLARDA KAZA ve YARALANMALAR

Öğr. Gör. Ayşe EROĞLU<sup>1</sup>, Prof. Dr. Nursan ÇINAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, [\\_ORCID NO: 0000-0001-9515-1167](#)

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, [\\_ORCID NO: 0000-0003-3151-9975](#)

### ÖZET

Etkileri çocuk ve ailesi üzerinde sınırlı kalmayan kaza ve yaralanmalar küresel bir sağlık sorunudur. Gelişimsel faktörler çocuk ve adölesanları erişkinlere kıyasla kasıtsız yaralanmalara daha yatkın hale getirir. Dünyada her yıl yaralanmalar nedeniyle beş milyon ölüm meydana gelmektedir. Bu ölümlerin %12'sini çocuklar oluşturmaktadır. Her yıl 18 yaşın altındaki 900.000'den fazla çocuk kasıtsız yaralanmalar nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Kaza ve yaralanmalar, çocukluklarda mortalite ve morbiditenin önde gelen nedenlerindedir.

Bilişsel engelli çocuk ve adölesanlar, engellerinden kaynaklanan özellikleri (motor kontrolün bozulması, bilişsel bozukluklar veya antisosyal davranışlar gibi) nedeniyle engeli bulunmayan çocuklardan daha yüksek yaralanma veya kaza riski altındadır. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) en sık görülen nörogelişimsel bozukluktur ve dünya çapında çocuklar ve ergenler arasında %3 ila %5 arasında tahmin edilmektedir. DEHB'nin temel semptomları (dikkatsizlik, hiperaktivite ve dürtüsellik), kazaya eğilim ve yaralanma riskini artırabilecek davranışlara sebep olmaktadır. Serebral Palsi (SP)li çocuklarda en sık rastlanan yaralanma nedeninin düşme olduğu, yaralanan kısımların çoğunlukla alt uzuvlar ile baş ve boyun olduğu bildirilmiştir. Buna ek olarak, yaralanmaların çoğunlukla iç mekanlarda ve dinlenme, uyuma veya rahatlama sırasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durum günlük yaşam için özel bakıma ihtiyaç duyan SP'li çocukların zamanlarının çoğunu tekerlekli sandalyelerde veya yataklarda geçirmeleri ile ilişkilidir. Duyusal engelli çocukların (körlük veya sağırılık), çevredeki potansiyel tehlikeleri tanımlama ve bunlara uygun yanıt vermedeki zorlukların bir sonucu olarak yaralanma riskinin artabileceği varsayılmaktadır.

Kanıtlar, gelişimsel engelleri veya kronik tıbbi durumları olan çocukların, bu koşullara sahip olmayan çocuklardan daha yüksek yaralanma veya kaza riski altında olduğunu göstermektedir. Engelli çocuklar kaza ve yaralanmalar açısından daha savunmasız bir gruptur. Bu nedenle bu sunumda engelli çocuk ve adölesanların kaza ve yaralanma riski konusunda farkındalığı artırmak amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çocuk, adölesan, engellilik, kaza, kaza riski

## ACCIDENTS AND INJURIES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH DISABILITIES

### ABSTRACT

Accidents and injuries, the effects of which are not limited to children and their families, are a global health problem. Developmental factors make children and adolescents more prone to unintentional injury than adults. Five million deaths occur due to injuries worldwide each year. Children constitute 12% of these deaths. More than 900,000 children under the age of 18 die each year from unintentional injuries. Accidents and injuries are the leading causes of mortality and morbidity in childhood.

Children and adolescents with cognitive disabilities are at higher risk of injury or accidents than children without disabilities due to characteristics resulting from their disability (such as impaired motor control, cognitive impairments or antisocial behaviors). Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is the most common neurodevelopmental disorder, estimated at between 3% and 5% among children and adolescents worldwide. The core symptoms of ADHD (inattention, hyperactivity and impulsivity) lead to behaviors that can increase the risk of accidents and injuries. It has been reported that the most common cause of injury in children with Cerebral Palsy (CP) is falls, and the injured parts are mostly the lower limbs and the head and neck. In addition, injuries were found to occur mostly indoors and during rest, sleep or relaxation. This is related to the fact that children with CP who need special care for daily living spend most of their time in wheelchairs or beds. It is hypothesized that children with sensory disabilities (blindness or deafness) may be at increased risk of injury as a result of difficulties in identifying and responding appropriately to potential hazards in the environment.

Evidence shows that children with developmental disabilities or chronic medical conditions are at higher risk of injury or accidents than children without these conditions. Children with disabilities are a more vulnerable group in terms of accidents and injuries. Therefore, this presentation aims to raise awareness about the risk of accidents and injuries in children and adolescents with disabilities.

**Keywords:** Child, adolescent, disability, accident, accident risk

### 1.GİRİŞ

Kaza ve yaralanmalar, dünya çapında hastalık yükünün önde gelen nedenlerinden biridir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), kasıtsız yaralanmaları 1 ila 44 yaş arasındaki tüm yaş gruplarında önde gelen ölüm nedeni olarak listelemektedir (Peden, 2009). Dünyada her yıl yaralanmalar nedeniyle beş milyon ölüm meydana gelmektedir. Bu ölümlerin %12'sini çocuklar oluşturmaktadır (Alonge & Hyder, 2014 ). Her yıl 18 yaşın altındaki 900.000'den fazla çocuk kasıtsız yaralanmalar nedeniyle yaşamını yitirmektedir (Peden ve diğerleri, 2009 ; Tupetz ve diğerleri, 2020 ). Kaza ve yaralanmalar, çocukluklarda mortalite ve morbiditenin en baskın nedenidir ( Brameld ve diğerleri, 2018 , White ve diğerleri., 2018 ). Yaralanmaya bağlı ölümlerin %95'inden fazlası, tüm yaş gruplarında düşük ve orta gelirli ülkelerde meydana gelmektedir. Yüksek gelirli ülkelerde ise özellikle çocuklar ve ergenler arasındaki tüm

ölümlerin %40'ından fazlası yaralanmalar nedeniyle oluşmaktadır (Salam ve ark. 2016). WHO Avrupa Bölgesinde, her yıl 42.000 çocuk kasıtsız yaralanmalar nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Yeni Zelanda'da kasıtsız yaralanmalar 1-14 yaş arası çocuklar arasındaki tüm ölümlerin %29'undan sorumludur. Kasıtsız yaralanmalar ayrıca Yeni Zelanda'daki çocuklar arasında acil servise başvuruların ve hastaneye yatışların önde gelen nedenidir ( Ghebreab, 2021). Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) her yıl yaklaşık 16 milyon, Avustralya'da ise 60.000 çocuğun yaralanmayla ilgili acil servise başvurduğu bildirilmektedir (Carroll ve ark., 2022). Ülkemizde, bu konuda sınırlı veri olsa da 0-14 yaş grubundaki çocuklarda, dışsal yaralanma ve zehirlenmeler, ölüme yol açan nedenler arasında ilk sıralarda yer almaktadır (TÜİK Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2021).

Çocukluk çağı yaralanmalarının ciddi ve çoğu zaman onarılamaz sonuçları, sosyal ve ekonomik sistemler üzerinde ağır bir yük oluşturmaktadır. Kasıtsız yaralanmalar sadece yaşamlara mal olmakla kalmaz, aynı zamanda geçici veya kalıcı sakatlıklara ve yüksek maliyetli, uzun süreli tıbbi bakım ihtiyacına neden olabilir. Kasıtsız yaralanmaların bu ciddi sonuçları, sağlık ve eğitimi etkileyebilmektedir. Etkileri çocuk ve ailesi üzerinde sınırlı kalmayan kaza ve yaralanmalar, ülkelerin ekonomik durumunu da etkileyebilecek küresel bir sağlık sorunudur (Ghebreab, 2021).

Kazalar herhangi bir kasıt kanıtı olmaksızın gerçekleşen, fizyolojik ya da psikolojik zararlara yol açan akut olaylardır. Yaralanma ise ani gelişen, yüksek enerji maruziyeti ya da oksijen, ısı gibi yaşamsal unsurların yokluğundan kaynaklanan hasardır (Eroğlu ve Çınar, 2021). Çocuklar oldukça meraklı ve hareketli olmaları, deneyimsizlikleri, mevcut riskleri algılama eksiklikleri, henüz gelişmekte olan bilişsel ve davranışsal becerileri nedeniyle kaza ve yaralanmalara sık maruz kalmaktadırlar (Morrongiello ve Kane 2015). WHO ve UNICEF iş birliğiyle oluşturulan Çocuk Yaralanmalarının Önlenmesi Dünya Raporunda, çocukluk çağında yaralanmalar ve yaralanma sonucu ölümlerin başlıca nedenleri; motorlu taşıt kazaları, boğulmalar, yanıklar, düşme ve zehirlenmeler şeklinde sıralanmaktadır (Salam ve ark. 2016).

Sağlığın sosyal belirleyicisi olarak kabul edilen çocukların doğduğu, büyüdüğü, oyun oynadığı koşullar kaza ve yaralanma riskini etkilemektedir. Kırsal ya da kentsel alanda yaşamak ve sosyo-ekonomik durum, yaralanma dahil olmak üzere sağlığı etkileyen önemli belirleyicilerdir. Bununla birlikte cinsiyet, geniş aile, daha küçük çocuk yaşı kaza ve yaralanmalar için risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Ayrıca literatürde, yetersiz motor kontrol, bilişsel bozukluklar veya antisosyal davranış gibi yetersizliklerinden dolayı engelli çocukların kaza ve yaralanma riskinin sağlıklı çocuklara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir ( Lee ve ark. 2008, Salam ve ark. 2016, Jernbro 2020, Ghebreab 2021, Çelen 2023). Kanıtlar, engelli olmayan akranlarına kıyasla kasıtsız yaralanma riskinin daha yüksek olduğunu gösterdiğinden, engelli çocuklar kaza ve yaralanmalar açısından daha savunmasız bir gruptur. Bu nedenle bu sunumda benzersiz bir grup olan engelli çocuk ve adölesanların kaza ve yaralanma riski konusunda farkındalık oluşturmayı amaçladık.

## 2.ENGELLİLİK ve ÇOCUK

Engellilik oldukça karmaşık, dinamik, çok farklı boyutları bulunan ve günümüzde bu yönleriyle halen tartışılan bir olgudur. Yetersizlik, aktivitede sınırlılık ve katılım kısıtlamaları için kullanılan, aynı zamanda sağlık problemi yaşayan bireyin sahip olduğu çevresel ve kişisel faktörler arasındaki olumsuzluğa atıfta bulunan kapsayıcı bir kavram olarak kabul edilmektedir (WHO 2011). Ülkemizde 5378 Sayılı Engelliler Kanununa göre engelli tanımı “Doğuştan veya sonradan herhangi bir nedenle bedensel, zihinsel, ruhsal, duyuşsal ve sosyal yeteneklerini çeşitli derecelerde kaybetmesi nedeniyle toplumsal yaşama uyum sağlama ve günlük gereksinimlerini karşılama güçlükleri olan, korunma, bakım, rehabilitasyon, danışmanlık ve destek hizmetlerine ihtiyaç duyan kişidir” şeklinde yapılmıştır. (T.C. Resmi Gazete, 07 Temmuz 2005, sayı: 25868). Engellilik ile ilgili yönetmelik, kanunlar ve literatür ışığında engel çeşitleri; işitme engeli, görme engeli, zihinsel engel (zeka geriliği, mental retardasyon), fiziksel engel, duyuşsal ve davranışsal bozukluk (dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, otizm spektrum bozukluğu) olarak gruplandırılmıştır (T.C. Resmi Gazete, 07 Temmuz 2005, sayı: 25868, Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği, 07.07.2018, sayı: 30471, Carroll ve ark 2022, Brenner ve ark. 2013). Bir insanın görme, hareket etme, düşünme, hafıza, öğrenme, iletişim, işitme, akıl sağlığı ve sosyal ilişkilerini etkileyen pek çok engel türü bulunmaktadır (CDC 2023).

Dünyada 1,3 milyar insanın ciddi bir engellilikle yaşadığı tahmin edilmektedir (WHO 2023). Dünya Sağlık Araştırması sonuçlarına göre 15 yaş ve üzeri engelli birey sayısı yaklaşık 785 milyon (%15.6) ve engelli bireylerin 110 milyonu ciddi düzeyde işlev güçlükleri yaşamaktadır. Küresel Hastalık Yüğü Araştırmasına göre ise %3,8’i ağır olmak üzere 975 milyon insan engellidir. Aynı araştırmada 0-14 yaş grubu çocuk engelliliği verilerine göre dünyada %0,7’si ağır olmak üzere 93 milyon çocuğun engelli olduğu tahmin edilmektedir (Dünya Engellilik Raporu 2011).

Bazı çocuklar engelleyici bir sağlık durumu veya bozukluğu ile doğarken, diğerleri hastalık, yaralanma veya yetersiz beslenme sonucunda engellilik yaşayabilir. Normal gelişim gösteren çocuklardan farklı olarak engelli çocuk, bedensel ve zihinsel özellikleri ile davranışsal ve duyuşsal yetenekleri açısından standartlara ulaşamayan, kendini geliştirebilmesi için profesyonel yardım alması gereken çocuklar olarak tanımlanmaktadır (Korkmaz 2008). WHO’ya göre engelli çocuk tanımında; serebral palsi, spina bifida, kas distrofisi, travmatik omurilik yaralanması, Down sendromu gibi sağlık sorunları olanlar ve işitme, görme, fiziksel, iletişim ve zihinsel engel gibi sağlık koşulları bulunan çocuklar yer alır. Engelli çocukların bir kısmı tek bir yetersizliğe sahipken, bazıları birden fazla bozukluk yaşayabilir. Örneğin serebral palsili bir çocukta hareket, iletişim ve zihinsel alanlarda da bozukluklar görülebilir (WHO 2012). Birden fazla ya da daha ağır düzeylerde yetersizliği bulunan çocuklar yaşam süreçlerinde daha fazla dezavantajla karşılaşmaktadır. Sağlık durumundaki bozukluk ile çevresel ve kişisel faktörler arasındaki karmaşık etkileşim nedeniyle her çocuk engellilik deneyimini farklı yaşamaktadır.



### 3.ENGELLİLİK TÜRÜNE GÖRE KAZALAR

Gelişimsel faktörler çocuk ve adölesanları erişkinlere kıyasla kasıtsız yaralanmalara daha yatkın hale getirir. Gelişimsel gecikmeleri ve engelleri olan çocuklar, bu tür engelleri olmayan çocuklardan daha fazla optimal olmayan sağlık ve refah riski altındadır. Kanıtlar, gelişimsel engelleri veya kronik tıbbi durumları olan çocukların, bu koşullara sahip olmayan çocuklardan daha yüksek yaralanma veya kaza riski altında olduğunu göstermektedir (Ruiz-Goikoetxea ve ark. 2018, Jernbro ve ark. 2020, Calver ve ark. 2021). Bu durumun, çocuklarda motor kontrolün bozulması, bilişsel bozukluklar veya antisosyal davranışlar gibi engellerine bağlı özelliklerden kaynaklanabileceği öne sürülmüştür. Ayrıca zayıf ebeveyn gözetimi, düşük sosyo-ekonomik düzey gibi ailesel faktörler de çocuklarda yaralanma riskinin artmasında kritik bir rol oynamaktadır. Çocukluk çağı engelliliklerine eşlik eden özelliklerdeki farklılıklar ve ilişkili olabilecek farklı aile faktörleri nedeniyle, yaralanma riski engellilik türlerine göre değişebilir (Lee ve ark. 2008).

#### 3.1.Bilişsel Engeller

Bilişsel işlev, bireylerin akıl yürütme, organize etme ve yargıda bulunma yeteneğini ifade ederken, uyarlanabilir davranış, bağımsızlık kazanma çabasıyla günlük faaliyetlerde pratik becerileri gerçekleştirme yeteneğini ifade eder. Bu alanda ortaya çıkan yetersizlik, gelişimsel yetersizlik, kavramsal, sosyal, pratik alanlardaki zihinsel ve uyumsal işleyiş eksikliklerini içeren bozukluklar olarak tanımlanır (Calver ve ark. 2021). Bilişsel engelli çocuk ve adölesanlar, engellerinden kaynaklanan özellikleri (motor kontrolün bozulması, bilişsel bozukluklar veya antisosyal davranışlar gibi) nedeniyle engeli bulunmayan çocuklardan daha yüksek yaralanma veya kaza riski altındadır (Ruiz-Goikoetxea ve ark. 2018, Jernbro ve ark. 2020, Calver ve ark. 2021).

Calver ve arkadaşları (2021) çalışmasında bilişsel yetersizliği bulunan (zihinsel engel, otizm spektrum bozukluğu, Down sendromu) çocuklar ve ergenler için yetersizlik bulunmayan akranlarına kıyasla yaralanmaya bağlı hastaneye yatışların arttığını bildirmektedir. Yaralanmalar hastane tedavisi ve müdahale gerektirdiği için, bilişsel engeli bulunan çocuk ve ergenlerin yaşadığı yaralanmalar daha şiddetlidir. Çalışmada ayrıca bilişsel engeli bulunan ergenlerin çocuklardan daha yüksek risk altında olduğu bildirilmiştir ( Calver ve ark. 2021). Çin'de tüm eyaletleri kapsayan bir çalışmada 2017-2020 yılları arasında, her yıl 3 milyon gelişimsel engelli (otizm, zihinsel engellilik, DEHB vb.) çocuktan 36 bininin yaralanma nedeniyle tıbbi müdahaleye ihtiyaç duyduğu bildirilmiştir. Kasıtsız yaralanmalar nedeniyle tıbbi yardıma ihtiyaç duyan gelişimsel engelli çocukların oranı gelişimsel engeli bulunmayanların 20,2 katıdır (Zhou ve ark. 2023).

Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) en sık görülen nörogelişimsel bozukluktur ve dünya çapında çocuklar ve ergenler arasında %3 ila %5 arasında tahmin edilmektedir. Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı'nın (DSM-5) en son versiyonu, DEHB'yi hem gelişimi hem de işleyişi etkileyen, kalıcı bir hiperaktivite, dürtüsellik ve/ veya dikkatsizlik paterni ile karakterize edilen bir bozukluk olarak tanımlar. DEHB'nin temel semptomları (dikkatsizlik, hiperaktivite ve dürtüsellik), kazaya eğilim ve yaralanma riskini artırabilecek



davranışlara sebep olmaktadır. Ruiz-Goikoetxea ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında, DEHB'li çocuk ve ergenlerin yaralanma riskinin daha yüksek olduğu ve DEHB farmakoterapisinin en azından kısa vadede koruyucu bir etkisi olduğunu gösterilmiştir (Ruiz-Goikoetxea ve ark. 2018). Ghirardi ve arkadaşları da (2020) benzer şekilde DEHB tanılı çocuk ve ergenlerde, her iki cinsiyette artmış yaralanma riski görüldüğünü ve ilaç tedavisi alanlarda yaralanma riskinin azaldığını bildirmişlerdir (Ghirardi ve ark, 2020). Nquyen ve arkadaşları (2021) yaptıkları çalışmada düşme nedeniyle acil servise başvuran gelişimsel yetersizliği olan çocukların % 67.8'inin DEHB'li olduğunu belirtmiştir. Çalışmada DEHB tanılı çocuklar, yetersizlik bulunmayan çocuklarla karşılaştırıldığında hastaneye yatış, hastanede kalış süresi, cerrahi operasyon geçirme ve entübe olma oranları daha yüksek bulunmuştur (Nquyen ve ark. 2021). Zehirlenmeler açısından DEHB'li çocuk ve ergenlerin risk durumlarını inceleyen bir metaanaliz çalışmasında, DEHB'nin anlamlı derecede daha yüksek zehirlenme riski ile ilişkili olduğu, ayrıca DEHB olan ve olmayan bireyleri karşılaştırırken zehirlenme riskinin fiziksel yaralanmalardan anlamlı derecede daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada DEHB'li çocuk ve ergenlerin zehirlenme riskinin yüksek olması, farmakolojik tedavileri sebebiyle gelişimsel olarak normal çocuklardan daha fazla ilaç erişimine sahip olmalarıyla ilişkilendirilmektedir (Ruiz-Goikoetxea ve ark. 2018\*). Yeh ve arkadaşları (2020) çalışmalarında DEHB'li hastaların kontrol grubuna kıyasla yanık yaralanması olasılığının arttığını belirtmektedir. DEHB ve yanık yaralanması arasındaki ilişki her iki cinsiyette benzer oranlarda görülürken, altı yaş altındaki çocuklarda daha belirgin risk bildirilmiştir. Artmış risk durumu dürtüsel davranışlar, ateşle oynama ve yangın çıkarma gibi risk arama davranışlarının DEHB'li daha fazla görülmesi, ayrıca dikkat eksikliği, motor koordinasyon ve yürütme fonksiyonundaki bozulmalarla ilgili dikkatsizlik ile ilişkilendirilmiştir (Yeh ve ark. 2020).

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB), sosyal iletişimdeki zorluklar ve tekrarlayan, kısıtlı davranış kalıpları ve duyuşsal uyaranlara atipik yanıt ile karakterize erken başlangıçlı, yaygın ve yaşam boyu süren nörogelişimsel bir bozukluktur. Çok sayıda çalışma genel olarak zihinsel engelli bireylerde yaralanma oranlarını bildirmiş olsa da, DEHB hariç, spesifik gelişimsel engelli küçük çocuklarda sınırlı veri bildirilmiştir. DEHB olan çocuklarda yaralanmalar belgelenmesine rağmen, otizmlili çocukların yaralanma ve kaza riskine yönelik sınırlı veriye ulaşılmıştır. Lee ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan çalışmada, otizm, DEHB ve diğer psikopatolojileri olan çocukların, etkilenmemiş kontrollere göre tıbbi yardıma ihtiyaç duyan bir yaralanma yaşama olasılığının yaklaşık iki kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Çalışmada ağırlıklı yaralanma prevalansı %24.2 (otizm), %26.5 (DEHB), %9.3 (öğrenme güçlüğü) ve %11.9 (etkilenmemiş kontroller) şeklindedir (Lee ve ark. 2008). Jain ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışmada ise potansiyel karıştırıcı faktörleri ortadan kaldırdıktan sonra yaralanma riskinin yaşa bağlı olarak değişiklik gösterdiği bulunmuştur. Çalışmada okul çağından önce OSB'li çocuklar arasında daha yüksek, ergenlik döneminde ise OSB'si olmayan ergenlere göre daha düşük oranlarda yaralanma riski bildirilmiştir. Bu durum ergenlik çağında motorlu taşıt kullanım olasılıklarının akranlarına göre düşük olması ve motorlu taşıt kazasına bağlı daha az yaralanmayla ilişkilendirilmiştir (Jain ve ark. 2014). OSB'li çocuklar, DEHB'li çocukların heyecan arama özelliklerinin aksine, zarardan kaçınma eğilimindedir. Başka bir

çalışmada OSB'li küçük çocukların, sosyodemografik özellikler, maternal psikiyatrik koşullar ve çocuk sağlığı koşullarındaki gruplar arasındaki farklılıkları hesaba katıldıktan sonra, tipik olarak gelişmekte olan çocuklara kıyasla, tıbbi olarak müdahaleye veya hastaneye yatışla sonuçlanacak kadar ciddi bir yaralanmaya sahip olma ihtimalinin benzer olduğu tespit edilmiştir (DiGuseppi ve ark. 2018). Chan ve arkadaşlarının (2021) çalışması OSB'li çocuklarda yanık yaralanması açısından tehlike oranlarının üç yaş aralığında farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada OSB'li çocukların OSB olmayan gruba göre yanık riskinin 6 yaş altında daha düşük, 6-12 yaş aralığında daha yüksek olduğu, 12 yaşın üzerinde ise iki grup arasında fark olmadığı bildirilmiştir (Chan ve ark. 2021). OSB'li çocuklara tedavi amacıyla çoklu ilaçlar reçete edilir. Bu durumun kasıtlı ve kasıtsız zehirlenme risklerine etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada OSB'li çocuklar için zehirlenme olasılığının akranlarına kıyasla % 59.0 daha fazla olduğu bildirilmiştir. Zehirlenme ile ilişkili acil servis başvuruları incelendiğinde zehirlenmelerin %36.5'i kasıtsız, %16.6'sı kasıtlı ve %47.0'ı belirlenemeyen nedenlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Cornell ve ark. 2022). İncelenen sınırlı sayıda çalışma ve bu çalışmalar arasındaki farklı sonuçlar, bilişsel engeller arasındaki yaralanma riski farklılıkları göz önünde bulundurularak, OSB'li çocuklarda yaralanma risklerini araştırarak daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Amerika'da yapılan bir çalışmada öğrenme güçlüğü çeken gençlerin etkilenmemiş gençlere göre anlamlı derecede daha yüksek yaralanma oranlarına sahip olduğu bildirilmiştir. Çalışmada gelişimsel engeli olan ve olmayan çocuklar için, en yüksek oranların erkek cinsiyet ve 15-17 yaş grubunda görüldüğü, ayrıca düşme sonucu yaralanmaların en sık görülen kaza türü olduğu bildirilmiştir (Branner ve ark. 2013). White ve arkadaşlarının zihinsel engelli adölesanlarda yaralanma ile ilişkili özelliklerin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, sağlıklı akranlarına kıyasla kaza ve yaralanma oranları yüksek bulunmuştur. DEHB varlığı ve daha az ciddi engellilik durumu yaralanma riskinin artmasıyla, Down sendromu ve sözel iletişim kapasitesinde azalma yaralanma riskinde azalma ile ilişkilendirilmiştir. Yaralanma ataklarının sıklığına bakıldığında düşme (%19.0), saldırı/münakaşa (%9.7), sporla ilgili yaralanmalar (%8.3) ve yırtılmalar (%8.3) görülmüştür (White ve ark. 2018).

### 3.2.Fiziksel Engeller

Serebral Palsi (SP), genellikle zeka, dil, görme ve işitme gibi çoklu bozuklukların eşlik ettiği, yaşam boyu motor bozukluklara yol açan en yaygın gelişimsel bozukluktur. Engelli çocuklar arasında kaza sonucu yaralanma insidansı artmıştır. Bununla birlikte, serebral palsili çocuklarda kasıtsız yaralanmaların özellikleri ve risk faktörleri hakkında çok az çalışma bulunmaktadır. Liang ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan çalışmada incelenen 117 SP'li çocukta son 3 ay içinde kasıtsız yaralanma insidansının %32,47 olduğu ve yeniden yaralanma insidansının %3,4 olduğunu belirtilmiştir. Araştırmada en sık rastlanan yaralanma nedeninin düşme olduğu, yaralanan kısımların çoğunlukla alt uzuvlar ile baş ve boyun olduğu bildirilmiştir. Buna ek olarak, yaralanmaların çoğunlukla iç mekanlarda ve dinlenme, uyuma veya rahatlama sırasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durum günlük yaşam için özel bakıma ihtiyaç duyan SP'li çocukların zamanlarının çoğunu tekerlekli sandalyelerde veya yataklarda geçirmeleri ile ilişkilidir. Ayrıca kızların, düşük aile gelirinin ve ebeveynleriyle daha az zaman geçirmenin

SP'li çocuklarda kasıtsız yaralanmalar için risk faktörleri olduğu bulunmuştur (Liang ve ark. 2021). SP'li çocuklar günlük yaşamlarını sürdürmeye yardımcı olacak desteğe ihtiyaç duyarlar, Bu nedenle, ebeveynler çocuklarla daha az zaman geçirmeleri etkisiz ebeveyn gözetimine, çocuklar için bakım ve güvenlik eksikliğine yol açarak yaralanma insidansının yüksek olmasına neden olmaktadır. Benzer bir çalışmada hastanede tedavi edilen yaralanma riskinin SP'li çocuklarda (% 29) SP'li olmayan (% 24) çocuklara kıyasla yüksek olduğu, kızlarda daha çok yaralanma görüldüğü, kuadriplejik SP'li çocukların en yüksek yaralanma oranına (% 37) sahip olduğu bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca zeka geriliği, epilepsi ve işitme veya görme bozukluğu, cinsiyete bakılmaksızın SP'li çocuklar arasında yaralanma riskini artıran komorbid faktörler olduğu bildirilmektedir. Bu çalışmanın diğer önemli bir sonucu SP'li çocuklarda travmatik beyin hasarı görülme oranının SP'li olmayan çocuklara göre daha yüksek olmasıdır (Määttänen ve ark. 2020).

SP'li çocuklarda motor sistemin nörolojik bozukluğu sıklık sırasına göre spastisite, diskinezi, hipotoni ve ataksi ile karakterizedir, bu bozukluklar arası çoklu ilişki ve ikincil tıbbi durumlar nedeniyle, yönetimi multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. SP'li çocukların uzun vadeli yönetiminde, optimal işleyiş için günlük olarak ne kadar yardıma ihtiyaç duyulduğunu belirlemek önemlidir. Ortezler, uyarlanabilir ekipmanlar ve yardımcı teknoloji cihazları çocuğun fonksiyonel yeteneklerini geliştirmek ve günlük yaşam aktivitelerini kolaylaştırmak için kullanılır (Patel ve ark. 2020). Tekerlekli sandalyeler ve iletişim teknolojileri gibi bazı cihazların temel işlevi, çocukların yeteneklerini arttırmaktır, böylece evde, okulda ve toplumda günlük aktiviteler sırasında en iyi şekilde hareket edebilir, iletişim kurabilir ve katılım sağlayabilirler. Bu cihazlar ayrıca yaralanmalara ve ikincil bozukluklara karşı koruma sağlayabilir. Örneğin, basınç giderici tekerlekli sandalye minderleri, koruyucu başlıklar, özel ortez cihazları, banyo ve tuvalet için özel amaçlı uyarlanabilir oturma cihazları gibi diğer yardımcı teknoloji cihazları, çocuk işlevini iyileştirmeyi ve ebeveynler için bakım yönetimini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Yardımcı teknoloji cihazlarının yararları bilinmesine rağmen, cihazların engelli çocuklarda kasıtsız yaralanmaların üzerindeki etkisi hakkında çok az şey bilinmektedir. Literatürde engellilikle ilgili cihaz kullanan çocuk ve ergenlerin kazalar açısından güvenliğinin nasıl etkilediğini gösteren çalışmaya rastlanamamıştır. Çocuklarda ve ebeveynlerinde risk alma davranışlarını artırarak katalizör rol oynayabileceği düşünüldüğünde, bu cihazlarının kasıtsız yaralanmalar üzerindeki rolünü araştırmak için çalışma yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır (Ryan 2010).

Duyusal engelli çocukların (körlük veya sağırılık), çevredeki potansiyel tehlikeleri tanımlama ve bunlara uygun yanıt vermedeki zorlukların bir sonucu olarak yaralanma riskinin artabileceği varsayılmaktadır. Bu risk, çocuğun düzeltilmemiş (çocuk gözlük veya işitme cihazı takmadığında) bir duyu bozukluğu olduğunda önemli ölçüde artmaktadır. Engelli çocuklarda yaralanmalarla ilgili genel bir araştırma eksikliği bulunmaktadır, bu nedenle duyu engeli olan çocuklarda yaralanma riski hakkında da sınırlı makaleye ulaşılmıştır. Xiang ve arkadaşları (2005), ciddi görme veya işitme engeli bulunan çocukların engelli olmayan çocuklardan anlamlı derecede daha yüksek yaralanma oranına sahip olduğunu bildirmiştir (Xiang ve ark. 2005). Mann ve arkadaşlarının çalışmasında (2007) İşitme kaybı olan çocuklarda yaralanma nedeniyle tedavi görme oranlarının işitme kaybı olmayan çocuklardan iki kat daha yüksek olduğu

bulunmuştur (Mann ve ark. 2007). David ve arkadaşları (2010) duyuusal bozukluğu olan çocukların, özellikle de tavsiye edildiği gibi yardımcı kullanmadıklarında, yaralanma riskinin artma eğiliminde olduğunu tespit ettikleri çalışmada, işitme bozukluğu olan çocuklar arasında görme bozukluğu olan çocuklardan daha yüksek yaralanma sayısı ve sıklığı olduğunu bildirmiştir (David ve ark. 2010). Çalışmalarda, işitme kaybı olan çocuklar ve ergenler arasındaki yaralanmaların, trafikte yaya olarak, spor etkinliklerine (örneğin futbol, basketbol, hokey) katılmak veya okul ortamında arkadaşlarla takım oyunlarına katılmak sonucunda meydana gelme ihtimalinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Gür ve arkadaşları (2021) işitme engelli ergenlerle yürüttükleri çalışmada gözlemlenen en yaygın kaza türünün düşme olduğu, en sık yaralanmanın okulda veya trafikte (yaya ve yolcu) yaşandığı bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada işitme kaybı olan ergenlerin en sık yaralandığı aktivitenin futbol olduğu tespit edilmiştir (Gür ve ark. 2021). Pediatrik yaralanmalar çok çeşitli bilişsel, sosyal, kişilerarası ve çevresel faktörlerden kaynaklanmaktadır. Çevrenin doğru algılanması bunlardan sadece bir tanesidir, ancak mevcut sonuçlar, duyuusal bir bozukluk nedeniyle çevrelerini yanlış algılama riski daha yüksek olan çocukların da kasıtsız yaralanma riskinin daha yüksek olabileceği gerçeğini vurgulamaktadır.

Fiziksel aktivitenin faydaları, engelliler de dahil olmak üzere tüm çocuklar için evrenseldir. Serbest oyun, spor, eğlence programları ve fiziksel aktiviteye katılım, engeli bulunan çocuklar ve aileleri için sağlığı, refahı ve yaşam kalitesini artırır. Engelli çocuğun genel sağlık durumu, motor becerileri, denge, kas gücü göz önünde bulundurularak, ilgi alanlarına ve yeteneklerine uygun fiziksel aktivite, egzersiz, rekreasyon ve organize spor yoluyla sağlıklı, aktif yaşamı teşvik edilmelidir (Carbone ve ark. 2021). Sporda fiziksel aktivite, yaralanma için doğal bir risk ile birlikte gelir. Engelli çocuklar için, yaralanma riskleri önceden var olan sakatlık nedeniyle komplike olabilir. Bununla birlikte, engelli genç sporcuların spor yaralanmaları hakkında çok az araştırma bulunmaktadır. Engelli çocukların potansiyel yaralanmalarını en iyi şekilde yönetmek için, spor yaralanma kalıpları hakkında verilere ihtiyaç vardır. Engelli adölesan sporcuların yaralanma sıklığını ve risk faktörlerini belirlemek amacıyla yapılmış bir çalışmada, yaralanma riskinin otizmli sporcular, nöbet öyküsü olan sporcular ve yeni başlayanlar arasında yüksek olduğu bildirilmiştir. Otizmli sporcular, zihinsel engelli sporcularla karşılaştırıldığında yaralanma oranı yaklaşık 5 kat yüksektir. Ayrıca en yüksek yaralanma oranına sahip spor türünün futbol olduğu belirtilmiştir (Ramirez ve ark. 2009). Finlandiya’da yapılan bir çalışmada kronik rahatsızlıkları, fonksiyonel ve öğrenme güçlüğü olan adölesanlar sağlıklı yaşlılarıyla karşılaştırıldığında daha yüksek yaralanma oranlarına sahip oldukları bildirilmiştir. Spor kulübüne katılmak, engeli olan ve olmayan tüm ergenlerde sporla ilgili yaralanma riskini arttırmaktadır (Ng ve ark. 2017). Kons ve arkadaşları (2022) tarafından yapılmış çalışmada engelli judo sporcularında sporla ilgili yaralanmalar incelenmiştir. Sonuçlar, görme bozukluğu olan kadın sporcularda ve amputasyonlu erkek sporcularda yüksek yaralanma prevalansı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yaralanmaların genellikle diz veya omuzda, antrenman sırasında ve diğer sporcularla doğrudan temas halinde meydana geldiği ve ciddi büyüklükte yaralanmalar olduğu bildirilmiştir (Kons ve ark. 2022). Spor, engelli çocukların fiziksel, psikolojik ve sosyal rehabilitasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu çocuklar doğru rehberlik ile çeşitli uygun

sporlara katılabilirler. Yaralanma risklerinin araştırılması ve önleme stratejileri geliştirilmesi yönünde yapılacak çalışmalar çocukların spora güvenli katılımını destekleyebilir.

#### 4.SONUÇ

Engellilik çocuğu yaşam boyu ve hayatın her alanında etkileyen, gelişimsel aşamalarında gecikme oluşmasına neden olan kronik bir durumdur. Dünyada yapılan yaralanma araştırmaları, engelli bireylerin engelli olmayanlara kıyasla önemli ölçüde yüksek yaralanma riskiyle karşı karşıya olduklarına dair yeterli kanıt sağlamaktadır. Bununla birlikte, engelli çocuklar için yaralanma risk faktörleri tam olarak anlaşılammıştır ve genel popülasyon için tanımlanan faktörlerle farklı şekilde etkileşime girebilir. Engelli çocuklarda daha fazla çalışma yapılarak risk faktörlerinin belirlenmesi, yaralanma önleme müdahalelerinin uygulanması için gereklidir. Tıbbi gelişmelerin engelli bireyler için sağkalımı uzattığı ve desteklediği gösterilmiş olsa da, yaşam kalitesini artıran ve yaralanma risklerini azaltan sağlıklı geliştirme çabaları halen yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, çocuk yaralanmasını ve engeli bulunan çocuklar üzerindeki potansiyel etkilerini daha iyi anlamak, halkın bilinçlendirilmesi ve bu savunmasız nüfusun benzersiz ihtiyaçları doğrultusunda yaralanmaları önlemek için kapsamlı bir halk sağlığı yaklaşımı başlatılması kritik öneme sahiptir.

#### 5. KAYNAKLAR

- (1) Alonge, O., & Hyder, A. A. (2014). Reducing the global burden of childhood unintentional injuries. *Archives of disease in childhood*, 99(1), 62-69.
- (2) Brameld, K., Spilsbury, K., Rosenwax, L., Leonard, H., Semmens, J. (2018). Use of health services in the last year of life and cause of death in people with intellectual disability: a retrospective matched cohort study. *BMJ Open*, 8(2). 10.1136/bmjopen-2017-020268
- (3) Brenner RA, Taneja GS, Schroeder TJ, Trumble AC, Moyer PM, Louis GM. Unintentional injuries among youth with developmental disabilities in the United States, 2006-2007. (2013). *Int J Inj Contr Saf Promot*. 20(3):259-65. doi: 10.1080/17457300.2012.696662. Epub 2012 Jul 4. PMID: 22757768; PMCID: PMC3745517. doi: 10.1080/17457300.2012.696662
- (4) Calver, J., Balogh, R., & Rudoler, D. (2021). Incidence of injury in children and adolescents with intellectual and developmental disability. *Journal of safety research*, 77, 56-60. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.02.003>
- (5) Carbone, P. S., Smith, P. J., Lewis, C., & LeBlanc, C. (2021). Promoting the participation of children and adolescents with disabilities in sports, recreation, and physical activity. *Pediatrics*, 148(6). <https://doi.org/10.1542/peds.2021-054664>
- (6) Carroll, A. L., Christian, R., & Palokas, M. (2022). Mobile injury prevention programs for children: a scoping review protocol. *JBI evidence synthesis*, 20(6), 1601-1607.
- (7) Centers for disease control and prevention. Disability and Health Overview. Erişim Adresi: <https://www.cdc.gov/ncbddd/disabilityandhealth/disability.html>. Erişim Tarihi: 10.05.2023



- (8) Chan, H. L., Hsieh, Y. H., Lin, C. F., Liang, H. Y., Lee, S. S., Weng, J. C., ... & Gossop, M. (2021). Lower risk of burn injury in children and adolescents with autism spectrum disorder: a nationwide population-based study. *Journal of autism and developmental disorders*, 1-8.
- (9) Cornell E, Blanchard A, Chihuri S, DiGuseppi CG, Li G. (2022). Poisoning-related emergency department visits in children with autism spectrum disorder. *Inj Epidemiol*. 21;9(Suppl 1):41. doi: 10.1186/s40621-022-00402-9. PMID: 36544233; PMCID: PMC9768872. doi: [10.1186/s40621-022-00402-9](https://doi.org/10.1186/s40621-022-00402-9)
- (10) Çelen, R., Ozaydin, T., & Yorulmaz, A. (2023). Determination of risk factors associated with unintentional injury in children: Case-control study. *Public health nursing*, 40(2), 250-257.
- (11) David C Schwebel, PhD , Carl M Brezausek, MS. (2010). Brief Report: Unintentional Injury Risk among Children with Sensory Impairments. *Journal of Pediatric Psychology*, Volume 35, Issue 1, January/February Pages 45–50, <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsp033>
- (12) DiGuseppi C, Levy SE, Sabourin KR, Soke GN, Rosenberg S, Lee LC, Moody E, Schieve LA. (2018). Injuries in Children with Autism Spectrum Disorder: Study to Explore Early Development (SEED). *J Autism Dev Disord*. 48(2):461-472. doi: 10.1007/s10803-017-3337-4. PMID: 29022199; PMCID: PMC5920521.
- (13) Eroğlu, A., Çınar, N. (2021). Adölesanlarda kaza ve yaralanmalar. Adölesan Sağlığını Koruma ve Geliştirme içinde. Akademisyen yayınevi; Ankara.
- (14) Ghebream, L., Kool, B., Lee, A., & Morton, S. (2021). Risk factors of unintentional injury among children in New Zealand: a systematic review. *Australian and New Zealand journal of public health*, 45(4), 403-410.
- (15) Ghirardi L, Larsson H, Chang Z, Chen Q, Quinn PD, Hur K, Gibbons RD, D'Onofrio BM. (2019). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Medication and Unintentional Injuries in Children and Adolescents. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2020 Aug;59(8):944-951. doi: 10.1016/j.jaac.2019.06.010.
- (16) Jain, A., Spencer, D., Yang, W., Kelly, J. P., Newschaffer, C. J., Johnson, J., ... & Dennen, T. (2014). Injuries among children with autism spectrum disorder. *Academic pediatrics*, 14(4), 390-397. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2014.03.012>
- (17) Jernbro, C., Bonander, C., & Beckman, L. (2020). The association between disability and unintentional injuries among adolescents in a general education setting: evidence from a Swedish population-based school survey. *Disability and health journal*, 13(1), 100841.
- (18) Kons RL, Athayde MSDS, Antunes L, Lopes JSS, Detanico D. Injuries in Judo Athletes With Disabilities: Prevalence, Magnitude, and Sport-Related Mechanisms. *J Sport Rehabil*. 2022 May 4;31(7):904-910. doi: 10.1123/jsr.2021-0352. PMID: 35508305. DOI: [10.1123/jsr.2021-0352](https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0352)
- (19) Korkmaz A. (2008). Özel Eğitim Alan Zihinsel Engelli Çocukların Kardeşleri ile ilişkilerinin Değerlendirilmesi. Gülhane Tıp Akademisi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Filiz Arslan)
- (20) Lee, L. C., Harrington, R. A., Chang, J. J., & Connors, S. L. (2008). Increased risk of injury in children with developmental disabilities. *Research in developmental disabilities*, 29(3), 247-255. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2007.05.002>

- (21) Liang, L., Wang, K., Hu, N., Gong, S., Liu, L., & Qiu, J. (2021). Analysis of Characteristics and Risk Factors of Unintentional Injuries in Children With Cerebral Palsy. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-146821/v1>
- (22) Määttänen, L., Ripatti, L., Rautava, P., Koivisto, M., & Haataja, L. (2020). Risk of hospital-treated injury in children with cerebral palsy: a population-based cohort study. *Injury prevention*, 26(4), 310-314. doi: 10.1136/injuryprev-2019-043209.
- (23) Mann JR, Zhou L, McKee M, McDermott S. Children with hearing loss and increased risk of injury. *Ann Fam Med*. 2007 Nov-Dec;5(6):528-33. doi: 10.1370/afm.740. PMID: 18025490; PMCID: PMC2094020. doi: 10.1370/afm.740
- (24) Morrongiello, B.A., & Kane, A. (2015). An evaluation of the cool 2 be safe program: an evidence-based community-disseminated program to positively impact children's beliefs about injury risk on playgrounds. *Prevention Science*, 16, 61–69.
- (25) Ng KW, Tynjälä J, Rintala P, Kokko S, Kannas L. (2017). Do adolescents with long-term illnesses and disabilities have increased risks of sports related injuries? *Inj Epidemiol*. 4(1):13. doi: 10.1186/s40621-017-0112-0. Epub 2017 May 1. PMID: 28459120; PMCID: PMC5410419. DOI: [10.1186/s40621-017-0112-0](https://doi.org/10.1186/s40621-017-0112-0)
- (26) Nguyen, Q. U. P., Saynina, O., Pirrotta, E. A., Huffman, L. C., & Wang, N. E. (2021). A retrospective observational cohort study: Epidemiology and outcomes of pediatric unintentional falls in US emergency departments. *Injury*, 52(8), 2244-2250. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.05.017>
- (27) Patel DR, Neelakantan M, Pandher K, Merrick J. (2020). Cerebral palsy in children: a clinical overview. *Transl Pediatr*, 9(Suppl 1):S125-S135. doi: 10.21037/tp.2020.01.01. PMID: 32206590; PMCID: PMC7082248. doi: [10.21037/tp.2020.01.01](https://doi.org/10.21037/tp.2020.01.01)
- (28) Peden, M., Oyegbite, K., Ozanne-Smith, J., Hyder, A. A., Branche, C., Rahman, A., Rivara, F., & Bartolomeos, K. (2009). World report on child injury prevention (Vol. 2008), World Health Organization Geneva.
- (29) Ramirez M, Yang J, Bourque L, Javien J, Kashani S, Limbos MA, Peek-Asa C. (2009). Sports injuries to high school athletes with disabilities. *Pediatrics*, 123(2):690-6. doi: 10.1542/peds.2008-0603. PMID: 19171639. DOI: [10.1542/peds.2008-0603](https://doi.org/10.1542/peds.2008-0603)
- (30) Ruiz-Goikoetxea, M., Cortese, S., Aznarez-Sanado, M., Magallon, S., Zallo, N. A., Luis, E. O., ... & Arrondo, G. (2018\*). Risk of unintentional injuries in children and adolescents with ADHD and the impact of ADHD medications: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 84, 63-71.
- (31) Ruiz-Goikoetxea M, Cortese S, Magallón S, Aznárez-Sanado M, Álvarez Zallo N, Luis EO, de Castro-Manglano P, Soutullo C, Arrondo G. (2018). Risk of poisoning in children and adolescents with ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*, 15;8(1):7584. doi: 10.1038/s41598-018-25893-9. PMID: 29765117; PMCID: PMC5953942. doi: [10.1038/s41598-018-25893-9](https://doi.org/10.1038/s41598-018-25893-9)
- (32) Ryan, S. E. (2010). Injury risk compensation in children with disabilities: could assistive technology devices have a dark side?. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 5(3), 199-208. <https://doi.org/10.3109/17483101003602548>
- (33) Salam RA, Arshad A, Das JK, Khan MN, Mahmood W, Freedman SB, Bhutta ZA. (2016). Interventions to prevent unintentional injuries among adolescents: A systematic



- review and meta-analysis. *Journal of Adolescent Health*, 59(4):76-87. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2016.07.024>
- (34) Tupetz, A., Friedman, K., Zhao, D., Liao, H., Isenburg, M. V., Keating, E. M., Vissoci, J. R. N., & Staton, C. A. (2020). Prevention of childhood unintentional injuries in low-and middle-income countries: A systematic review. *PLoS ONE*, 15(12), e0243464. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243464>
- (35) Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2021. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2021-45715>
- (36) Xiang H, Stallones L, Chen G, Hostetler SG, Kelleher K. Nonfatal injuries among US children with disabling conditions, *American Journal of Public Health*, 2005, vol. 96 (pg. 1970-1975)
- (37) White, D., McPherson, L., Lennox, N.R.S. (2018). Ware Injury among adolescents with intellectual disability: A prospective cohort study *Injury*, 49 (6), pp. 1091-1096, 10.1016/j.injury.2018.04.006
- (38) World Health Organization, Disability. Erişim Adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>. Erişim Tarihi: 10.05.2023
- (39) World Health Organization/World Bank. (2011). World Report on Disability. Malta: World Health Organization/World Bank. Erişim Adresi: <https://static.ohu.edu.tr/uniweb/media/portallar/engelsizuniversite/duyurular/1345/diwnu3i5.pdf>. Erişim Tarihi: 10.05.2023
- (40) World Health Organization. (2012). Early childhood development and disability: A discussion paper. Erişim Adresi: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75355/9789241504065\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75355/9789241504065_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Erişim Tarihi: 10.05.2023
- (41) Yeh JY, Hou TY, Tseng WT, Chen VC, Yang YH, Kuo TY, Weng JC, Lee CT, Chen YL, Lee MJ. (2020). Association Between Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Risk of Burn Injury: A Propensity-Matched Cohort Study. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 13;16:1249-1255. doi: 10.2147/NDT.S242153. PMID: 32494144; PMCID: PMC7231781. doi: 10.2147/NDT.S242153
- (42) Zhou, L., Porterfield, S. L., Fang, S., Huang, J., & Zhang, Y. (2023). Unintentional injuries among children with developmental disabilities are a public health challenge in China. *Child Care Health Dev.*2023;1–4. <https://doi.org/10.1111/cch.13115>

## MENOPOZ DÖNEMİNDEKİ HİPERTANSİF KADINLARDA HİPERTANSİYON BİLGİ DÜZEYİNİN TEDAVİYE UYUM İLE İLİŞKİSİ

Doç. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ<sup>1</sup>, Doç. Dr. Gülbahtiyar DEMİREL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
, ORCID ID: 0000-0003-0568-5902

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
ORCID ID: 0000-0003-2258-7757

### ÖZET

Hipertansiyon, menopoz sonrası kadınlarda oldukça sık görülmektedir. Hipertansiyon tedavisinde en önemli problem, bilgi eksikliği ve buna bağlı hastaların tedaviye uyum sağlayamamalarıdır. Araştırma, menopoz dönemindeki hipertansif kadınlarda hipertansiyon bilgi düzeyini ve tedaviye uyumu belirlemek, hipertansiyon bilgi düzeyinin tedaviye uyum ile ilişkisini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Tanımlayıcı olarak gerçekleştirilen çalışmaya Nisan-Temmuz 2023 tarihleri arasında bir aile sağlığı merkezine kayıtlı olan ve menopoz döneminde bulunan 299 kadın dahil edilmiştir. Veriler tanıtıcı bilgi formu, Hipertansiyon Bilgi Düzeyi Ölçeği (HİB-DÖ) ve İlaç Tedavisine Bağlılık/Uyum Öz-Etkililik Ölçeği (İBOS) ile toplanmıştır. Kadınların yaş ortalaması  $56,48 \pm 7,46$  yıl olup hipertansiyon hastalık süresi  $6,80 \pm 5,26$  yıldır. Kadınların %55,2'si hipertansiyon tanısının menopozdan sonra konulduğunu belirtmiştir. Kadınların HİB-DÖ toplam puan ortalaması  $11,86 \pm 2,53$  olup sadece %12,7'sinin hipertansiyon bilgi düzeyi yüksektir. Kadınların İBOS toplam puan ortalaması ise  $34,92 \pm 8,47$  olup ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyi orta düzeydedir. Kadınların HİB-DÖ ve İBOS puan ortalamaları karşılaştırıldığında, ölçek genelinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamakla birlikte ( $p > 0,05$ ), sadece ilaçlara bağlılık ve yaşam biçimi alt boyutunda bilgi düzeyi ile ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik arasında anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Çalışmada yaş değişkeni ile HİB-DÖ puan ortalaması arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,01$ ). Ailesinde hipertansiyon hastası olan katılımcıların HİB-DÖ puan ortalaması, olmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca, yaş arttıkça kadınların ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin de arttığı, hipertansiyon ilacı kullanma yılı 15 yıl arası olanların ve hipertansiyon tanısını menopoz döneminden sonra alanların ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Sonuç olarak, menopoz döneminde olan hipertansiyon hastası kadınların hipertansiyon bilgi düzeylerinin düşük, ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin orta düzeyde olduğu; hipertansiyon bilgi düzeyi ile ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik arasında ilişki olmadığı belirlenmiştir. Sağlık profesyonellerinin, menopoz döneminde olan kadınları ortaya çıkabilecek hastalıklar konusunda bilgilendirmesi, özellikle hipertansiyon tanısı konulduktan itibaren hastalara düzenli bilgilendirmeler yapması ve bilgi gereksinimlerini değerlendirmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Menopoz, hipertansiyon, tedaviye uyum, kadın

## ABSTRACT

### THE RELATIONSHIP OF HYPERTENSION KNOWLEDGE LEVEL AND TREATMENT COMPLIANCE IN HYPERTENSIVE WOMEN AT THE PERIOD OF MENOPAUSE

Hypertension is quite common in postmenopausal women. The most important problem in the treatment of hypertension is the lack of information and the resulting inability of patients to comply with the treatment. The research was conducted to determine the level of hypertension knowledge and compliance with treatment in hypertensive women during menopause and to reveal the relationship between hypertension knowledge level and compliance with treatment. This descriptive study included 299 women who were registered in a family health center between April and July 2023 and were in menopause. Data were collected with an introductory information form, Hypertension Knowledge Level Scale (HKLS) and Medication Adherence/Adherence Self-Efficacy Scale (MASS). The average age of women is  $56.48 \pm 7.46$  years and the duration of hypertension disease is  $6.80 \pm 5.26$  years. 55.2% of women stated that hypertension was diagnosed after menopause. The women's HKLS total mean score is  $11.86 \pm 2.53$ , and only 12.7% of them have a high level of hypertension knowledge. The mean IBOS total score of women is  $34.92 \pm 8.47$ , and the self-efficacy level of adherence/compliance with medication is at a medium level. When the women's HKLS and MASS score averages were compared, although there was no statistically significant difference in the overall scale ( $p > 0.05$ ), it was determined that there was a significant relationship only between the level of knowledge in the adherence to medications and lifestyle sub-dimensions and the self-efficacy of adherence/compliance to medication treatment ( $p < 0.05$ ). In the study, it was determined that there was a weak positive relationship between the age variable and the HKLS score average ( $p < 0.01$ ). The average HKLS score of participants with a family history of hypertension was found to be higher than those without ( $p < 0.05$ ). Additionally, it was determined that the self-efficacy level of women's adherence/compliance to drug treatment increased as age increased, and that the self-efficacy level of adherence/compliance to drug treatment was higher in those who had been using hypertension medication for 15 years and those diagnosed with hypertension after menopause ( $p < 0.05$ ). As a result, women with hypertension who are in menopause have low hypertension knowledge levels and medication adherence/compliance self-efficacy levels are moderate; It was determined that there was no relationship between hypertension knowledge level and medication adherence/compliance self-efficacy. It is recommended that health professionals inform women in menopause about the diseases that may occur, provide regular information to patients, especially after the diagnosis of hypertension, and evaluate their information needs.

**Keywords:** Menopause, hypertension, compliance with treatment, women

## 1. GİRİŞ

Günümüzde en yaygın görülen kronik hastalıklardan biri hipertansiyondur. Tekrarlanan ölçümlerde arteriyel kan basıncının 140/90 mmHg'den daha yüksek olması hipertansiyon

olarak tanımlanmaktadır [1]. Hipertansiyon, genetik, çevresel faktörler ve metabolik bozuklukların oluşumunda rol oynamakta [2], kalp hastalıkları, inme, böbrek hastalığı, erken ölüm ve yeti yitimi gibi durumlarla ilişkili olmakla birlikte sağlık ve ülke ekonomisi üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır [3]. Özellikle sistolik kan basıncındaki her 20 mmHg'lık, diyastolik kan basıncındaki her 10 mmHg'lık yükselme kalp damar hastalığı riskini iki kat artırmaktadır [4].

Hipertansiyon büyük çapta önlenabilir ve kontrol altına alınabilir bir hastalık olmasına karşılık, tüm dünyada önemli düzeyde morbidite ve mortaliteye yol açmaktadır [5,6]. Ülkemizde hipertansiyon sıklığını belirlemeye yönelik yapılan ilk kitle çalışması olan TEKHARF çalışmasında, hipertansiyon sıklığı %16 olarak belirlenmiş olup kadınların kan basıncının erkeklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [7]. Hipertansiyon sıklığını belirlemeye yönelik yapılan bir sonraki kitle çalışması olan "Türk Hipertansiyon Prevalans Çalışması"nda da (PATENT), ortalama sistolik kan basıncının her iki cinste yaşla birlikte artış gösterdiği ve 80 yaşından sonra azaldığı, ortalama sistolik kan basıncının, 18-29 yaş grubu hariç, tüm yaş gruplarında kadınlarda ve diyastolik kan basıncı değerlerinin de 40 yaşından sonra kadınlarda daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir [8].

Hipertansiyon, menopoz sonrası kadınlarda oldukça sık görülmektedir [4]. Menstruasyonun bitişi olarak kabul edilen menopoz; kadınların hormonal, fizyolojik ve psikolojik değişiklikler yaşadığı bir dönemdir [9]. Menopoz, kadınların metabolizmasında çeşitli değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişikliklerin en önemlilerinden biri, yağ metabolizmasında farklılığa yol açarak kan kolesterol seviyesinin artması ve kardiyovasküler hastalıkların ortaya çıkmasıdır. Menopoza bağlı östrojen hormonundaki azalma kalp hastalıklarına ve hipertansiyon oluşumuna neden olmaktadır [10]. Türkiye'de Aile Sağlığı Merkezi'ne kayıtlı 40-64 yaş arası 348 kadınla yapılan bir çalışmada, kadınlarda yaş arttıkça hipertansiyon görülme oranının arttığı, menopoza giren kadınlarda hipertansiyon görülme oranının (%83.7), menopoza girmeyen kadınlara oranla (%32.7) daha fazla olduğu tespit edilmiştir [11].

Hipertansif bireylerin çoğunda kan basıncı kontrolü için ilaç tedavisine gereksinim bulunmaktadır [12]. Hipertansiyon tedavisinde en ciddi problem, hastaların tedaviye uyum sağlayamamalarıdır [3]. Uyum, hastanın davranışının; diyeti uygulamak, ilaçlarını kullanmak veya diğer yaşam tarzı değişikliklerini yerine getirmek anlamında klinik tavsiyelere uygun davranış göstermesi olarak belirtilmektedir [13]. Hipertansiyon tedavisine uyum sağlayamama, kalıcı sorunlara yol açmakta, komplikasyonları artırmakta, hastalık süresini uzatarak sağlık harcamalarının artmasına neden olmaktadır [6]. Hipertansiyon yönetiminin etkin sürdürülememesinin nedenlerinden biri de hasta ve yakınlarının hipertansiyon hakkındaki bilgi eksikliğidir. Bireylerin hipertansiyon hakkındaki bilgi eksiklikleri, hastalığı yönetim konusunda farkındalıklarını ve tutumlarını da etkilemekte ve bu durum hastalığın kontrolü için en önemli engeli oluşturmaktadır [14]. Literatürde, düşük hipertansiyon bilgisinin ilaç uyumsuzluğuna neden olduğu vurgulanmıştır [2].

Hipertansiyon yönetiminde başarılı olmak, düzenli kan basıncı kontrolünü, ilaç tedavisine uyumu ve uygun yaşam tarzı değişikliklerini sağlamak için sağlık profesyonellerine önemli görevler düşmektedir [15]. Sağlık profesyonellerinin hipertansif hastaların bilgi düzeylerini ve ilaç tedavisine uyumlarını değerlendirmeleri, bu konuya yönelik çalışmalar

planlamaları büyük önem taşımaktadır [2]. Bu çalışmanın, kadınlarda özellikle menopoz sonrası hipertansiyon hastalığının sık görülmesi nedeniyle, hastalık yönetimi açısından gereksinimlerin belirlenmesi yönünde farkındalık oluşturulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Araştırmanın Amacı ve Tipi

Araştırma, menopoz dönemindeki hipertansif kadınlarda hipertansiyon bilgi düzeyini ve tedaviye uyumu belirlemek, hipertansiyon bilgi düzeyinin tedaviye uyum ile ilişkisini ortaya koymak amacıyla tanımlayıcı tasarımda yapılmıştır.

### 2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini; Nisan-Temmuz 2023 tarihleri arasında bir aile sağlığı merkezine kayıtlı olan menopoz dönemindeki kadınlar oluşturmuştur. Araştırmada, örneklem seçimine gidilmemiş olup, çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan tüm kadınlar örneklem grubunu oluşturmuştur. Bu bağlamda, menopoz döneminde olan, en az bir yıldır hipertansiyon hastası olan, sözel iletişim engeli bulunmayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 299 kadın dahil edilmiştir.

### 2.3. Veri Toplama Araçları

Veriler tanıtıcı bilgi formu, Hipertansiyon Bilgi Düzeyi Ölçeği (HİB-DÖ) ve İlaç Tedavisine Bağlılık/Uyum Öz-Etkililik Ölçeği (İBOS) ile toplanmıştır. Tanıtıcı bilgi formunda, araştırmacılar tarafından hazırlanmış olan kadınların sosyo-demografik özelliklerini (yaş, eğitim, durumu, çalışma durumu vb.) içeren 11 ve hastalık özelliklerini (hastalık süresi, kan basıncı değeri, ailede hipertansiyon hastası olan birey varlığı vb.) içeren 11 olmak üzere toplam 22 soru yer almaktadır.

Baliz Erkoc ve arkadaşları tarafından 2011 yılında geliştirilerek geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılan Hipertansiyon Bilgi Düzeyi Ölçeği (HİB-DÖ), 22 madde ve 6 alt boyuttan (tanım, medikal tedavi, ilaçlara bağlılık, yaşam biçimi, diyet ve komplikasyonlar) oluşmaktadır. Ölçek maddeleri tam bir cümle şeklinde olup cevapları doğru ya da yanlış (kesin ifade) şeklindedir. Ölçekteki her bir madde doğru, yanlış, bilmiyorum şeklinde düzenlenmiş olup her doğru yanıt "1" puandır. Ölçekten alınan puan 16 ve üzerinde ise hipertansiyon bilgi düzeyi yüksek olarak bildirilmektedir. Ölçek geliştirildiğinde Cronbach Alfa değeri 0.82 olarak saptanmıştır [16]. Bu çalışmada, ölçeğin Cronbach alfa değeri 0.77 olarak bulunmuştur.

İlaç Tedavisine Bağlılık/Uyum Öz-etkililik Ölçeği 2003 yılında, Ogedegbe ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin Türkçe uyarlaması Hacıhasanoğlu, Gözüm, Çapık tarafından 2010 yılında yapılmıştır [17]. Ölçek, hipertansiyonlu hastalarda ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyini belirlemeyi amaçlamakta olup dördümlü likert tipinde ve 13 ifadeden oluşmaktadır. Ölçeğin değerlendirilmesinde alınabilecek en düşük puan 13 ve en yüksek puan 52'dir. Ölçekten alınan yüksek puan bireyin anti-hipertansif tedaviye uyumunun iyi olduğunu göstermektedir. Ölçeğin Türkçe'ye uyarlanma çalışmasında Cronbach Alpha katsayısı 0.94 olarak saptanmıştır [17]. Bu çalışmada ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0.90 olarak bulunmuştur.

## 2.4. Verilerin Toplanması

Veri formları, araştırmacılar tarafından kadınlarla yüz yüze görüşme yöntemi ile doldurulmuştur. Araştırmacı çalışma öncesinde kadınlara, araştırma hakkında sözel olarak bilgi vermiş olup kadınların sözel ve yazılı onamlarını almıştır. Ayrıca, araştırmacılar tarafından kalibrasyonu yapılan tartı aleti ile kilo ve boy ölçer ile boy ölçümü yapılmış olup  $\text{kg/m}^2$  formülüne göre beden kitle indeksi (BKİ) hesaplanmıştır. Anketlerin uygulanması ve ölçümlerin yapılması yaklaşık 20-25 dakika sürmüştür.

## 2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Veriler SPSS 23.0 programında analiz edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede yüzdellik, ortalama, pearson korelasyon analizi, student t testi, Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık  $p < 0.05$  olarak değerlendirilmiştir.

## 3. BULGULAR

Kadınların yaş ortalaması  $56.48 \pm 7.46$  yıl olup %88.6'sı evlidir. Katılımcıların %63.9'u ilköğretim mezunu, %15.4'ü gelir getiren her hangi bir işte çalışmakta ve %67.6'sı gelirinin giderine denk olduğunu belirtmiştir. Katılımcıların %9.4'ü halen sigara içmekte, %28.8'i genel sağlık durumunu iyi ve %67.2'si orta olarak değerlendirmektedir. Kadınların BKİ değeri ortalaması  $30.27 \pm 4.56 \text{ kg/m}^2$  olup %10.7'si normal kilolu, %45.2'si fazla kilolu ve %44.1'i obezdir.

Menopoz döneminde olan kadınların hipertansiyon hastalık süresi  $6.80 \pm 5.26$  yıl olmakla birlikte %55.2'si hipertansiyon tanısının menopozdan sonra konulduğunu belirtmiştir. Katılımcıların hastalık ile ilgili özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1. Kadınların hastalık ile ilgili özellikleri (N=299)**

Özellikler	$\bar{X} \pm SS$	
Yaş (yıl)	56.48±7.46	
Hastalık süresi (yıl)	6.80±5.26	
Sistolik kan basıncı değeri (mmHg)	138.06±17.21	
Diyastolik kan basıncı değeri (mmHg)	85.41±14.47	
<b>Hipertansiyon tanısını menopoz döneminden sonra alma durumu</b>		
	<b>n</b>	<b>%</b>
Evet	165	55.2
Hayır	134	44.8
<b>Hipertansiyon ilacı kullanma süresi</b>		
1-5 yıl	178	59.5
6-10 yıl	71	23.7
11 yıl ve üzeri	50	16.7
<b>Hipertansiyon diyetine dikkat etme durumu</b>		
Evet	220	73.6
Hayır	79	26.4
<b>Haftada en az 3 kez ve 30 dk olmak üzere düzenli egzersiz yapma durumu</b>		
Evet	114	38.1
Hayır	185	61.9
<b>Hipertansiyon nedeniyle sağlık kontrollerini düzenli yaptırma durumu</b>		
Evet	233	77.9
Hayır	66	22.1
<b>Kan basıncını düzenli olarak (haftada en az üç kez) ölçme durumu</b>		



	Evet	178	59.5
	Hayır	121	40.5
<b>Tansiyonunun yükseldiğini anlama durumu</b>			
	Evet	276	92.3
	Hayır	23	7.7
<b>Hipertansiyon dışında başka kronik hastalık varlığı</b>			
	Var	123	41.1
	Diyabet	73	59.3
	KOAHA/Astım	43	35.0
	Kalp yetmezliği/Koronar arter hastalığı	7	5.7
	Yok	176	58.9
<b>Ailede hipertansiyon hastası olma durumu</b>			
	Evet	204	68.2
	Hayır	95	31.8

Kadınların HİB-DÖ toplam puan ortalaması  $11.86 \pm 2.53$  olup %12.7'sinin hipertansiyon bilgi düzeyi yüksektir. Kadınların İBOS toplam puan ortalaması ise  $34.92 \pm 8.47$  olmakla birlikte alınabilecek puan aralığı değerlendirildiğinde (min=13, max=52), ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin orta olduğu söylenebilir. Katılımcıların HİB-DÖ ve İBOS puan ortalamaları karşılaştırıldığında, ölçek genelinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı, sadece ilaçlara bağlılık ve yaşam biçimi alt boyutunda bilgi düzeyi ile ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik arasında anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır ( $p < 0.01$ ) (Tablo 2).

**Çizelge 2. Kadınların hipertansiyon bilgi düzeyinin tedaviye uyum ile ilişkisi ve puan ortalamaları**

Ölçek	Alınan Min- Max Puan	$\bar{X} \pm SS$	*** İBOS r/p
**HİB-DÖ	6-19	$11.86 \pm 2.53$	-0.091/ 0.116
Tanım	0-2	$1.62 \pm 0.73$	-0.043/ 0.457
Medikal tedavi	0-4	$1.51 \pm 1.33$	-0.082/ 0.158
İlaçlara bağlılık	0-3	$1.79 \pm 0.79$	0.157/ <b>0.006*</b>
Yaşam biçimi	0-4	$1.44 \pm 1.07$	-0.213/ <b>0.000*</b>
Diyet	0-2	$1.19 \pm 0.48$	-0.056/ 0.332
Komplikasyonlar	0-5	$4.29 \pm 1.26$	0.032/ 0.586
*** İBOS	13-52	$34.92 \pm 8.47$	-

\* $p < 0.01$

\*\*HİB-DÖ: Hipertansiyon Bilgi Düzeyi Ölçeği

\*\*\*İBOS: İlaç Tedavisine Bağlılık/Uyum Öz-Etkililik Ölçeği

Çalışmada kadınların bazı özellikleri ile HİB-DÖ ve İBOS puan ortalamasının karşılaştırılması Tablo 3'te gösterilmiştir. Buna göre, yaş değişkeni ile HİB-DÖ puan ortalaması arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde ilişki bulunmaktadır ( $p < 0.01$ ). Ailesinde hipertansiyon hastası olan katılımcıların HİB-DÖ puan ortalaması, olmayanlara göre daha yüksektir ( $p < 0.05$ ).



Katılımcıların yaşı, hipertansiyon ilacı kullanma yılı ve hipertansiyon tanısını menopoza döneminden sonra alma durumu ile İBOS puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmaktadır. Buna göre, yaş arttıkça kadınların ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin de arttığı, hipertansiyon ilacı kullanma yılı 15 yıl arası olanların ve hipertansiyon tanısını menopoza döneminden sonra alanların ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

**Çizelge 3. Kadınların bazı özelliklerinin hipertansiyon bilgi düzeyinin tedaviye uyum ile ilişkisi ve puan ortalamaları**

Özellikler	*** HİB-DÖ		**** İBOS		
	Test/ p		Test/p		
Yaş	0.194/ <b>0.001*</b>		0.164/ <b>0.004*</b>		
Hastalık süresi	0.093/ 0.107		-0.005/ 0.930		
Sistolik kan basıncı	0.041/ 0.483		-0.006/ 0.924		
Diastolik kan basıncı	-0.046/0.429		-0.028/ 0.630		
	$\bar{X}\pm SS$	Test, p	$\bar{X}\pm SS$	Test/ p	
<b>Hipertansiyon ilacı kullanım süresi</b>					
	1-5 yıl	11.87±2.82	Z=0.669; p=0.513	36.33±8.33	Z=6.324/ <b>p=0.002*</b>
	6-10 yıl	11.61±1.52		32.67±7.01	
	11 yıl ve üzeri	12.16±2.62		33.12±9.88	
<b>Hipertansiyon tanısını menopoza döneminden sonra alma durumu</b>					
	Evet	11.99±2.52	t= 0.990;	36.98±7.43	t= 4.832/
	Hayır	11.70±2.56	p=0.323	32.39±9.00	<b>p=0.000*</b>
<b>Hipertansiyon dışında başka kronik hastalık varlığı</b>					
	Evet	11.98±3.12	t= 0.687;	35.43±7.90	t= 0.854/
	Hayır	11.77±2.03	p=0.492	34.57±8.85	p=0.394
<b>Ailede hipertansiyon hastası olma durumu</b>					
	Evet	12.31±1.77	t=2.117	34.82±9.00	t=-0.317/
	Hayır	11.65±2.80	<b>p=0.035**</b>	35.15±7.23	p=0.751

\*p<0.01

\*\*p<0.05

\*\*\*HİB-DÖ: Hipertansiyon Bilgi Düzeyi Ölçeği

\*\*\*\*İBOS: İlaç Tedavisine Bağlılık/Uyum Öz-Etkililik Ölçeği

#### 4. TARTIŞMA

Hipertansiyon, sürekli kan basıncı yüksekliği ile kendini gösteren, sistemik bir hastalık olup, ciddi komplikasyonlara neden olması ve toplumda yaygın olarak görülmesi nedeniyle önemli bir sağlık problemidir [1]. Hipertansiyon, kadınlarda özellikle menopoza sonrası sık görülmesi nedeniyle, kadın sağlığı açısından ele alınması gereken konulardan biridir. Bu çalışma, menopoza dönemindeki hipertansif kadınlarda hipertansiyon bilgi düzeyini ve tedaviye uyumu belirlemek, hipertansiyon bilgi düzeyinin tedaviye uyum ile ilişkisini ortaya koymak amacıyla yapılmış olup elde edilen veriler literatür eşliğinde tartışılmıştır.

Literatürde genelde hipertansiyon hastalarının hastalık hakkında bilgi düzeyinin düşük olduğu [2,5,18,19]. Çalışmada, kadınların HİB-DÖ toplam puan ortalaması 11.86±2.53

bulunmuş ve sadece %12.7'sinin hipertansiyon bilgi düzeyinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı ölçeğin kullanıldığı ve %50.3'ünü kadınların oluşturduğu bir çalışmada, katılımcıların HİB-DÖ puan ortalaması  $11.9 \pm 5.6$  olarak bulunmuş olup hipertansiyonlu hastalarda hipertansiyon bilgi düzeylerinin düşük olduğu tespit edilmiştir [2]. Yapılan başka bir çalışmada da, hipertansiyon farkındalığının hastalar tarafından istenilen düzeyde olmadığı, hastaların hipertansiyondan korunma önlemleri hakkında tutum ve davranışlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir [5]. Hindistan'da yapılan çalışmada da, bireylerin hipertansiyon hakkında genel bilgi, ilaç kullanımı, hipertansiyon kontrolü ve komplikasyonları ile ilgili çok düşük bilgi düzeyine sahip oldukları saptanmıştır [18]. Bu çalışmalara rağmen, başka bir çalışmada, HİB-DÖ puan ortalaması  $18.63 \pm 2.40$  ile ortalamanın üzerinde bulunmuştur [20]. Pakistan'da yapılan bir çalışmada da, hastaların hipertansiyon bilgi düzeyinin ortalamanın üzerinde olduğu tespit edilmiştir [21]. Çalışma bulgusu, menopoza döneminde olan ve hipertansiyon hastalığı bulunan kadınların hastalık bilgi düzeyinin düşük olduğunu göstermektedir. Diğer çalışma bulguları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan farklılık, çalışmaya sadece kadınların alınmasından, kadınların eğitim düzeyinin düşük olmasından ve çalışmanın Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yaşayan kadınlarla yapılmış olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada kadınların yaşı arttıkça hipertansiyon bilgi düzeylerinin de artış gösterdiği tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada "30- 49 yaş" grubunda olan hipertansiyon hastalarının HİB-DÖ genel puanları "50-69" ve 70 yaş ve üstü" grubunda olanlara göre daha yüksek bulunmuştur [20]. İran'da yapılan bir çalışmada, özellikle 39 yaş ve altı bireylerde hipertansiyon bilgi düzeylerinin ortalamanın üzerinde olduğu belirtilmiştir [22]. Pakistan'da yapılan bir çalışmada da 59 yaş ve altı hastaların hipertansiyon bilgi düzeylerinin yüksek olduğu saptanmıştır [21]. Bazı literatür ile paralellik gösteren çalışma bulgusu, yaşla birlikte hipertansiyon gibi çeşitli kronik hastalık sıklığının artmasından, benzer yaş grubunda benzer hastalıkların bulunmasından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada, ailesinde hipertansiyon hastası olan katılımcıların hipertansiyon bilgi düzeyleri daha yüksek bulunmuştur. Başka bir çalışmada, hipertansiyon hastalarının HİB-DÖ genel puanları ailede ilaç kullanımını gerektiren hipertansiyon hastası olanların, olmayanlar göre daha yüksek olduğu bulunmuştur [20]. Çalışma bulgusu beklenen bir durum olmakla birlikte, aile üyelerinin hastalık yönetimine katılmasından kaynaklı ortaya çıkmış olabilir.

Yüksek mortalite ve morbidite ile olan ilişkisi, hedef organ hasarına yol açması ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemesi nedeniyle hipertansiyonun yönetimi ve kontrolü oldukça önemlidir [2]. Çalışmada, kadınların İBOS puan ortalamasına göre ( $34.92 \pm 8.47$ ) ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada da, hastaların antihipertansif ilaç tedavisine uyumlarının düşük olduğu özellikle %63.7'sinin antihipertansif ilaç tedavisine uyumsuz olduğu tespit edilmiştir [2]. Bu çalışmalara rağmen, Gönel'in (2019) çalışmasında, hipertansiyon hastalarının İBOS puan ortalaması  $37.30 \pm 6.34$  ile ortalamanın üzerinde bulunmuştur [20]. Benzer şekilde Tümer ve arkadaşları [6], Karadağ ve arkadaşları [23] ile Vatansever ve Ünsar'ın [24] çalışmasında da, hastaların hipertansiyon tedavisine uyumunun iyi düzeyde olduğunu tespit edilmiştir. Literatürde görüldüğü gibi, hipertansiyonda ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyi farklılık göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgu, katılımcıların yaklaşık yarısının hipertansiyon dışında başka kronik hastalığının bulunmasından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada, yaş arttıkça kadınların ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin de arttığı belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, İBOS ile yaş değişkeni arasında farklılık bulunmamıştır [20]. Hipertansiyon hastalarında İBOS ile değişkenlerin ilişkisinin incelendiği çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma bulgusu, yaşla birlikte artan kronik hastalık sayısının fazlalığından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada, kadınların HİB-DÖ ve İBOS puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olmadığı, sadece ilaçlara bağlılık ve yaşam biçimi alt boyutunda bilgi düzeyi ile ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik arasında anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Gönel'in (2019) çalışmasında da, hipertansiyon hakkında bilgili olanların tedaviye uyumunun daha yüksek olduğu bulunmuştur [20]. Başka bir çalışmada, hipertansiyon hastalarının hipertansiyon bilgi düzeyleri arttıkça antihipertansif ilaç tedavisine uyumlarının azaldığı, bu bulgunun hipertansiyon tanı süresi uzun olan, birden fazla ilaç kullanan, başka kronik hastalığı olan ve ilaçların etkinliğine inanmayan katılımcılardan kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir [2]. Hipertansiyonlu hastalarda tedavi uyumunun değerlendirildiği bir çalışmada, hastaların tedaviye uyumunu yordayan en önemli değişkenin sağlık okuryazarlığı olduğu, edinilen bilgileri anlama ve kullanma düzeylerinin arttıkça tedaviye uyumlarının da arttığı belirlenmiştir [3]. Çalışma bulgularında farklılıklar olup bu çalışmada hipertansiyon bilgi düzeyi ile ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik arasında ilişkinin bulunmaması seçilen örneklem grubundan kaynaklanmış olabilir.

## 5. SONUÇ

Çalışmada, menopoz döneminde olan hipertansiyon hastası kadınların hipertansiyon bilgi düzeylerinin düşük, ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik düzeyinin orta düzeyde olduğu görülmüştür. Bununla birlikte çalışmada, hipertansiyon bilgi düzeyi ile ilaç tedavisine bağlılık/uyum öz-etkililik arasında ilişki saptanmamıştır. Bu çalışmada, özellikle menopoz döneminde olan kadınların hipertansiyon bilgi düzeylerinin yükseltilmesine yönelik girişimler yapılması önemli bir çıktıdır. Bu bağlamda, sağlık profesyonellerinin, menopoz döneminde olan kadınları ortaya çıkabilecek hastalıklar konusunda bilgilendirmesi, özellikle hipertansiyon tanısı konulduktan itibaren hastalara düzenli bilgilendirmeler yapması, bilgi gereksinimlerini değerlendirmesi, bilgi düzeyini ve tedaviye uyumu irdeleyen nedenselliğe yönelik çalışmalar yapılması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Hipertansiyon Tanı ve Tedavi Kılavuzu. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, Ankara, 2022.
- [2] Akan, D., Dedeli Çaydam, Ö., Çınar Pakyüz, S. *Hipertansiyon tanısı alan hastalarda bilgi düzeyi ve ilaç tedavisine uyumun değerlendirilmesi*. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 23(2), 241-249, 2020.
- [3] Bakan, G., İnci, F. H. *Treatment compliance and health literacy in patients with hypertension*. Turk J Cardiovasc Nurs, 12(28), 81-87, 2021.
- [4] Yurdakul, S., Aytekin, S. *Kadınlarda hipertansiyon*. Türk Kardiyoloji Dern Arş, 38(1), 25-31, 2010.

- [5] Arslantaş, E. F., Sevinç, N., Çetinkaya, F., Günay, O., Aykut, M. *Hipertansif kişilerin hipertansiyon konusundaki tutum ve davranışları*. Ege Tıp Dergisi, 58(4), 319-329, 2019.
- [6] Tümer, A., Baybuğa, M. S., Dereli, F., Uysal, D. D. *The compliance level of treatment of hypertensive patients*. Journal of Cardiovascular Nursing, 7(13), 105-113, 2016.
- [7] Onat, A. *Hipertansiyon ile ilgili TEKHARF çalışması verileri ve yorumu*. Türk Erişkinlerde Kalp Sağlığı (TEKHARF), Argos İletişim, İstanbul, 2003.
- [8] Altun, B., Arıcı, M., Nergizoğlu, G., et al. *For the Turkish Society of Hypertension and Renal Diseases. Prevalance, awareness, treatment and control of hypertension in Turkey (the patent study) in 2003*. J Hypertens, 23, 1817-1823, 2005.
- [9] Özer, Ü., Gözükara, F. *Şanlıurfa'da kadınların menopozla ilgili yaşadıkları sorunların, baş etme yollarının ve bakış açılarının belirlenmesi*. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 3(1), 16-26, 2016.
- [10] Fernandez, M. L., Murillo, A. G. *Postmenopausal women have higher HDL and decreased incidence of low HDL than premenopausal women with metabolic syndrome*. Healthcare, 4(20), 1-10, 2016.
- [11] Kılıçlı, G. G. *Kırsal alanda yaşayan menopozal dönemdeki kadınlarda hipertansiyon görülme sıklığı ve etkileyen faktörler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, 2019.
- [12] Cingil, D., Delen, S., Aksuoğlu, A. *Karaman il merkezinde yaşayan hipertansiyon hastalarının ilaç kullanım durumlarının ve bilgilerinin incelenmesi*. Türk Kardiyol Dern Arş, 37(8), 551-556, 2009.
- [13] Gün, Y., Korkmaz, M. *Hipertansif hastaların tedavi uyumu ve yaşam kalitesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Derg, 7(2), 98-108, 2014.
- [14] Oskay, E. M., Önsüz, M. F., Topuzoğlu, A. *İzmir'de bir sağlık ocağında başvuranların hipertansiyon hakkındaki bilgi, tutum ve görüşlerinin değerlendirilmesi*. ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 11(1), 3-9, 2010.
- [15] Erci, B., Elibol, M., Aktürk, Ü. *Hipertansiyon hastalarının tedaviye uyumunu ve yaşam kalitesini etkileyen faktörlerin incelenmesi*. FNJN Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi, 26(2), 79-92, 2018.
- [16] Baliz Erkoç, S., Isikli, B., Metintas, S., Kalyoncu, C. *Hypertension Knowledge-Level Scale (HK-LS): a study on development, validity and reliability*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 9, 1018-1029, 2012.
- [17] Hacıhasanoğlu, R., Gözüm, S., Çapık, C. *Hipertansif Hastalarda İlaç Uyum Öz-etkililik Ölçeği kısa formunun Türkçe'sinin geçerliliği*. Anadolu Kardiyol Derg, 12, 241-248, 2012.
- [18] Shaikh, M. A., Yakta, D., Sadia Kumar, R. *Hypertension knowledge, attitude and practice in adult hypertensive patients at Lumhs*. Jlumhs, 11-12, 2012.
- [19] Viera, A. J., Cohen, L. W., Mitchell, C. M., Sloane, P. D. *High blood pressure knowledge among primary care patients with known hypertension: A North Carolina Family, Medicine Research Network (NC-FM-RN) Study*. JABFM, 21-24, 2008.
- [20] Gönel, P. *Hastaların hipertansiyon bilgilerinin tedaviye uyum ve öz-etkililik düzeylerine etkisinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Doğu Akdeniz Üniversitesi, Kuzey Kıbrıs, 2019.

- [21] Almas, A., Godil, S. S., Lalani, S., Samani, Z. A., Khan, A. H. *Good knowledge about hypertension is linked to better control of hypertension; a multicentre cross sectional study in Karachi, Pakistan.* Biomedcentral Research Notes, 5, 579, 2012.
- [22] Motlagh, S. F. Z, Chaman, R., Ghafari, S. R., Parisay, Z., Golabi, M. R., Eslami, A. A., Babouei, A. *Knowledge, treatment, control, and risk factors for hypertension among adults in Southern Iran.* Hindawi Publishing Corporation International Journal of Hypertension, 2015.
- [23] Karadağ, E., Akkuş, Y., Karatay, G. *Bir aile sağlığı merkezine başvuran hipertansiyon hastalarının ilaç tedavisine uyum öz etkililik düzeyleri.* Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 28(3), 85-96, 2012.
- [24] Vatansever, Ö., Ünsar, S. *Esansiyel hipertansiyonlu hastaların ilaç tedavisine uyum/ öz-etkililik düzeylerinin ve etkileyen faktörlerinin belirlenmesi.* Türk Kardiyoloji Derneği Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi, 5(8), 66–74, 2014.

## İLEUS AMELİYATI SONRASI SEPSİS GELİŞEN HASTADA FONKSİYONEL SAĞLIK ÖRÜNTÜLERİNE GÖRE HEMŞİRELİK BAKIMI: OLGU SUNUMU

Hem. Gülnaz ALTAŞ<sup>1</sup>, Doç. Dr. Selda ÇELİK<sup>2</sup>, Doç. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Haydarpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi,  
ORCID ID: 0000-0003-3678-628X

<sup>2</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hemidiye Hemşirelik Fakültesi,  
ORCID ID: 0000-0003-4328-3189

<sup>3</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
ORCID ID: 0000-0003-0568-5902

### ÖZET

Sepsis ölümcül seyretmesi nedeniyle özellikle yoğun bakım ünitelerinde çok erken dönemde müdahale edilmesi gereken acil bir tablodur. Gordon tarafından geliştirilen Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri (FSÖ) modeli, hasta bakımının planlanması ve hemşirelik girişimlerinin bütüncül bir biçimde uygulanmasında hemşirelere yön vermektedir. Bu olgu sunumunda, ileus ameliyatı sonrası sepsis gelişen hastanın Gordon'un FSÖ Modeline göre hemşirelik bakım yaklaşımları ve iyileşme sürecinin değerlendirilmesi amaçlandı. 68 yaşında olan kadın hastanın altı gün önce karın bölgesinde kramp şeklinde ağrı, bulantı, kusma şikayetleri ile genel cerrahi kliniğine ileus şüphesi ile yatırıldı. Hastaya dört gün sonra cerrahi operasyon yapıldı. Cerrahi operasyon sonrası yoğun bakıma alınan hastada dört gün sonra sepsis gelişti. Yoğun bakım ünitesinde fonksiyonel sağlık örüntü modeli kullanılarak toplanan veriler doğrultusunda hemşirelik bakımı planlandı ve uygulandı. Problem saptanan alanlar ile ilişkili olarak yedi tanesi mevcut (sağlığını etkisiz yönetme, beslenmede dengesizlik: gereksiniminden az beslenme, barsak eliminasyonunda değişim: diyare, etkisiz solunum örüntüsü, duyuşsal algılamada bozulma, beden imgesinde rahatsızlık ve bireysel baş etmede yetersizlik) ve beş tanesi risk tanısı (sıvı volüm dengesizliği riski, elektrolit dengesizliği riski, enfeksiyon riski, etkisiz doku perfüzyonu riski ve kardiyak doku perfüzyonunda azalma riski) olmak üzere toplam 12 hemşirelik tanısı belirlendi. Hastanın 46 günlük yoğun bakım tedavisi ve Gordon'un FSÖ Modeline göre hemşirelik bakımı doğrultusunda, genel durumunda iyileşme sağlandı ve hasta genel cerrahi kliniğine taburcu edildi. Olgu çıktılarına göre, FSÖ Modelinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda, sepsis gelişen hastalarda bütüncül bir bakım vermek için modele dayalı hemşirelik bakım uygulamalarının artırılması önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Sepsis, Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri, hemşirelik, olgu



## ABSTRACT

### NURSING CARE ACCORDING TO FUNCTIONAL HEALTH PATTERNS IN PATIENTS WITH SEPSIS AFTER ILEUS SURGERY: A CASE REPORT

Sepsis is an emergency situation that needs to be intervened very early, especially in intensive care units, due to its fatal course. The Functional Health Patterns (FHP) model developed by Gordon guides nurses in planning patient care and implementing nursing interventions in a holistic manner. In this case report, it was aimed to evaluate the nursing care approaches and recovery process of a patient who developed sepsis after ileus surgery according to Gordon's FHP Model. Six days ago, a 68-year-old female patient was admitted to the general surgery clinic with the suspicion of ileus, with complaints of cramp-like pain in the abdomen, nausea and vomiting. The patient underwent surgery four days later. The patient, who was taken to the intensive care unit after surgery, developed sepsis four days later. Nursing care was planned and implemented in line with the data collected using the functional health pattern model in the intensive care unit. A total of 12 nursing diagnoses were identified, seven of which were present (ineffective management of health, nutritional imbalance: undernutrition, change in bowel elimination: diarrhea, ineffective respiratory pattern, impaired sensory perception, disturbance in body image and inability to cope individually) and five were risk diagnoses (risk of fluid volume imbalance, risk of electrolyte imbalance, risk of infection, risk of ineffective tissue perfusion, and risk of decreased cardiac tissue perfusion), in relation to the problem areas. In line with the 46-day intensive care treatment of the patient and nursing care according to Gordon's FHP Model, the general condition of the patient improved and the patient was discharged to the general surgery clinic. According to the case outputs, the FHP Model is considered to be effective. In this direction, it is recommended to increase model-based nursing care practices in order to provide holistic care in patients who develop sepsis.

**Keywords:** Sepsis, Functional Health Patterns, nursing, case

## 1. GİRİŞ

Sepsis, özellikle yoğun bakım ünitelerinde (YBÜ) sıklıkla meydana gelen, dünya çapında bir çok insanı etkileyerek mortalite ve morbitideye neden olan, hastanın üniteye kalma süresini ve bakım maliyetini arttıran bir sorundur [1]. Sepsis, bir enfeksiyon (olası ya da kanıtlanmış) varlığında sistemik enfeksiyon belirtileri ile birlikte ortaya çıkan tablo olarak tanımlanmaktadır [2]. Sepsise bağlı gelişen organ yetmezlikleri ve artan mortaliteye rağmen, erken tanılama ve tedavi ile sağkalım şansı yükselmektedir [3]. Bu anlamda yoğun bakımda tedavi görmekte olan hastalardaki akut değişiklikleri takip eden ve bu değişikliklerin fark edilmesinde önemli rol oynayan multidisipliner ekibin bir üyesi olarak, hemşirelere önemli rol ve sorumluluklar düşmektedir [4,5] Bu rol ve sorumlulukların yerine getirilmesi için geliştirilen modeller, hastalara bilimsel, sistematik ve hedefe yönelik kuramsallaştırılan hemşirelik bakımının verilmesini sağlamaktadır. Geliştirilen modellerden biri de Gordon'un Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modelidir (FSÖ) [6]. Bu model özellikle YBÜ tedavi görmekte olan bireylerin bakım gereksinimlerinin belirlenmesinde sistematik değerlendirmeyi sağlayarak etkin bir



hemşirelik bakımı sağlamaktadır. Gordon 1982’de geliştirdiği bu model, sistematik bilginin toplanmasını sağlayan insan sağlığı ve yaşam süreci ile ilişkili 11 başlık içermektedir [7,8]. Bunlar; sağlığı algılama, sağlığın yönetimi, beslenme-metabolik durum, boşaltım, aktivite-egzersiz, bilişsel algısal, uyku-dinlenme, kendini algılama, rol ve ilişkiler, cinsellik-üreme, başetme-stres toleransı, değer-inanç örüntüleridir [9]. Bu bağlamda, çalışmamızda ileus ameliyatı sonrası sepsis gelişen bir hastada, FSÖ’ye göre saptanan veriler doğrultusunda Kuzey Amerikan Hemşirelik Tanıları Birliği (North American Nursing Diagnosis Association: NANDA) tarafından geliştirilen hemşirelik tanıları ile olgunun bakımı incelenmiştir.

## 2. OLGU

Ü.T, 68 yaşında ilkokul mezunu, ev hanımı olan kadın hasta altı gün önce karın bölgesinde kramp şeklinde ağrı, bulantı, kusma şikayetleri ile hastanemizin genel cerrahi kliniğinde ileus şüphesi ile yatırıldı. Yapılan tetkikler sonrasında proksimal intestinal anlarda, en geniş yerinde 8 mm’ye ulaşan çapsal artış, lümeninde sıvı seviyelenmeleri izlenmiş olup ileus tanısı konuldu. Hastaya yatışından dört gün sonra cerrahi operasyon yapıldı. Cerrahi operasyon sonrası yoğun bakıma alınan hastada dört gün sonra sepsis gelişti. Sepsis sonrası genel durumu bozulan hasta yatışının 14.gününe kadar entübe takip edildi ve sıkı kültür takibi yapıldı. Yatışının 32. gününe kadar antibiyoterapiye devam edildi. Yatışının 23. gününde trakeostomi açılan hasta, taburcu olana kadar homevent ile takip edildi. Hasta 46 günlük yoğun bakım tedavisinin ve uygulanan Gordon’un Fonksiyonel Sağlık Örüntüsü Modeline göre hemşirelik bakımı doğrultusunda şifa ile genel cerrahi kliniğine taburcu edildi.

### 2.1. Özgeçmişi

Hastanın 10 yıldır diyabetes mellitus (DM) ve altı yıldır kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) bulunmaktadır.

Hastanın evinde düzenli olarak kullandığı ilaçlar;

- Glargine insülin 1x10 ünite akşam,
- Ventolin inhaler 4x2 puf

### Çizelge 1. Laboratuvar bulguları

Kan gazı	Tam Kan	Elektrolitler	Karaciğer fonksiyon testleri	Diğer Bulgular
pH: 7,4	WBC: 26,2 g/dl	Sodyum: 137 mEq/L	AST:21 birim / L	CRP: 79,34 mg/dl
PCO <sub>2</sub> : 40,3 mmHg	Hgb: 11,4 g/dl	Potasyum: 4,55 mEq/L	ALT:9 U/L	Üre: 55.4 mg/dl
PO <sub>2</sub> : 50,2 mmHg	Htc: %39	Kalsiyum: 8,09 mg/dl	Albumin: 27,99 g/dl	Kreatinin: 1.2 mg/dl
HCO <sub>3</sub> : 24.1 mEq/L	Plt: 317 hücre/mL	Magnezyum: 1.8	LDH: 264 U/L	Protrombin zamanı:1,3 s
		Klor:99 mmol/L	Bilirubin:0.23mg/dl	Prokalsitonin: 0.3 ng/ml

## 2.2. Sistem Değerlendirmesi

### *Nörolojik sistem*

Hastanın ameliyat sonrası bilinci; dormicum ile sedatizeydi. Oryantasyon ve kooperasyonu yoktu. Takibinin 4. gününden sonra sedasyonu kapatılarak bilinç takibi yapılan hastanın 15. günde ekstübasyonu gerçekleştirildi. Bilinci yerine gelen hasta taburculuk süresine oryante ve koopere takip edildi.

### *Kardiyovasküler sistem*

Hastanın kardiyovasküler sistem tanılmasında ilk yatış gününden itibaren kan basıncı düşme eğilimi göstermiş olup, hastaya yatışının 2. gününden 8. gününe kadar inotrop desteği verildi. Hastanın kalp tepe atımı 118, EF'si %60, IVC kollobe çapı 1.1 cm olarak ölçüldü. Santral venöz basınç (CVP) ölçümünde sıvıya yanıtı olduğu tespit edilen hastanın sıvı tedavisi düzenlendi. Hasta yatış süresi boyunca Beloc tablet 1x1 şeklinde tedavisi uygulandı.

### *Solunum sistemi*

Hasta yatışından 15. güne kadar mekanik ventilatör desteğinde takip edilmiş olup, akciğer sesleri doğal görünümde seyretti. Oksijen saturasyonları %96-99 arasında değişkenlik gösterdi. Yatışının 12. gününde trakeal aspirat kültürü alınan hastanın sonuçlarında 25 PNL gözlemlendi. Ardından Enfeksiyon Kontrol Birimine danışılarak Meronem 3x2 olacak şekilde antibiyotik tedavisi başlandı. Antibiyoterapi sonrasında tüp içi sekresyonlarında azalma gözlemlendi. 15. günde ekstübe edilerek hasta non-invaziv solunum maskesi ile takip edildi.

### *Üriner sistem*

Hastanın yatışından itibaren diüresi 50 cc/s'ten düşük seyretti. Bu bağlamda yatışının 2. gününde hastanın hidrasyonu artırılarak lasix infüzyonu başlandı. 5. günde diüresi normale dönen hastanın lasix infüzyonu kapatıldı. Hastanın üre ve kreatinin değerlerinde yatış süresi boyunca yükselme gözlemlenmedi.

### *Gastrointestinal sistem*

Hastanın yatışının 2. gününden 17. gününe kadar diyaresi mevcut olup yatış süreci boyunca rektal tüp takılarak takip edildi. 3. gün nazogastrik kateter (NG) takılan hastanın 1200 cc safralı geleni olduğu tespit edilerek, enteral beslenmesi durdurulan hastaya 8. güne kadar parenteral beslenme başlandı. Hastanın ağız mukozasında mantarı mevcuttur.

### *Kas iskelet sistemi*

Hasta öz bakım aktivitelerinde tam bağımlıydı. Hastanın yatak içi mobilizasyon hemşireler ve fizyoterapistler eşliğinde yapıldı. Aynı zamanda hastanın beden kitle indeksi yüksektir.

## 2.3. Fonksiyonel Sağlık Örüntülerine Göre Sorunların Sınıflandırılması ve NANDA Tanıları

### *Sağlığın algılanması / Sağlık yönetimi*

Ameliyat sonrası kliniğimize yatışı gerçekleşen hastanın bilinci sedatizedir. Duyusal uyarılara yanıtı yoktur, çevresiyle iletişim kuramamaktadır. Öz bakımını sürdürmekte sağlık profesyonellerine bağımlıdır. Yatağa bağımlıdır.

NANDA tanısı:

- Sağlığını etkisiz yönetme

### ***Beslenme ve metabolizma***

Hasta ileus operasyonu sonrası oral ya da nazogastrik yolla beslenememektedir. İlerleyen günlerde NG takılan hastanın tolerasyonu yetersiz olduğu ve diyaresi olması nedeniyle beslenmesi parenteral yol ile gerçekleştirilmiştir. Hasta yatışının 21. gününden sonra oral yolla beslenmeye başlamıştır.

NANDA tanısı:

- Beslenmede dengesizlik: Gereksinimden az beslenme
- Sıvı volüm dengesizliği riski
- Elektrolit dengesizliği riski
- Enfeksiyon riski

### ***Boşaltım***

Hastanın yatış gününden 5. gününe kadar olan diüresi 50cc/h 'dan daha azdır. Diayeresi ve NG'sinden kusması mevcuttur.

NANDA tanısı:

- Barsak boşaltımında değişim: Diyare

### ***Aktivite-Egzersiz***

Hasta yoğun bakımda tedavi görmektedir. Öz bakımında ve yatak içerisinde pozisyon değişiminde sağlık profesyonellerine bağımlıdır. Mekanik ventilatör desteğine ihtiyaç duymaktadır. Batınında pansumanları ve drenleri mevcuttur. Kan basıncı inotropik ajan desteğiyle düzenlenmektedir.

NANDA tanısı:

- Etkisiz solunum örüntüsü
- Etkisiz doku perfüzyonu riski
- Kardiyak doku perfüzyonunda azalma riski

### ***Uyku ve dinlenme***

Hastanın uyku ve dinlenme ile ilgili bir sorunu yoktur.

### ***Biliş ve algılama***

Hastanın yatışından 15. gününe kadar oryantasyon ve kooperasyonu sınırlıdır. Çevresel uyarılara yanıtı yetersizdir. Hastanın bilinci yerine geldikten sonra ameliyata bölgesindeki drenlere bağlı ağrısı olduğunu ifade etmiştir.

NANDA tanıları:

- Duyusal algılamada bozulma

### ***Kendini algılama ve benlik***

Hastanın oryantasyonu ve kooperasyonu yerine geldikten sonraki günlerde rektal tüp, drenler, üriner sondanın takılı olması hastayı rahatsız etmiştir.

NANDA tanısı:

- Beden imgesinde rahatsızlık

### ***Rol ve ilişkiler***

Hastanın rol ve ilişkilerinde bir problem saptanmamıştır.

### ***Cinsellik ve üreme***

Hastanın cinsellik ve üreme ile ilgili bir problemi bulunmamaktadır.

### ***Baş etme ve stres***

Hasta taburcu olana kadar kendini yetersiz ve başkalarına bağımlı hissetmiştir. Yapılan girişimler hastayı bazı zamanlarda tedirgin etmiştir. Taburcu olacağı gün yeniden yoğun bakıma alınacağı, yine başkalarına bağımlı olacağı endişesi duymaktaydı.

NANDA tanısı:

- Bireysel baş etmede yetersizlik

### ***Değer ve inançlar***

Hastanın değer ve inançlar konusunda bir problemi bulunmamaktadır.

**Çizelge 2. Sorunların Fonksiyonel Sağlık Örüntülerine göre gruplandırılması ve NANDA tanılması**

Fonksiyonel Sağlık Örüntüsü	NANDA Hemşirelik tanıları	Tanımlayıcı özellikler	Amaç	Girişimler	Değerlendirme
<b>1. Sağlığın algılanması / Sağlık yönetimi</b>	Sağlığını etkisiz yönetme	Öz bakımını sürdürmede sağlık profesyonellerine ihtiyaç duyması  Oryantasyon ve kooperasyonunun olmaması	Öz bakımına katılımı sağlanacak.	- Hastanın yoğun bakımda yatış süresinin 15. gününe kadar hemşireler tarafından öz bakımı verilmiştir. Bunlar; genel vücut temizliği, yara bakımı, enfeksiyondan koruma, pozisyon verme, yatak içi mobilizasyon vb. şeklindedir. - Hastanın extübasyon sonrası öz bakımını sağlamada katılımı için eğitimler verilmeye başlanmıştır. Bu eğitimler; yatak içi mobilizasyon, pasif ekstremitte hareketleri, diş fırçalama, öz bakım ihtiyacı olduğunda ifade etme vb. şeklindedir.	Hasta extübe edildikten sonra öz bakımına katılmada istekli olduğu gözlemlenmiştir. Taburculuk gününe kadar hemşirelerle iş birliği içerisinde öz bakımını gerçekleştirmesi sağlanmıştır.
<b>2. Beslenme ve metabolizma</b>	Beslenmede dengesizlik: Gereksiniminden az beslenme	Hasta ileus operasyonu sonrası oral ya da nazal yolla beslenememesi.  İlerleyen günlerde beslenme tolerasyonunun yetersiz olması  Diyaresi nedeniyle enteral beslenmeye ara verilmesi	Hastanın yeterli ve dengeli beslenmesi sağlanacak.	- Hastanın post operatif 5. güne kadar beslenmesi durdurulmuş olup, sonraki günlerde enteral beslenmesinin kontraendike olduğu tespit edilerek parenteral beslenmeye başlanmıştır. - Hastaya diyetisyenle birlikte nutrisyon değerlendirmesi yapılarak uygun kalori ve besin değerini alması sağlanmıştır. - Hastaya multivitamin takviyesi yapılmıştır. - Hastanın rezidüel kontrolü ile yatışının 7. gününden itibaren düşük dozda (20cc/h) enteral beslenmeye başlanmıştır. - Hastaya 21. günden itibaren yutma refleksi yeniden kazandırılarak oral yolla beslenmeye devam edilmiştir.	Hastanın yoğun bakımda yatışının ilk iki haftasında beslenmede dengesizliği devam etmiştir . Sonraki günlerde hastanın yeterli ve dengeli beslenmesi sağlanmıştır.

	Sıvı volüm dengesizliği riski	Hastanın operasyon sonrası dengeli ve düzenli beslenememesi  Diyaresinin olması  EF %60 olması	Optimal sıvı dengesi sürdürülecek.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hastanın aldığı çıkardığı takibi 24 saat boyunca yapılmıştır.</li> <li>- Hastanın ödem kontrolü (tibia, ayak bilekleri, sakrum palpe edilerek) yapılmıştır.</li> <li>- Hastanın kilo ölçümü yapılmıştır.</li> <li>- Hastanın CVP ölçümü yapılmıştır.</li> <li>- Hastanın intraabdominal basınç ölçülmüş olup :18 mmHg olarak belirlenmiştir.</li> <li>- Kardiyoloji ve cerrahi konsültasyonları doğrultusunda sıvı düzenlemesi yapılmıştır.</li> <li>- Hastanın yaşamsal bulguları takip edilmiştir.</li> <li>- Hastanın NG drenajı, cerrahi drenleri, rektal tüp seviyeleri takip edilerek kayıt altına alınmıştır.</li> </ul>	Hastanın optimal sıvı dengesi yatış gününden itibaren sağlanmıştır.
	Elektrolit dengesizliği riski	Hastanın diyaresinin olması	Hastada elektrolit dengesizliği gelişmesi önlenecek.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hastaya 24 saat boyunca aldığı çıkardığı takibi (AÇT) ve elektrolit takibi yapılmıştır.</li> <li>- Yatışının 9. gününde sodyum yüksekliği gelişen hastaya NG'den su verilmeye başlanmıştır.</li> <li>- Yatışının 11. gününde potasyum seviyelerinde düşüş gözlemlenerek doktor orderı doğrultusunda potasyum replese edilmiştir.</li> <li>- Sıvı elektrolit dengesizliğini gösteren belirti ve bulguları (hipertermi, uykuya eğilim, halsizlik, deri turgorunda bozulma, nabız ve kan basıncı düzensizlikleri) gözlemlenmiştir.</li> <li>- Hastanın yatışının ilk 4 günü antiemetik tedavi uygulanmıştır.</li> </ul>	Hastanın yatışının 11. gününe kadar elektrolit dengesizliği riski devam etmiştir. Uygun tedavi ile ilerleyen günlerde bu risk gelişmemiştir.
	Enfeksiyon riski	Cerrahi operasyon yapılması	Hastanın enfeksiyonu tedavi edilecek.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hastaya yapılan tüm girişimlerde asepsi kurallarına dikkat edilmiştir.</li> <li>- Hasta izolasyon odasına alınarak takip edilmiştir.</li> </ul>	Hastanın enfeksiyonu tedavi edilmiştir. Sepsise yönelik belirti ve bulgular

		<p>Yoğun bakımda tedavi görüyor olması</p> <p>Birden fazla invaziv uygulamaların (intravenöz kateter, dren, sonda, entübasyon tüpü vb.) yapılması</p> <p>Beslenmesinin yetersiz olması WBC: 26,2 mg/dl CRP: 79,34 mg/dl Prokalsitonin: 0.3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hastanın enfeksiyon belirti ve bulguları 24 saat boyunca gözlemlenerek kayıt edilmiştir.</li> <li>- Hastadan kan kültürü, idrar kültürü, trakeal aspirat kültürü, yara yeri kültürü alınmıştır.</li> <li>- Kültür sonuçlarına göre trakeada acinetobacter gözlemlenen hastaya antibiyotik tedavisi başlanmıştır.</li> <li>- Hastanın operasyon bölgesinin bakımı cerrahinin önerisi doğrultusunda günde iki kere batikon ile temizlenerek steril bir şekilde kapatılmıştır.</li> </ul>	<p>uygun tedavi ve bakım ile birlikte ortadan kaldırılmıştır.</p>
<b>3. Boşaltım</b>	<p>Barsak eliminasyonunda değişim: Diyare</p>	<p>Hastada kıvamsız sulu gaitanın olması</p> <p>Hastanın günde 3 defadan fazla dışkılama yapması</p> <p>Hastanın barsak seslerinde artış olması</p>	<p>Hastanın diyaresi tedavi edilecek.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hastanın önceki barsak alışkanlığı sorgulanmıştır.</li> <li>- Hastanın beslenmesi diyetisyenle birlikte düzenlenerek lif ve potasyum oranı yüksek beslenme ürünleri ile besin takviyeleri (glutamin) verilmiştir.</li> <li>- Hastanın sıvı alımı artırılmıştır.</li> <li>- Diyareye bağlı gelişen elektrolit dengesizliği tedavi edilmiştir.</li> <li>- Hastanın kaybettiği sıvı volümünün yakından takip edilmesi için rektal tüp takılmıştır.</li> <li>- Doktor orderı doğrultusunda antidiyaretik ajanlar verilmiştir (reflor 250 mg kapsül)</li> </ul>	<p>Hastanın yatışının 4. gününde başlayan diyare 18. günde yakın takiple tedavi edilmiştir.</p>



<b>4. Aktivite-egzersiz</b>	Etkisiz solunum örüntüsü	Hastanın spontan solunumunun olmaması  Hava yollarında sekresyon olması  Enfeksiyon  Hastanın immobil olması	Hastanın spontan solunum yapması sağlanacak. Solunum yolları enfeksiyonu tedavi edilecek	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hasta yatışının 22. gününe kadar entübe olarak takip edilmiştir. Bu süreçte ventilatör ile ilişkili pnömونيye önlemeye yönelik girişimlere ek olarak; hastanın sıkı arteryel kan gazı takibi yapılarak yeterli oksijenasyon sağlanmıştır.</li><li>- Solunum hızı derinliği ve sayısı takip edilmiştir.</li><li>- Hastaya postüral drenaj yapılmıştır. Sekresyonların atılımını hızlandırmak için hastaya sıvı ve bronkodilatatör tedavisi verilmiştir.</li><li>- Hava yollarındaki sekresyonlar steril olarak aspire edilmiştir.</li><li>- Hastanın trakeasında gelişen acinetobacter için antibiyotik başlanmış olup trakeal aspirat kültürü örnekleri doktor orderi doğrultusunda alınmıştır.</li><li>- Sonrasında hasta ekstübe edilerek spontansolunumunu koruma konusunda desteklenmiştir (triflo çalışması, yatak içi mobilisasyon, noninvaziv ventilasyon eğitimi vb.)</li></ul>	Hasta extübasyon sonrası spontan solunumunu uygun bakım ve tedavi ile sağlayabilmiştir. Hava yolunda gelişen enfeksiyon tedavi edilmiştir.
-----------------------------	--------------------------	--	--	---	--

	Etkisiz doku perfüzyonu riski	Abdominal cerrahi operasyonun olması  Gastrointestinal sistem hastalığının olması  Diyabet  Hipotansiyon	Hastanın gastrointestinal doku perfüzyonu optimal düzeyde tutulacak	- Hasta gastrointestinal hemoraji yönünden gözlemlenmiştir. - Batındaki drenleri takip edilerek kayıt altına alınmıştır. - Düzenli aralıklarla batın muayenesi yapılmıştır. - Doku perfüzyonunda azalmaya neden olabilecek etkenler (uygunsuz pozisyon, hipotansiyon, diyabet, drenlerin çalışmaması vb.) değerlendirilmiştir.	Hastanın gastrointestinal doku perfüzyonu optimal düzeyde tutulmuştur.
	Kardiyak doku perfüzyonunda azalma riski	Hastanın hipotansiyonunun olması  Hastada sepsis gelişmesi  CRP yüksekliği  Obezite  Yatağa bağımlılık  EF %60	Hastanın kardiyak doku perfüzyonunun optimal düzeyde tutulması sağlanacak	- Hastanın yaşam bulguları sıkı takip edilmiştir. - Hastanın nabız kontrolü tüm ekstremitelerden palpe edilerek kayıt edilmiştir. - Hastanın aldığı çıkardığı takibi yapılmıştır. - Hastaya kardiyoloji tarafından elektrokardiyografi (EKG) çekilerek ekokardiyografi (EKO) yapılmıştır. Sonrasında doktor orderi doğrultusunda perfüzyonu arttırmak amacıyla inotrop ve sıvı tedavisi başlanmıştır. - Kapiller dolum, CVP, saatlik idrar çıkışı sıkı takip edilmiştir. - Sepsisin neden olabileceği organ yetmezliği açısından hasta sıkı takip edilmiştir. - Hastada taşikardi, takipne gelişip gelişmediği gözlemlenmiştir.	Hastanın kardiyak doku perfüzyonunun optimal düzeyde tutulmuştur.
<b>5. Uyku ve dinlenme</b>	-	-	-	-	-

<b>6. Biliş ve algılama</b>	Duyusal algılamada bozulma	Hastanın extübasyon süresinin uzaması  Sedasyonun vücuttan atılma süresine bağlı etkilerin olması	Hastanın oryantasyon ve kooperasyonun yeniden sağlanması	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hasta extübasyona hazırlanırken sık aralıklarla GKS takibi yapılmıştır.</li> <li>- Hasta extübe edildikten sonra yapılan tüm girişimler hakkında bilgi verilmiştir.</li> <li>- Hasta öz bakım aktivitelerini yerine getirirken desteklenmiştir.</li> <li>- Hastanın düzenli aralıklarla uyuması ve dinlenmesi sağlanmıştır.</li> <li>- Hastanın ağrı değerlendirmesi dört saatte bir tekrarlanarak gerektiğinde doktor orderi doğrultusunda analjezik uygulanmıştır.</li> <li>- Hastanın konforu artırıldı.</li> <li>- Yatak içerisinde aktif ve pasif egzersizler yaptırılmıştır.</li> <li>- Hastanın ziyaretçileri gün içerisinde alınarak, duygu durumunda iyileşmeye teşvik edilmiştir.</li> </ul>	Hasta extübasyon sonra 2. Günden itibaren ortyante ve koopere bir şekilde klinikten taburcu edilmiştir.
<b>7. Kendini algılama ve benlik</b>	Beden imgesinde rahatsızlık	Hastaya trakeostomi açılması  Hastada rektal tüp takılı olması  Batında drenlerinin olması	Hastanın beden imajı algısını iyileştirmek  Olumsuz benlik gelişimini önlemek	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hastanın beden imajı hakkında düşünceleri değerlendirilmiştir..</li> <li>- Hastaya bağlı ekipmanların geçici süre bulunacağı, sonrasında normal beden imajına kavuşacağı anlatılmıştır.</li> <li>- Trakeostomisinin zamanla kapatılabileceği, günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmesinde herhangi bir engel teşkil etmeyeceği anlatılmıştır.</li> <li>- Hasta yakınlarına hastanın desteklenmesi konusunda bilgi verilmiştir.</li> <li>- Rektal tüp ve batın drenleri çıkarılan hastanın düşüncelerinde olumlu gelişmeler yaşanmıştır.</li> </ul>	Hastanın trakeostomiye bağlı endişeleri devam etmiştir.
<b>8. Rol ve ilişkiler</b>	-	-	-	-	-
<b>9. Cinsellik ve üreme</b>	-	-	-	-	-

<b>10. Baş etme ve stres</b>	Bireysel baş etmede yetersizlik	Hastanın öz bakımında tamamen bağımsız olamaması  Kullanılan ekipmanlara karşı korku duyması  Taburculuk sonrası yeniden kötüleşeceği endişesi duyması	Olumlu baş etme becerisi gösterebilmesi sağlanacak	- Hastaya mevcut durumu hakkında gerekli ve yeterli bilgiler verilmiştir. - Tedavi ve bakıma katılımı sağlanmıştır. - Yakınları ile gün içerisinde iletişime geçmesi sağlanmıştır. - Hastanın sevdiği aktiviteler sorgulanmıştır. - Hastaya yaşadığı durumun geçici olduğu ve bunu yeniden yaşamaması için uygun bakım ve tedaviler verildiği söylenerek desteklenmiştir.	Hasta extübe olduktan sonra olumlu anlamda baş etme becerisi göstermeye başlamıştır. Aile bireylerinin de desteği sağlanmıştır.
<b>11. Değer ve inançlar</b>	-	-	-	-	-

### 3. TARTIŞMA

Bu olgu sunumunda, ileus ameliyatı sonrası yoğun bakımda takip edilen hastada gelişen sepsisin tedavi ve bakımına yönelik FSÖ Hemşirelik Bakım Modeli ve NANDA hemşirelik tanıları kullanılarak bakım planı hazırlanmıştır. FSÖ'ye göre değerlendirilen hastada; sağlığını etkisiz yönetme, beslenmede dengesizlik: gereksiniminden az beslenme, sıvı volüm dengesizliği riski, elektrolit dengesizliği riski, enfeksiyon riski, barsak eliminasyonunda değişim: diyare, etkisiz solunum örüntüsü, etkisiz doku perfüzyonu riski, kardiyak doku perfüzyonunda azalma riski, duyuşsal algılamada bozulma, beden imgesinde rahatsızlık, bireysel baş etmede yetersizlik tanıları konularak belirlenen hedefler doğrultusunda hastaya uygun hemşirelik bakım planı oluşturulmuştur. Literatürde FSÖ ve NANDA'nın birlikte kullanılması profesyonel hemşirelik bakımı verilmesini kolaylaştırmakta ve sistemli hale getirmektedir [10].

Postoperatif ileus (POI), kolon ve rektum cerrahisini takiben en sık görülen komplikasyonlardan biridir ve insidansı %10 ila %30 arasında değişmektedir. POI hastalarında hastanede kalış süresi, hastanede yatış masrafları, morbidite ve postoperatif mortalite önemli ölçüde artmıştır [11]. Bununla birlikte ortaya çıkan besin intoleransı, abdominal distansiyon, bulantı ve kusma hastalar için rahatsız edici ve sıkıntı vericidir Benzer şekilde vakamızda da operasyon sonrası gastrointestinal problemler devam etmiş olup hastanın yoğun bakımda kalış süresi uzamıştır [12].

Postoperatif ileuslu hastaların çoğu konservatif tıbbi tedavilerle iyileşir, ancak POI bazı hastaların sağkalım süresini uzatır ve günlük yaşam aktivitelerini ve yutma fonksiyonlarını olumsuz etkiler. İleus operasyonu sonrasında yoğun bakımda tedavi görmekte olan hastalarda da ilerleyen günlerde batındaki enfeksiyona bağlı sepsis gelişebilmektedir. Benzer şekilde hastamızda da operasyondan dört gün sonra sepsis gelişmiş olup hastalarda ateş, taşikardi, hipotansiyon, lökosit ve laktat düzeylerinde artış görülmektedir.

Sepsis gelişen hastalarda erken tanı ve tedavi ile ilerleyen dönemlerde çoklu organ yetmezliği gelişimi önlenerek hastanın iyileşmesi sağlanabilmektedir. Post operatif ileus sonrası sepsis gelişen hastalarda hızlı ve etkin müdahale hayat kurtarmaktadır. Benzer şekilde çalışmamızda da sepsis erkenden fark edilerek uygun tedavi bakım ile hastanın şifa ile taburcu olması sağlanmıştır [13].

### 4. SONUÇ

Sepsis tanılı hastalarda etkin bir hemşirelik bakımı verebilmek için sistemli bir yaklaşım gerekmektedir. Bu anlamda özellikle yoğun bakım ünitelerinde tedavi görmekte olan bireylerin bakım gereksinimlerinin belirlenmesinde sistematik değerlendirmeyi sağlayarak etkin bir hemşirelik bakımı sağlayan modeller kullanmak önemlidir. Çalışmamızda POI sonrası sepsis gelişen hastada FSÖ'ye göre belirlenen NANDA tanıları ile etkin bakım ve tedavi verilerek hastanın iyileşmesi sağlanmıştır.

### KAYNAKLAR

- [1] Alyat, Z., Baykal, Ş., Ünver, B., Kılınç, S., Öztürk Birge, A. *Yoğun bakım ünitesinde sepsis ve hemşirelik yönetimi*. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 7(2), 415-422, 2022.

- [2] Koçan, S., Gürsoy, A. *Septik şok ve hemşirelik bakımı*. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 32(1), 173-185, 2016.
- [3] Evans, L., Rhodes, A., Alhazzani, W., et al. *Surviving sepsis campaign: International guidelines for management of sepsis and septic shock 2021*. Intensive Care Med, 47(11), 1181-1247, 2021.
- [4] Singer, M., Deutschman, C. S., Seymour, C. W., et al. *The Third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3)*. JAMA, 315(8), 801-810, 2016.
- [5] Amland, R. C., Hahn-Cover, K. E. *Clinical decision support for early recognition of sepsis*. Am J Med Qual, 31(2), 103-110, 2016.
- [6] Deveci, G., Mollaoğlu M. *Kronik böbrek hastalığı olan sepsisli bir olgunun bakım yönetimi*. Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi, 18(1), 35-42, 2014.
- [7] Avcı, A., Gün, M. *Pulmoner hipertansiyonu olan hastanın Gordon'un Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeline göre hemşirelik bakımı: Olgu sunumu*. Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi, 12(1), 114-127, 2023.
- [8] Tosun, H. E., Çelen, R. *Pnömoni tanılı çocuk hastanın Gordon'un Fonksiyonel Sağlık Örüntülerine göre hemşirelik bakımı: Olgu sunumu*. Journal of Current Nursing Research. 3(1), 32-43, 2023.
- [9] Erbaş, N., Demirel, G. *Kadın sağlığının değerlendirilmesinde bir model: Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri*. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(2), 84-91, 2016.
- [10] Şahin, G., Akyüz, E. *Derin ven trombozu olan hastalar Gordon'un Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri Modeline göre hemşirelik bakımı: Olgu sunum*. Kardiyovasküler hemşirelik Dergisi, 9(18), 35-40, 2018.
- [11] Sun, A., Lin, J., Wang, L., Xie, C., Hong, Q., Zhao, G. *Involvement of inos-induced reactive enteric glia cells in gastrointestinal motility disorders of postoperative ileus mice*. J Chem Neuroanat, 102312, 2023.
- [12] Traeger, L., Koullouros, M., Bedrikovetski, S., Kroon, H. M., Moore, J. W., Sammour, T. *Global cost of postoperative ileus following abdominal surgery: Meta-analysis*. BJS Open, 7(3), zrad054, 2023.
- [13] Fujiyoshi, S., Homma, S., Yoshida, T., et al. *A study of risk factors of postoperative ileus after laparoscopic colorectal resection*. Ann Gastroenterol Surg, 1-6, 2023. <https://doi.org/10.1002/ags3.12705>

## ADÖLESANLARDA MADDE KULLANIMINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

**Öğr. Gör. Dr., HAKAN AVAN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
ORCID ID: 0000-0003-2494-3671

### ÖZET

Küresel nüfusun beşte birini temsil eden adölesanlar, sağlıklı oldukları düşünüldüğü için sağlıkları sıklıkla ihmal edilmektedir. Adölesan dönem önemli psikolojik hassasiyetin de olduğu bir dönemdir. Erken yaşam stresi, sosyal izolasyon ve can sıkıntısı, adölesanlarda depresyon ve madde kullanım bozukluklarının gelişimi için bilinen risk faktörleridir. Zihinsel, nörolojik ve madde kullanım bozukluklarının oranları adölesan ve erken yetişkinlik döneminde en yüksek düzeyde olduğu bilinmektedir.

Pek çok adölesanın ilk kez bu dönemde alkol, tütün ve esrar gibi psikoaktif maddelere maruz kalmaktadır. Madde kullanımına başlama vakalarının %50'sinden fazlası 15-19 yaşları arasında meydana gelmektedir. Üstelik, kullanmaya başlama yaşının daha erken olması, yaşamın ilerleyen dönemlerinde madde kullanım bozukluğuna yakalanma riskiyle önemli ölçüde ilişkisi bulunmaktadır. Madde kullanımının etiolojisinin daha eksiksiz bir şekilde anlaşılmasını sağlamak için bireysel, biyolojik, aile, akran, davranış kalıpları ve sosyal çevre bağlamları dahil olmak üzere adölesan davranışını etkileyen ilgili tüm faktörleri gözden geçirmek gerekmektedir.

Bu derlemede adölesan ve çocuk sağlığı ile ilgilenen araştırmacılar için adölesan madde kullanımına etki eden faktörlere yönelik çıkarımlarda bulunmak amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Adölesan, Madde Kullanımı, Bağımlılık, Hemşire

## FACTORS AFFECTING SUBSTANCE USE IN ADOLESCENTS

### ABSTRACT

Adolescents, who represent one fifth of the global population, are often neglected because they are considered to be healthy. Adolescence is a period of significant psychological vulnerability. Early life stress, social isolation and boredom are known risk factors for the development of depression and substance use disorders in adolescents. Rates of mental, neurological and substance use disorders are known to be highest in adolescence and early adulthood.

Many adolescents are exposed to psychoactive substances such as alcohol, tobacco and cannabis for the first time during this period. More than 50 per cent of substance use initiation cases occur between the ages of 15 and 19. Moreover, an earlier age of initiation is significantly associated with a higher risk of developing a substance use disorder later in life. To provide a more complete understanding of the aetiology of substance use, it is necessary to review all relevant factors that influence adolescent behaviour, including individual, biological, family, peer, behavioural patterns and social environmental contexts.



In this review, it is aimed to make inferences about the factors affecting adolescent substance use for researchers interested in adolescent and child health.

**Keywords:** Adolescent, Substance Abuse, Addiction, Nurse

## 1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 10-19 yaş arası olarak tanımlanan adölesan dönem fiziksel, sosyal ve nörolojik bir dizi gelişimsel değişikliklerle karakterize edilmektedir. Küresel nüfusun beşte birini temsil eden adölesanlar, sağlıklı oldukları düşünüldüğü için sağlıkları sıklıkla ihmal edilmektedir (Davidson et al., 2015; Hamidullah et al., 2020; Jumbe et al., 2021). Adölesan dönemde akranlarıyla daha fazla zaman geçirme eğiliminin yanı sıra biliş ve yürütücü işlevlerdeki gelişmeler; ödül duyarlılığında, yenilik arayışında ve risk alma davranışlarında artış gibi karakteristik davranışlara yol açmaktadır (Hamidullah et al., 2020). Bu geçiş aşaması aynı zamanda önemli psikolojik hassasiyetin de olduğu bir dönemdir. Erken yaşam stresi, sosyal izolasyon ve can sıkıntısı, adölesanlarda depresyon ve madde kullanım bozukluklarının gelişimi için bilinen risk faktörleridir (Sarvey & Welsh, 2021). Zihinsel, nörolojik ve madde kullanım bozukluklarının oranları adölesan ve erken yetişkinlik döneminde en yüksek düzeyde olduğu bilinmektedir (Jumbe et al., 2021).

Bireylerin sağlığı ve refahı için kritik bir yaşam süreci olan adölesan dönemde madde kullanımı tüm dünyada giderek büyüyen önemli bir toplum sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir (Hamidullah et al., 2020; Moore et al., 2018; Trucco & Hartmann, 2021). Pek çok adölesanın ilk kez bu dönemde alkol, tütün ve esrar gibi psikoaktif maddelere maruz kalmaktadır (Donoghue et al., 2017; Hindocha et al., 2015; Moore et al., 2018). Adölesan dönemde alkol, tütün ve yasa dışı uyuşturucu kullanımını içeren madde kullanımı yaygın olarak görülmektedir (Hamidullah et al., 2020; Jumbe et al., 2021). Madde kullanımına başlama vakalarının %50'sinden fazlası 15-19 yaşları arasında meydana gelmektedir. Üstelik, kullanmaya başlama yaşının daha erken olması, yaşamın ilerleyen dönemlerinde madde kullanım bozukluğuna yakalanma riskiyle önemli ölçüde ilişkisi bulunmaktadır. Michigan Üniversitesi'nin 2019'daki Geleceği İzleme Araştırması'na göre, 8-12. sınıflardaki öğrencilerde esrar kullanımının yanı sıra herhangi bir yasa dışı madde kullanımının yaygınlığı önceki yıllara göre tutarlı bir şekilde yüksek kalmıştır (Blanco et al., 2018; Hamidullah et al., 2020). Madde kullanımı Kuzey Amerikalı adölesanlar arasında göze çarpan bir aktivite olmayı sürdürdüğü bildirilmektedir. Kanadalı 13-18 yaş arası adölesanların %40'ından fazlasının alkol kullandığı; alkol kullananların ve aşırı içki içenlerin sıklığı 12. sınıfta zirveye ulaştığı bilinmektedir (Dumas et al., 2020; Hamidullah et al., 2020). Sahra Altı Afrika'daki adölesanlar arasında herhangi bir madde kullanımı genel yaygınlığının %41,6 olduğu bununla birlikte alkol ve tütünün kıta genelinde en yaygın kullanılan maddeler olduğu bilinmektedir. Afrika'da genel nüfusla karşılaştırıldığında adölesanlar arasında madde kullanımının yüksek bir yaygınlığa sahip olduğu ve buna bağlı olarak kavga, vandalizm, hırsızlık, korunmasız cinsel ilişkiye girme, kişisel yaralanma, tıbbi sorunlar ve aileyle ilişkilerin bozulması gibi fiziksel ve psikososyal sorunlar olduğu bildirilmektedir (Jumbe et al., 2021; Muchiri & dos Santos, 2018).

Erken adölesan dönemde madde kullanımı olumsuz akademik, sağlık ve davranışsal sonuçlarla ilişkilidir. Madde kullanan adölesanlarda iştah değişiklikleri, kilo kaybı, baş ağrıları, uyku

bozuklukları ve depresyon gibi tıbbi belirtiler yaşatlarına göre daha fazla görülmekte ayrıca öğrenme ve gelişim düzeyleri üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır (Jumbe et al., 2021; Pelham et al., 2021; Trucco & Hartmann, 2021).

Adölesan madde kullanımına ilişkin gelişimsel teoriler yaşamın bu dönemine madde kullanımının keşfedildiği bir dönem olarak işaret etmektedir. Madde kullanımında bireysel özellikler, sosyal baskılar, ödüller, duygudurum bozuklukları ve ebeveyn tarzı dahil olmak üzere gelişimsel olarak göze çarpan faktörler olarak görülmektedir (Dumas et al., 2020; Trucco et al., 2019). Ayrıca bu gelişimsel dönemde madde kullanımı, madde bulunabilirliği, ebeveyn ve akran kullanımı, aile işleyişi ve makroekonomik koşullar dahil olmak üzere büyük ölçüde çevresel etkilere göre şekillenmektedir (Pelham et al., 2021; Trucco & Hartmann, 2021). Geniş anlamda aile, sosyal ağlar ve akran baskısı adölesanlar arasındaki madde bağımlılığının temel etkenleridir. Adölesanların madde kullanımının madde kullanım bozukluklarına, bağımlılığa ve daha kötü fiziksel ve zihinsel sağlığa yol açabileceği göz önüne alındığında bu durum endişe verici olmaktadır (Dumas et al., 2020; Pelham et al., 2021; Trucco & Hartmann, 2021).

## **2. ADÖLESANLARDA MADDE KULLANIMINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER**

Adölesanların madde kullanım davranışı bir boşlukta kendiliğinden oluşmaz. Madde kullanımının etiolojisinin daha eksiksiz bir şekilde anlaşılmasını sağlamak için bireysel, biyolojik, aile, akran, davranış kalıpları ve sosyal çevre bağlamları dahil olmak üzere adölesan davranışını etkileyen ilgili tüm faktörleri gözden geçirmek gerekmektedir.

### **2.1. Bireysel Faktörler**

Adölesanlarda madde kullanımı nedenlerinin, erken çocukluk döneminde ortaya çıkan ardışık biyolojik yatkınlıklar ve semptomlar dizisinin bir sonucu olduğunu göstermektedir. Çocukluk çağındaki mizaç özelliklerinin, çoğunlukla suçluluk, anksiyete, depresyon gibi belirtiler olarak kavramsallaştırılan davranış sorunlarının ortaya çıkmasını etkilediği gösterilmiştir. Bunlar, düzenleyici faktörlerin adölesanları uyumlu veya uyumsuz sonuçlara doğru etkilediği yörüngelerdir. Dahası, genetik ve sinirsel temellerin, bu çeşitli yolları harekete geçiren katalizörler olarak görev yaptığı düşünülmektedir (Chaplin et al., 2019; Moore et al., 2018; Rudolph et al., 2018; Trucco et al., 2019; Trucco & Hartmann, 2021).

Adölesanın bireysel özelliklerinden özellikle yaşın ilerlemesi (17 yaş) (Ayhan et al., 2021) ve erkek cinsiyeti (Altunkürek & Kardelen Özçoban, 2020; Ayhan et al., 2021; Mete et al., 2020) adölesanların madde bağımlılığı risk oranını artırmaktadır. Bununla birlikte duygusal zekanın madde kullanım alışkanlıklarının altında yatan önemli bir faktör olmamasına rağmen, madde kullanımı üzerinde depresif eğilimler ve öz saygının ötesinde bireysel bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Kun et al., 2019). Çalışma hafızası zayıf olan adölesanlar, dürtüsel dürtüler üzerinde daha az kontrole sahiptir; bu da onları, bazı etkilerin erken uyuşturucu kullanımının ilerlemesinin aracılık ettiği daha sonraki madde kullanım bozukluğu riskiyle karşı karşıya kaldığı bildirilmektedir (Khurana et al., 2017).

### **2.2. Biyolojik Faktörler**

Adölesanlarda madde kullanımı için önemli bir güvenlik açığı faktörü, yaklaşık %50 düzeyinde kalıtsallığa sahip ailede madde kullanım bozukluğu öyküsüdür (Trucco et al., 2019). Madde

kullanım bozukluğu, sorunlu madde kullanımı geliştirme olasılığını üç ila beş kat arttırmaktadır. Madde kullanım bozukluğu olan adölesanlar aynı zamanda nörobiyolojik işlevlerde de değişiklikler sergilemektedirler. Ayrıca aşırı alkol alan, madde kullanım bozukluğu olan adölesanlar, duygusal uyaranlara yanıt olarak limbik ve frontal bölgelerde anormal beyin aktivitesi göstermektedir (Dumontheil, 2016; Thorpe et al., 2020; Trucco & Hartmann, 2021).

Genetik araştırmalardaki gelişimsel hususlar, poligenik çeşitliliğin ergenlerin madde kullanımı üzerindeki kritik rolünü vurgulamaktadır (Trucco, 2020). Yapılan çalışmada ebeveynin aşırı alkol kullanması aynı zamanda adölesanda alkol başlangıcını da arttırdığı bildirilmektedir (Rusby et al., 2018).

### 2.3. Davranışsal Faktörler

Adölesanlarda madde kullanımının etiyolojisinde erken risk faktörleri olarak davranış sorunlarının rolü ön plana çıkmaktadır. Davranışsal engellemede belirgin eksikliklerle karakterize edilen dış etmenler adölesanlarda madde kullanımını teşvik ettiği gösterilmiştir. Dış etmenler aynı zamanda adölesanların madde kullanımına zemin hazırlayan zararlı sosyalleşme süreçlerini de teşvik etmektedir. Davranışsal durum, kısmen biyolojik temellere bağlı olabilen, bebeklik dönemindeki zorlu mizaç tarafından belirlenir; bu durum sıklıkla çocuklukta davranış sorunlarına neden olur ve adölesanlarda madde kullanımına doğru sıralı bir ilerlemeye yol açmaktadır. Çalışma belleğindeki eksikliklerin artan ödül arayışıyla birleştiğinde adölesanlarda uyuşturucu kullanımına erken ilerlemenin göstergesi olduğu bildirilmektedir (Colder et al., 2018; Hussong et al., 2017; Khurana et al., 2017; Trucco & Hartmann, 2021).

Bazı araştırmacılar, kaygı, depresyon, korku gibi içselleştirici semptomları yansıtan mizaç özelliklerinin, başlangıçta erken adölesan dönemde madde kullanımına karşı koruyucu olabileceğini öne sürmektedir. Ancak bu adölesanların madde kullanımının orta ve geç adölesan dönemde kullanımda daha hızlı bir artış görülmektedir (Hussong et al., 2017; Trucco & Hartmann, 2021). Bu bağlamda duygusal empatiyi değiştirmek, adölesanlarda madde kullanımını azaltmak için geçerli bir uygulama hedefi olabilir (Winters et al., 2020).

Biyolojik yatkınlıklardan ve erken mizaç faktörlerinden kaynaklanan adölesanın dışsallaştırma ve içselleştirme semptomları arasındaki basamaklı işlemler muhtemelen adölesanlarda madde kullanımına yönelik etiyolojik yolları karakterize etmektedir (Trucco & Hartmann, 2021). Öyle ki yapılan çalışmada davranışsal sorun skorları yüksek, sosyal davranış skorları düşük olan, öfke kontrol yetersizliği, heyecan arama davranışı, dürtüsellik, depresyon ve anksiyete skorları yüksek olan adölesanların madde kullanımları farklı maddeler için değişen oranlarda daha yüksek bulunmuştur (Yüce, 2019).

Sorunlu davranışlar yoluyla adölesanların madde kullanımına yönelik kademeli etkilerde başka bir ilgili faktörü de uyku bozukluklarıdır. Uyku sorunları, uyku süresi, uyku sürekliliği ve değişken hafta içi ve hafta sonu uyku-uyanıklık zamanlamasındaki eksiklikleri yansıtmaktadır. Yatakta uyanıklığa özgü uyku sorunlarının adölesan kaygısı ve depresyonundan önce geldiği bulunmuştur (Blake & Allen, 2020). Buna karşılık, uyku düzeninde uyumsuzluk, ödül süreçlerindeki bozulma ve madde kullanımına giden dışsallaştırma yolları ile ilişkilendirilmiştir. Yani uyku düzeninde uyumsuzluk, ödülle ilgili karar almayı ve madde kullanma kararını etkileyebilecek yürütücü işlevi ve engelleyici kontrolü bozmaktadır (Trucco

& Hartmann, 2021). Madde kullanımı ile uyku bozuklukları arasındaki ilişkilere dair kanıtlar, büyüyen adölesanlar arasında ciddi bir sağlık riski oluşturan uyku yoksunluğuna neden olabileceği bildirilmiştir (Kwon et al., 2019).

#### 2.4. Sosyal Faktörler

Adölesanlarda madde kullanımında bir diğer önemli alan sosyal bağlamdır. Ebeveynler ve akranlar adölesanların madde kullanımını etkileyen en belirgin sosyal bağlamlardan iki tanesidir. Sorunlu ebeveynlik; çocukların okula girdikten sonra rahatsız edici davranışlar sergilemesine yol açarak akran reddinin artmasına neden olabilmektedir. Bu dinamiklerin neden olduğu stres, paradoksal olarak ebeveynlerin uyum sağlayıcı ebeveynlik uygulamalarından çekilmesine yol açabilmektedir. Bu geri çekilme, adölesanın sapkın akranlarıyla ilişki kurma fırsatlarını artırabilir ve bu da muhtemelen madde kullanımının başlangıcını güçlendirebilir (Jumbe et al., 2021; Trucco & Hartmann, 2021). Öyle ki “heyecan arayanlar” için, adölesanların kendini açması ile madde kullanımı arasında çift yönlü bağlantılar bulunmuştur (Kapetanovic et al., 2020). Madde kullanmaya başlamada, kullanmayı sürdürmede ve bırakmada sosyal çevrenin önemli bir etken olduğu gösterilmiştir (Çevik & Kızmaz, 2021). Her ne kadar benlik saygısı geleneksel olarak psikososyal uyumun önemli bir bağıntısı olarak görülse de benlik saygısının bazı alanları ile adölesan madde kullanımı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu düşünülmektedir. Madde kullanımının akademik özsaygı, ailesel özsaygı ve fiziksel özsaygı ile anlamlı olumsuz bir ilişkisinin olduğu bildirilmiştir (Fuentes et al., 2020).

Madde kullanımını etkileyen en belirgin sosyal bağlamlardan bir diğeri de sosyoekonomik eşitsizliklerdir. Ülkelerdeki sosyoekonomik eşitsizlikler adölesanın madde kullanımı açısından büyük farklılıklar yarattığı görülmektedir (Shackleton et al., 2019).

#### 2.5. Ebeveyn Faktörleri

Çocuk ve adölesan gelişimini etkileyen en önemli etkenlerden biri ebeveynlik davranışıdır. Ebeveynlik, özellikle adölesanların önemli duygusal, bilişsel ve sosyal değişimlere başladığı, madde kullanımında ve bazı psikopatoloji türlerinde artış yaşandığı erken adölesan dönemde kritik bir öneme sahiptir. Erken adölesan dönemde uyumlu ebeveynlik, adölesanları psikopatolojiden koruyabilmektedir (Chaplin et al., 2019). Ebeveyn sıcaklığı, adölesana yönelik övgü ve katılım gibi sevildiğine dair bir mesajı yansıtan davranışları temsil ederken, ebeveyn kontrolü denetim ve disiplin gibi adölesan davranışını şekillendirmeyi amaçlayan eylemleri temsil etmektedir (Calafat et al., 2014; Luk et al., 2017; Trucco & Hartmann, 2021). Ebeveyn katılımının düşük olduğunu algılayan adölesanların, ebeveyn katılımının yüksek düzeyde olduğunu algılayan adölesanlara göre alkol kullanma riskinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (Trucco & Hartmann, 2021). Düşük sıcaklıkla karakterize edilen ebeveyn-adölesan ilişkileri, adölesanın davranışlarını etkili bir şekilde düzenleyememesine katkıda bulunabilmekte ve madde kullanımına başlama riskini artırabilmektedir (Hummel et al., 2013; Trucco & Hartmann, 2021). Öyle ki yapılan bir çalışmada en büyük dezavantajı yaşayan bireylerin, en büyük avantajı yaşayanlarla karşılaştırıldığında madde kullanımına karışma olasılığının daha yüksek olduğu ortaya koyulmuştur (Gordon et al., 2020).

Ebeveyn kontrolü alanında izleme/bilgi, belki de adölesanların madde kullanımına karşı en geniş çapta desteklenen koruyucu ebeveyn uygulamasıdır. İzleme, bir ebeveynin adölesanın

nerede olduğu, faaliyetleri ve ilişkileri hakkındaki bilgisini yansıtmaktadır (Trucco & Hartmann, 2021). Bir çalışma, daha düşük ebeveyn izlemesinin alkol kullanımının, aşırı içki içmenin ve esrar kullanımının başlamasını öngördüğünü göstermiştir (Rusby et al., 2018). Ebeveyn denetimi/bilgisi, madde kullanan akranlarla teması en aza indirerek adölesanların madde kullanımına karşı koruyucu olabileceği düşünülmektedir (Trucco & Hartmann, 2021). Düşük ebeveyn izlemi, yüksek madde kullanımıyla ve yüksek ebeveyn izlemi, heyecan arayışının düşük olduğu durumlarda düşük madde kullanımıyla ilişkilendirilmiştir (Rioux et al., 2019).

Ebeveynlik tarzlarının (Otoriter, demokratik, ihmalkar vb.) adölesanların madde kullanımını en aza indirebileceği ancak bu faktörlerin optimal kombinasyonunun muhtemelen ırk, etnik köken ve menşei ülkeye göre farklılık gösterebileceği bildirilmiştir. Otoriter ebeveynlik, siyahi ve Latin kökenli adölesanlarda, hoşgörülü ebeveynlik Asya kültürlerinde, Güney Amerika'da ise ihmalkâr tarz dışında tüm ebeveynlik tarzları adölesanların madde kullanımına karşı koruyucu olduğu tespit edilmiştir (Calafat et al., 2014; Trucco & Hartmann, 2021; Valente et al., 2017). Özellikle olumsuz ebeveyn tutumları ve anne eğitim düzeyinin düşük olması adölesanlarda madde bağımlılığı riskini artırmaktadır (Ayhan et al., 2021). Ayrık Zamanlı Hayatta Kalma modellerinin kullanıldığı bir çalışmada, hem daha zayıf bir ebeveyn-adölesan ilişkisine hem de daha düşük ebeveyn gözetimine ilişkin gençlik raporlarının alkol kullanımı, aşırı içki içme ve esrar kullanımının başlamasıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Rusby et al., 2018). Ebeveyn ile adölesanın madde kullanımı konuşma tarzları ve aile içi iletişim ortamları adölesanların madde kullanımı üzerindeki etkileri açısından önemli farklılık göstermiştir (Shin et al., 2019). Ebeveyn denetimi, disiplin, davranış kontrolü ve ödüller olarak kategorize edilen çeşitli aile yönetimi faktörleri, adölesanların madde kullanımı üzerinde risk veya koruyucu etkiler göstermiştir (Muchiri & dos Santos, 2018).

Ebeveynlikten psikopatolojiye kadar duyguyla ilgili sinir yollarında cinsiyet farklılıkları olabileceği vurgulanmaktadır. Uyumsuz ebeveynlik, kızlarda ve erkeklerde farklı şekilde, olumsuz duygusal uyarılara, sinirsel tepkilerin değişmesine yol açmaktadır. Kızlar için, olumsuz duygulara izin verme eğilimleri göz önüne alındığında, uyumsuz ebeveynlik, duyguyla ilgili beyin ağlarında olumsuz duygusal uyarılara yönelik aktivasyonun artmasına yol açabilmekte, bu da kızların semptomları içselleştirme ve olumsuz uyarılmayı azaltmak için madde kullanma riskine yol açabilmektedir. Erkekler için, olumsuz duyguları sınırlama eğilimleri göz önüne alındığında, uyumsuz ebeveynlik, olumsuz duygusal uyarılara yönelik sinirsel aktivasyonun körelmesine yol açarak, erkek çocukların uyarılmayı artırmak için madde kullanımına ve riskli davranışlara yönelmesine neden olabilmektedir (Chaplin et al., 2019; Hussong et al., 2017; Pelham et al., 2021).

Ebeveynler ayrıca adölesanların madde kullanımı üzerinde kendi madde kullanımları ve maddeye yönelik tutumları yoluyla daha doğrudan bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Ebeveynler, madde kullanım davranışına girdiklerinde adölesanlara madde kullanmalarını yönünde bir kabul mesajı iletmektedirler. Benzer şekilde ebeveynler, çocuklarına alkol tüketmelerine izin verirken içki içmenin olumsuz sonuçlara yol açma ihtimalinin düşük olduğu mesajını çocuklarına iletmektedir. Bir çalışma, adölesan dönemden önce ebeveynlerin alkol tatmasına izin vermesinin, alkole özgü bilişsel değerlendirmeler yoluyla geç adölesan dönemde



artan alkol tüketimini ve alkolle ilgili sorunları ortaya çıkardığını bildirmiştir (Colder et al., 2018; Rusby et al., 2018; Trucco, 2020; Trucco & Hartmann, 2021). Ebeveynin aşırı içki içmesi aynı zamanda adölesan dönemde alkol başlangıcını da yükselttiği vurgulanmaktadır (Rusby et al., 2018).

Çocuklukta kötü muamelenin adölesan dönemde madde kullanımı üzerindeki rolü desteklemektedir (Benedini & Fagan, 2020; Trucco & Hartmann, 2021). İhmal, fiziksel ve cinsel istismar bildiren adölesanların alkol, sigara ve esrar kullanma olasılığının, kötü muamele geçmişi olmayan adölesanlara kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Hussey et al., 2006). Madde kullanımıyla ilgili fiziksel istismar arasındaki ilişkiye kızlarda içselleştirme sorunlarının aracılık ettiğini, cinsel istismar ve madde kullanımı arasındaki ilişkiye kızlarda hem içselleştirme sorunlarının hem de öfkenin aracılık ettiğini, erkeklerde ise yalnızca öfkenin aracılık ettiği bulunmuştur (Benedini & Fagan, 2020; Trucco, 2020; Trucco & Hartmann, 2021). Ebeveynin kötü ve düşük kaliteli ilişki raporu esrar başlangıcını tetiklediği bildirilmiştir (Rusby et al., 2018). Şiddet ve/ veya istismara maruz kalmanın madde kullanma riskini arttırdığı ve madde kullanma alışkanlığına birçok riskli davranışın eşlik ettiği de sonuçlara yansımıştır (Çevik & Kızmaz, 2021). Fiziksel istismar, fiziksel ihmal, duygusal istismar, duygusal ihmal, cinsel istismar skorları yüksek olan adölesanların madde kullanımları farklı maddeler için değişen oranlarda daha yüksek bulunmuştur (Yüce, 2019).

## 2.6. Akran Faktörleri

Akranların adölesan madde kullanımını şekillendirmede doğrudan ve dolaylı etkisi bulunmaktadır. Akranlar ve adölesan arasındaki benzerlikler seçim ve sosyalleşme olarak iki süreçten kaynaklanmaktadır. Seçim, bir adölesanın madde kullanımı tutum ve/veya davranışlarındaki benzerliğe dayalı olarak belirli akran gruplarına katılma kararını ifade ederken, sosyalleşme adölesanın madde kullanımı tutum ve/veya davranışlarında akranlarına asimile olmak için yaptığı değişikliği ifade etmektedir. Çalışmalar, her iki sürecin de madde kullanımı konusunda adölesan ve akranları arasında yüksek benzerlikler yarattığını göstermektedir. Adölesanlarda alkol kullanımının, seçimi destekleyerek akran içki tüketimini öngördüğünü ve akran alkol kullanımının, sosyalleşmeyi destekleyerek adölesanlarda alkol tüketimini öngördüğü tespit edilmiştir (Patrick et al., 2014; Trucco et al., 2019; Trucco & Hartmann, 2021). Adölesan görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre madde kullanımında hem aile hem de akran ilişkilerinin önemli etkisi bulunmaktadır. (Yalman) Arkadaşlardan gelen destek ve aile desteği düşük olan öğrencilerde daha fazla esrar kullanımı ve daha kötü ruh sağlığı ile ilişkilendirildi (Moore et al., 2018). Çevresinde alkol ve sigara kullanan akranı olan, ders ya da okulu asma niyetiyle devamsızlık yapan, not ortalaması düşük olan adölesanların madde kullanımları farklı maddeler için değişen oranlarda daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Yüce, 2019).

Sosyalleşme bağlamları açısından gelişen bir alan, medyaya maruz kalmanın ve iletişimin adölesanların madde kullanımı üzerindeki etkisidir. Araştırmalar, adölesan madde kullanımıyla ilgili daha geleneksel medyaya maruz kalma (örneğin televizyon, radyo) arasında ilişkiler bulsa da akranları, pazarlama şirketleri ve ünlüler için yeni fırsatlar yaratmıştır. Videolara, kısa mesajlara ve sosyal ağlara 24 saat erişim sağlayan teknolojik ilerlemeler, adölesanın madde

kullanımına yönelik tutumlarını etkileyebilir. Adölesanlar arasında neredeyse her yerde akıllı telefon kullanımı, çevrimiçi etkinliklerin artmasına neden olmaktadır (Boyle et al., 2016; Trucco & Hartmann, 2021). Çevrimiçi geçirilen sürenin artmasıyla birlikte web sitelerinde ve sosyal ağ platformlarında madde kullanımını gösteren görsellere daha fazla maruz kalınmaktadır. Alkolle ilgili reklamlara ve sosyal medya içeriğine daha fazla maruz kalma, alkol kullanımının başlangıcını öngörmektedir (Boyle et al., 2016). Sosyal medya yoluyla maddeyle ilgili içeriğe maruz kalma, muhtemelen algılanan normlar aracılığıyla kullanımı ve madde kullanımına yönelik olumlu tutumların oluşmasını etkilemektedir. Bu kısmen sosyal medyada madde kullanımının gösterişli bir şekilde tasvir edilmesinden ve yanıltıcı medya içeriğinin aşırı bolluğundan kaynaklanmaktadır (Davis et al., 2019; Trucco, 2020; Trucco & Hartmann, 2021).

### 3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Adölesan madde kullanımı önemli bir toplum sağlığı sorunudur. Adölesanlarda madde kullanımının etiyojisi karmaşık ve çok yönlüdür. Madde kullanımı riskinin nasıl ortaya çıktığına dair doğru bir anlayışa sahip olmak için gelişimsel perspektiflere sağlam bir temel oluşturmak kritik öneme sahiptir. Adölesanların madde kullanım davranışı, biyolojik temelli bireysel risk faktörlerinin yanı sıra ebeveyn ve sosyalleşme bağlamlarının birçok alanıyla iç içedir. Çocuklukta ortaya çıkan, yetersiz veya yüksek davranışsal engelleme giderek daha problemleri davranışların gelişmesine neden olmaktadır. Bu gelişimsel süreçlerin tümü, adölesanın karar verme ve davranışlarını etkileyen çeşitli biyo-psiko-sosyal faktörler bağlamında adölesanların madde kullanımına neden olmaktadır.

Buna göre sağlık personeli ve özellikle hemşireler adölesan madde kullanımının etiyojisindeki doğal karmaşıklığı yansıtabilecek şekilde çoklu etki düzeylerini birleştiren çalışmalar yürütmeye devam etmelidir. Özellikle dijital müdahalelere odaklanarak ergenlerin yaşam tarzlarına yerleşmiş olan teknolojiden yararlanmalıdır.

### 4. KAYNAKLAR

- Altunkürek, Ş. Z., & Kardelen Özçoban. (2020). Lise Öğrencilerinin İnternet Bağımlılıkları ile Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları. *Bağımlılık Dergisi – Journal of Dependence*, 1(4), 275–284.
- Ayhan, F., Çöplü, M., & Türkmen, A. (2021). Adölesanların Madde Bağımlılığında Korunmaya İlişkin Öz Yeterlikleri ile Ebeveyn Bağlanma Düzeyleri Arasındaki İlişki. *Bağımlılık Dergisi*, 22(3), 285–296. <https://doi.org/10.51982/bagimli.901638>
- Benedini, K. M., & Fagan, A. A. (2020). From Child Maltreatment to Adolescent Substance Use: Different Pathways for Males and Females? *Feminist Criminology*, 15(2), 147–173. <https://doi.org/10.1177/1557085118810426>
- Blake, M. J., & Allen, N. B. (2020). Prevention of internalizing disorders and suicide via adolescent sleep interventions. *Current Opinion in Psychology*, 34, 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.08.027>
- Blanco, C., Flórez-Salamanca, L., Secades-Villa, R., Wang, S., & Hasin, D. S. (2018). Predictors of initiation of nicotine, alcohol, cannabis, and cocaine use: Results of the National Epidemiologic Survey on Alcohol and Related Conditions (NESARC). *The American Journal on Addictions*, 27(6), 477–484. <https://doi.org/10.1111/ajad.12764>



- Boyle, S. C., LaBrie, J. W., Froidevaux, N. M., & Witkovic, Y. D. (2016). Different digital paths to the keg? How exposure to peers' alcohol-related social media content influences drinking among male and female first-year college students. *Addictive Behaviors, 57*, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2016.01.011>
- Calafat, A., García, F., Juan, M., Becoña, E., & Fernández-Hermida, J. R. (2014). Which parenting style is more protective against adolescent substance use? Evidence within the European context. *Drug and Alcohol Dependence, 138*, 185–192. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2014.02.705>
- Çevik, M., & Kızmaz, Z. (2021). Uyuşturucu Bağımlılarının Demografi Özellikleri Ve Madde Kullanım Alışkanlıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14(37)*, 470–506. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.823646>
- Chaplin, T. M., Poon, J. A., Thompson, J. C., Hansen, A., Dziura, S. L., Turpyn, C. C., Niehaus, C. E., Sinha, R., Chassin, L., & Ansell, E. B. (2019). Sex-differentiated associations among negative parenting, emotion-related brain function, and adolescent substance use and psychopathology symptoms. *Social Development, 28(3)*, 637–656. <https://doi.org/10.1111/sode.12364>
- Colder, C. R., Frndak, S., Lengua, L. J., Read, J. P., Hawk, L. W., & Wieczorek, W. F. (2018). Internalizing and Externalizing Problem Behavior: a Test of a Latent Variable Interaction Predicting a Two-Part Growth Model of Adolescent Substance Use. *Journal of Abnormal Child Psychology, 46(2)*, 319–330. <https://doi.org/10.1007/s10802-017-0277-6>
- Davidson, L. L., Grigorenko, E. L., Boivin, M. J., Rapa, E., & Stein, A. (2015). A focus on adolescence to reduce neurological, mental health and substance-use disability. *Nature, 527(7578)*, S161–S166. <https://doi.org/10.1038/nature16030>
- Davis, J. P., Pedersen, E. R., Tucker, J. S., Dunbar, M. S., Seelam, R., Shih, R., & D'Amico, E. J. (2019). Long-term Associations Between Substance Use-Related Media Exposure, Descriptive Norms, and Alcohol Use from Adolescence to Young Adulthood. *Journal of Youth and Adolescence, 48(7)*, 1311–1326. <https://doi.org/10.1007/s10964-019-01024-z>
- Donoghue, K., Rose, H., Boniface, S., Deluca, P., Coulton, S., Alam, M. F., Gilvarry, E., Kaner, E., Lynch, E., Maconochie, I., McArdle, P., McGovern, R., Newbury-Birch, D., Patton, R., Phillips, C. J., Phillips, T., Russell, I., Strang, J., & Drummond, C. (2017). Alcohol Consumption, Early-Onset Drinking, and Health-Related Consequences in Adolescents Presenting at Emergency Departments in England. *Journal of Adolescent Health, 60(4)*, 438–446. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2016.11.017>
- Dumas, T. M., Ellis, W., & Litt, D. M. (2020). What Does Adolescent Substance Use Look Like During the COVID-19 Pandemic? Examining Changes in Frequency, Social Contexts, and Pandemic-Related Predictors. *Journal of Adolescent Health, 67(3)*, 354–361. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2020.06.018>
- Dumontheil, I. (2016). Adolescent brain development. *Current Opinion in Behavioral Sciences, 10*, 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.012>
- Fuentes, M. C., Garcia, O. F., & Garcia, F. (2020). Protective and Risk Factors for Adolescent Substance Use in Spain: Self-Esteem and Other Indicators of Personal Well-Being and Ill-Being. *Sustainability, 12(15)*, 5962. <https://doi.org/10.3390/su12155962>

- Gordon, M. S., Russell, B. S., & Finan, L. J. (2020). The Influence of Parental Support and Community Belonging on Socioeconomic Status and Adolescent Substance Use over Time. *Substance Use & Misuse*, 55(1), 23–36. <https://doi.org/10.1080/10826084.2019.1654513>
- Hamidullah, S., Thorpe, H. H. A., Frie, J. A., Mccurdy, R. D., & Khokhar, J. Y. (2020). Adolescent Substance Use and the Brain: Behavioral, Cognitive and Neuroimaging Correlates. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00298>
- Hindocha, C., Shaban, N. D. C., Freeman, T. P., Das, R. K., Gale, G., Schafer, G., Falconer, C. J., Morgan, C. J. A., & Curran, H. V. (2015). Associations between cigarette smoking and cannabis dependence: A longitudinal study of young cannabis users in the United Kingdom. *Drug and Alcohol Dependence*, 148, 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2015.01.004>
- Hummel, A., Shelton, K. H., Heron, J., Moore, L., & van den Bree, M. B. M. (2013). A systematic review of the relationships between family functioning, pubertal timing and adolescent substance use. *Addiction*, 108(3), 487–496. <https://doi.org/10.1111/add.12055>
- Hussey, J. M., Chang, J. J., & Kotch, J. B. (2006). Child Maltreatment in the United States: Prevalence, Risk Factors, and Adolescent Health Consequences. *Pediatrics*, 118(3), 933–942. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2452>
- Hussong, A. M., Ennett, S. T., Cox, M. J., & Haroon, M. (2017). A systematic review of the unique prospective association of negative affect symptoms and adolescent substance use controlling for externalizing symptoms. *Psychology of Addictive Behaviors*, 31(2), 137–147. <https://doi.org/10.1037/adb0000247>
- Jumbe, S., Kamninga, T. M., Mwalwimba, I., & Kalu, U.-G. (2021). Determinants of adolescent substance use in Africa: a systematic review and meta-analysis protocol. *Systematic Reviews*, 10(1), 125. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01680-y>
- Kapetanovic, S., Skoog, T., Bohlin, M., & Gerdner, A. (2020). Does one Size Fit All?—Linking Parenting With Adolescent Substance Use and Adolescent Temperament. *Journal of Research on Adolescence*, 30(S2), 443–457. <https://doi.org/10.1111/jora.12489>
- Khurana, A., Romer, D., Betancourt, L. M., & Hurt, H. (2017). Working memory ability and early drug use progression as predictors of adolescent substance use disorders. *Addiction*, 112(7), 1220–1228. <https://doi.org/10.1111/add.13792>
- Kun, B., Urbán, R., Paksi, B., Griffiths, M. D., Richman, M. J., & Demetrovics, Z. (2019). The Effects of Trait Emotional Intelligence on Adolescent Substance Use: Findings From a Hungarian Representative Survey. *Frontiers in Psychiatry*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00367>
- Kwon, M., Park, E., & Dickerson, S. S. (2019). Adolescent substance use and its association to sleep disturbances: A systematic review. *Sleep Health*, 5(4), 382–394. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2019.06.001>
- Luk, J. W., King, K. M., McCarty, C. A., McCauley, E., & Stoep, A. Vander. (2017). Prospective Effects of Parenting on Substance Use and Problems Across Asian/Pacific Islander and European American Youth: Tests of Moderated Mediation. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 78(4), 521–530. <https://doi.org/10.15288/jsad.2017.78.521>
- Mete, B., Söyler, V., Pehlivan, E., Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ç., İl Sağlık Müdürlüğü Halk Sağlığı Başkanlığı, B., & Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı

- Anabilim Dalı, İ. (2020). Adölesanlarda Sigara İçme ve Madde Kullanma Prevalansı Prevalence of Smoking and Substance Use in Adolescents. *Bağımlılık Dergisi*, 21(1), 64–71.
- Moore, G. F., Cox, R., Evans, R. E., Hallingberg, B., Hawkins, J., Littlecott, H. J., Long, S. J., & Murphy, S. (2018). School, Peer and Family Relationships and Adolescent Substance Use, Subjective Wellbeing and Mental Health Symptoms in Wales: a Cross Sectional Study. *Child Indicators Research*, 11(6), 1951–1965. <https://doi.org/10.1007/s12187-017-9524-1>
- Muchiri, B. W., & dos Santos, M. M. L. (2018). Family management risk and protective factors for adolescent substance use in South Africa. *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy*, 13(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s13011-018-0163-4>
- Patrick, M. E., Schulenberg, J. E., Maggs, J., & Maslowky, J. (2014). *Substance Use and Peers During Adolescence and the Transition to Adulthood* (K. J. Sher, Ed.; Vol. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199381678.013.004>
- Pelham, W. E., Tapert, S. F., Gonzalez, M. R., McCabe, C. J., Lisdahl, K. M., Alzueta, E., Baker, F. C., Breslin, F. J., Dick, A. S., Dowling, G. J., Guillaume, M., Hoffman, E. A., Marshall, A. T., McCandliss, B. D., Sheth, C. S., Sowell, E. R., Thompson, W. K., Van Rinsveld, A. M., Wade, N. E., & Brown, S. A. (2021). Early Adolescent Substance Use Before and During the COVID-19 Pandemic: A Longitudinal Survey in the ABCD Study Cohort. *Journal of Adolescent Health*, 69(3), 390–397. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2021.06.015>
- Rioux, C., Castellanos-Ryan, N., Parent, S., Vitaro, F., & Séguin, J. R. (2019). The Interactive Effects of Parental Knowledge with Impulsivity and Sensation Seeking in Adolescent Substance Use. *Child Psychiatry & Human Development*, 50(1), 95–107. <https://doi.org/10.1007/s10578-018-0825-5>
- Rudolph, K. E., Sofrygin, O., Schmidt, N. M., Crowder, R., Glymour, M. M., Ahern, J., & Osypuk, T. L. (2018). Mediation of Neighborhood Effects on Adolescent Substance Use by the School and Peer Environments. *Epidemiology*, 29(4), 590–598. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000832>
- Rusby, J. C., Light, J. M., Crowley, R., & Westling, E. (2018). Influence of parent–youth relationship, parental monitoring, and parent substance use on adolescent substance use onset. *Journal of Family Psychology*, 32(3), 310–320. <https://doi.org/10.1037/fam0000350>
- Sarvey, D., & Welsh, J. W. (2021). Adolescent substance use: Challenges and opportunities related to COVID-19. *Journal of Substance Abuse Treatment*, 122, 108212. <https://doi.org/10.1016/j.jsat.2020.108212>
- Shackleton, N., Milne, B. J., & Jerrim, J. (2019). Socioeconomic Inequalities in Adolescent Substance Use: Evidence From Twenty-Four European Countries. *Substance Use & Misuse*, 54(6), 1044–1049. <https://doi.org/10.1080/10826084.2018.1549080>
- Shin, Y., Miller-Day, M., & Hecht, M. L. (2019). Differential Effects of Parental “drug talk” Styles and Family Communication Environments on Adolescent Substance Use. *Health Communication*, 34(8), 872–880. <https://doi.org/10.1080/10410236.2018.1439268>
- Thorpe, H. H. A., Hamidullah, S., Jenkins, B. W., & Khokhar, J. Y. (2020). Adolescent neurodevelopment and substance use: Receptor expression and behavioral consequences. *Pharmacology & Therapeutics*, 206, 107431. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2019.107431>

- Trucco, E. M. (2020). A review of psychosocial factors linked to adolescent substance use. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, *196*, 172969. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2020.172969>
- Trucco, E. M., & Hartmann, S. A. (2021). Understanding the etiology of adolescent substance use through developmental perspectives. *Child Development Perspectives*, *15*(4), 257–264. <https://doi.org/10.1111/cdep.12426>
- Trucco, E. M., Madan, B., & Villar, M. (2019). The Impact of Genes on Adolescent Substance Use: a Developmental Perspective. *Current Addiction Reports*, *6*(4), 522–531. <https://doi.org/10.1007/s40429-019-00273-z>
- Valente, J. Y., Cogo-Moreira, H., & Sanchez, Z. M. (2017). Gradient of association between parenting styles and patterns of drug use in adolescence: A latent class analysis. *Drug and Alcohol Dependence*, *180*, 272–278. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2017.08.015>
- Winters, D. E., Wu, W., & Fukui, S. (2020). Longitudinal Effects of Cognitive and Affective Empathy on Adolescent Substance Use. *Substance Use & Misuse*, *55*(6), 983–989. <https://doi.org/10.1080/10826084.2020.1717537>
- Yüce, H. B. (2019). *Lise Öğrencilerinin Alkol Ve Madde Kullanım Özellikleri, Alkol Ve Madde Kullanımını Arttıran Risk Faktörleri İle Bunlara Yönelik Uygulanabilecek Önleme Programlarının Belirlenmesi* [Uzmanlık Tezi]. Marmara Üniversitesi.

## HASTANEDE YATAN ÇOCUKLARDA KESİNTİYE UĞRAYAN AKADEMİK YAŞAM VE HASTANE OKULU

Öğr. Gör. Dr., HAKAN AVAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, -  
ORCID ID: 0000-0003-2494-3671

### ÖZET

Önemli sayıda çocuk kronik veya uzun süreli hastalıklarla mücadele etmektedir. Bu durum uzun süreli okula devamsızlığa neden olmaktadır. Kronik veya uzun süreli hasta çocukların sürekli olarak okuldan uzak kalması problem oluşturmaktadır. Çünkü eğitim çocukların bilişsel gelişimini, normal olma duygusunu ve psikososyal refahlarını yükseltmede ve devam ettirmede kapsamlı bir rol oynamaktadır. Hastanede eğitim, sık veya uzun süreli hastanede kalış nedeniyle eğitimi kesintiye uğrayan okul çağındaki çocukların bakımı açısından kritik öneme sahiptir. Hastane okulu öğretmeni, hastanede yatan çocuklar için umut, normal olduğunu hissetme ve rutini sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Hastane okulu programı, geleneksel eğitime katılamayacak çocuklar için akademik sürekliliğin sürdürülmesinde esastır.

Bu derlemede amacımız hastanede yatmanın çocuk ve akademik yaşamına etkilerini değerlendirmek, hastane temelli eğitim programlarının önemini vurgulamak ve gelecekteki araştırmalara rehberlik etmektir.

**Anahtar Kelimeler:** Çocuk, Hastalık, Eğitim, Hastane, Okul

## INTERRUPTED ACADEMIC LIFE AND HOSPITAL SCHOOLING IN HOSPITALIZED CHILDREN

### ABSTRACT

A significant number of children struggle with chronic or long-term illnesses. This leads to long-term school absenteeism. The persistent absence of children with chronic or long-term illnesses from school is problematic. This is because education plays a comprehensive role in promoting and sustaining children's cognitive development, sense of normalcy and psychosocial well-being. Education in hospital is critical to the care of school-age children whose education is interrupted by frequent or prolonged hospitalization. The hospital school teacher plays an important role in providing hope, a sense of normalcy and routine for hospitalized children. The hospital school program is essential in maintaining academic continuity for children who cannot participate in traditional education.

Our aim in this review is to evaluate the effects of hospitalization on children and their academic life, to emphasize the importance of hospital-based educational programs and to guide future research.

**Keywords:** Child, Illness, Education, Hospital, School



## 1. GİRİŞ

Önemli sayıda çocuk kronik veya uzun süreli hastalıklarla mücadele etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) tahminlere göre her yıl yaklaşık 3 milyonun üzerinde çocuk hastaneye yatırılmaktadır. Bu durum uzun süreli okula devamsızlığa neden olmaktadır (Steinke et al., 2016; Mombaers & Donche, 2020).

Kronik tıbbi rahatsızlıkları veya özel sağlık bakım ihtiyaçları olan çocuklar, öğrenme becerilerini olumsuz yönde etkileyen çok sayıda kısa ve uzun vadeli soruna maruz kaldıklarından, psikososyal durumları öğrenme güçlükleriyle daha da kötüleşmektedir (Filce & LaVergne, 2015). Kronik veya uzun süreli hasta çocukların sürekli olarak okuldan uzak kalması problem oluşturmaktadır. Çünkü eğitim çocukların bilişsel gelişimini, normal olma duygusunu ve psikososyal refahlarını yükseltmede ve devam ettirmede kapsamlı bir rol oynamaktadır (Mombaers & Donche, 2020). Bu bağlamda anayasal olarak güvence altına alınan çocukların sağlık ve eğitim hakkını korumak ve birleştirmek için hastane okulu tarafından sağlanan eğitim son derece önemlidir. Bu derlemede amacımız hastanede yatmanın çocuk ve akademik yaşamına etkilerini değerlendirmek, hastane temelli eğitim programlarının önemini vurgulamak ve gelecekteki araştırmalara rehberlik etmektir.

## 2. HASTANEDE YATMANIN ÇOCUK VE AKADEMİK YAŞAMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Kronik hastalıkları olan çocuklar, genel yaşam kalitesinde düşme riskiyle karşı karşıyadır. Hastanede yaşam kalitesini artırmanın önemli bir bileşeni, psikososyal faktörleri ele alan kapsamlı bakımın kritik olduğunun kabul edilmesidir. Kapsamlı bakımın ilk adımı hastanede yatmanın çocuğun duygu durumu üzerine etkilerini anlamaktan geçmektedir.

Çocuk hastaneye geldiğinde kendisine ait olan her şeyden mahrum kaldığını, sık sık etkileşimde bulunduğu insanlardan uzaklaştığını, tanımadığı bir ortamda, yabancı kişilerle yakın temas halinde yaşamak zorunda kaldığını hissetmektedir. Sık sık veya uzun süreler boyunca hastaneye yatırılan çocuklar, ebeveynlerinden, kardeşlerinden ve akranlarından ayrı kalmanın yanı sıra acı verici ve çok sayıda tıbbi prosedüre maruz kalmak da dahil sayısız ve benzersiz bir stres faktörü yaşamaktadır (Lydia & Aurora, 2013; Steinke et al., 2016).

Hastanede yatış süreleri boyunca çocuğun hayatı kesintiye uğramakta; sosyalleşme, okul ve dinlenme gibi faaliyetler zorunluluktan dolayı durdurulmaktadır. Taburcu olduktan sonra, çocuk normal hayatına yeniden başlaması beklentisiyle eve dönebilir; ancak bu normallığe dönüş zor olabilir. Bu tür zorluklar depresyon, anksiyete, acıyla başa çıkma becerisinin azalması, kopma ve daha fazlası dahil olmak üzere olumsuz duygusal tepkilerle sonuçlanabilir. Bu alandaki mevcut araştırmalar hem sınırlı hem de eski olsa da bazı kanıtlar ebeveynlerin, hastane personelinin ve psikolojik kaynakların desteğinin, bu tür stres faktörlerinin zararlı kısa ve uzun vadeli etkilerine karşı bir tampon sağlayabileceğini göstermektedir (Steinke et al., 2016).

Hastaneye yatmanın çocuklar üzerindeki bilinen olumsuz etkileri göz önüne alındığında, ülke çapında pediatrik sağlık uzmanları, hastanelerin çocuğun tıbbi tedavisinin bir bileşeni olarak kapsamlı psikososyal bakımı dahil etme ihtiyacını giderek daha fazla kabul etmektedir. Sosyal

hizmet uzmanları, çocuk yaşam uzmanları, terapistler, psikologlar ve öğretmenler de dahil olmak üzere birçok yardım sağlayıcı, tüm çocuğun ihtiyaçlarını karşılayan kapsamlı bir destek sağlamak için çocuğun bakımına dahil olabilirler (Thompson et al., 2015; Wiener et al., 2015; Steinke et al., 2016). Bu ekip içinde bütüncül bir şekilde çocuğa destek olan hemşire ve öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Hemşireler çocuğun hastaneye, tedaviye ve diğer durumlara uyumunu sağlarken öğretmenin ise çocuğun tedavisi ile akademik yaşantısının uyumlu bir şekilde devam etmesini sağlamalıdır. Aksi takdirde ortaya çıkan uyum problemi hem tedavi sürecinin uzamasına hem de taburculuk sonrası normal yaşantısında sorunlara neden olabilir.

Çocuk hastaneleri, hastanede kalış sırasındaki öğrenme kaybını azaltmak ve geçiş planlarıyla okula dönüşü kolaylaştırmak için eğitim hizmetleri sunmaktadır (Boff et al., 2021). Hastaneden okul ortamına kötü geçişler fiziksel, psikolojik ve bilişsel olarak sağlık sonuçlarını ve hayata anlamlı katılımı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Etkili bir hastane okulu uygulaması bu risklerin azaltılmasına yardımcı olabilir (Lindsay et al., 2015). Çalışmalar, hastane okullarının öğrencilerin normallik duygusunu sürdürmelerine yardımcı olduğunu göstermektedir (Mombaers & Donche, 2020). Hastane okulu uygulaması rehabilitasyon sürecinin önemli bir bileşenidir (Ennis et al., 2013) ve nöropsikolojik işlevsellikte, problem çözmede, sosyal yeterlilikte ve bağımsızlıkta iyileşme; kaygı, depresyon ve yoksunluk belirtilerinde azalma gibi daha iyi sağlık sonuçlarıyla ve yeniden hastaneye yatışlarda azalmayla ilişkilendirilmiştir (McDougall et al., 2006; Dahlberg et al., 2007; Chevignard et al., 2010; Chan & Fong, 2011; Lindsay et al., 2015;).

### 3. HASTANE OKULU

Hastane Okulu, Milli Eğitim Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı arasında kurumlar arası anlaşma mantığı çerçevesinde, giderek artan bir şekilde ve teklif eğitimleri kapsamında düzenlenen bir okul yapısına dönüşmektedir. Hastane okulunun temel amacı, çocukların okul yaşantılarının kesintiye uğramadan tedavi gördüğü hastanede eğitimine devam ettirilmesini sağlamaktır (Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2010; Lydia & Aurora, 2013). Amerikan Pediatri Akademisi (AAP) okula devam edemeyen çocuklar için rehabilitasyon merkezi, hastane veya ev gibi alternatif bir ortamda eğitim sağlanması gerektiğini bildirmiştir (Boff et al., 2021). Hastanede eğitim, sık veya uzun süreli hastanede kalış nedeniyle eğitimi kesintiye uğrayan okul çağındaki çocukların bakımı açısından kritik öneme sahiptir. Hastane okulu öğretmeni, hastanede yatan çocuklar için umut, normal olduğunu hissetme ve rutini sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Hastane okulu programı, geleneksel eğitime katılmayacak çocuklar için akademik sürekliliğin sürdürülmesinde esastır (Steinke et al., 2016; Boff et al., 2021).

Hastanenin okul bölümlerinin işleyişi, kişinin hem fiziksel durumunu hem de psikolojik durumunu dikkate alan temel karakteristik hizmet sunumu modeline sahiptir. Hastane okulu öğretmenleri, diğer eğitimcilerden ziyade hastane personeliyle birlikte çalışmakta ve multidisipliner tıbbi bakım ekibinin bir parçası olarak hizmet vermektedir (Lydia & Aurora, 2013; Steinke et al., 2016; Boff et al., 2021). Hasta çocukların kapsamlı tedavisinde okul ve öğretmen desteği çocuğun sosyal çevresinin önemli unsurlarıdır. Çocukların normal



yaşamlarına bir bağ, geleceğe dair umutları ve gelecekteki bağımsız yaşamlarının bir koşulu olan okul önemli bir psikososyal ortamdır (Jenko & Lipec Stopar, 2015). Bu nedenle öğrencilerin akademik motivasyonlarının yanı sıra destek ihtiyaçlarının da araştırılması yararlı olacaktır. Hastalık ve sık ya da uzun süreli hastaneye yatışların çocuğun okula katılımını olumsuz etkilediği göz önüne alındığında, eğitimsel müdahaleler bu öğrenci topluluğunun desteklenmesinde önemli bir bileşen haline gelmektedir. Çocuğun gelişimindeki merkezi rolü nedeniyle okulun önemli olduğunu ve sağlık sorunu olan bir çocuğun kendi üzerinde biraz kontrol sahibi olabileceği bir alanı temsil ettiği belirtilmektedir (Crossland, 2002; Mombaers & Donche, 2020).

Kronik hastalığı nedeniyle hastanede kalmak zorunda kalan çocuk için hastalığın acısının yanında bir yılı kaybetme korkusu da bulunmaktadır. Çünkü hastanedeki çocuk, eğitim sürecinin devamlılığı açısından önemlidir. Hastane okulunda sadece öğrenmekle kalmamalı, kendisini takım arkadaşlarından izole hissetmemeli ve aynı zamanda sosyalleşme ve bağlanma fırsatları bulmalıdır (Lydia & Aurora, 2013). Hastaneye yatışların çocuğun okula katılımı üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, hastane öğretmeninin ve hastane okul programının rolü özellikle dikkate değerdir (Steinke et al., 2016). Genellikle kronik hastalıkları olan ya da ciddi ve/veya tekrar tekrar hastaneye kaldırılan çocuklar, eğer eğitim ve öğretim alanında uygun şekilde güvence altına alınmazlarsa, okuldan erken ayrılmak zorunda kalmaktadır (Lydia & Aurora, 2013). Hastaneye yatışın kendisi okul devamsızlığına neden olmakla kalmaz, çocuk taburcu olduktan hemen sonra okula dönemeyebilir. Birden fazla engeli olan öğrencilerin hastaneye her yatışlarında ortalama 28,9 gün devamsızlık yaptıkları görülmüştür (Steinke et al., 2016; Boff et al., 2021). Bu devamsızlıkların etkisini daha da artıran bir diğer husus da incelenen hastaneye yatışların sadece 46'da 1'inin, çocuğun kaçırdığı eğitimi yeniden alması için organize bir yöntem sağlayan bir geçiş planının oluşturulmasıyla sonuçlanmış olmasıdır. Kroniklik, devamsızlık ve hastalık ve tedavinin yan etkilerinin birleşimi hafiftir, ancak kümülatif etki potansiyel olarak zarar vericidir. Akademik olarak geride kalmak yetişmeye yol açar ve yetişmek de zaman kaybettirir. Özgüven ve başarı motivasyonu zayıflar (Steinke et al., 2016). Çocukların yüksek akademik performanslarını fiziksel olarak sürdürmedikleri zor dönemlerde, başaramamalarının öz imajlarını tehdit ettiğini ve hayal kırıklığıyla sonuçlanabileceğine dikkat çekilmektedir (Crossland, 2002). Uzun süreli veya düzenli hastanede yatmanın akademik motivasyonda rol oynayabileceğini ve bunun da akademik bağlılığı, öğrenmeyi ve akademik performansı etkileyeceği düşünülmektedir. Öğrencilerin temel psikolojik ihtiyaçlarının (özerklik, yeterlilik ve ilişkililik) karşılanması, içsel motivasyonu arttırmak için önemlidir (Crossland, 2002; Mombaers & Donche, 2020). Hastalık ve sık ve/veya uzun süreli hastaneye yatışların çocuğun okula katılımını olumsuz etkilediği göz önünde bulundurulduğunda, eğitim müdahaleleri bu öğrenci nüfusunu desteklemeye yönelik temel bir bileşen haline gelmektedir (Steinke et al., 2016; Boff et al., 2021).

Çocukların birçoğu için hastane tedavileri hayatlarını kurtarıırken istemeden de olsa dikkat, hafıza, yorgunluk, görsel tarama ve uzamsal yetenekleri olumsuz etkilemektedir (Steinke et al., 2016; Boff et al., 2021). Kronik hastalık yaşayan öğrencilerin %45'i akranlarına kıyasla daha düşük performans göstermiş ve birçoğu okulu sevmediklerini bildirmiştir (Steinke et al., 2016). Bu çocuklar, "normal" bir okula gitmek yerine, ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş eğitim

programlarının yürütülebildiği hastane okulları gibi başka eğitim seçeneklerine de sahiptirler. Bu eğitim programlarının spesifik içeriği ve şekli, hastalığın türüne ve tedavisine bağlı olduğu kadar, çocukların düzenli veya uzun süreli devamsızlıklarına da bağlıdır (Mombaers & Donche, 2020; Boff et al., 2021). Hastanede yatan çocukların özel deneyimlerine uygun olarak eğitim faaliyetlerinin yanı sıra eğitim hakkının da tam olarak kullanılmasının sağlanması, hastaneye yatma travmasının uygun eğitim desteği ile aşılmasına yardımcı olur, menşei okullarıyla temasın sürekliliğini sağlar. Hastalığın okula devamı engellemesi durumunda eve bir öğretmen göndermek aynı zamanda öğretmenler, hastane ile tamamlayıcı eğitim programı müdahaleleri ile taburcu olduktan sonra yeniden entegrasyonu teşvik etmektedir (Lydia & Aurora, 2013; Boff et al., 2021). Böylece bu programlar sağlık ve eğitim sistemleri arasında benzersiz bir iş birliği oluşturmaktadır.

#### 4. SONUÇ

Uzun süren tedaviler çocuğun fiziksel ve psikososyal yönden mücadele etmesi gereken zorlu bir süreçtir. Sağlık sorunları nedeniyle okula gidemeyen çocuklar için hastane okulları, tedavi ve eğitim işlerine ayak uydurmanın bir yolunu sağlamakta, aynı zamanda akranlarıyla yeniden bütünleşmenin ve normal hataya geçişin önünü açmaktadır. Sonuç olarak, pediatri hastanelerinde bu tür programların geliştirilmesi yoluyla çocuklar için okul ile hastane arasındaki boşluğu doldurmaya ve bu konuda araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

#### 5. KAYNAKLAR

- Boff, L. M., McGuire, A. L., & Raphael, J. L. (2021). Hospital-Based Education for Hospitalized Children: Current Practice and Future Direction. *Hospital Pediatrics*, 11(5), e75–e77. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2020-004556>
- Chan, D. Y. K., & Fong, K. N. K. (2011). The effects of problem-solving skills training based on metacognitive principles for children with acquired brain injury attending mainstream schools: a controlled clinical trial. *Disability and Rehabilitation*, 33(21–22), 2023–2032. <https://doi.org/10.3109/09638288.2011.556207>
- Chevignard, M., Toure, H., Brugel, D. G., Poirier, J., & Laurent-Vannier, A. (2010). A comprehensive model of care for rehabilitation of children with acquired brain injuries. *Child: Care, Health and Development*, 36(1), 31–43. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2009.00949.x>
- Crossland, A. (2002). Efficacy Beliefs and the Learning Experiences of Children with Cancer in the Hospital Setting. In *The Alberta Journal of Educational Research: Vol. XLVIII* (Issue 1).
- Dahlberg, C. A., Cusick, C. P., Hawley, L. A., Newman, J. K., Morey, C. E., Harrison-Felix, C. L., & Whiteneck, G. G. (2007). Treatment Efficacy of Social Communication Skills Training After Traumatic Brain Injury: A Randomized Treatment and Deferred Treatment Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(12), 1561–1573. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.07.033>
- Ennis, S. K., Rivara, F. P., Mangione-Smith, R., Konodi, M. A., MacKenzie, E. J., & Jaffe, K. M. (2013). Variations in the quality of inpatient rehabilitation care to facilitate school re-entry and

- cognitive and communication function for children with TBI. *Brain Injury*, 27(2), 179–188. <https://doi.org/10.3109/02699052.2012.729291>
- Filce, H. G., & LaVergne, L. (2015). Absenteeism, Educational Plans, and Anxiety Among Children With Incontinence and Their Parents. *Journal of School Health*, 85(4), 241–250. <https://doi.org/10.1111/josh.12245>
- Jenko, N., & Lipec Stopar, M. (2015). Adapting Creative And Relaxation Activities To Students With Cancer. In *International Journal Of Special Education* (Vol. 30, Issue 2).
- Lindsay, S., Hartman, L. R., Reed, N., Gan, C., Thomson, N., & Solomon, B. (2015). A Systematic Review of Hospital-to-School Reintegration Interventions for Children and Youth with Acquired Brain Injury. *PLOS ONE*, 10(4), e0124679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124679>
- Lydia, F., & Aurora, F. (2013). The Hospital School towards an Integrated Model of Training of Quality. *American Journal of Educational Research*, 1(10), 442–448. <https://doi.org/10.12691/education-1-10-6>
- McDougall, J., Servais, M., Sommerfreund, J., Rosen, E., Gillett, J., Gray, J., Somers, S., Frid, P., Dewit, D., Pearlman, L., & Hicoek, F. (2006). An evaluation of the paediatric acquired brain injury community outreach programme (PABICOP). *Brain Injury*, 20(11), 1189–1205. <https://doi.org/10.1080/02699050600975541>
- Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2010). Millî Eğitim Bakanlığı Evde ve Hastanede Eğitim Hizmetleri Yönergesi. *Millî Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi*, 73(2629), 1–14.
- Mombaers, T., & Donche, V. (2020). Hospital School Students' Academic Motivation and Support Needs: A Self-Determination Perspective. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00106>
- Steinke, S. M., Elam, M., Irwin, M. K., Sexton, K., & McGraw, A. (2016). Pediatric Hospital School Programming: An Examination of Educational Services for Students who are Hospitalized. *Physical Disabilities: Education and Related Services*, 35(1), 28–45. <https://doi.org/10.14434/pders.v35i1.20896>
- Thompson, A. L., Christiansen, H. L., Elam, M., Hoag, J., Irwin, M. K., Pao, M., Voll, M., Noll, R. B., & Kelly, K. P. (2015). Academic Continuity and School Reentry Support as a Standard of Care in Pediatric Oncology. *Pediatric Blood & Cancer*, 62(S5), S805–S817. <https://doi.org/10.1002/pbc.25760>
- Wiener, L., Kazak, A. E., Noll, R. B., Patenaude, A. F., & Kupst, M. J. (2015). Standards for the Psychosocial Care of Children With Cancer and Their Families: An Introduction to the Special Issue. *Pediatric Blood & Cancer*, 62(S5), S419–S424. <https://doi.org/10.1002/pbc.25675>

## Ti-6Al-4V ALAŞIMININ DELİNMESİNDE İŞLEME PARAMETRELERİNİN ÇAPAK YÜKSEKLİĞİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Dr. Öğr. Üyesi Mahmut ÇELİK<sup>1</sup>, Ferhat Demiryürek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, ORCID: [0000-0003-4272-1319](https://orcid.org/0000-0003-4272-1319),

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi,

### ÖZET

Titanyum ve alaşımları sahip oldukları yüksek mukavemet, korozyon direnci, ısı direnci ve düşük ağırlık özelliklerinden dolayı havacılık-uzay, otomotiv ve biyo-medikal sektöründe sıklıkla tercih edilmektedir. Titanyum alaşımlarının sahip oldukları bu üstün özellikler, bu alaşımların işlenebilirliklerini ise sınırlandırmaktadır. Geleneksel talaşlı imalat sırasında, malzemenin sahip olduğu düşük termal iletkenlik ve yüksek mukavemet sebebiyle kesici takım ile iş parçası arasında yüksek sıcaklıklar meydana gelmektedir. Artan sıcaklıkla birlikte iş parçası ile kesici takım arasında kimyasal tepkimeler gerçekleşmekte ve sonuç olarak iş parçası kesici takımın yüzeyine yapışmakta ve hızla aşınarak işlenen yüzeyin kalitesini düşürmektedir. Bu sebeple titanyum alaşımlarının talaşlı imalatı sürecinde işleme parametrelerinin optimizasyonu büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Ti-6Al-4V titanyum alaşımı kuru delme koşullarında sürekli delme deneylerine tabi tutulmuştur. Deneylerde kesme hızı (V), ilerleme miktarı (f) ve matkap uç açısı ( $\emptyset$ ) parametreleri, belirli sınırlar içerisinde değiştirilerek ve bu faktörlerin yüzey pürüzlülüğü ve çapak yüksekliği üzerindeki etkileri deneysel olarak tespit edilmiştir. Çalışma ile delik yüzeylerinin pürüzlülük değerlerini ve çapak yüksekliklerini en düşük seviyede tutarak delik kalitesi artırılmış ve her iki çıktı için de optimum delme parametrelerini belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ti6Al4V, Yüzey kalitesi, Delme, Çapak yüksekliği

### Investigation of The Effect of Machining Parameters On Burr Height and Surface Roughness in Drilling of Ti-6Al-4V Alloy

### ABSTRACT

Titanium and its alloys are frequently preferred in the aerospace, automotive and biomedical sectors due to their high strength, corrosion resistance, heat resistance and low weight properties. These superior properties of titanium alloys limit the machinability of these alloys. During traditional machining, high temperatures occur between the cutting tool and the workpiece due to the low thermal conductivity and high strength of the material. With increasing temperature, chemical reactions take place between the workpiece and the cutting tool, and as a result, the workpiece adheres to the surface of the cutting tool and wears rapidly, reducing the quality of the machined surface. For this reason, optimization of machining

parameters is of great importance in the machining process of titanium alloys. In this study, Ti-6Al-4V titanium alloy was subjected to continuous drilling tests under dry drilling conditions. In the experiments, the cutting speed (V), feed rate (f) and drill bit angle ( $\theta$ ) parameters were changed within certain limits and the effects of these factors on the surface roughness and burr height were determined experimentally. With the study, the hole quality was increased by keeping the roughness values of the hole surfaces and the burr heights at the lowest level and the optimum drilling parameters were determined for both outputs.

Keywords: Ti6Al4V, Surface quality, Drilling, Burr height

## 1. GİRİŞ

Teknolojideki gelişmelerle mühendislik alanında kullanılmakta olan bileşenlerin performans beklentileri de artmıştır. Özellikle havacılık-uzay ve otomotiv gibi endüstrilerde düşük yoğunluk ve yüksek dayanıma sahip malzemelere duyulan ilgi, imalat teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte daha da artmıştır. Yükselen mekanik beklentilerin yanı sıra yüzey kalitesi de mühendislik bileşenlerinin ayırt edici özellikleri arasında yerini almıştır. Titanyum alaşımları bu beklentileri karşılayacak üstün mekanik özelliklere sahiptir.

Yer kabuğunda yaklaşık olarak % 6 oranında bulunan Titanyum, teknolojik kısıtlar nedeniyle 1900'lü yılların ortalarına kadar endüstride kendisine yer bulamasa da 1952 yılında havacılık endüstrisinde yanma odalarında ve kanat bağlantılarında yapısal eleman olarak kullanılmaya başlanmıştır [1]. Sahip oldukları yüksek korozyon direnci, yüksek mukavemet ve düşük yoğunluk sayesinde Titanyum alaşımları günümüzde, biyomedikal, havacılık – uzay ve otomotiv endüstrilerinde yoğun olarak tercih edilmektedir [2–5].

Titanyum alaşımlarının sahip olduğu bu üstün özellikler bir takım sorunları da beraberinde getirmektedir. Özellikle talaşlı imalat esnasında zorluklarla karşılaşmaktadır. Talaşlı imalatta titanyumun sahip olduğu düşük ısı iletkenlikle birlikte yüksek dayanım, kesici takımla iş parçası arasındaki ısının artmasına yol açmakta ve plastik şekil değişimi zorlaşmaktadır. Sonuçta iş parçası takım yüzeyine yapışarak takımın daha hızlı aşınmasına yol açarken yüzey kalitesini de düşürmektedir [6,7].

Makine elemanlarının imalatı esnasında en sık kullanılan talaşlı imalat yöntemlerinden birisi de delme işlemidir. Delme işlemi hem mühendislik bileşeninin bireysel kullanımı için hem de diğer mühendislik bileşenleri ile montajlanabilmeleri için gerekli bir işlemdir. Delme işlemi sonrasında hem yüzey kalitesi hem de artık çapak yüksekliği bileşenlerin kullanılabilirlikleri açısından büyük önem arz etmektedir. Delme işlemi neticesinde oluşan çapakların ya ikincil bir operasyonla kaldırılması ya da en az seviyede tutulması gerekmektedir [8]. Bu nedenle titanyum alaşımlarının delinmesinde delme parametreleri ve bu parametrelerin optimizasyonu titizlikle belirlenmelidir. Titanyum alaşımlarının delinmesi hakkında araştırmacılar tarafından daha önce yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Li ve ark., çalışmalarında Titanyum alaşımının delinmesinde kesme hızı parametresinin delme kuvveti ve sıcaklık üzerindeki etkilerini incelemiş ve delme derinliği ile birlikte artan kesme hızının kuvveti ve sıcaklığı arttırdığını belirtmişlerdir. Çalışmada takım iş parçası arasındaki sıcaklık değerlerinin 1060 °C'ye kadar çıktığı raporlanmıştır [9].

Rahim ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ise Ti-6Al-4V alaşımı yüksek kesme hızlarında delme işlemine tabi tutulmuş ve delme ortamının takım aşınması, sıcaklık ve delme kuvvetleri üzerindeki etkilerini incelemiştir [10]. Genellikle delme verimini artırmak için kullanılan takıma/iş parçasına ultrasonik titreşim verme tekniği ise Ti-6Al-4V alaşımının delinmesinde sıcaklıkların daha yükselmesine ve takım aşınmasının artmasına neden olmuştur [11]. İşbilir ve ark. tarafından yapılan sayısal bir çalışmada ise Ti-6Al-4V alaşımının delinmesi sonlu elemanlar yöntemiyle modellenmiştir. Çalışma neticesinde delme kuvvetinin artmasının çapak yüksekliği ve malzeme üzerindeki gerilmelerin artmasına neden olduğu belirtilmiştir [12]. Yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların genellikle sıcaklık ve delme kuvvetleri üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmada ise Ti-6Al-4V alaşımından imal edilmiş levha şeklindeki iş parçası farklı delme koşullarında delinerek, matkap uç açısı, ilerleme miktarı ve kesme hızı parametrelerinin, delik yüzey pürüzlülüğü ve çapak yüksekliği üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneylerde ticari olarak temin edilmiş 60 x 100 x 4 mm boyutlarında Ti-6Al-4V alaşımından imal edilmiş levhalar kullanılmış olup Ti-6Al-4V alaşımına ait kimyasal bileşim ve mekanik özellikler sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir. Bu alaşım özellikle havacılık – uzay, biyomedikal ve otomotiv sektöründe sıklıkla tercih edilmektedir.

Çizelge 1. Ti6Al4V alaşımın kimyasal bileşimi [13]

Element	Ti	Al	V	Fe	O	C	N	H
%	89,464	6,08	4,02	0,22	0,18	0,02	0,01	0,0053

Çizelge 2. Ti6Al4V alaşımının mekanik özellikleri [13]

Özellik	
Sertlik (HRC)	36
Erime noktası (°C)	1878-1933
Maksimum çekme dayanımı (MPa)	862-1200
Akma dayanımı (MPa)	848-1080
Yoğunluğu (Mg/m <sup>3</sup> )	4,42-4,51
Elastikiyet modülü (GPa)	110-119

Delme işlemi K20 kalitesine sahip 8 mm çapındaki farklı uç açılara sahip matkaplarla Hartford marka HV45 PRO-1000 bilgisayarlı sayısal denetim (CNC) dik işleme merkezi aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Deneylerde kesme hızı, ilerleme miktarı ve matkap uç açısı parametreleri 3’er seviyede değiştirilerek tam faktöriyel deneysel tasarım metodu kullanılmış ve 27 adet deney gerçekleştirilmiştir. Deney düzeneği ve deneyler sonucunda elde edilen 27 delik Görsel 1’de görülmektedir. Deney parametreleri ve deneysel tasarım sırasıyla Çizelge 3 ve Çizelge 4’ te görülmektedir.



**Çizelge 3. Delme faktörleri ve faktör seviyeleri**

Parametre	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Matkap Uç Açısı (Ø) (°)	120	130	140
İlerleme miktarı (f) (mm/dk)	30	40	50
Kesme Hızı (V) (m/dk)	20	35	50
Ortam	Kuru		

**Çizelge 4. Deneysel Tasarım**

Deney no	Matkap Uç Açısı	Kesme Hızı	İlerleme Miktarı
1	120	20	30
2	120	20	40
3	120	20	50
4	120	35	30
5	120	35	40
6	120	35	50
7	120	50	30
8	120	50	40
9	120	50	50
10	130	20	30
11	130	20	40
12	130	20	50
13	130	35	30
14	130	35	40
15	130	35	50
16	130	50	30
17	130	50	40
18	130	50	50
19	140	20	30
20	140	20	40
21	140	20	50
22	140	35	30
23	140	35	40
24	140	35	50
25	140	50	30
26	140	50	40
27	140	50	50



**Görsel 1. Deneysel düzenek ve deney sonucu elde edilen delikler**

Deneyler sonrasında elde edilen deliklerin yüzey pürüzlülükleri ve çapak yükseklik değerlerinin ölçülebilmesi için delik kesimine dik olacak şekilde Metkon marka Metacut hassas kesme cihazı ile kesilerek ölçümleri için hazır hale getirilmiştir. Yüzey pürüzlülük ölçümleri Accretech Handysurf<sup>+</sup> portatif yüzey pürüzlülük cihazı yardımıyla delik yüzeylerinden 1 m/s ölçüm hızı ve 2 mm ölçüm aralığı olacak şekilde 2 farklı alandan ölçülerek ortalamaları ortalama yüzey pürüzlülük değeri (Ra) olarak kaydedilmiştir. Çapak yükseklikleri ise ZEISS marka GEMINI 500 taramalı elektron mikroskopi (SEM) aracılığıyla ölçülerek kayıt altına alınmıştır.

### 3. DENEY SONUÇLARI

Delik iç yüzeylerinin yüzey pürüzlülük değerleri ve ortalama çapak yükseklikleri Çizelge 5'te verilmiştir. Delme parametrelerinin yüzey pürüzlülük değerlerinin ve ortalama çapak yükseklikleri üzerindeki etkileri sonraki alt bölümlerde derinlemesine irdelenmiştir.

#### 3.1. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Sonuçları

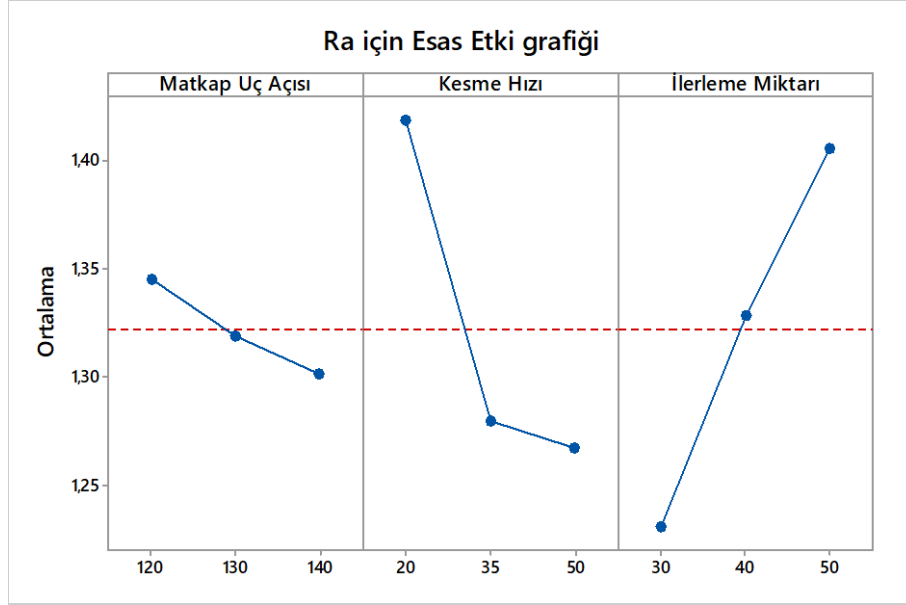
Çizelge 5 incelendiğinde Ra değerlerinin 1,128  $\mu\text{m}$  ile 1,551  $\mu\text{m}$  aralığında değiştiği görülmektedir. Yüzey pürüzlülük değerlerinin delme parametrelerine göre esas etki değerleri grafiksel olarak Görsel 2'de görülmektedir. Görselde kırmızı kesikli çizgi ile gösterilen değer tüm deneyler sonucunda ortalama Ra değeri olan 1,321  $\mu\text{m}$ 'yi temsil etmektedir. Görsel 2 incelendiğinde açıkça görülmektedir ki uç açısındaki artış yüzey pürüzlülüğü üzerinde olumlu bir etki yapmaktadır. Uç açısının  $120^\circ$  olduğu deneylerde Ra değeri ortalama 1,345  $\mu\text{m}$ ,  $130^\circ$  ve  $140^\circ$  olduğu deneylerde ise sırasıyla 1,319  $\mu\text{m}$  ve 1,301  $\mu\text{m}$  olarak ölçülmüştür. Artan uç açısı ile birlikte matkap ucu düzlemselleşmeye daha yaklaşmakta ve daha az miktarda talaş kaldırma işlemi yapmaktadır [14]. Sonuç olarak daha az kesme kuvvetine maruz kalmakta ve daha kaliteli yüzeyler elde edilmektedir. Kesme hızındaki artış da yüzey kalitesi üzerinde olumlu bir etki yapmaktadır. Kesme hızının 20, 35 ve 50 m/dak olduğu deneylerde ortalama Ra değerleri sırasıyla 1,418  $\mu\text{m}$ , 1,279  $\mu\text{m}$  ve 1,267  $\mu\text{m}$  olarak ölçülmüştür. Kesme hızının artması deformasyon bölgesinde ısının artmasına ve bununla birlikte daha kolay deformasyon oluşmasına ve talaşın daha kolay kaldırılmasına neden olmaktadır [15]. Artan kesme hızının yüzey kalitesi üzerindeki olumlu etkisi bu durumla ilişkilendirilebilir. İlerleme miktarındaki

artış ise yüzey kalitesini olumsuz etkilemektedir. İlerleme miktarı parametresinin 30 40 ve 50 mm/dak olduğu deneylerde ortalama Ra değerleri sırasıyla 1,231  $\mu\text{m}$ , 1,328  $\mu\text{m}$  ve 1,405  $\mu\text{m}$  olarak ölçülmüştür. İlerleme miktarı kesici takımın birim zamanda kaldırdığı talaşı temsil etmektedir. Birim zamanda kaldırılan talaş miktarının artması takım üzerine etki eden kuvveti artıracığından yüzey kalitesinde bozulmalar meydana gelmektedir.

Sonuç olarak yüzey pürüzlülüğü açısından en iyi sonuçlar uç açısının  $140^\circ$ , kesme hızının 50 m/dak ve ilerleme miktarının 30 mm/dak olduğu deneylerde elde edilmektedir.

**Çizelge 5. Deney sonuçları**

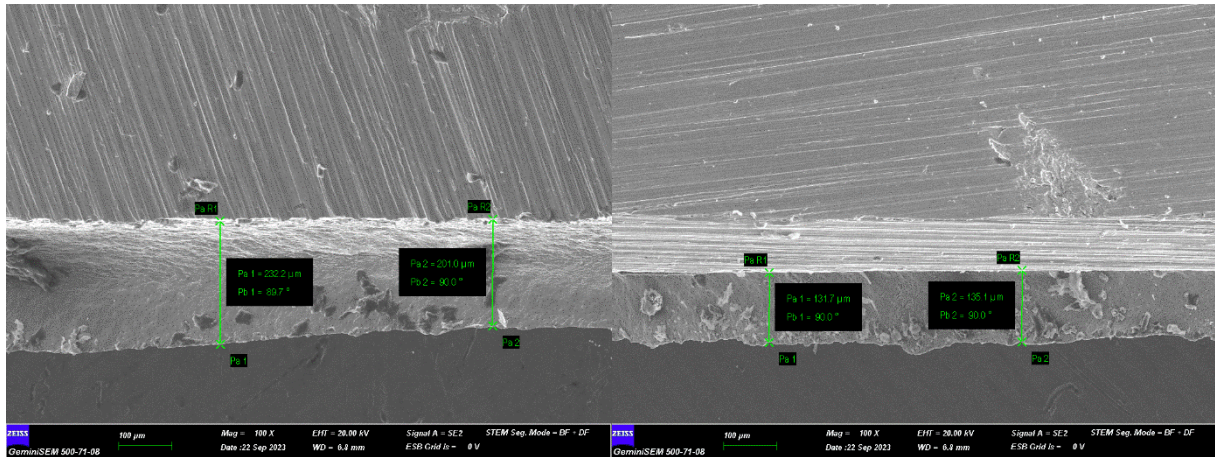
Deney no	Ra değerleri ( $\mu\text{m}$ )	Çapak yüksekliği değerleri ( $\mu\text{m}$ )
1	1,318	133,4
2	1,39	89,89
3	1,551	64,21
4	1,167	199,3
5	1,473	181
6	1,505	117,8
7	1,152	182,55
8	1,225	145,21
9	1,327	122,85
10	1,336	108,3
11	1,37	154,7
12	1,499	111,1
13	1,208	95,75
14	1,284	128,4
15	1,31	114,1
16	1,22	54,94
17	1,301	91,56
18	1,344	61,42
19	1,322	143,5
20	1,448	238,35
21	1,534	171,95
22	1,128	136,2
23	1,225	164,15
24	1,216	99,95
25	1,232	123,95
26	1,241	134
27	1,366	89,32



**Görsel 2. Ra için esas etki grafiği**

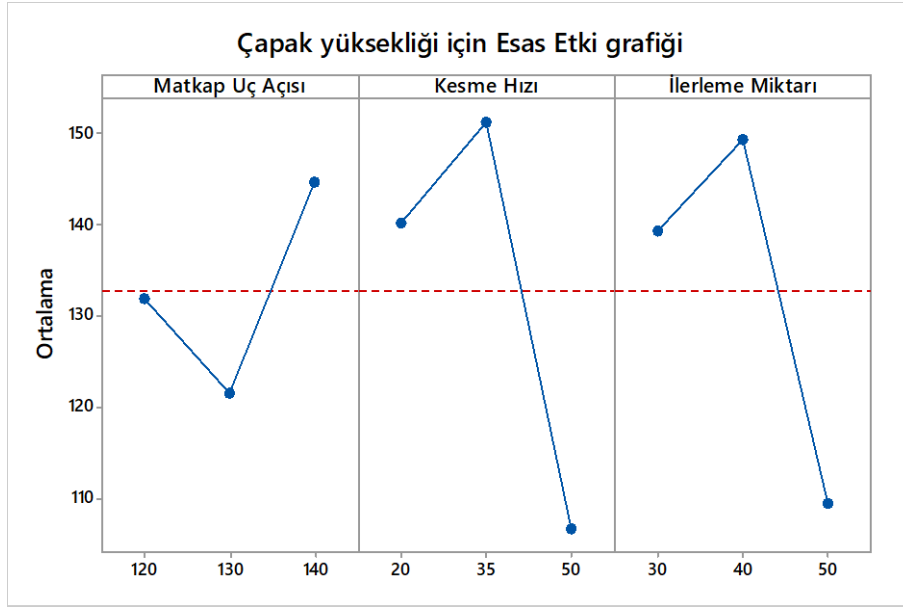
### 3.2. Çapak yüksekliği ölçüm sonuçları

Taramalı elektron mikroskobu ile ölçülen çapak yükseklikleri değerleri Çizelge 5'te, mikroskobik görüntü örnekleri ise Görsel 3'te verilmiştir. Delme işlemi neticesinde çıkış yüzeyinde meydana gelen çapak yükseklikleri 54,94  $\mu\text{m}$  ile 238,35  $\mu\text{m}$  aralığında değişmektedir. Delme parametrelerinin çapak yüksekliği üzerindeki esas etkiler ise Görsel 4'te verilmiştir. Görsel 4'te kırmızı kesikli çizgi ile gösterilen değer tüm deneyler sonucunda ortalama çapak yüksekliği değeri olan 132,70  $\mu\text{m}$ 'yi temsil etmektedir. Görsel 4 incelendiğinde uç açısının 1. ve 2. seviyesi olan 120° ve 130°lerin ortalama çapak yüksekliğinin altına kaldığı ancak 3. seviye olan 140° de çapak yüksekliklerinde keskin bir artış olduğu görülmektedir. Kesme hızı ve ilerleme miktarı parametrelerinin çapak yüksekliği üzerindeki etkileri ise benzer eğilim göstermektedir. Hem ilerleme miktarı hem de kesme hızı parametresinin 1. ve 2. seviyeleri ortalamanın üzerinde iken 3. seviyeler ortalama değer in altına kalmıştır. Benzer sonuçlar literatürde yapılan diğer çalışmalarda da edinilmiştir [8].



**Görsel 3. Çapakların SEM görüntüsü**

Çapak yüksekliği açısından en uygun parametre seviyeleri matkap uç açısı, kesme hızı ve ilerleme miktarı için sırasıyla 2., 3. ve 3. seviyelerdir.



**Görsel 4. Çapak yüksekliği için esas etki grafiği**

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada uç açısı, ilerleme miktarı ve kesme hızı olmak üzere 3 farklı parametre 3'er farklı seviyede değiştirilerek Ti6Al4V alaşımının K20 kalitesinde matkaplarla delinmesi sonucu ölçülen yüzey kalitesi ve çapak yüksekliği değerleri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Uç açısı parametresinin yüzey kalitesi açısından en iyi seviyesinin 3. seviye olan 140° olduğu çapak yüksekliği açısından ise 2. seviye olan 130° olduğu tespit edilmiştir.
- Kesme hızı parametresinin hem yüzey kalitesi hem de çapak yüksekliği açısından en iyi seviyesinin 3. seviye olan 50 m/dak olduğu tespit edilmiştir.
- İlerleme miktarı parametresinin yüzey pürüzlülüğü açısından en iyi seviyesinin 1. seviye olan 20 mm/dak iken çapak yüksekliği açısından ise 3. seviye olan 50 m/dak olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK-2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Desteği Programı tarafından desteklenmiştir. Proje No: 1919B012218812

#### KAYNAKÇA

- [1] Y.H. Çelik, E. Kiliçkap, Titanium Alaşımlarından Ti-6Al-4V'nin İşlenmesinde Karşılaşılan Zorluklar: Derleme, GU J Sci, Part C. 6 (2018) 163–175.  
<https://doi.org/10.29109/http-gujsc-gazi-edu-tr.333494>.
- [2] P. He, J. Zhang, R. Zhou, X. Li, Diffusion bonding technology of a titanium alloy to a stainless steel web with an Ni interlayer, Mater. Charact. 43 (1999) 287–292.

- [https://doi.org/10.1016/S1044-5803\(99\)00008-X](https://doi.org/10.1016/S1044-5803(99)00008-X).
- [3] İ.H. Uzun, F. Bayındır, Dental Uygulamalarda Titanyum ve Özellikleri, Atatürk Üniversitesi Diş Hekim. Fakültesi Derg. 20 (2010) 213–220.
- [4] L.E. Murr, S.A. Quinones, S.M. Gaytan, M.I. Lopez, A. Rodela, E.Y. Martinez, D.H. Hernandez, E. Martinez, F. Medina, R.B. Wicker, Microstructure and mechanical behavior of Ti-6Al-4V produced by rapid-layer manufacturing, for biomedical applications, J. Mech. Behav. Biomed. Mater. 2 (2009) 20–32.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2008.05.004>.
- [5] D. Ulutan, T. Ozel, Machining induced surface integrity in titanium and nickel alloys: A review, Int. J. Mach. Tools Manuf. 51 (2011) 250–280.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2010.11.003>.
- [6] T. Minton, S. Ghani, F. Sammler, R. Bateman, P. Fürstmann, M. Roeder, Temperature of internally-cooled diamond-coated tools for dry-cutting titanium, Int. J. Mach. Tools Manuf. 75 (2013) 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2013.08.006>.
- [7] Y. Şahin, Talas Kaldırma Prensipleri 2, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2001.
- [8] H. Gökçe, Ç.K. Üniversitesi, M. Fakültesi, Al 1050-H14 Alaşımının Delinmesi Sürecinde Yüzey Pürüzlülüğü, Çapak Oluşumu, Takım Aşınması, Çaptan ve Silindiriklikten Sapmanın Modellenmesi ve Tahmini Modeling and Estimation of Surface Roughness, Burr Height, Adhesion, Deviation from Diameter and Cylindrical in the Drilling Process of Al 1050-H14 Alloy, 2 (2021) 2717–7475.
- [9] R. Li, A.J. Shih, Tool Temperature in Titanium Drilling, J. Manuf. Sci. Eng. 129 (2007) 740–749. <https://doi.org/10.1115/1.2738120>.
- [10] E.A. Rahim, H. Sasahara, A study of the effect of palm oil as MQL lubricant on high speed drilling of titanium alloys, Tribol. Int. 44 (2011) 309–317.  
<https://doi.org/10.1016/J.TRIBOINT.2010.10.032>.
- [11] J. Pujana, A. Rivero, A. Celaya, L.N. López de Lacalle, Analysis of ultrasonic-assisted drilling of Ti6Al4V, Int. J. Mach. Tools Manuf. 49 (2009) 500–508.  
<https://doi.org/10.1016/J.IJMACHTOOLS.2008.12.014>.
- [12] O. Isbilir, E. Ghassemieh, Finite Element Analysis of Drilling of Titanium Alloy, Procedia Eng. 10 (2011) 1877–1882. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2011.04.312>.
- [13] Titanium Alloys - Ti6Al4V Grade 5, (n.d.).  
<https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1547> (accessed May 8, 2023).
- [14] Z. Demir, An experimental investigation of the effects of point angle on the high-speed steel drills performance in drilling, Meas. Control (United Kingdom). 51 (2018) 417–430.  
[https://doi.org/10.1177/0020294018797853/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177\\_0020294018797853-FIG9.JPEG](https://doi.org/10.1177/0020294018797853/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_0020294018797853-FIG9.JPEG).
- [15] B. Karayel, M. Nalbant, Ç4140 Malzemesinin Tornalamasında İlerleme, Kesme Hızı Ve Kesici Takımın Yüzey Pürüzlülüğü, Takım Ömrü Ve Aşınmaya Etkileri | TRDizin, Makine Teknol. Elektron. Derg. 11 (2014) 11–16.



## BIOINSPIRED ANTENNA DESIGN: BRIEF ANALYZING TECHNIQUES AND APPROACHES

**Res. Asst., Dr. Duygu Nazan GENÇOĞLAN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering,  
Department of Electrical-Electronics Engineering,  
ORCID ID: 0000-0001-5014-9514

### ABSTRACT

The intersection of bioinspired antennas and machine learning applications presents a transformative paradigm for enhancing wireless communication systems. In this study, the convergence of these two domains are explored their potential to revolutionize diverse applications such as smart devices, healthcare monitoring, and wearable technology. Bioinspired Antennas serve as the cornerstone of this study, drawing inspiration from the exquisite designs found in nature. These antennas, ranging from morphing to textile, dielectric resonator to reconfigurable, and metamaterial to smart skin antennas, offer adaptability, efficiency, and novel functionalities. By mimicking the forms and behaviors of biological structures, they provide innovative solutions for modern wireless technologies. Machine Learning, a potent tool in artificial intelligence, seamlessly integrates with bioinspired antennas to optimize their performance. Machine learning algorithms enable real-time adaptation, interference mitigation, and predictive maintenance, while also unlocking context-awareness and energy efficiency. This combination extends the boundaries of wireless communication, making it adaptable to dynamic environments and user-centric requirements. In this paper, the diverse bioinspired antenna design techniques are delved into to emphasize their applications in narrow-band, wideband, ultra-wideband, WLAN, and mobile communications. The usage of Machine Learning Techniques is also explored to optimize bioinspired antennas, demonstrating their capability to enhance performance, reduce power consumption, and facilitate adaptive functionalities. Machine learning's role in automating design processes and exploring design possibilities is showcased, underlining its significance in antenna engineering. Furthermore, the integration of bioinspired antennas into wearable technology are investigated, emphasizing the comfort, aesthetics, and energy efficiency they bring. Coupled with machine learning, bioinspired wearable antennas adapt intelligently to user movements and environmental dynamics, revolutionizing healthcare monitoring and personalized communication. The combination of bioinspired antennas and machine learning applications has the potential to transform wireless communication across various domains. From healthcare to smart cities, from industrial automation to IoT, this integrated approach offers adaptable, efficient, and context-aware solutions. This study underscores the promise of bioinspired antennas and machine learning, offering a glimpse into a future where nature's wisdom and artificial intelligence converge to create wireless systems that are truly intelligent, adaptive, and seamlessly integrated into our lives.

**Keywords:** Bioinspired Antennas, Machine Learning, Wearable Technology

## 1. INTRODUCTION

There are various types of bioinspired antennas that cater to different communication scenarios and requirements. Morphing antennas can change their physical shape and configuration, allowing for versatile adaptation to various communication needs. Textile antennas, made from conductive textiles, offer seamless integration into clothing and accessories, enhancing comfort and wearability/ flexibility. Dielectric resonator antennas mimic biological structures to achieve enhanced efficiency and bandwidth. Reconfigurable antennas can dynamically adjust their operational parameters to adapt to changing communication scenarios. Metamaterial antennas draw inspiration from biological structures to achieve unconventional and superior performance. Smart skin antennas, resembling animal skin, can be integrated directly onto the human body or other surfaces for unobtrusive and comfortable communication. That's why, bioinspired antenna design is a promising approach that leverages the lessons learned from nature to develop innovative antennas for modern wireless technologies [1]. By studying the diversity of the animal and plant kingdoms, engineers can develop antenna designs that mimic the shapes and structures found in nature [1]. These bioinspired antennas have various applications, including narrow-band, wideband, ultra-wideband, wireless local area network (WLAN), and mobile communications [2]. One example of bioinspired antenna design is the use of leaf-shaped antennas. Leaf-shaped antennas have attracted attention in the field of microwave engineering, particularly for ultra-wideband applications [2]. The shape of the radiating elements in these antennas can be generated using various methods, such as drawing in simulator software or using images generated by equations [2]. The directional leaf-shaped printed monopole antenna designed for the 4G 700 MHz band is an example of a bioinspired antenna that mimics the shape of a leaf [1]. This antenna design takes inspiration from the directional properties of leaves to achieve desired performance characteristics. Another example of bioinspired antenna design is the use of wearable textile antennas. Antennas made from wearable materials, such as denim, have been developed for applications in ultra-wideband, WLAN, and other frequency bands [1]. These antennas are based on Euclidean geometries, such as circular, square, and triangular shapes, and offer a low visual impact solution for wearable applications [1]. The use of bioinspired geometry in wearable antennas allows for their integration into visible objects used on the body, making them more aesthetically pleasing and practical. The advantages of bioinspired antenna design in wireless communication are numerous. By mimicking the shapes and structures found in nature, bioinspired antennas can offer improved performance characteristics, such as enhanced radiation patterns and increased bandwidth [3]. These antennas can also provide better adaptability to different environments and scenarios, as they are designed based on the principles observed in nature. Additionally, bioinspired antenna designs can offer compact and

lightweight solutions, making them suitable for portable and wearable applications [3]. In conclusion, bioinspired antenna design is a promising approach that leverages the lessons learned from nature to develop innovative antennas for modern wireless technologies. One example of bioinspired antenna design is the use of leaf-shaped antennas. Leaf-shaped antennas have attracted attention in the field of microwave engineering, particularly for ultra-wideband applications[4]. The shape of the radiating elements in these antennas can be generated using various methods, such as drawing in simulator software or using images generated by equations [4]. The directional leaf-shaped printed monopole antenna designed for the 4G 700 MHz band is an example of a bioinspired antenna that mimics the shape of a leaf [5]. This antenna design takes inspiration from the directional properties of leaves to achieve desired performance characteristics. Another example of bioinspired antenna design is the use of wearable textile antennas. Antennas made from wearable materials, such as denim, have been developed for applications in ultra-wideband, WLAN, and other frequency bands [5]. These antennas are based on Euclidean geometries, such as circular, square, and triangular shapes, and offer a low visual impact solution for wearable applications [5]. The use of bioinspired geometry in wearable antennas allows for their integration into visible objects used on the body, making them more aesthetically pleasing and practical. The advantages of bioinspired antenna design in wireless communication are numerous. By mimicking the shapes and structures found in nature, bioinspired antennas can offer improved performance characteristics, such as enhanced radiation patterns and increased bandwidth [6]. These antennas can also provide better adaptability to different environments and scenarios, as they are designed based on the principles observed in nature. Additionally, bioinspired antenna designs can offer compact and lightweight solutions, making them suitable for portable and wearable applications [6]. In conclusion, bioinspired antenna design is a promising approach that leverages the lessons learned from nature to develop innovative antennas for modern wireless technologies. Examples of bioinspired antenna designs include leaf-shaped antennas and wearable textile antennas. These designs offer advantages such as improved performance characteristics, adaptability to different environments, and compactness. By incorporating bioinspired principles into antenna design, engineers can create antennas that meet the requirements of various electromagnetic and antenna applications. Hence, bioinspired antennas have gained significant attention in recent years due to their potential in enhancing the performance and capabilities of wireless communication systems. These antennas are inspired by biological systems and aim to replicate their unique features and functionalities. In parallel, machine learning (ML) applications have also witnessed rapid advancements and have been successfully applied in various domains. This paper aims to investigate

the integration of bioinspired antennas and machine learning applications, exploring the potential synergies and benefits that can be achieved.

## 2. BIONSPIRED ANTENNA DESIGNS

Bioinspired antenna design involves drawing inspiration from natural structures and phenomena to create antennas with improved performance and functionality. Several approaches and techniques have been explored in the design of bioinspired antennas. One approach is the use of flexible materials in antenna design. Antennas made from flexible materials, such as Kapton polyimide, offer advantages in terms of adaptability and conformability to different surfaces, including the human body [7]. These flexible antennas can be designed to be in contact with biological tissues, allowing for applications in areas such as breast cancer detection [7]. The flexibility of these antennas enables them to conform to the dynamic contours of the body, improving comfort and wearability [7]. Another approach is the use of reflectors to improve antenna performance. By incorporating reflectors into the antenna design, the penetration of electromagnetic waves into the target medium, such as breast tissues, can be improved [7]. This can enhance the sensitivity and accuracy of applications such as breast cancer detection [7]. The use of bioinspired shapes and structures is another technique in antenna design. For example, antennas inspired by natural structures like vine leaves, elliptical leaves, and flower petals have been developed [3,8]. These bioinspired shapes can provide improved radiation characteristics and wideband operation [3, 8]. Additionally, the use of bionic designs, such as logos or patterns inspired by nature, can enhance the aesthetics and user acceptance of wearable antennas [9]. Furthermore, the integration of smart materials and nanotechnology has been explored in bioinspired antenna design. Smart bioinspired nanochannels, for example, can respond to various stimuli and have been used in energy conversion systems [10]. These nanochannels can be incorporated into antenna designs to enhance their functionality and adaptability [10]. Additionally, the use of nanomaterials and nanoscale structures can enable the miniaturization and improved performance of bioinspired antennas [11]. Machine learning techniques have also been applied in the design and optimization of bioinspired antennas. These techniques can be used to optimize antenna parameters, such as shape, size, and configuration, to improve performance and meet specific requirements [3, 12, 13]. Machine learning algorithms can also be used to automate the design process and explore a wide range of design possibilities [14]. In conclusion, bioinspired antenna design involves drawing inspiration from nature to create antennas with improved performance, adaptability, and functionality. Flexible materials, reflectors, bioinspired shapes, smart materials, nanotechnology, and machine learning techniques are some of the approaches and techniques used in the design of bioinspired antennas. These antennas have the potential to revolutionize various applications, including wireless communication, healthcare, and wearable devices.

### 3. MACHINE LEARNING TECHNIQUES ON BIOINSPIRED ANTENNAS

Bioinspired antennas, designed to imitate the adaptability and flexibility found in nature, have gained significant attention in the field of machine learning applications for wearable devices. These antennas offer unique characteristics that make them well-suited for integration with machine learning techniques, allowing them to dynamically adjust their shape and parameters based on user movement and environmental conditions [15]. This literature review aims to explore the various machine learning applications on bioinspired antennas and their potential impact on wearable devices. Bioinspired antennas, with their adaptability and flexibility, offer innovative solutions for wearable devices. The integration of machine learning techniques further enhances their performance and functionality. Machine learning algorithms can optimize the shape, configuration, and operational parameters of bioinspired antennas, improving their efficiency and adaptability [16]. These algorithms can also enable intelligent sensing and communication systems by leveraging the context-awareness capabilities of bioinspired antennas. One of the key advantages of bioinspired antennas is their improved comfort and aesthetics compared to traditional rigid antennas. The soft and pliable structures of bioinspired antennas enhance user experience, making wearables more comfortable to wear, especially over extended periods of use [15]. Machine learning algorithms can optimize the design of these antennas to ensure maximum comfort and wearability. Energy efficiency is another important aspect where bioinspired antennas, coupled with machine learning algorithms, excel. By intelligently managing transmission power and other operational parameters, these antennas can optimize their energy consumption, thereby extending the battery life of wearable devices [15]. Machine learning techniques can be used to develop energy-efficient algorithms that dynamically adjust the antenna's parameters based on user activity and environmental conditions. The combination of bioinspired antennas, machine learning, and sensor data from wearable devices enables context-awareness. These antennas can adapt their behavior based on the wearer's activities, physiological conditions, and environmental factors [15]. Machine learning algorithms can analyze the sensor data and optimize the antenna's performance accordingly, enabling personalized and responsive communication and healthcare monitoring [17]. Machine Learning Techniques for Bioinspired Antenna Design: Machine learning techniques have been successfully applied in the design and optimization of bioinspired antennas. These techniques enable efficient learning from data and can improve antenna performance, adaptability, and functionality. One approach is the use of machine learning algorithms to optimize the design parameters of bioinspired antennas. For

example, researchers have used machine learning algorithms to optimize the shape and configuration of vine leaf-inspired antennas, resulting in improved radiation characteristics and wideband operation [3]. These algorithms can explore a wide range of design possibilities and identify the optimal parameters for enhanced antenna performance. Another approach is the use of machine learning algorithms to optimize the operational parameters of bioinspired antennas. These algorithms can dynamically adjust the antenna's parameters, such as transmission power and frequency, based on user movement and environmental conditions. By continuously learning from the sensor data, the algorithms can optimize the antenna's performance in real-time, ensuring optimal communication and energy efficiency. Machine learning algorithms can also be used to develop intelligent sensing and communication systems using bioinspired antennas. These algorithms can analyze the sensor data from wearable devices and optimize the antenna's behavior based on the wearer's activities and physiological conditions. This enables personalized and responsive communication, enhancing the overall functionality and effectiveness of wearable devices. Conclusion: In conclusion, the integration of machine learning techniques with bioinspired antennas offers exciting possibilities for advancing wearable devices. Machine learning algorithms can optimize the design and operational parameters of bioinspired antennas, improving their performance, adaptability, and energy efficiency. These algorithms can also enable intelligent sensing and communication systems, enhancing the functionality and effectiveness of wearable devices. Further research and development in this field are needed to fully explore the potential of machine learning applications on bioinspired antennas and their impact on wearable technologies.

#### **4. BIOINSPIRED WEARABLE ANTENNAS AND MACHINE LEARNING APPLICATIONS**

The field of wearable technology has seen significant advancements in recent years, with applications ranging from healthcare monitoring to communication systems. One crucial component of wearable devices is the antenna, which enables wireless communication and data transfer. Traditional antenna designs may not be suitable for wearable applications due to their rigid structure and limited flexibility. Therefore, there is an increasing fascination with the creation of wearable antennas that draw inspiration from the shapes and configurations observed in the natural world. Additionally, machine learning techniques have emerged as powerful tools for optimizing antenna performance and enhancing wireless communication systems. This paper aims to review the literature on bioinspired wearable



antennas and their integration with machine learning applications. Bioinspired wearable antennas draw inspiration from natural structures and organisms to enhance their performance and adaptability. Various bioinspired designs have been proposed, including antennas inspired by leaves, insects, and animals. For example, a bioinspired transparent antenna based on the shape of the Ginkgo biloba leaf was developed for WLAN applications Júnior et al. (2017). The antenna exhibited a wide bandwidth and low visual impact, making it suitable for integration into wearable devices [18]. Another example is the use of textile materials and embroidery techniques to create wearable antennas [19]. These antennas offer flexibility, comfort, and ease of integration into clothing, making them ideal for wearable applications. Machine learning techniques have shown great potential in optimizing antenna performance and enhancing wireless communication systems. These methods can be applied to examine extensive data sets, detect trends, and generate forecasts. For example, support vector machines (SVMs) have been applied to antenna design to improve the accuracy and efficiency of optimization algorithms [20]. Neural networks have also been used to model and predict the behavior of antennas, enabling faster and more accurate design processes [21]. Furthermore, machine learning algorithms can be employed for the purpose of fine-tuning antenna characteristics, such as bandwidth, gain, and radiation pattern, in accordance with specific needs and limitations[22]. The integration of bioinspired wearable antennas and machine learning techniques offers exciting possibilities for the development of advanced wearable communication systems. By combining the flexibility and adaptability of bioinspired antennas with the optimization capabilities of machine learning algorithms, it is possible to create highly efficient and reliable wearable devices. As an illustration, machine learning algorithms can be applied to enhance the design factors of bioinspired antennas, including their form, dimensions, and material characteristics, in order to attain predefined performance criteria[23]. Furthermore, machine learning algorithms can be employed to analyze the data collected by wearable antennas, enabling real-time monitoring and analysis of physiological signals for healthcare applications [24]. Bioinspired wearable antennas and machine learning techniques have the potential to revolutionize the field of wearable technology. By drawing inspiration from nature and leveraging the power of machine learning algorithms, it is possible to create highly efficient and adaptable antennas for a wide range of applications. The integration of bioinspired antennas and machine learning techniques can lead to significant advancements in wearable communication systems, enabling improved performance, reliability, and user

experience. Additional investigation and progress in this field are essential to fully harness the potential of bioinspired wearable antennas and machine learning in the development of forthcoming wearable gadgets.

## 5. CONCLUSION

In conclusion, the integration of bioinspired antennas and machine learning applications holds great potential for enhancing wireless communication systems. Bioinspired antennas, inspired by biological systems such as sensory nerves, organic sensors, and dynamic reconfigurable antennas, offer unique features and functionalities that can be leveraged to improve the performance and capabilities of wireless communication systems. On the other hand, machine learning techniques have been widely applied in antenna design, optimization, and modelling, enabling improved performance, efficiency, and adaptability. By integrating bioinspired antennas with machine learning applications, novel antenna designs can be achieved. Machine learning algorithms can be used to optimize the performance of bioinspired antennas, improve their efficiency, and enable adaptive and reconfigurable functionalities. The combination of bioinspired antennas and machine learning can also enable intelligent sensing and communication systems, with applications in various domains such as healthcare, robotics, and the Internet of Things (IoT). Several studies have demonstrated the effectiveness of integrating bioinspired antennas and machine learning. For example, In their 2022 study, El-Kenawy and colleagues introduced an enhanced ensemble algorithm that leveraged machine learning to forecast the parameters of metamaterial antennas, resulting in superior precision when it comes to predicting bandwidth and gain. They also employed machine learning models to create and fine-tune a multiband rectangular spiral-shaped microstrip antenna, achieving outstanding predictive accuracy and suitability for use in multi-band wireless systems. Overall, the integration of bioinspired antennas and machine learning applications offers exciting possibilities for advancing wireless communication systems. Further research and development in this area are needed to explore the full potential of this integration and to address the challenges and opportunities that arise. By harnessing the unique features of bioinspired antennas and the capabilities of machine learning, enhanced performance, adaptability, and intelligence can be achieved, paving the way for future advancements in wireless communication technology.

## REFERENCES

1. Silva, P. F. d., Serres, A. J. R., Silva, J. C., and Freire, R. C. S. (2016). Bio-inspired design of directional leaf-shaped printed monopole antennas for 4G 700 MHz band. *Microwave and Optical Technology Letters*, 58(7), 1529-1533. <https://doi.org/10.1002/mop.29853>
2. Froes, E., Junior, P. F. S., Santana, E. E. C., Junior, C. M. S., Silva, P. J., Cruz, C. O., and Pinto, M. C. X. (2022). Monopole directional antenna bioinspired in elliptical leaf with golden ratio for WLAN and 4G applications. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21733-z>.
3. Konditi, D. B. O. and Dharmadhikary, V. M. (2021). Compact Vitis Vinifera-inspired Ultrawideband antenna for high-speed communications. *International Journal of Antennas and Propagation*, 2021, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2021/9975884>
4. Li, J., Shang, H., Ding, C., and Li, J. (2015). Recent developments and applications of bioinspired dendritic polymers. *Polymer Chemistry*, 6(5), 668-680. <https://doi.org/10.1039/c4py01537a>
5. Sankaralingam, S. and Gupta, B. (2012). Effects of bending on impedance and radiation characteristics of rectangular wearable antenna utilizing smart clothes. *Microwave and Optical Technology Letters*, 54(6), 1508-1511. <https://doi.org/10.1002/mop.26849>.
6. Loss, C., Gonçalves, R., Lopes, C., Pinho, P., and Salvado, R. (2016). Smart coat with a fully-embedded textile antenna for IoT applications. *Sensors*, 16(6), 938. <https://doi.org/10.3390/s16060938>.
7. Bahramiabarghouei, H., Porter, E., Santorelli, A., Gosselin, B., Popović, M., and Rusch, L. A. (2015). Flexible 16 antenna array for microwave breast cancer detection. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62(10), 2516-2525. <https://doi.org/10.1109/tbme.2015.2434956>.
8. Silva, R., Oliveira, E. E. C. d., Júnior, P. A. A. M., Fontgalland, G., and Barros, T. (2018). Symmetrical bioinspired UWB camellia flower-shaped monopole antenna. *Anais De XXXVI Simpósio Brasileiro De Telecomunicações E Processamento De Sinais*. <https://doi.org/10.14209/sbrt.2018.186>.
9. Ding, L., Wang, E., Wang, J., Zhang, W., and Zhang, H. (2022). A novel dual material bionic flexible logo antenna with ebg structure. *Progress in Electromagnetics Research M*, 109, 13-23. <https://doi.org/10.2528/pierm21111501>.
10. Li, R., Fan, X., Liu, Z., and Zhai, J. (2017). Smart bioinspired nanochannels and their applications in energy-conversion systems. *Advanced Materials*, 29(45), 1702983. <https://doi.org/10.1002/adma.201702983>.
11. Wang, D., Capehart, S. L., Pal, S., Liu, M., Zhang, L., Schuck, P. J., and Yoreo, J. J. D. (2014). Hierarchical assembly of plasmonic nanostructures using virus capsid scaffolds on dna origami templates. *ACS Nano*, 8(8), 7896-7904. <https://doi.org/10.1021/nn5015819>.
12. Froes, E., Silva, P. F., Santana, E. E. C., Sousa, C. M., Cruz, C. A. d. M., Aquino, V. S., and Silva, P. H. F. (2022). Monopole directional antenna bioinspired in elliptical leaf with golden ratio for WLAN and 4G applications.. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1851819/v1>.
13. Kaur, M. and Sivia, J. S. (2019). Giuseppe peano and cantor set fractals based miniaturized hybrid fractal antenna for biomedical applications using artificial neural network and firefly algorithm. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 30(1). <https://doi.org/10.1002/mmce.22000>.
14. Rodrigues, E. J. B., Lins, H. W. d. C., and D'Assunção, A. G. (2016). Fast and accurate synthesis of electronically reconfigurable annular ring monopole antennas using particle swarm

- optimisation and artificial bee colony algorithms. *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, 10(4), 362-369. <https://doi.org/10.1049/iet-map.2015.0106>.
15. Espinosa, L. M. d., Meesorn, W., Moatsou, D., and Weder, C. (2017). Bioinspired polymer systems with stimuli-responsive mechanical properties. *Chemical Reviews*, 117(20), 12851-12892. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00168>.
  16. Misilmani, H. M. E., Naous, T., and Khatib, S. K. A. (2020). A review on the design and optimization of antennas using machine learning algorithms and techniques. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 30(10). <https://doi.org/10.1002/mmce.22356>.
  17. Tazawa, Y., Liang, K. C., Yoshimura, M., Kitazawa, M., Kaise, Y., Takamiya, A., and Kishimoto, T. (2020). Evaluating depression with multimodal wristband-type wearable device: screening and assessing patient severity utilizing machine-learning. *Heliyon*, 6(2), e03274. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03274>.
  18. Júnior, P. F. S., Freire, R. C. S., Serres, A., Catunda, S., and Silva, P. H. d. F. (2017). Bioinspired transparent antenna for WLAN application in 5 GHz. *Microwave and Optical Technology Letters*, 59(11), 2879-2884. <https://doi.org/10.1002/mop.30853>.
  19. Tsohis, A., Whittow, W. G., Alexandridis, A. A., and Vardaxoglou, J. (2014). Embroidery and related manufacturing techniques for wearable antennas: challenges and opportunities. *Electronics*, 3(2), 314-338. <https://doi.org/10.3390/electronics3020314>.
  20. Zheng, Z. and Chen, X. (2010). Application of support vector machines to the antenna design. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 21(1), 85-90. <https://doi.org/10.1002/mmce.20491>.
  21. Fernández-García, R. and Gil, I. (2017). Textile yagi antenna at 1.8 GHz. 2017 Progress in Electromagnetics Research Symposium - Spring (PIERS). <https://doi.org/10.1109/piers.2017.8261821>.
  22. Misilmani, H. M. E., Naous, T., and Khatib, S. K. A. (2020). A review on the design and optimization of antennas using machine learning algorithms and techniques. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 30(10). <https://doi.org/10.1002/mmce.22356>.
  23. Wang, W., Shang, W., and Pan, D. (2014). The oil pipeline wireless communication system based on magnetic antenna. 10th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM 2014). <https://doi.org/10.1049/ic.2014.0160>.
  24. Akinsolu, M. O., Liu, B., Grout, V., Lazaridis, P. I., Mognaschi, M. E., and Barba, P. D. (2019). A parallel surrogate model assisted evolutionary algorithm for electromagnetic design optimization. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence*, 3(2), 93-105. <https://doi.org/10.1109/tetci.2018.2864747>.

## HOMOJENİZASYON PROSESİNİN EN AW 6082 BİYET MİKROYAPISI VE SERTLİĞİNE ETKİSİ

### EFFECT OF HOMOGENIZATION PROCESS ON EN AW 6082 BILLET MICROSTRUCTURE AND HARDNESS

**Dr.,FULYA KAHRIMAN<sup>1</sup>, Prof. Dr.,MUZAFFER ZEREN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, - 0000-0001-9609-0562

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, - 0000-0001-5490-3799

#### ÖZET

Endüstriyel uygulamalarda homojenizasyon prosesinin döküm biyetin daha kolay ve daha hızlı ekstrüde edilebilmesini sağladığı iyi bilinmektedir. Ayrıca döküm biyete daha iyi yüzey kalitesi ve daha yüksek çekme özellikleri kazandırmaktadır. EN AW 6082 alaşımının homojenizasyon prosesi, ekstrüzyon gibi sonraki işlemler sırasında kolayca yeniden çözünebilecek morfoloji ve boyuta sahip mümkün olduğu kadar çok miktarda Mg<sub>2</sub>Si fazının yeniden çökmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca EN AW 6082 alaşımına deformasyon yapısını korumak için ilave edilen ve yüksek sıcaklarda kararlı bileşikler oluşturan zirkonyum elementinin de homojenizasyon prosesindeki etkisi de incelenmelidir. Bu çalışmada, endüstriyel bir uygulamada dikey yarı sürekli döküm yöntemi ile üretilen EN AW 6082 ve ağırlıkça %0.3 oranında zirkonyum içeren EN AW 6082 biyetler için homojenizasyon proses koşullarının mikroyapı ve sertliğe etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla biyetler, döküm işlemini takiben 500 °C'de 10 saat ve 580 °C'de 6 saat tutulduktan sonra havada soğutularak iki farklı homojenizasyon prosesine tabi tutulmuştur. Daha sonra döküm ve homojen biyetlerden numuneler alınarak metalografik olarak hazırlanmış, ışık mikroskobu ile incelenmiş ve sertlik ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar 500 °C'de 10 saat yapılan homojenizasyon işlemi sonrasında α-Al dendritleri arasındaki interdendritik bölgelerde bulunan intermetalik bileşiklerin kısmen çözünmesi ile boyutlarının kısmen azalmasına rağmen ağsı yapılarını koruduklarını göstermiştir. 580 °C'de 6 saat yapılan homojenizasyon prosesinden sonra ise intermetalik bileşiklerin çözünmesine bağlı olarak interdendritik bölgelerin azaldığı görülmüştür. Elde edilen bu bulgular EN AW 6082 alaşımının homojenizasyon prosesinde tutma süresinden çok tutma sıcaklığının daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca zirkonyum ilavesinin bu sonuçları daha da olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler :** EN AW 6082 alüminyum alaşımı, homojenizasyon, mikroyapı, sertlik.

## 1. GİRİŞ

Doğrudan soğutmalı yarı sürekli yöntemi ile üretilen alüminyum işlem alaşımları, haddeleme ve özellikle ekstrüzyon gibi şekillendirme işlemlerinden önce homojenizasyon prosesine tabi tutulurlar [1, 2]. Homojenizasyon prosesi döküm biyetin, alaşımın solidüs sıcaklığının hemen altındaki uygun yüksek bir sıcaklığa belirli bir hızda ısıtılması, bu sıcaklıkta belirli bir süre tutulması ve uygun bir hızda soğutulması olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Bekletilen yüksek sıcaklıkta difüzyon arttığından alaşımdaki dendrit kolları arasındaki veya taneler arasındaki alaşım elementi konsantrasyon farkı yani mikrosegregasyon azalmaktadır. Bu nedenle bir alaşımın homojenizasyonunu kontrol eden faktör, ilgili alaşım elementlerinin homojenizasyon sıcaklığındaki difüzyon kabiliyetleridir. Homojenizasyon işlemi ne kadar yüksek sıcaklıkta yapılırsa homojen bir yapı eldesi o kadar kısa sürede sağlanır ve işlem endüstriyel açıdan daha kullanışlı hale gelir [3]. Buna karşın, bölgesel ergimelerden kaçınmak için homojenizasyon sıcaklığı her alaşım türünde yapı içindeki en düşük ergime sıcaklığına sahip fazın ergime sıcaklığını geçmemelidir. Bu tür bölgesel ergimeler daha sonra yapı içinde önemli hasarlara neden olmaktadır. Bu hasarlar arasında aşırı boşluk oluşumu, segregasyon, kabarcıklanma ve çatlama sayılabilir [4-6].

Geleneksel sürekli döküm yönteminde, hızlı katılma nedeniyle biyette merkezi çatlaklar meydana gelebilir. Bu durumu engellemek için pratik açıdan döküm hızı azaltılmalıdır. Azalan döküm hızı ile birlikte biyet dış bölgesinde (kabuk) görülen biyet segregasyonu (makrosegregasyon) yani enine kesitteki kimyasal bileşim farklılığı artarken, yapıda dendrit kolları arasındaki mesafelerde veya tane içinde meydana gelen mikrosegregasyon azalır. Ancak azalan döküm hızı ile birlikte yavaş katılma sonucunda oluşan kaba yapı biyet yüzey kalitesini ve verimliliği düşürür. En önemlisi de ticari döküm uygulamalarında, bir tane içindeki uniform alaşım elementi konsantrasyonu için gerekli difüzyonu sağlayacak yeterli sürelerin olmamasıdır. Ancak doğrudan soğutmalı sürekli döküm yöntemi gibi sonradan geliştirilen sistemlerde, katılma tek kademe yapıldığından ve kalıp içerisinde kalıp duvarı vasıtası ile gerçekleştirilen ısı transferi ile katılma yani birincil soğuma tamamen elimine edildiğinden kabuk oluşumu önlenir ve biyetlerin tüm yüzeyi boyunca uniform bir yapı elde edilir. Böylece makrosegregasyon giderilmiş olunur. Dökümde ergiyikten katılma sırasında oluşan mikrosegregasyon pratik açıdan döküm biyetlerin mekanik özelliklerini ve işlenebilirliklerini olumsuz etkilediği için önemlidir [7]. Bununla birlikte, biyetlere döküm işlemini takiben



homojenizasyon prosesi uygulanarak mikrosegregasyon en düşük seviyeye indirilebilir. Buna göre homojenizasyon işleminin iki ana hedefi olduğu söylenebilir; i) döküm sırasında oluşan mikrosegregasyonu mümkün olduğunca çok elimine etmek ve interdendritik bölgelerdeki kaba ve çözünebilir intermetalik bileşenleri parçalamak, ii) ikincil faz partiküllerinin çökmesini sağlamaktır [8, 9]. Bu sayede ekstrüzyon için gerekli pres gücü azaltıldığından ekstrüde edilebilirlik artar ve ekstrüzyon kalıbı veya üretilen profillerin zarar görmesi engellendiğinden kalıp ömrü artar.

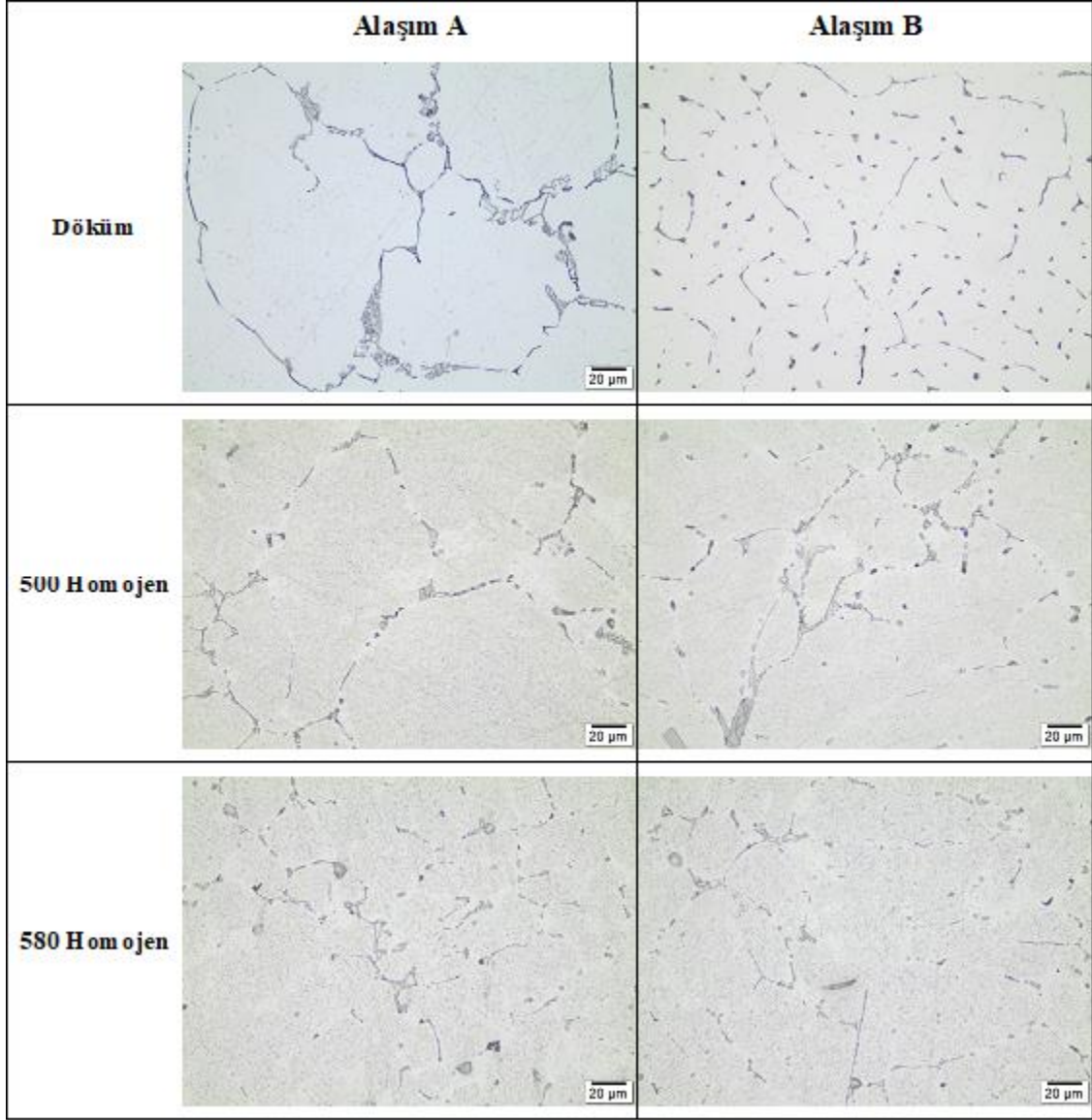
Ayrıca bu çalışmada, biyetin ekstrüzyonu sırasında deformasyon yapısının korunması ve sonraki ısıl işlemler ile yapıda matriks ile uyumlu şekilde oluşan ikincil kararlı çökeltilerin oluşmasını sağlayan zirkonyumun da homojenizasyon ısıl işlemi sırasındaki davranışı incelenmiştir [10].

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmada doğrudan soğutmalı yarı sürekli döküm yöntemi ile biyet şeklinde dökülen alaşımlar, dökümden kaynaklanan konsantrasyon gradyentinin homojenize edilmesi ve iç yapıda homojen dağılıma sahip çökelti oluşumunu temin edecek eşit itici gücün sağlanması için homojenizasyon fırınında 500 °C'de 10 saat ve 580 °C'de 6 saat tutulduktan sonra havada soğutularak iki farklı homojenizasyon prosesine tabi tutulmuştur. Döküm ve homojenize konumdaki biyetlerden numuneler alınarak metalografik olarak hazırlanmıştır. Metalografik hazırlama işleminde sırası ile 120, 320, 600, 1000 ve 2500 mesh boyutuna sahip SiC zımpara kağıtları kullanılmıştır. Daha sonra numuneler 3 µm ve 1 µm elmas solüsyon kullanılarak parlatılmıştır. Mikroyapıda fazlar arası kontrast artışı sağlamak için numuneler Keller ayracı ile dağlanmıştır. Mikroskobik incelemelerde refleksiyon tipi ışık mikroskobu (IM) kullanılmıştır. Daha sonra numuneler Vickers makro sertlik testine tabi tutulmuştur. Ölçümlerde 1 kgf (HV1) yük 10 saniye süre ile uygulanmıştır. Her numunede yüzeyde farklı bölgeler olmak üzere 5 ölçüm yapıldıktan sonra ortalaması ve standart sapması bulunmuştur.

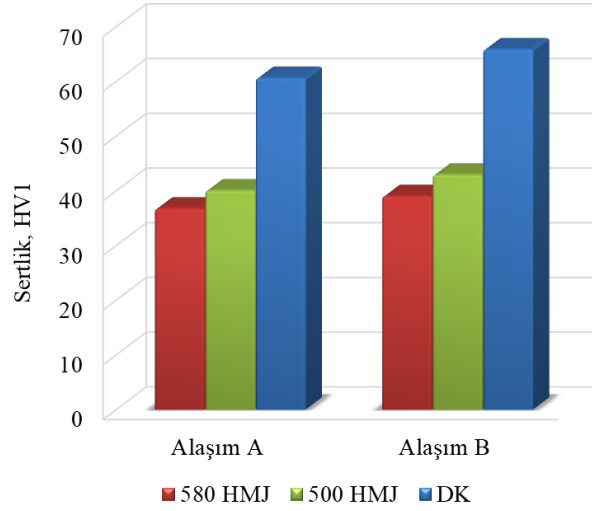
## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Görsel 1'de döküm biyetin ve 500 °C'de 10 saat ve 580 °C'de 6 saat tutularak homojenize edilen Alaşım A (EN AW 6082 alaşımı) ve Alaşım B'nin (ağr. %0.3 Zr içeren EN AW 6082 alaşımı) IM görüntüleri verilmiştir.



Görsel 1. Döküm ve homojenize haldeki biyetlerin IM görüntüleri.

Alaşımın döküm ve homojenize konumundaki sertlik değerleri Görsel 2’de verilmiştir. Döküm konumunda, Alaşım A’nın Vickers sertliği  $60,62 \pm 3$  HV1 ve Alaşım B’nin ise  $65,84 \pm 2$  HV1 olarak bulunmuştur. Zr içeriğinin artması ile birlikte alaşımların sertliğinde bir miktar artış olmuştur. Homojenize konumunda ise Vickers sertlik değerleri Alaşım A ve B için sırasıyla  $36,74 \pm 1$  HV1 ve  $39,02 \pm 2$  HV1’dir.



Görsel 2. Alaşımların döküm ve homojenize konumda Vickers (HV1) sertlik değerleri.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Döküm konumunda alaşım mikroyapısı  $\alpha$ -Al dendritlerini ve interdendritik bölgelerde intermetalik faz partiküllerini içermektedir. Özellikle Alaşım A döküm yapısı, kaba dentritik yapıyı ve interdendritik bölgelerde ağ şeklinde yapıya dağılmış kaba birincil partikülleri içermektedir. Alaşım A'nın döküm konumundaki IM görüntüsünde koyu gri kontrasttaki faz  $Mg_2Si$  intermetalığı, ötektik şeklinde görülen faz  $\alpha-AlFeMnSi$  intermetalığı ve bu fazlar arasındaki iğnesel şekilli faz ise  $\beta-AlFeSi$  intermetalığıdır. Alaşım B'nin döküm mikroyapısı ise, oldukça ince dentritik yapıya sahiptir ve Zr içeriğinden dolayı  $(Al,Si)_3Zr$  fazını da içermektedir. Zr içeriğinin bulunması ile birlikte interdendritik bölgelerdeki intermetalik bileşiklerin yapıya daha uniform boyutta ve şekilde dağıldığı görülmüştür.

Homojenize edilen alaşımların mikroyapıları incelemelerinde, interdendritik bölgede bulunan kaba ötektik yapının parçalandığı ve yapıya daha küresel şekilde dağıldığı görülmüştür. Alaşımların mikroyapılarında homojenizasyon prosesi ile  $Mg_2Si$  fazı ve kaba ötektik yapı matriks içinde çözülmüştür ve mikrosegregasyon elimine edilmiştir. Alaşımların kimyasal bileşiminde bulunan Mn, Cr, Zr gibi geçiş elementlerinin etkisi ile çökelti oluşumu meydana gelmiştir. Ayrıca, plakavari  $\beta-Al_5FeSi$  intermetalik fazı daha yuvarlak ve yapıda daha çok arzu edilen  $\alpha-Al_{12}(Fe, Mn)_3Si$  fazına dönüşmüştür.  $\alpha-Al_{12}(Fe, Mn)_3Si$  fazı morfolojik olarak daha küresel ve ince boyutta olduğundan malzemenin sünekliliğini arttırdığı için bu dönüşüm homojenizasyon prosesinde çok önemlidir [11-15].

Homojenize konumda sertlik, döküm konumuna göre daha düşüktür. Bu durum yapıdaki sert fazların çözünmesine atfedilebilir. Alaşımlarının dökümü sırasında, alaşım elementleri sıvı faza

segrege olarak biririkirler ve sonuçta mikroyapıda inhomojen alaşım elementi dağılımı meydana gelir. Bu nedenle mikro ölçekte alaşım elementlerinin homojen olmayan dağılımı homojenizasyon işlemi ile giderilmiştir. Ayrıca katılaşma sırasında oluşan düşük ergime dereceli ötektik bileşenlerin tane sınırlarında varlığı da segregasyona neden olabilir. Homojenizasyon işlemi bu partiküllerin ve ayrıca döküm sırasında oluşan keskin köşeli sert fazların çözünmesini sağlamıştır. Örneğin Fe elementi, Mn, Si gibi belirli alaşım elementleri ile alüminyum alaşımlarının yapısında en çok görülen bileşiklerdir. Bu bileşikler morfolojiler olarak alaşımın sıcak işlenebilirliğini ve bu nedenle ekstrüzyon sırasında proses parametrelerinin uygulanma aralığını olumsuz etkilerler. Bu nedenle bu partiküller homojenizasyon işlemi ile daha küresel hale gelmiştir.

Alaşımların IM mikroyapı görüntülerinden görüldüğü üzere, homojenizasyon proses parametreleri homojenizasyondan sonra elde edilecek yapıyı etkilemektedir. 500 °C’de 10 saat uygulanan homojenizasyon prosesi sonrası döküm yapıda oluşan intermetalik yapının ağsı şeklinin elimine edilmeye başlandığı görülmüştür. 580 °C’de 6 saat uygulanan homojenizasyon prosesi sonrasında ise inderdendritik bölgelerdeki nispeten ince intermetalik bileşiklerin tamamen çözüldüğü ve kaba olanların ise büyük oranda çözünerek kısmen yapıda kaldığı görülmüştür. Elde edilen bu yapılar EN AW 6082 alüminyum alaşımının homojenizasyonunda homojenizasyon prosesinde tutma süresinden ziyade tutma sıcaklığının daha etkili olduğunu göstermiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Akdı, S., Demirpolat, H., *Investigation of The Homogenization Pprocess in Aluminium Wroughta Alloys*, The International Aluminium-Themed Engineering and Natural Sciences Conference (IATENS’19), Seydişehir, Turkey, 2019.
- [2] Asa, S., *AA6061 İşlem Alaşımının Homojenizasyon Prosesinin Ekstrüzyon Kabiliyetine Etkisi*, YL tez, Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, İstanbul, 2010.
- [3] Cieslar, M., Bajer, J., Hájek, M., Očenášek, V., *In-situ Electron Microscopy Observations of the Microstructure Changes in The 6082 Aluminium Alloy During Homogenization*, METAL 2012, Brno, Czech Republic, 2012.
- [4] Woźnicki, A., Leszczyńska-Madej, B., Leśniak, D., Włoch, G., Wojtyna, A., *The Effect Of Homogenization Conditions On The Structure And Properties of 6082 Alloy Billets*, Archives of Metallurgy and Materials, No 3, 1763-1771, 2015.

- [5] Birol, Y., *The Effect of Homogenization Practice on The Microstructure of AA6063 Billets*, Journal of Materials Processing Technology, Volume 148, Issue 2, 250-258, 2004.
- [6] Keleşoğlu, E., Erarslan, Y., *Alüminyum Ekstrüzyon Teknolojisi*, Ege Yayınevi, İstanbul, 2005.
- [7] Robson, J. D., Prangnell, P. B., *Dispersoid Precipitation and Process Modelling in Zirconium Containing Commercial Aluminium Alloys*, Acta Materialia, 49, 599–613, 2001.
- [8] Hallem, H., *Precipitation Behaviour and Recrystallisation Resistance in Aluminium Alloys with Additions of Hafnium, Scandium and Zirconium*, Doctoral Thesis, Department of Materials Technology, the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, 2005.
- [9] Turbalıoğlu, K., *6063 Alüminyum Alaşımının Düşey Sürekli Döküm Yönteminde Üretim Parametrelerinin Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2008.
- [10] Robson, J. D., Prangnell, P. B., *Dispersoid Precipitation and Process Modelling in Zirconium Containing Commercial Aluminium Alloys*, Acta Materialia, 49, 599–613, 2001.
- [11] Woźnicki, A., Leśniak, D., Włoch, G., Leszczyńska-Madej, B., Wojtyna, A., *The Effect of Homogenization Conditions on The Structure and Properties of 6082 Alloy Billets*, Archives of Metallurgy and materials, 60(3), 1763-1771, 2015.
- [12] Rometsch, P.A., Wang, S. C., Harriss, A., Gregson, P. J., Starink, M. J., *The Effect of Homogenizing on the Quench Sensitivity of 6082*, Materials Science Forum, 396(402), 655-60, 2002.
- [13] Remøea, M. S., Marthinsena, K., Westermanna, I., Pedersenb, K., Røyset, J., Marioara, C., *The Effect Of Alloying Elements On The Ductility of Al-Mg-Si Alloys*, Materials Science&Engineering A, 693, 60–72, 2017.
- [14] Tanihata, H., Sugawara, T., Matsuda, K. et al. *Effect of Casting and Homogenizing Treatment Conditions on The Formation of Al-Fe-Si Intermetallic Compounds in 6063 Al-Mg-Si Alloys*, Journal of Materials Science 34, 1205–1210, 1999.
- [15] Baruah, M., Borah. A., *Processing and Precipitation Strengthening of 6xxx Series Aluminium Alloys: A review*, Int J. Mater. Sci., 1(1), 40-48, 2020.

## GAMMA RADIATION DOSE MEASUREMENTS AROUND THE MINING SITE

Assist. Prof. Dr. HALİME KAYAKÖKÜ<sup>1</sup>, Assist. Prof. Dr. MUHAMMED FATİH  
KULUÖZTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bitlis Eren University, Vocational School of Health Services, 0000-0003-4036-4012

<sup>2</sup> Bitlis Eren University, Department of Electrical-Electronics Engineering,  
0000-0001-8581-2179

### ABSTRACT

Environmental radiation measurements are carried out in order to determine the radiation dose that people receive from environmental sources and to assess the health risk that it may pose. In the regions where mining sites are densely located in Hekimhan and Kuluncak districts of Malatya, measurements were made in the air at a height of approximately 1 m above the ground to determine the gamma dose rates absorbed in the open air. The measurements were carried out with the help of a portable device containing a scintillation detector with a 2"×2" NaI (Tl) crystal. Annual effective dose rate and lifetime cancer risk values were calculated to see the impact of the obtained results on the environment and living organisms. As a result of the measurements and calculations, the highest value was obtained for T-15 (Deveci) point, while the lowest value was obtained for T-6 (Güzelyurt) point. The average of the measured values for absorbed gamma dose rates was calculated as 71 nGy/h. This value is above the world average value (60 nGy/h) recommended by UNSCEAR (2000). The average values obtained for the annual effective dose rate and lifetime cancer risk were 53.1 μSv/y and  $0.18 \times 10^{-3}$ , respectively. These values are below the recommended world average values. Based on the results of the study, it can be concluded that there is no inhalation-related radiation risk for the people living in these regions, except for the measurement points T-10 (Bıyıkboğazı) and T-15 (Deveci).

**Keywords:** Scintillation detector, Radiation, Environmental gamma, Absorbed dose, Cancer risk

### 1. GİRİŞ

Radioactive dust and particles from natural sources, cosmic interactions, nuclear accidents and nuclear tests constitute the radioactivity in the atmosphere near the surface. In nuclear explosions, fission products, residual fissile material and activation products are released into the atmosphere at high temperatures. In explosions close to the earth's surface, soil and rock fragments are also added to this mixture. Thus, radioactive particles of various sizes are formed and cause radioactive contamination. All living beings have been living with radiation continuously since the formation of the world. They are exposed to internal and external ionizing radiation from natural sources such as cosmic rays from outer space and the



sun, long half-life radioisotopes in the earth's crust, soil and building materials, water and food. (Kapdan, 2009; Ataksor, 2002). Living organisms are exposed to a dose of 85% from natural radiation sources and 15% from artificial radiation sources (UNSCEAR, 2008).

Depending on the geological and geographical structure of the region and the amount of  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  and  $^{40}\text{K}$  radioactive elements in the earth's crust, environmental gamma radiation dose rate values may vary from region to region and even within the same region (Eisenbud, 1987; Karahan, 1997).

The aim of this study is to measure the absorbed gamma dose rates ( $D_R$ ) in the air at certain points in the regions close to the mineral deposits in Hekimhan and Kuluncak (Malatya) districts where rich mineral deposits are located. Annual effective dose rates (AEDR) and excess lifetime cancer risk (ELCR) values were calculated to see the impact of the results on the environment and living organisms.

## 2. EXPERIMENTAL STUDIES

The Hekimhan (Malatya) region, located in the Eastern Taurus system, is composed of Jurassic-Cretaceous neritic limestones and Cretaceous ophiolitic rocks (Figure 1). These units are unconformably overlain by the Upper Cretaceous clastic carbonate Hekimhan Formation and the concurrent Hasançelebi volcanics. Paleocene aged syenite and Paleocene-Pliocene aged marine clastic-carbonate units and terrestrial clastics are observed in the region. Pliocene aged volcanics consisting of pyroclastics, andesites and basalts and Quaternary aged alluvium constitute the youngest unit of the region (MTA 2002).

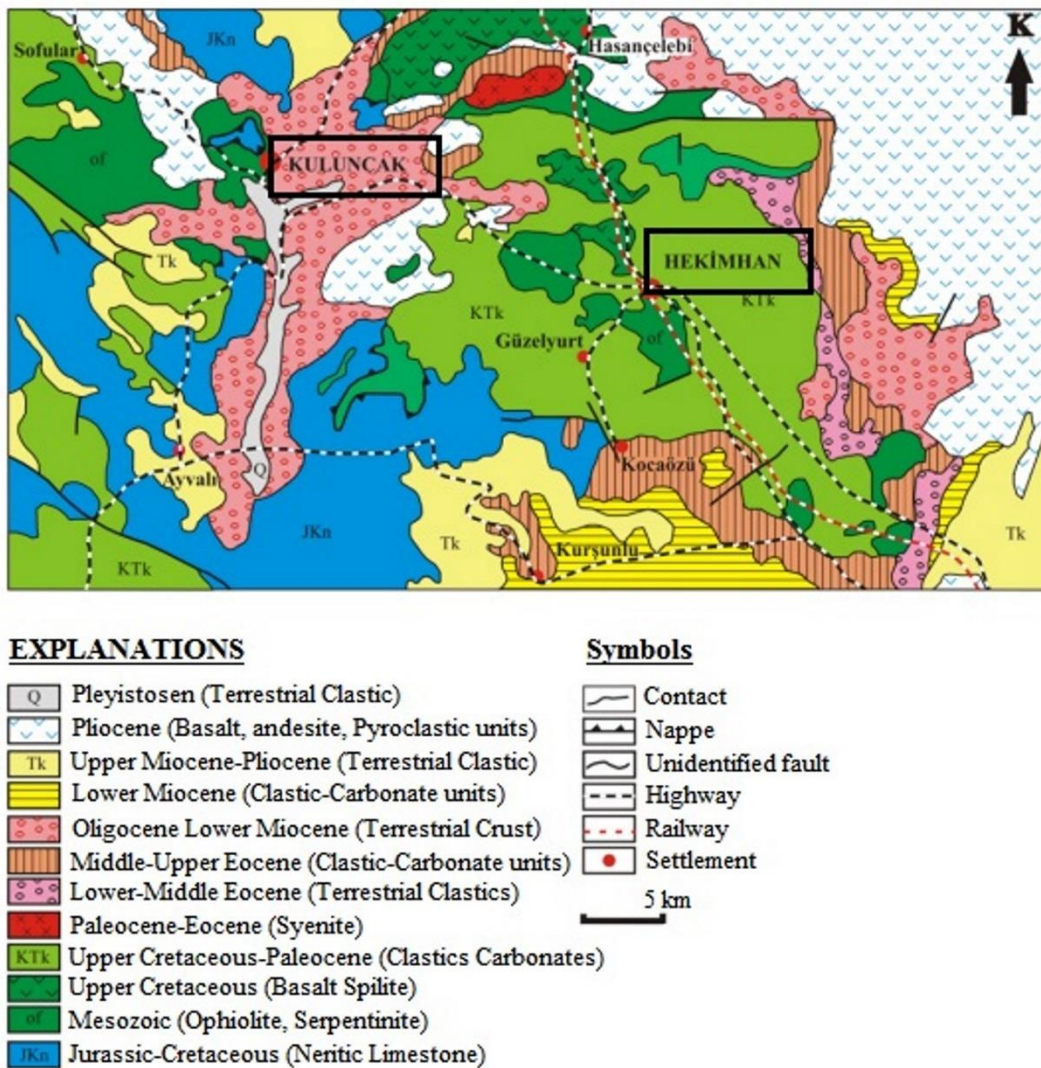
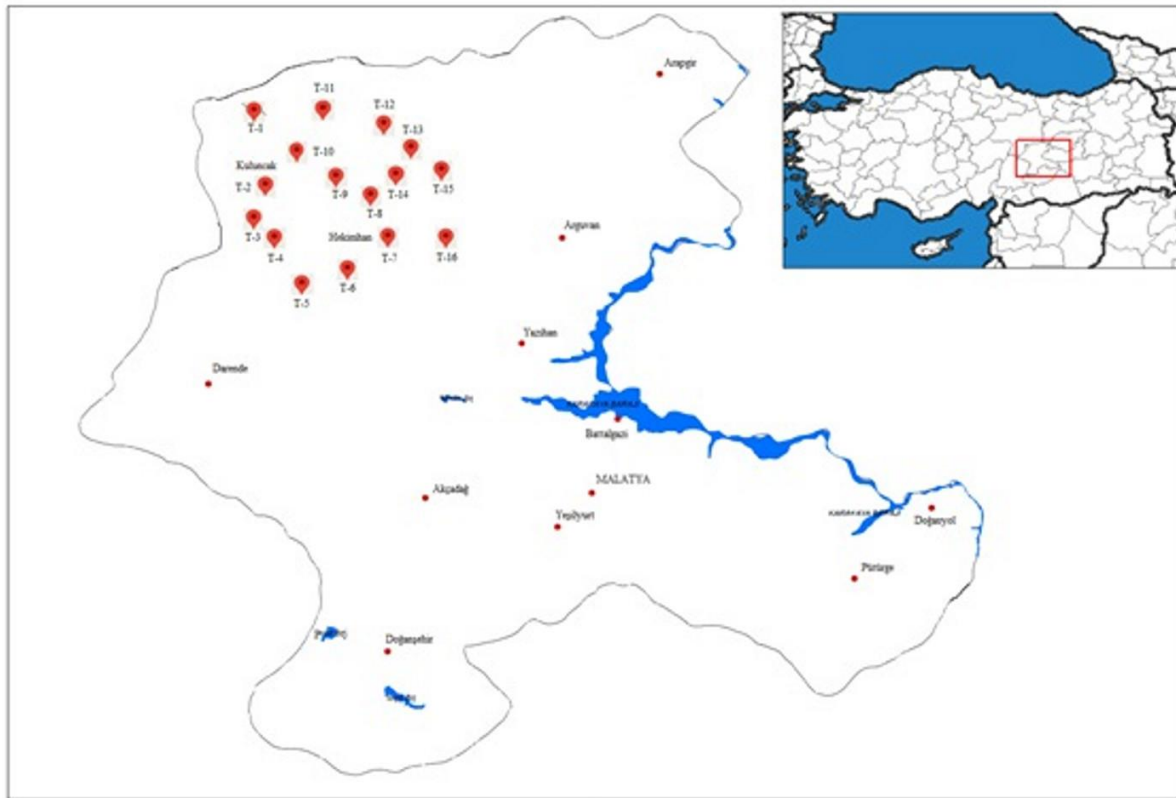


Figure 1. Geological Map of Hekimhan (Malatya) (MTA, 2002)

## 2.1. Experimental Measurements:

Gamma dose levels were measured for 2 minutes at a height of 1 m above the soil surface at the stations shown in Figure 2 and the results were averaged. The measurements were carried out with the help of a portable device containing a scintillation detector with a Ludlum survey meter brand 2241 Model 2"×2" NaI (TI) crystal, shown in Figure 3 (LM, INC., 2007). The units of the gamma dose rates obtained as a result of the measurements are  $\mu\text{Sv/h}$ , converted to  $\text{nGy/h}$  and the results are given in Table 1.



**Figure 2. Locations of Environmental Gamma Measurements in the Region**



**Figure 3. Portable NaI Detector Dosimeter**

## 2.2. Annual Effective Dose Rate (AEDR)

For the annual effective dose rate calculations, the conversion factor for the air absorbed gamma dose rate is 0.7 Sv/Gy and the time per year (8760 h/y) with an outdoor occupancy factor (0.2) and a multiplier of  $10^{-3}$  is used to convert the nano coefficient to micro (UNSCEAR, 2000).

$$AEDR (\mu\text{Sv/y}) = D_R (\text{nGy/h}) \times 8760 (\text{h/y}) \times 0.2 \times 0.7 (\text{Sv/Gy}) \times 10^{-3} \quad (1)$$

The world average for the annual effective dose rate (from external terrestrial gamma radiation) is given as 70  $\mu\text{Sv/y}$  (UNSCEAR, 2000).

### 2.3. Excess Lifetime Cancer Risk (ELCR)

Excess lifetime cancer risk was calculated using the following equation (Thabayneh and Jazzar, 2013):

$$ELCR = AEDR \times LE \times RF \quad (2)$$

where AEDR, LE and RF are annual effective dose rate ( $\text{mSv/y}$ ), life expectancy (average 70 years) and risk factor ( $1/\text{Sv}$ ) (risk of fatal cancer per Sievert), respectively, and for RF, ICRP-60 uses a value of 0.05 (Thabayneh and Jazzar, 2013; ICRP, 1990).

## 3. RESULTS AND ASSESSMENT

For the measurement points, the values of  $D_R$ , AEDR and ELCR are given in Table 1, respectively.

**Table 1.  $D_R$ , AEDR and ELCR values**

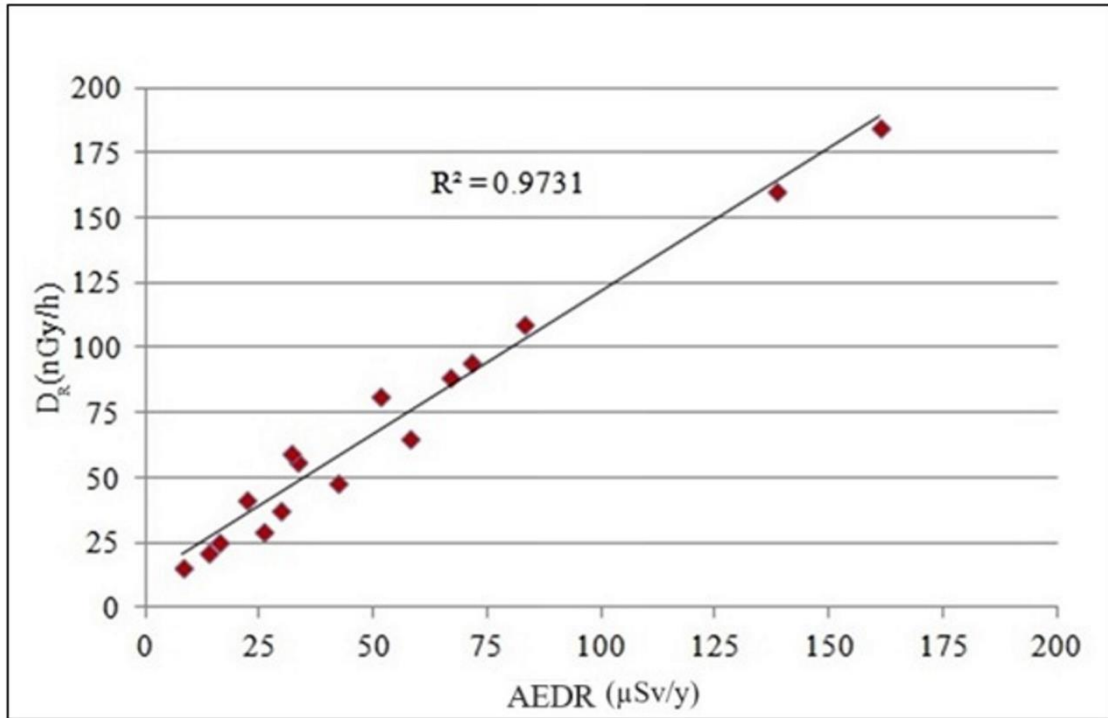
Sample ID		$D_R$ (nGy/h)	AEDR ( $\mu\text{Sv/y}$ )	ELCR $\times$ $10^{-3}$
T-1	Başören	49	42.1	0.15
T-2	Kuluncak	57	33.0	0.12
T-3	Çayköy	42	22.1	0.08
T-4	Sultanlı	26	15.8	0.06
T-5	Yukarıselimli	60	31.9	0.11
T-6	Güzelyurt	16	8.2	0.03
T-7	Hekimhan	82	51.0	0.18
T-8	Sarıköz	95	71.1	0.25
T-9	Karıncaçlık	38	29.3	0.10
T-10	Bıyıkboğazı	161	138.1	0.48
T-11	Yeşilkale	66	57.8	0.20
T-12	Hasançeçlebi	30	25.6	0.09
T-13	Güvenç	89	66.4	0.23
T-14	Boğazgören	110	83.0	0.29
T-15	Deveci	185	161.0	0.56
T-16	Dumlu	22	13.4	0.05
a		<b>71</b>	<b>53.1</b>	<b>0.18</b>
b		<b>60</b>	<b>70</b>	<b>0.29</b> <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Average value for this study

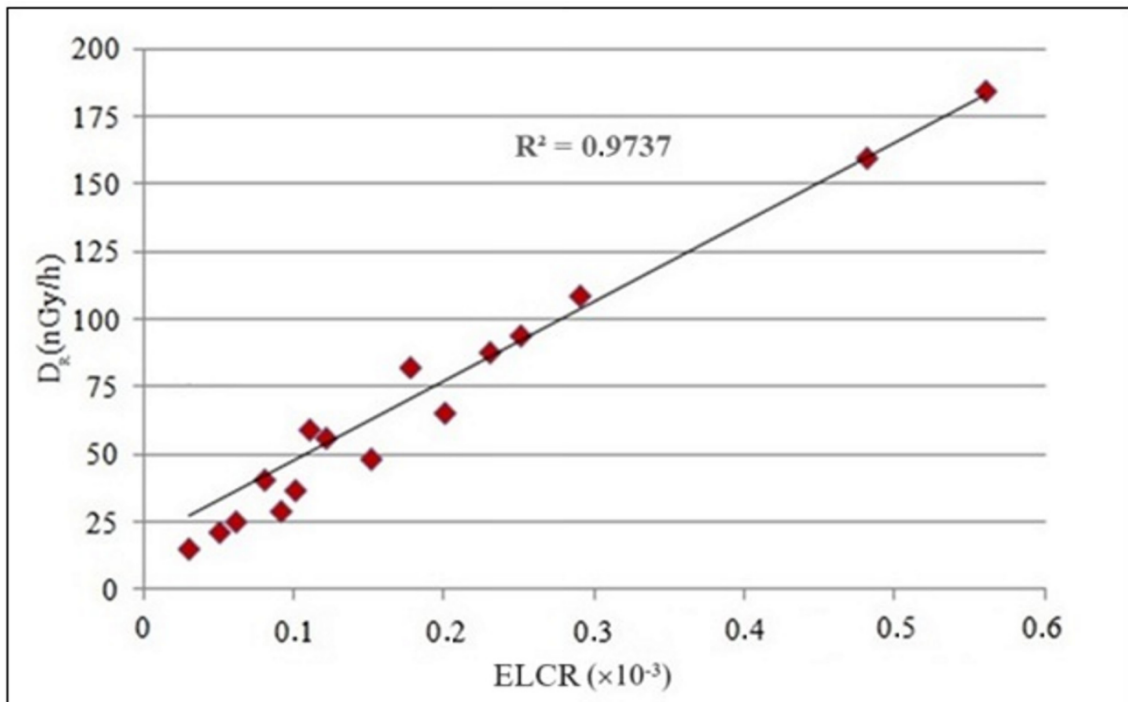
<sup>b</sup> World average (UNSCEAR, 2000)

<sup>c</sup> Taskin et al., 2009

The graph of gamma dose rate according to annual effective dose rate is given in Figure 4, while the graph of gamma dose rate according to excess lifetime cancer risk is given in Figure



**Figure 4. Correlation between D<sub>R</sub> and AEDR**



**Figure 5. Correlation between D<sub>R</sub> and ELCR**



According to Figure 4, the correlation coefficient between the  $D_R$  and the AEDR is  $R^2=0.9731$  and according to Figure 5, the correlation coefficient between the  $D_R$  and the ELCR is  $R^2=0.9737$ . Therefore, there is a positive relationship between the variables in the visuals. The fact that  $R^2$  values are close to +1 shows that this relationship is strong.

The average of the measured values for the level of absorbed gamma dose rate in air was calculated as 71 nGy/h. The average measured value is above the world average value (60 nGy/h) recommended by UNSCEAR (UNSCEAR, 2000).

The values obtained for AEDR ranged from 8.2  $\mu\text{Sv/y}$  to 161.0  $\mu\text{Sv/y}$  and the average value was calculated as 53.1  $\mu\text{Sv/y}$ . The value recommended by UNSCEAR (2000) for AEDR is 70  $\mu\text{Sv/y}$  and the average value obtained in this study is below this value (UNSCEAR, 2000).

When the data calculated for ELCR are analyzed, it is seen that the results vary between  $(0.03-0.56)\times 10^{-3}$  and the average value is  $0.18\times 10^{-3}$ . Except for Bıyıkboğazı measurement point (T-10) and Deveci measurement point (T-15), the results obtained for the other samples are lower than the world average value of  $0.29\times 10^{-3}$  (Taşkin et al., 2009).

Based on the results of the study, it can be concluded that there is no inhalation-related radiation risk for the people living in these regions, except for the measurement points Bıyıkboğazı (T-10) and Deveci (T-15).

## Funding

This study was supported by Bitlis Eren University Scientific Research Project Support Unit, Project number: BEBAP 2021.01.

## REFERENCES

- Ataksor, B. (2002). A New investigation on pollution of basin surface water gross alpha and gross beta radioactivity determination and comparable evaluation with receptor model, PhD. Thesis, İstanbul Technical University, Nuclear Energy Institute, İstanbul.
- Eisenbud, M. (1987). Environmental Radioactivity: from Natural, Industrial, and Military Sources, Academic Pres, San Diego.
- ICRP (1990). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, 21, 1–3.
- Karahan, G. (1997). Determination of environmental natural radioactivity of İstanbul and the annual effective dose equivalent due to natural radiations, PhD Thesis, İstanbul Technical University, Nuclear Energy Institute, İstanbul.
- Kapdan E. (2009). Radon measurement and analysis in the center of Adapazari for winter season, Masters Thesis, İstanbul Technical University, Nuclear Energy Institute, İstanbul.
- LM (2007). Ludlum Measurements, Ludlum Model 2241-3 Survey Meter Manual. Serial Number 238342 and Succeeding Serial Numbers. Sweetwater, Texas.
- MTA. (2002). Mining Technical and Exploration Institute, Sivas, 1:500.000 Geological Map, MTA, Ankara



- Taskin, H., Karavus, M., Ay, P., Topuzoglu, A., Hidiroglu, S., & Karahan, G. (2009). Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kırklareli, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100, 49- 53.
- Thabayneh, K. M., & Jazzar, M. M. (2013). Radioactivity levels in plant samples in Tulkarem district, Palestine and its impact on human health. *Radiation Protection Dosimetry*, 153(4), 467-474.
- UNSCEAR. (2000). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and effects of ionizing radiation, Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly, United Nations, New York.
- UNSCEAR. (2008). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations Publication, New York, USA.

## BOR KATKILI Ti6Al4V ALAŞIMININ BASINÇ DESTEKLİ SİNERLEME İLE ÜRETİMİ

**Dr. Funda Gül KOÇ<sup>1</sup>, Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği,  
, ORCID: 0000-0001-6517-1239

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği,  
ORCID: 0000-0002-4661-8215

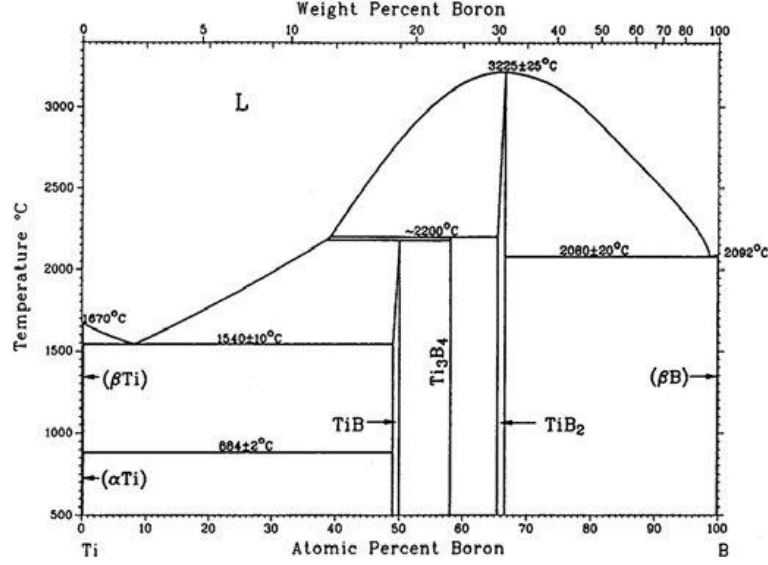
### ÖZET

Titanyum ve alaşımları sahip oldukları yüksek spesifik mukavemet, nispeten düşük elastisite modülü, üstün korozyon direnci ve biyoyumluluk özellikleri nedeniyle medikal alanda yaygın kullanıma alanına sahiptirler. Ti6Al4V alaşımı endüstriyel olarak en yaygın kullanılan titanyum alaşımlarıdır. Bu çalışma kapsamında Ti6Al4V alaşımına ağırlıkça %1 oranında bor ilave edilerek borun titanyum alaşımının mikroyapısına etkisi incelenmiştir. Bu amaçla Ti6Al4V ve bor tozları homojen bir karışım sağlanması için bilyalı değirmende 30 dakika süre ile karıştırılmıştır. Bor ilaveli Ti6Al4V alaşım tozu 950 °C’de 30 dakika süre ile 10<sup>-4</sup> vakum atmosferi altında sıcak pres ile sinterlenmiştir. Sinterleme sırasında 50 MPa basınç uygulanmıştır. Borun alaşımın yoğunluğuna etkisi incelenmiş ardından ışık mikroskobu ve EDX ataçmanlı elektron mikroskobu (SEM) ile mikroyapı incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Mikroyapı incelemelerinde Ti6Al4V alaşımına bor ilavesi ile tane sınırlarında TiB intermetaliklerinin oluştuğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Ti6Al4V, Bor, Toz Metalurjisi, Sıcak Pres, Mikroyapı

### 1. GİRİŞ

Titanyum alaşımları yüksek mukavemet, korozyon dayanımı, biyoyumluluk özelliklerine sahip olmaları nedeniyle biyomedikal sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Sahip olduğu özellikler nedeniyle titanyum alaşımları biyomedikal sektörünün yanısıra havacılık ve savunma sanayisinde de geniş bir kullanım alanına sahiptir [1-4]. Titanyumun aşınma dayanımını ve daha yüksek sıcaklıklarda kullanım özelliklerini geliştirmek amacıyla V, Nb, Mo gibi alaşım elementleri ile alaşımlandırma işlemleri yapılmaktadır [4]. Ti6Al4V alaşımı endüstriyel olarak en yaygın kullanılan titanyum alaşımlarıdır [5,6]. Bor; demir esaslı ve demir dışı metallerin mikroyapı ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesinde önemli etkiye sahip bir alaşım elementidir. Ti-B faz diyagramı Görsel 1’de verilmiştir. Bor titanyum içerisinde düşük çözünürlüğe (ağ.<0.02) sahiptir. Alaşımın içerdiği bor miktarına bağlı olarak mikroyapıda TiB, Ti<sub>3</sub>B<sub>4</sub> ve TiB<sub>2</sub> intermetalikleri oluşabilmektedir. Bor titanyum alaşımlarının tane boyutunu düşürürken, sertlik ve mukavemet özelliklerini önemli derecede arttırmaktadır [7-10].



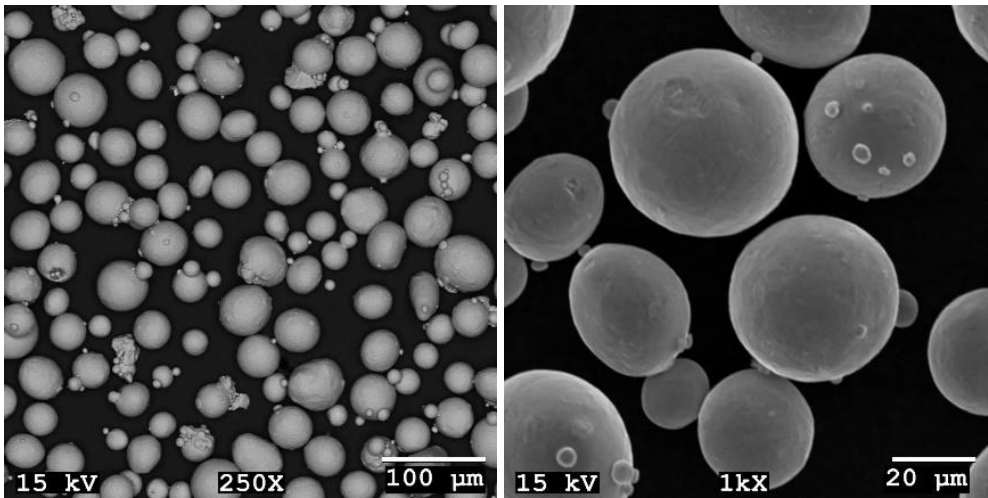
Görsel 1. Ti-B faz diyagramı [10]

Bu çalışma kapsamında bor katkısının Ti6Al4V alaşımının özelliklerine etkisini incelemek amacıyla; ağırlıkça %1 bor içeren Ti6Al4V alaşımının basınç destekli sinterleme yöntemi ile üretilmesi ve borun alaşımın mikroyapısına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

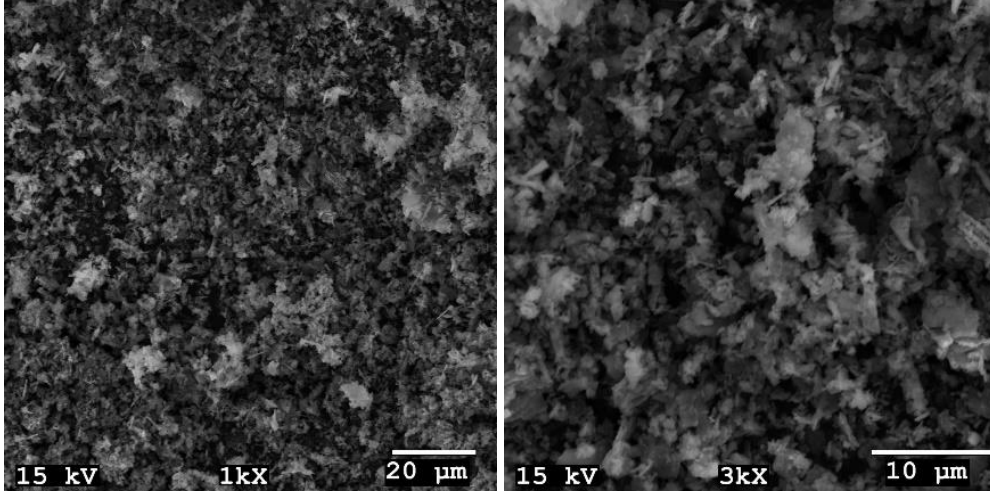
## 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

### 2.1. Malzeme ve Yöntem

Bu çalışmada ağırlıkça %1 oranında bor katkılı Ti6Al4V alaşımı toz karışımının hazırlanması amacıyla bor ve Ti6Al4V tozları homojen bir karışım sağlanması için bilyalı değirmende ZrO<sub>2</sub> bilya ile 300 rpm dönme hızında 30 dakika süre ile karıştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan -45 mikron boyutlu, küresel yapıya sahip Ti6Al4V alaşımı ve nanoboyutlu bor tozlarının SEM görüntüleri Görsel 2 ve Görsel 3'te verilmiştir.

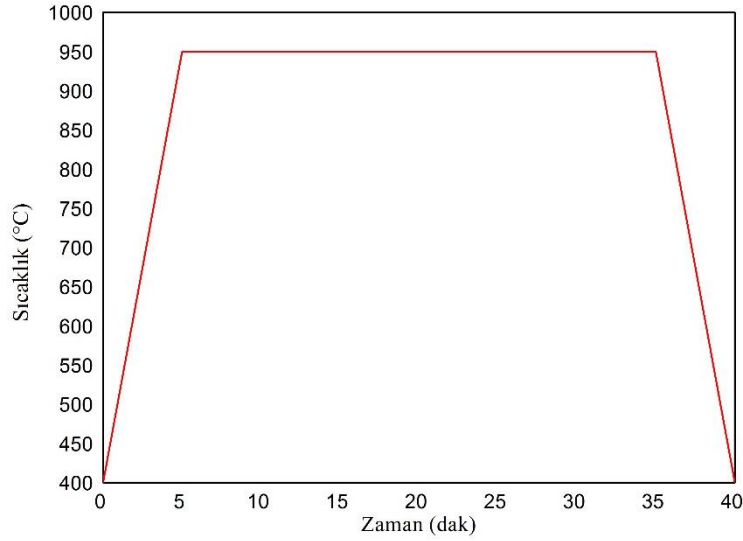


Görsel 2. Çalışma kapsamında kullanılan Ti6Al4V alaşım tozunun SEM görüntüleri



**Görsel 3.** Çalışma kapsamında kullanılan bor tozunun SEM görüntüleri

Bor katkısız ve ağırlıkça %1 Bor katkılı Ti6Al4V alaşım tozları 950 °C’de 30 dakika sinterleme 5’er dakika ısıtma ve soğutma süreleri ile  $10^{-4}$  vakum atmosferi altında, 50 MPa basınç uygulanarak sıcak pres ile sinterlenmiştir. Deneysel çalışmada uygulanan sinterleme çevrimi Görsel 4’de şematik olarak verilmiştir. Sinterleme işlemi sonucunda 20 mm çapında ve 5 mm kalınlığında silindirik numuneler elde edilmiştir.



**Görsel 4.** Deneysel çalışmada uygulanan sinterleme çevrimi

Sinterleme sonrası elde edilen numunelerde ilk olarak yoğunluk ölçümleri yapılmıştır. Bor içermeyen Ti6Al4V alaşımının yoğunluğu  $4,43 \text{ g/cm}^3$ , bor katkılı Ti6Al4V alaşımın yoğunluğu  $4,39 \text{ g/cm}^3$  olarak ölçülmüştür. Bor ilavesi ile birlikte alaşımın yoğunluğunda bir miktar düşüş meydana geldiği belirlenmiştir.

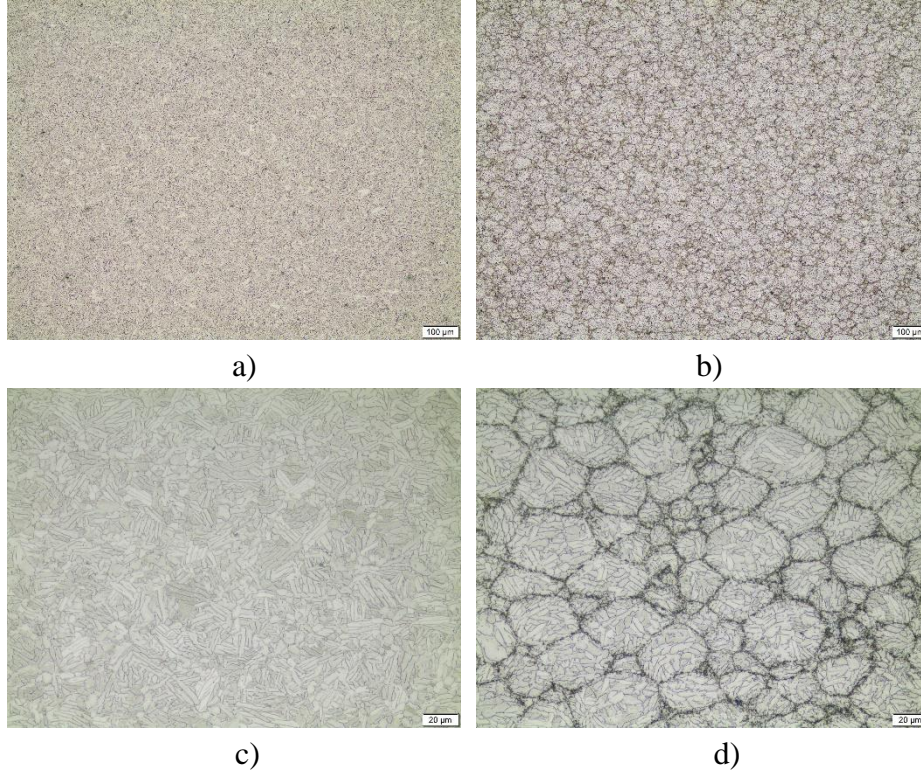
Metalografik inceleme için numune hassas kesme cihazı ile kesilerek bakalite alınmıştır. Numunelere sırasıyla 120, 320, 600, 1000, 2000 mesh nolu zımparalar ile zımparalama ve akabinde 6,3, 1 mikron elmas süspansiyon ve kolloidal silika ile parlatma işlemleri uygulanarak



numuneler inceleme için hazır hale getirilmiştir. Metalografik olarak hazırlanan numuneler dağlanmış konum incelemeleri için Kroll çözeltisi ile 15 sn süre ile dağlanmışdır. Numunelerde Olympus marka ışık mikroskobu ve EDX ataçmanlı JEOL JSM 6060 marka elektron mikroskobu (SEM) ile dağlanmış konumda mikroyapı incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

## 2.2. Mikroyapısal İncelemeler

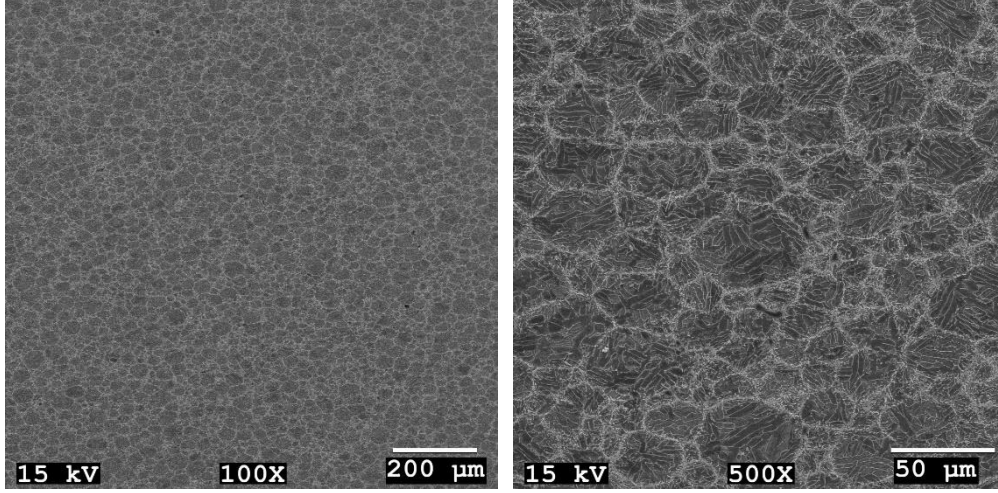
Görsel 5’de bor katkısız ve bor katkılı Ti6Al4V alaşımı numunelerin dağlanmış konum ışık mikroskop görüntüleri verilmiştir. Dağlanmış konum görüntülerinde bor katkısının mikroyapıya etkisi açıkça görülmektedir. Bor ilavesi ile sinterleme işlemi sonrasında tane sınırlarında TiB intermetaliklerinin oluştuğu görülmektedir. Ayrıca bor katkısının alaşımda  $\alpha$  ve  $\beta$  fazlarının morfolojisi üzerinde de etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.



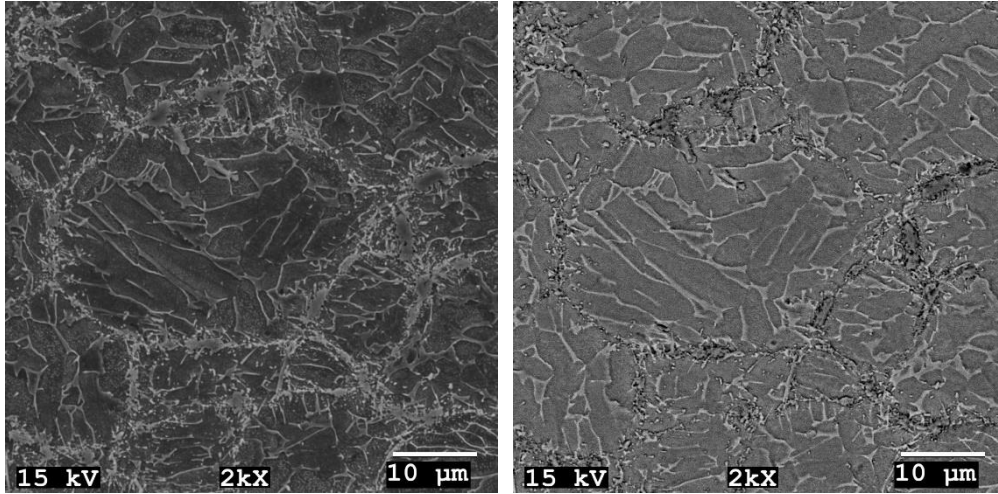
**Görsel 5.** Numunelerin dağlanmış konum ışık mikroskop görüntüleri  
a-c) Bor katkısız Ti6Al4V alaşımı, b-d) Bor katkılı Ti6Al4V alaşımı

Görsel 6 ve Görsel 7’de bor katkılı Ti6Al4V alaşımı numuneye ait farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri verilmiştir. SEM görüntülerinde tane sınırlarında oluşmuş TiB intermetalikleri belirgin bir şekilde görülmektedir. Görsel 7.b’de verilen SEM materyal kontrast görüntüsünde elementlerin atom numarası farklılığından yararlanılarak farklı kimyasal kompozisyonlara sahip fazlar daha belirgin olarak açığa çıkartılmıştır. Bu fazların kimyasal kompozisyonlarını belirlemek amacıyla EDX analizi yapılmıştır. Farklı fazlara ait EDX analiz sonuçları Görsel 8’de verilmiştir. EDX analizi sonucuna göre Görsel 8.b’de alaşımın tane sınırlarında oluşan TiB intermetalikleri, Görsel 8.c’de alüminyumca zengin  $\alpha$  fazı ve Görsel 8.d’de ise vanadyumca zengin  $\beta$  fazlarının varlığı belirlenmiştir. Numune bakalite alınmış olduğundan SEM inceleme

öncesi iletkenliğin sağlanması amacıyla sputter ile altın-paladyum katot kullanılarak numune yüzeyinde ince bir iletken film tabakası oluşturulmuştur. EDX analiz sonuçlarında belirtilmeyen pikler yüzeydeki iletken film tabakasındaki altın ve paladyum elementlerine aittir.



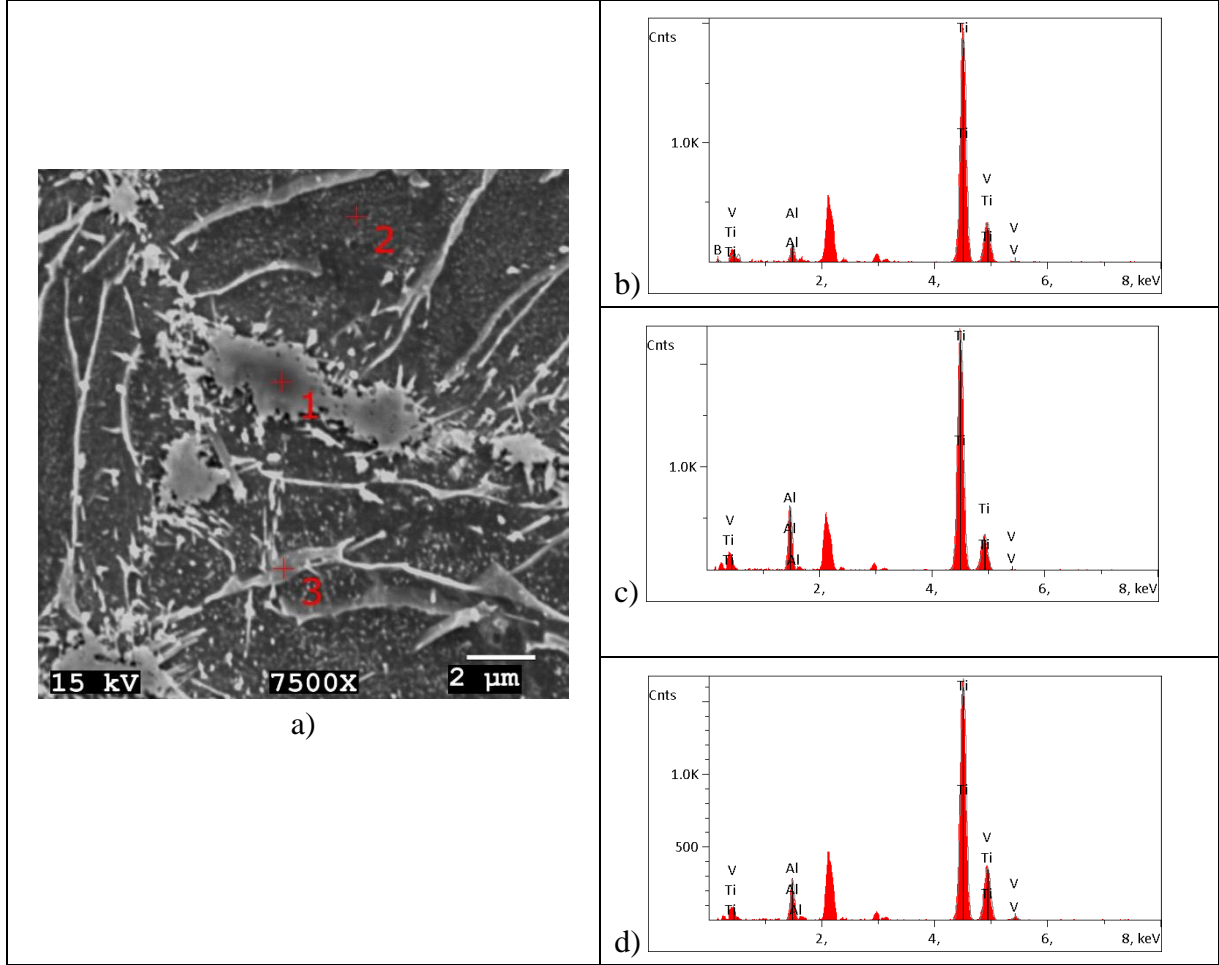
**Görsel 6.** Bor katkılı Ti6Al4V alaşımının topografik kontrast SEM görüntüleri



**Görsel 7.** Bor katkılı Ti6Al4V alaşımının farklı kontrastlarda SEM görüntüleri

a) topografik kontrast görüntüsü, b) materyal kontrast görüntüsü





**Görsel 8.** Bor katkılı Ti6Al4V alaşımının a) SEM topografik kontrast görüntüsü ve b-d) EDX analizleri, b)1 nolu spot, c) 2 nolu spot, d) 3 nolu spot EDX analizleri

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada ağırlıkça %1 bor katkılı Ti6Al4V alaşımının basınç destekli sinterleme yöntemi ile üretilmesi ve borun alaşımın mikroyapısına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Deneysel çalışma sonucunda;

- Çalışma kapsamında belirlenen parametreler ile basınç destekli sinterleme yöntemi kullanılarak bor katkılı Ti6Al4V alaşımının üretimi sağlanmıştır.
- Mikroyapı incelemelerinde Ti6Al4V alaşımına bor ilavesi ile tane sınırlarında TiB intermetaliklerinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu intermetaliklerin mikroyapıda homojen bir dağılıma sahip olduğu da görülmüştür.
- Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında; oluşan fazların daha detaylı analiz yöntemleri ile karakterize edilmesi ve tane inceltme etkisinin daha belirgin olması amacıyla daha düşük bor oranları içeren Ti6Al4V alaşımı numunelerin üretilerek, borun alaşımın sertlik ve aşınma dayanımına etkisinin incelenmesi planlanmıştır.

## KAYNAKÇA

- [1] Veiga, C., Davim, J. P., Loureiro, A. J. R. Properties and Applications of Titanium alloys: A Brief Review, *Reviews on Advance Materials Science*, 32, 14-34, 2012.
- [2] Avcu, Y.Y., Iakovakis, E., Guney M., Çalım, E., Özkılınç, A., Abakay, E., Sönmez, F., Koç, F.G., Yamanoğlu, R., Cengiz, A., Avcu E. Surface and Tribological Properties of Powder Metallurgical Cp-Ti Titanium Alloy Modified by Shot Peening, 13, 89, *Coatings*, 2023.
- [3] Fidan, S., Avcu, E., Karakulak, E., Yamanoğlu, Y., Zeren, M., Sınmazçelik, T. Effect of Heat Treatment on Erosive Wear Behaviour of Ti6Al4V Alloy, *Materials Science and Technology*, 29, 9, 1088-1094, 2013.
- [4] Falodun, O. E., Oke, S. R., Olubambi P. A., Dirisu, J. O., Sule, R. Microstructural Characteristics and Wear Behavior of Sintered Ni-Modified Ti-xTiB<sub>2</sub> Composites, *Journal of Institution of Engineers India Series D*, 1-6, 2023.
- [5] Wang, S., Li, S., Liu L., Li, S., Gao, L., Liu, H., Zhang, X., Li, B., Chen, B., Umeda, J., Kondoh, K., Zhou, S. Microstructure and Mechanical Properties of Powder Metallurgy Ti-TiBW-XFe Titanium Matrix Composites Using Ti-TiBW Composite Powder, *Journal of Materials Science*, 58, 13662–13677, 2023.
- [6] Bolzoni, L., Ruiz-Navas, E.M., Gordo, E. Feasibility Study of The Production of Biomedical Ti-6Al-4V Alloy by Powder Metallurgy, *Materials Science and Engineering C*, 49, 400-407, 2015.
- [7] Bermingham, M.J., McDonald, S.D., Nogita, K., John, St., D.H., Dargusch, M.S. Effects of Boron on Microstructure in Cast Titanium Alloys, *Scripta Materialia*, 59, 538–541, 2008.
- [8] Liu, Y., Chai, L., Ma, X., Cui, Y., Chen, Z., Xiang, Z. *Effect of Boron Addition Methods on Microstructure and Mechanical Properties of a Near-α Titanium Alloy*, *Chinese Materials Conference*, 51-64, Çin, 2018.
- [9] Zhu, J., Kamiya A., Yamada, T., Shi, W., Naganuma K. Influence of Boron Addition on Microstructure and Mechanical Properties of Dental Cast Titanium Alloys, *Materials Science and Engineering A*, 339, 1-2, 53-62, 2003.
- [10] Ramachandran, M., Reddy, R. G. *In-Situ Synthesis and Characterization of TiB<sub>2</sub> and Ti-Al-B Composites*, TMS2014 Annual Meeting Supplemental Proceedings, 57-64, Amerika, 2014.

## BİR ARALIKLI TİP-2 BULANIK AHP-HTEA METODOLOJİSİ İLE BİYOMALZEME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ: TİTANYUM MALZEMELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

**Dr. HİLAL SİNGER<sup>1</sup>, Doç. Dr. TİJEN ÖVER ÖZÇELİK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği  
Bölümü, Bolu, Türkiye, - ORCID ID: 0000-0003-0884-2555

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya,  
Türkiye, - ORCID ID: 0000-0002-9614-8119

### ÖZET

Metal esaslı biyomalzemeler, mekanik performansları nedeniyle bir hastalık veya kaza sonucu zarar görmüş sert dokuların değiştirilmesinde ve iyileştirilmesinde sıkça kullanılmaktadır. Medikal implantların uygulamalardaki kullanımının sıklaşması biyomalzemeler üzerindeki çabaların hızlandırılmasını gerektirmiştir. Bu çalışmada, metalik biyomalzemeler sınıfı altında yer alan titanyumun bazı özellikleri bir aralıklı tip-2 bulanık AHP (analitik hiyerarşi prosesi) - HTEA (hata türleri ve etkileri analizi) metodolojisi aracılığıyla değerlendirilmektedir. Aralıklı tip-2 bulanık AHP risk faktörlerinin önemini tespit ederken, aralıklı tip-2 bulanık HTEA her malzeme özelliğinin risk öncelik katsayısını hesaplamaktadır. Ayrıca, risk göstergeleri arasındaki benzerliğin nicel olarak belirlenmesi için verteks uzaklığına dayalı benzerlik ölçüsü kullanılmaktadır. Sonuçlara göre, reaktivite en yüksek öncelik katsayısına; alerjenik etki ise en düşük öncelik katsayısına sahiptir. Minimum ve maksimum verteks skorları ise sırasıyla toksiklik - kanserojenlik ve reaktivite - alerjenik etki ikilileri için saptanmıştır. Bu çalışma, biyomalzeme özelliklerinin tarafsız değerlendirilmesine ve önceliklendirilmesine katkıda bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** AHP, aralıklı tip-2 bulanık küme, biyomalzeme, HTEA, titanyum

## EXAMINATION OF BIOMATERIAL PROPERTIES WITH AN INTERVAL TYPE-2 FUZZY AHP-FMEA METHODOLOGY: AN APPLICATION ON TITANIUM MATERIALS

### ABSTRACT

Metallic biomaterials have been widely utilized in the replacement and healing of hard tissues damaged by a disease or an accident owing to their mechanical performance. The increasing use of medical implants in applications has necessitated the acceleration of efforts on biomaterials. In this study, some properties of titanium, which fall within the category of metallic biomaterials, are evaluated through an interval type-2 fuzzy AHP (analytic hierarchy process) - FMEA (failure modes and effects analysis) methodology. The interval type-2 fuzzy AHP detects the importance of the risk factors, while the interval type-2 fuzzy FMEA calculates the risk priority coefficient of each material property. Additionally, a similarity measure based on the vertex distance is used to quantify the similarity between the risk indicators. According

to the results, reactivity and allergenic effect have the highest and lowest priority coefficients, respectively. Minimum and maximum vertex scores are determined for toxicity - carcinogenicity and reactivity - allergenic effect, respectively. This study contributes to the objective evaluation and prioritization of biomaterial properties.

**Keywords:** AHP, interval type-2 fuzzy set, biomaterial, FMEA, titanium

## 1. GİRİŞ

Biyomalzeme ve tıbbi cihaz endüstrisi, teknolojik gelişmeler ve klinik talepler nedeniyle hızlı bir büyüme yaşamıştır. Tıbbi uygulamalarda biyomalzemelere olan talep ve kullanım son birkaç yıl içerisinde dünya genelinde önemli ölçüde artmıştır. İnsan vücudunun dokuları ve organları kırık, enfeksiyon ve kanser gibi yıkıcı süreçler nedeniyle işlevlerini yerine getiremeyebilir. Bu durum, kusurlu kısmın çıkarılmasını ve yerine benzer biyolojik aktivite gerçekleştirebilen malzemelerin yerleştirilmesini gerekli hale getirir. Biyomalzemeler, kusurlu yapıların işlevlerini onarmak, sürdürmek, değiştirmek veya artırmak için sıkça kullanılmaktadır [1]. Biyomalzemeler, tıptaki uygulama alanlarının geniş olması ve hastalara birçok fayda sağlaması nedeniyle önemli bir malzeme kategorisidir.

Malzemeler ile ilgili karar verme işlemlerinde farklı boyutlardan birçok değerlendirme kriteri dikkate alınır. Biyomalzemeler, her kriter üzerinde kendilerine özgü farklı bir performansa sahiptir. Dolayısıyla, biyomalzemelerin değerlendirilmesi çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınabilir. ÇKKV, en uygun seçeneğin belirlenmesinde kriterlerin fayda ve maliyet bilgisini dikkate alabilen ve karar vericilerin görüşlerini kullanabilen bir tekniktir. Analitik hiyerarşi prosesi (AHP), karar elemanlarının ikili karşılaştırılmasına dayanan popüler ÇKKV yöntemlerinden biridir. Bazı karar elemanlarının subjektif/nitel olması ve bunların dilsel bilgiler ile tanımlanabilmesi tercihlerin kesin sayısal değerlerle ifadesini zorlaştırır. Çoğu karar, hedefleri, kısıtlamaları ve olası eylemleri anlamadaki güçlük nedeniyle gerçekle tam olarak örtüşmemektedir. Karar sonuçları, belirsiz kişisel yargılardan ve yanlış kaynaklardan büyük ölçüde etkilenir. Karar verme sürecindeki bu sorunların üstesinden gelme gayesiyle bulanık küme teorisi tanıtılmıştır [2]. Değerlendirme sürecinin daha esnek ve uygun olabilmesi için bulanık küme teorisini içeren ÇKKV yöntemleri sıkça kullanılmaktadır.

Mevcut malzemelerde farklı sorunlardan dolayı riskler ortaya çıkabilir. Binaenaleyh, mevcut malzemelerin risk açısından incelemeye tabi tutulması önemlidir. Risk analizi, insan sağlığına ve güvenliğine yönelik risklerin bir tahminini geliştirmeye, çevreyi ve ürün kalitesini etkileyen süreçlerin tehditlerini anlamaya ve önleyici eylemler belirleyip uygulamaya yardımcı olur. Hata türleri ve etkileri analizi (HTEA), bir tasarımdaki, sistemdeki, hizmetteki veya süreçteki hataların ve zorlukların değerlendirilmesi ve yüksek risk arz edenlerin tespit edilip iyileştirilmesi için sıkça kullanılan bir risk analiz yöntemidir. Bu yöntem, hataları önlemeye, güvenliği iyileştirmeye ve müşteri memnuniyetini artırmaya katkıda bulunur. Ayrıca, tasarım ve üretim aşamalarında kullanıldığında maliyetleri önemli ölçüde azaltır. HTEA'da temel amaç, bir sürecin veya ürünün başarısız olabileceği tüm noktaları araştırmaktır [3,4]. Bu yöntem, karar öğelerinin şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik derecelerinin çarpımı ile hesaplanan risk öncelik katsayısına göre önceliklendirme işlemini gerçekleştirmektedir. Lakin katsayının hesaplanması ve kullanımı ile ilgili bazı sınırlamalar mevcuttur. Üç risk faktörü arasındaki önemin dikkate alınmaması ve risk faktörleri altında kesin sayısal değerlendirme yapmanın zor olması bu sınırlamalardan bazılarıdır. HTEA'yı daha etkili kılmak için bulanık küme teorisi ile ÇKKV yöntemlerinden faydalanılabilir [5].

Risk analizi odaklı araştırma çalışmaları çoğunlukla potansiyel/bilinen hataların ve zorlukların önceliklendirilmesine ve iyileştirme eylemlerinin planlanmasına yoğunlaşmıştır. Literatürde

biyomalzeme özelliklerinin risk perspektifinden analizi ve sıralanması üzerine odaklanan çalışma sayısı yetersizdir [6]. Bu kapsamda, mevcut çalışmada metal esaslı biyomalzemeler sınıfı altında yer alan titanyumun özellikleri risk temelli bir metodoloji ile incelenmektedir. Bu metodoloji, aralıklı tip-2 bulanık ortam altında AHP ve HTEA yöntemlerinin entegrasyonundan oluşmaktadır. Aralıklı tip-2 bulanık AHP ile HTEA risk faktörlerinin ağırlıkları belirlenirken, aralıklı tip-2 bulanık HTEA ile malzeme özellikleri analize tabi tutulmaktadır.

Bu çalışma, dört ana başlık altında organize edilmiştir. İlk bölüm, araştırma konusuna bir bakış açısı sunmaktadır. İkinci bölümde, çalışmada kullanılan bulanık küme ve karar verme yöntemleri açıklanmıştır. Üçüncü bölüm, titanyumun özelliklerini incelemekte ve araştırma sonuçlarını sunmaktadır. Dördüncü bölüm ise çalışmayı sonlandırmaktadır.

## 2. MALZEME VE METOT

### 2.1. Aralıklı Tip-2 Bulanık Küme

Klasik bulanık kümelerin bir uzantısı olarak, tip-2 bulanık kümeler birden çok kriter ve alternatif içeren problemlerin çözümünde oldukça esnek ve başarılıdır. Aralıklı tip-2 bulanık kümeler, tip-2 bulanık kümelerin özel bir durumudur.  $X$  evreninde  $\mu_{\tilde{A}}$  üyelik fonksiyonlu bir tip-2 bulanık küme şu şekilde ifade edilebilir:  $\tilde{\tilde{A}} = \left\{ \left( (x,u), \mu_{\tilde{A}}(x,u) \right) \mid \forall x \in X, \forall u \in J_x \subseteq [0,1] \right\}$  ve  $\tilde{A} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} \mu_{\tilde{A}}(x,u) / (x,u); J_x \subseteq [0,1]$ . Burada;  $J_x [0,1]$  aralığını belirtir ve  $u$  ile tip-2 sayı temsil edilir. Eğer tüm  $\mu_{\tilde{A}}(x,u) = 1$  ise  $\tilde{A}$ , aralıklı tip-2 bulanık kümedir. Bu bulanık küme ise  $\tilde{\tilde{A}} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} 1 / (x,u) = \int_{x \in X} \left[ \int_{u \in J_x} 1 / u \right] / x$  ile açıklanabilir [7].

Bu çalışmada, aralıklı tip-2 yamuk bulanık sayılar kullanılmıştır. Bu bulanık sayılar  $\tilde{\tilde{A}}_i = (\tilde{A}_i^U, \tilde{A}_i^L) = \left( (a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U; H_1(\tilde{A}_i^U), H_2(\tilde{A}_i^U)), (a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L; H_1(\tilde{A}_i^L), H_2(\tilde{A}_i^L)) \right)$  biçiminde karakterize edilir. Burada,  $\tilde{A}_i^U, \tilde{A}_i^L$  tip-1 bulanık kümeler;  $a_{ik}^U$  ve  $a_{ik}^L$  ( $k = 1,2,3,4$ ) bulanık küme için referans noktaları;  $H_1(\tilde{A}_i^U), H_2(\tilde{A}_i^U)$   $a_{i(j+1)}^U$ 'in  $\tilde{A}_i^U$  fonksiyonunda yer alan üyeliğinin üst sınırları;  $H_1(\tilde{A}_i^L), H_2(\tilde{A}_i^L)$   $a_{i(j+1)}^L$ 'in  $\tilde{A}_i^L$  fonksiyonunda yer alan üyeliğinin alt sınırlarıdır. Aralıklı tip-2 yamuk bulanık sayılar için bazı aritmetik operasyonlar şöyledir [7]:

$$\tilde{\tilde{A}}_1 \oplus \tilde{\tilde{A}}_2 = \left( \left( \begin{array}{l} a_{11}^U + a_{21}^U, a_{12}^U + a_{22}^U, a_{13}^U + a_{23}^U, a_{14}^U + a_{24}^U; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^U), H_1(\tilde{A}_2^U)), \min(H_2(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_2^U)) \end{array} \right), \left( \begin{array}{l} a_{11}^L + a_{21}^L, a_{12}^L + a_{22}^L, a_{13}^L + a_{23}^L, a_{14}^L + a_{24}^L; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^L), H_1(\tilde{A}_2^L)), \min(H_2(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_2^L)) \end{array} \right) \right) \quad (1)$$

$$\tilde{\tilde{A}}_1 \otimes \tilde{\tilde{A}}_2 = \left( \left( \begin{array}{l} a_{11}^U \times a_{21}^U, a_{12}^U \times a_{22}^U, a_{13}^U \times a_{23}^U, a_{14}^U \times a_{24}^U; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^U), H_1(\tilde{A}_2^U)), \min(H_2(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_2^U)) \end{array} \right), \left( \begin{array}{l} a_{11}^L \times a_{21}^L, a_{12}^L \times a_{22}^L, a_{13}^L \times a_{23}^L, a_{14}^L \times a_{24}^L; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^L), H_1(\tilde{A}_2^L)), \min(H_2(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_2^L)) \end{array} \right) \right) \quad (2)$$

$$k\tilde{\tilde{A}}_1 = \left( \left( \begin{array}{l} k \times a_{11}^U, k \times a_{12}^U, k \times a_{13}^U, k \times a_{14}^U; H_1(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_1^U) \end{array} \right), \left( \begin{array}{l} k \times a_{11}^L, k \times a_{12}^L, k \times a_{13}^L, k \times a_{14}^L; H_1(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_1^L) \end{array} \right) \right) \quad (3)$$

$$\frac{1}{\tilde{A}_{ij}} = \left( \left( \frac{1}{a_{ij4}^U}, \frac{1}{a_{ij3}^U}, \frac{1}{a_{ij2}^U}, \frac{1}{a_{ij1}^U}; H_1(a_{ij}^U), H_2(a_{ij}^U) \right), \right. \\ \left. \left( \frac{1}{a_{ij4}^L}, \frac{1}{a_{ij3}^L}, \frac{1}{a_{ij2}^L}, \frac{1}{a_{ij1}^L}; H_1(a_{ij}^L), H_2(a_{ij}^L) \right) \right) \quad (4)$$

$$\sqrt[n]{\tilde{A}_{ij}} = \left( \left( \sqrt[n]{a_{ij1}^U}, \sqrt[n]{a_{ij2}^U}, \sqrt[n]{a_{ij3}^U}, \sqrt[n]{a_{ij4}^U}; H_1(a_{ij}^U), H_2(a_{ij}^U) \right), \right. \\ \left. \left( \sqrt[n]{a_{ij1}^L}, \sqrt[n]{a_{ij2}^L}, \sqrt[n]{a_{ij3}^L}, \sqrt[n]{a_{ij4}^L}; H_1(a_{ij}^L), H_2(a_{ij}^L) \right) \right) \quad (5)$$

## 2.2. Aralıklı Tip-2 Bulanık Hata Türleri ve Etkileri Analizi

HTEA, ürün ve süreç sorunlarını tanımlamak ve önlemek için sıklıkla uygulanan bir risk analiz yöntemidir. HTEA’da, girdi olarak şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik faktörleri kullanılır ve çıktı olarak risk öncelik katsayıları üretilir. Hata türlerinin meydana gelişinin ciddiyetini, ortaya çıkma olasılığını ve fark edilme zorluğunu yansıtmak için uzmanlar 1-10 ölçeği ile değerlendirmelerde bulunur [8]. Risk öncelik katsayısı, üç risk faktörünün sayısal değerlerinin çarpımı ile elde edilir. Katsayı değeri 100’ü aşar ise kesinlikle bir önlem alınmalıdır. Eylem planının uygulamaya geçirilmesinin ardından sorunun ortadan kalkıp kalkmadığını veya azalıp azalmadığını kontrol etmek için risk faktörlerinin yeniden puanlanması gerekir. Risk öncelik katsayısı istenilen düzeye kadar azaltılamamış ise amaç karşılanana kadar yeni düzeltici faaliyetler planlanır [9]. HTEA genellikle Görsel 1’de aktarılan adımlardan oluşur [3,4].



Görsel 1. HTEA’nın İşleyişi



Aralıklı tip-2 bulanık HTEA, karar elemanlarının dilsel değişkenler aracılığıyla temsil edilmesi ve kesin sayılar yerine aralıklı tip-2 bulanık sayılar ile incelenmesi üzerine kuruludur. Çalışmada kullanılan aralıklı tip-2 bulanık HTEA ölçeği Çizelge 1’de sunulmuştur.

**Çizelge 1. Aralıklı Tip-2 Bulanık HTEA Ölçeği**

Şiddet ve olasılık dilsel ölçeği	Fark edilebilirlik dilsel ölçeği	Aralıklı tip-2 bulanık sayı
Çok düşük	Çok yüksek	(0, 0, 0, 0,1; 1, 1), (0, 0, 0, 0,05; 0,9, 0,9)
Düşük	Yüksek	(0,1, 0,3, 0,3, 0,5; 1, 1), (0,2, 0,3, 0,3, 0,4; 0,9, 0,9)
Orta	Orta	(0,4, 0,6, 0,6, 0,8; 1, 1), (0,5, 0,6, 0,6, 0,7; 0,9, 0,9)
Yüksek	Düşük	(0,8, 0,95, 0,95, 1; 1, 1), (0,9, 0,95, 0,95, 1; 0,9, 0,9)
Çok yüksek	Çok düşük	(0,9, 1, 1, 1; 1, 1), (0,95, 1, 1, 1; 0,9, 0,9)

## 2.2. Aralıklı Tip-2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

AHP, karmaşık karar problemlerini ayrıştırmayı, organize etmeyi ve analizlemeyi amaçlayan bir ÇKKV yöntemidir. Bu yöntem, karar elemanlarının ikili karşılaştırılması yoluyla önem ağırlıklarının belirlemektir. AHP yönteminin prosedürü problemin hiyerarşik bir şekilde yapılandırılmasıyla başlar. Bu yapı, verilen düzeydeki elemanların üst düzeydeki elemanlara göre öneminin ikili değerlendirilmesini mümkün kılar. İkili karşılaştırmalara sayısal değerler atamak için 1-9 ölçeği kullanılır. Karar elemanlarının ikili karşılaştırılmalarına ilişkin yargılar karşılaştırma matrislere aktarılır ve öncelik vektörlerini elde etmek için analiz edilir. Karşılaştırma matrislerinin ( $A = [a_{ij}]_{n \times n}$ ) tutarsızlığı bazı tutarlılık göstergeleri aracılığıyla kontrol edilebilir ve azaltılabilir [10]. Bulanık kümeler, değerlendirmelerin gerçek görüşler ile yakından eşleşmesine yardımcı olur. Bu açıdan, aralıklı tip-2 bulanık AHP yöntemi etkinliği ve güvenilirliği nedeniyle çalışmada tercih edilmiştir. Bu yöntemin adımları Çizelge 2’de sunulmuştur [11].

**Çizelge 2. Aralıklı Tip-2 Bulanık AHP Adımları**

Aralıklı tip-2 bulanık AHP süreci
Adım 1: İkili karşılaştırma matris(ler)i bir değerlendirme ölçeğine göre oluşturulur.
Adım 2: Matris satırlarının geometrik ortalamaları saptanır.
$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n}$ (6)
Adım 3: Aralıklı tip-2 bulanık ağırlıklar tespit edilir.
$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1}$ (7)
Adım 4: Durulaştırma işlemi uygulanır.
$w'_i = \frac{\left( \left[ \frac{(a_{i4}^U - a_{i1}^U) + (H_1(\tilde{A}_i^U) \cdot a_{i2}^U - a_{i1}^U) + (H_2(\tilde{A}_i^U) \cdot a_{i3}^U - a_{i1}^U)}{4} \right] + a_{i1}^{U+} \right) + \left( \left[ \frac{(a_{i4}^L - a_{i1}^L) + (H_1(\tilde{A}_i^L) \cdot a_{i2}^L - a_{i1}^L) + (H_2(\tilde{A}_i^L) \cdot a_{i3}^L - a_{i1}^L)}{4} \right] + a_{i1}^L \right)}{2}$ (8)
Adım 5: Net nihai ağırlıklar hesaplanır.
$w_i = \frac{w'_i}{\sum_{i=1}^n w'_i}$ (9)

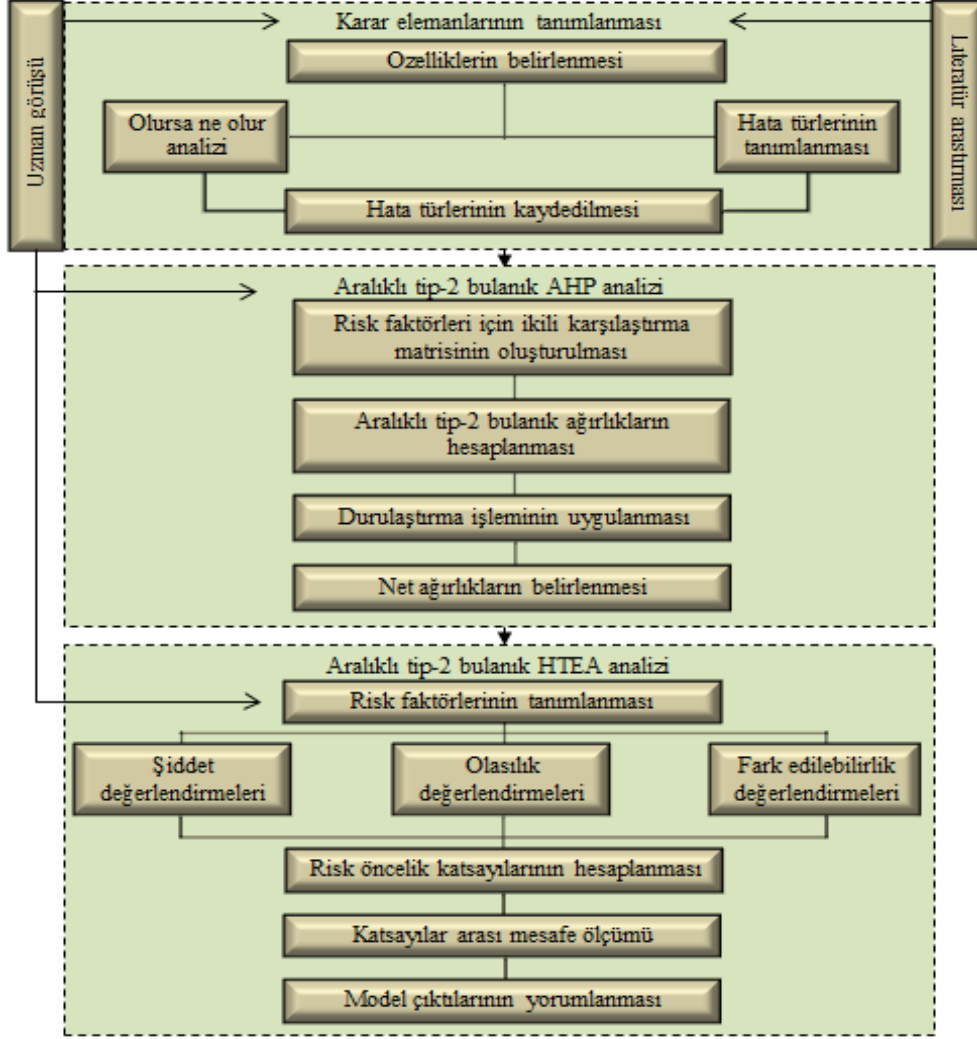
Çalışmada kullanılan aralıklı tip-2 bulanık AHP ölçeği Çizelge 3’te sunulmuştur.

**Çizelge 3. Aralıklı Tip-2 Bulanık AHP Ölçeği**

Dilsel ölçek	Aralıklı tip-2 bulanık sayı	Karşılık aralıklı tip-2 bulanık sayı
Kesin önemli	(8, 9, 9, 10; 1, 1), (8,5, 9, 9, 9,5; 0,9, 0,9)	(0,10, 0,11, 0,11, 0,13; 1, 1), (0,11, 0,11, 0,11, 0,12; 0,9, 0,9)
Çok önemli	(6, 7, 7, 8; 1, 1), (6,5, 7, 7, 7,5; 0,9, 0,9)	(0,13, 0,14, 0,14, 0,17; 1, 1), (0,13, 0,14, 0,14, 0,15; 0,9, 0,9)
Önemli	(4, 5, 5, 6; 1, 1), (4,5, 5, 5, 5,5; 0,9, 0,9)	(0,17, 0,20, 0,20, 0,25; 1, 1), (0,18, 0,20, 0,20, 0,22; 0,9, 0,9)
Biraz daha önemli	(2, 3, 3, 4; 1, 1), (2,5, 3, 3, 4,5; 0,9, 0,9)	(0,25, 0,33, 0,33, 0,50; 1, 1), (0,22, 0,33, 0,33, 0,40; 0,9, 0,9)
Eşit önemli	(1, 1, 1, 1; 1, 1), (1, 1, 1, 1; 0,9, 0,9)	(1, 1, 1, 1; 1, 1), (1, 1, 1, 1; 0,9, 0,9)

### 3. UYGULAMA

Bu çalışmada, titanyum malzemelerinin bazı özellikleri bir aralıklı tip-2 bulanık AHP-HTEA metodolojisi aracılığıyla biyomedikal uygulamalar açısından incelenmektedir. Aralıklı tip-2 bulanık kümenin belirsizlik unsurlarını iyi bir şekilde ele alması, kullanılabilirliği ve popülerliği gibi yönleri göz önünde bulundurularak, çalışmada aralıklı tip-2 bulanık ortam altında bütünleşik AHP ve HTEA yaklaşımı sunulmaktadır. Aralıklı tip-2 bulanık AHP, risk faktörlerinin önemini tespit eder. Aralıklı tip-2 bulanık HTEA ise her malzeme özelliğinin risk öncelik katsayısını hesaplar. Çalışmanın işleyişi Görsel 2’de aydınlatılmıştır.



**Görsel 2. Çalışmanın İşleyişi**

Literatür araştırması ve uzman görüşleri doğrultusunda karar problemi yapılandırılmıştır. Mevcut çalışmada, şu altı ana özellik ve otuz bir alt özellik dikkate alınmıştır [6]: ekonomik özellikler (K<sub>1</sub>): araştırma, geliştirme ve uygulamalar için yatırım eğilimi (K<sub>11</sub>), uzun ömürlülük (K<sub>12</sub>), maliyet (K<sub>13</sub>), bulunabilirlik (K<sub>14</sub>) – tasarım ve üretim özellikleri (K<sub>2</sub>): üretim kolaylığı (K<sub>21</sub>), hafiflik (K<sub>22</sub>), işlenebilirlik (K<sub>23</sub>), sterilize edilebilirlik (K<sub>24</sub>), şekillendirilebilirlik (K<sub>25</sub>), uyumluluk (K<sub>26</sub>) – mekanik özellikler (K<sub>3</sub>): aşınma direnci (K<sub>31</sub>), yorulma direnci (K<sub>32</sub>), çekme mukavemeti (K<sub>33</sub>), tokluk (K<sub>34</sub>), sertlik (K<sub>35</sub>), zamana bağlı deformasyon (K<sub>36</sub>) – fiziksel özellikler (K<sub>4</sub>): yoğunluk (K<sub>41</sub>), boyutsal kararlılık (K<sub>42</sub>), iletkenlik (K<sub>43</sub>), manyetik alınganlık (K<sub>44</sub>) – kimyasal özellikler (K<sub>5</sub>): iyon salınımı (K<sub>51</sub>), korozyon direnci (K<sub>52</sub>), reaktivite (K<sub>53</sub>), biyobozunma (K<sub>54</sub>), vücut PH'ına etki (K<sub>55</sub>) – biyolojik özellikler (K<sub>6</sub>): kemik bütünleşmesi (K<sub>61</sub>), alerjenik etki (K<sub>62</sub>), enfeksiyon (K<sub>63</sub>), toksiklik (K<sub>64</sub>), kireçlenme (K<sub>65</sub>), kanserojenlik (K<sub>66</sub>).

Karar elemanları, biyomalzemeler üzerine çeşitli ulusal ve uluslararası çalışmaları olan ve alanında en az on yıllık deneyime sahip uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Risk faktörlerinin ikili mukayeseleri Çizelge 3'teki ölçeğe göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulanık karşılaştırma matrisini Çizelge 4'te, uygulanan yöntemin net çıktılarını ise grafiksel olarak Görsel 3'te görmek mümkündür.

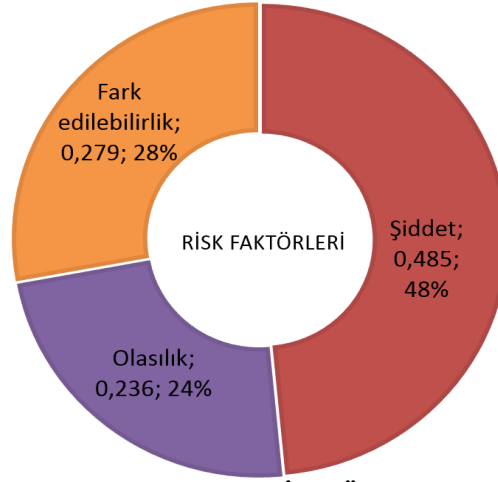
**Çizelge 4. Risk Faktörleri İçin Bulanık Karşılaştırma Matrisi**

Faktör	Şiddet	Olasılık	Fark edilebilirlik
Şiddet	(1, 1, 1, 1; 1, 1), (1, 1, 1, 1; 0,9, 0,9)	(1,89, 2,29, 2,29, 2,64; 1, 1), (2,10, 2,29, 2,29, 2,73; 0,9, 0,9)	(1,52, 1,55, 1,55, 1,58; 1, 1), (1,53, 1,55, 1,55, 1,57; 0,9, 0,9)
Olasılık		(1, 1, 1, 1; 1, 1), (1, 1, 1, 1; 0,9, 0,9)	(0,82, 0,95, 0,95, 1,15; 1, 1), (0,79, 0,95, 0,95, 1,04; 0,9, 0,9)
Fark edilebilirlik			(1, 1, 1, 1; 1, 1), (1, 1, 1, 1; 0,9, 0,9)

$$\tilde{w}_{\text{şiddet}} = (0,42, 0,49, 0,49, 0,55; 1, 1), (0,44, 0,49, 0,49, 0,54; 0,9, 0,9)$$

$$\tilde{w}_{\text{olasılık}} = (0,20, 0,24, 0,24, 0,29; 1, 1), (0,20, 0,24, 0,24, 0,26; 0,9, 0,9)$$

$$\tilde{w}_{\text{fark\_edilebilirlik}} = (0,24, 0,28, 0,28, 0,32; 1, 1), (0,25, 0,28, 0,28, 0,31; 0,9, 0,9)$$



**Görsel 3. Risk Faktörleri İçin Önem Ağırlıkları**

Görsel 3'te görülebileceği üzere, risk faktörlerinin sıralaması şiddet ( $w_{\text{şiddet}} = 0,485$ ) > fark edilebilirlik ( $w_{\text{fark\_edilebilirlik}} = 0,279$ ) > olasılık ( $w_{\text{olasılık}} = 0,236$ ) şeklindedir. Bu sıralama düzeni, en yüksek öncelikli risk faktörünün şiddet olduğunu göstermiştir.

Malzeme özellikleri, Çizelge 1 kullanılarak değerlendirilmiştir. Bulanık risk öncelik katsayısı ( $BRÖS_i$ ) hesabı için şu denklem probleme adapte edilmiştir:

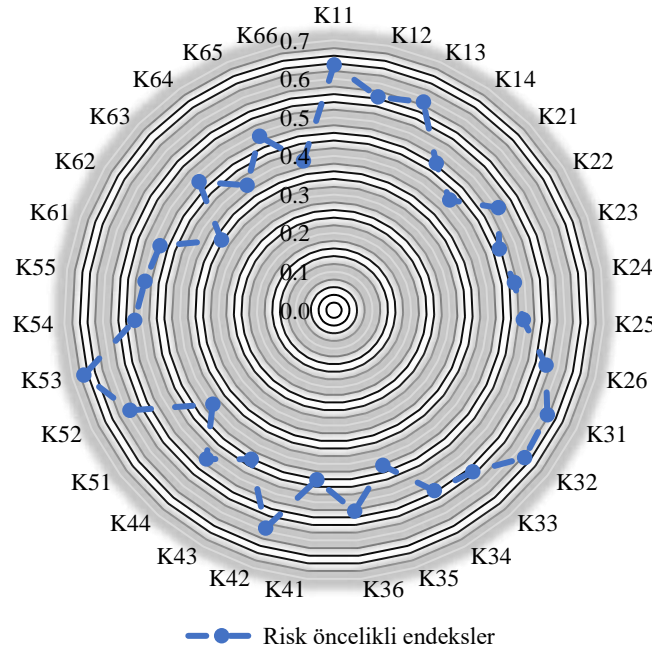
$$BRÖS_i = (\tilde{M}_i^O)^{\frac{\tilde{w}^O}{\tilde{w}^O + \tilde{w}^S + \tilde{w}^F}} \times (\tilde{M}_i^S)^{\frac{\tilde{w}^S}{\tilde{w}^O + \tilde{w}^S + \tilde{w}^F}} \times (\tilde{M}_i^F)^{\frac{\tilde{w}^F}{\tilde{w}^O + \tilde{w}^S + \tilde{w}^F}} \quad (10)$$

Burada;  $\tilde{M}_i^O$ ,  $\tilde{M}_i^S$  ve  $\tilde{M}_i^F$  sırasıyla olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değeri,  $\tilde{w}^O$ ,  $\tilde{w}^S$  ve  $\tilde{w}^F$  ise sırasıyla bu risk faktörleri için ağırlık değeridir [12]. Sonuç olarak, risk karar matrisi Çizelge 5'teki gibi elde edilmiştir. Malzemenin özellikler bazında risk öncelikli endekslere göre analizi ise Görsel 4'e göre detaylıca gerçekleştirilebilir. Görselde görülebileceği üzere, reaktivite, yatırım eğilimi ve yorulma direnci sırasıyla yüksek öncelik katsayılarına sahiptir. Alerjenik etki ise en düşük öncelik katsayısına sahiptir.

**Çizelge 5. Risk Karar Matrisi**

Özellik	BRÖS	Özellik	BRÖS
K <sub>11</sub>	(0,51, 0,66, 0,66, 0,77; 1, 1), (0,59, 0,66, 0,66, 0,72; 0,9, 0,9)	K <sub>41</sub>	(0,29, 0,45, 0,45, 0,62; 1, 1), (0,37, 0,45, 0,45, 0,54; 0,9, 0,9)
K <sub>12</sub>	(0,45, 0,58, 0,58, 0,69; 1, 1), (0,52, 0,58, 0,58, 0,64; 0,9, 0,9)	K <sub>42</sub>	(0,42, 0,61, 0,61, 0,76; 1, 1), (0,53, 0,61, 0,61, 0,70; 0,9, 0,9)
K <sub>13</sub>	(0,45, 0,61, 0,61, 0,73; 1, 1), (0,54, 0,61, 0,61, 0,67; 0,9, 0,9)	K <sub>43</sub>	(0,29, 0,45, 0,45, 0,62; 1, 1), (0,37, 0,45, 0,45, 0,54; 0,9, 0,9)

K <sub>14</sub>	(0,30, 0,48, 0,48, 0,65; 1, 1), (0,39, 0,48, 0,48, 0,56; 0,9, 0,9)	K <sub>44</sub>	(0,33, 0,52, 0,52, 0,70; 1, 1), (0,43, 0,52, 0,52, 0,62; 0,9, 0,9)
K <sub>21</sub>	(0,24, 0,42, 0,42, 0,61; 1, 1), (0,33, 0,42, 0,42, 0,52; 0,9, 0,9)	K <sub>51</sub>	(0,20, 0,41, 0,41, 0,60; 1, 1), (0,31, 0,41, 0,41, 0,51; 0,9, 0,9)
K <sub>22</sub>	(0,34, 0,52, 0,52, 0,66; 1, 1), (0,44, 0,52, 0,52, 0,60; 0,9, 0,9)	K <sub>52</sub>	(0,49, 0,61, 0,61, 0,70; 1, 1), (0,55, 0,61, 0,61, 0,66; 0,9, 0,9)
K <sub>23</sub>	(0,32, 0,47, 0,47, 0,62; 1, 1), (0,40, 0,47, 0,47, 0,54; 0,9, 0,9)	K <sub>53</sub>	(0,53, 0,69, 0,69, 0,81; 1, 1), (0,62, 0,69, 0,69, 0,76; 0,9, 0,9)
K <sub>24</sub>	(0,30, 0,49, 0,49, 0,64; 1, 1), (0,41, 0,49, 0,49, 0,57; 0,9, 0,9)	K <sub>54</sub>	(0,39, 0,53, 0,53, 0,66; 1, 1), (0,47, 0,53, 0,53, 0,60; 0,9, 0,9)
K <sub>25</sub>	(0,31, 0,51, 0,51, 0,67; 1, 1), (0,42, 0,51, 0,51, 0,60; 0,9, 0,9)	K <sub>55</sub>	(0,37, 0,51, 0,51, 0,64; 1, 1), (0,45, 0,51, 0,51, 0,58; 0,9, 0,9)
K <sub>26</sub>	(0,43, 0,59, 0,59, 0,71; 1, 1), (0,52, 0,59, 0,59, 0,65; 0,9, 0,9)	K <sub>61</sub>	(0,39, 0,49, 0,49, 0,61; 1, 1), (0,44, 0,49, 0,49, 0,56; 0,9, 0,9)
K <sub>31</sub>	(0,42, 0,65, 0,65, 0,78; 1, 1), (0,55, 0,65, 0,65, 0,72; 0,9, 0,9)	K <sub>62</sub>	(0,20, 0,35, 0,35, 0,51; 1, 1), (0,28, 0,35, 0,35, 0,43; 0,9, 0,9)
K <sub>32</sub>	(0,48, 0,64, 0,64, 0,77; 1, 1), (0,57, 0,64, 0,64, 0,72; 0,9, 0,9)	K <sub>63</sub>	(0,31, 0,50, 0,50, 0,67; 1, 1), (0,41, 0,50, 0,50, 0,59; 0,9, 0,9)
K <sub>33</sub>	(0,39, 0,57, 0,57, 0,72; 1, 1), (0,49, 0,57, 0,57, 0,65; 0,9, 0,9)	K <sub>64</sub>	(0,23, 0,41, 0,41, 0,57; 1, 1), (0,32, 0,41, 0,41, 0,49; 0,9, 0,9)
K <sub>34</sub>	(0,36, 0,56, 0,56, 0,70; 1, 1), (0,47, 0,56, 0,56, 0,64; 0,9, 0,9)	K <sub>65</sub>	(0,34, 0,51, 0,51, 0,66; 1, 1), (0,43, 0,51, 0,51, 0,59; 0,9, 0,9)
K <sub>35</sub>	(0,25, 0,43, 0,43, 0,62; 1, 1), (0,34, 0,43, 0,43, 0,53; 0,9, 0,9)	K <sub>66</sub>	(0,23, 0,41, 0,41, 0,57; 1, 1), (0,32, 0,41, 0,41, 0,49; 0,9, 0,9)
K <sub>36</sub>	(0,35, 0,54, 0,54, 0,72; 1, 1), (0,45, 0,54, 0,54, 0,63; 0,9, 0,9)		



**Görsel 4. Malzeme Özellikleri İçin Risk Öncelikli Endeksler**

Malzeme özelliklerinin bulanık risk göstergeleri için verteks uzaklığı [Eşitlik (11)] [13] hesaplanmış ve elde edilen değerler Çizelge 6'da sunulmuştur. Verteks uzaklığına dayalı benzerlik ölçüsü, risk sonuçları arasındaki benzerliğin nicel olarak belirlenmesini sağlar. Uzaklık skoru 0'a yaklaştıkça, risk benzerliği artmaktadır. Sonuçlara göre, minimum ve

maksimum verteks skorları sırasıyla toksiklik - kanserojenlik ve reaktivite - alerjenik etki ikilileri için elde edilmiştir.

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{8} \left[ \begin{aligned} &(a_1^L - b_1^L)^2 + (a_2^L - b_2^L)^2 + (a_3^L - b_3^L)^2 + (a_4^L - b_4^L)^2 + \\ &(a_1^U - b_1^U)^2 + (a_2^U - b_2^U)^2 + (a_3^U - b_3^U)^2 + (a_4^U - b_4^U)^2 + \\ &(h_{1\tilde{A}}^L - h_{1\tilde{B}}^L)^2 + (h_{2\tilde{A}}^L - h_{2\tilde{B}}^L)^2 + (h_{1\tilde{A}}^U - h_{1\tilde{B}}^U)^2 + (h_{2\tilde{A}}^U - h_{2\tilde{B}}^U)^2 \end{aligned} \right]} \quad (11)$$

#### 4. SONUÇ

Bilim ve teknolojideki ilerlemeler, tıp ve mühendislik alanlarında disiplinlerarası araştırmalara hız ve yön vermiştir. Medikal implantların özellikle yük taşıyıcı ortopedik uygulamadaki kullanımının sıklaşması biyomalzemeler üzerindeki çabaların hızlandırılmasını gerektirmiştir. Bu çalışmada, metalik biyomalzemeler sınıfı altında yer alan titanyumun bazı özellikleri bir aralıklı tip-2 bulanık AHP-HTEA metodolojisi aracılığıyla değerlendirilmektedir. Aralıklı tip-2 bulanık AHP yöntemiyle HTEA risk faktörlerinin önemi tayin edilmekte, aralıklı tip-2 bulanık HTEA yöntemiyle malzeme özellikleri için risk öncelik katsayıları elde edilmektedir. Ayrıca, verteks uzaklığı ile katsayılar arası benzerlik düzeyi ortaya çıkarılmıştır. Aralıklı tip-2 bulanık AHP yönteminin çıktularına göre şiddet en önemli risk faktörüdür. Elde edilen risk öncelik katsayılarına göre ise reaktivite odaklanılması gereken en önemli malzeme özelliğidir. Ayrıca, toksiklik - kanserojenlik ve reaktivite - alerjenik etki ikililerinin sırasıyla minimum ve maksimum verteks skorlarına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma, üreticiler, uygulayıcılar ve araştırmacılar için faydalı bir rehber sunmaktadır. İleriki araştırma çalışmalarında, biyomalzeme özelliklerinin sayısı artırılabilir ve farklı bulanık ÇKKV yöntemleri veyahut sezgisel yaklaşımlar probleme dâhil edilebilir.



**Çizelge 6. Bulanık Risk Göstergeleri Arasındaki Benzerlik**

	K <sub>11</sub>	K <sub>12</sub>	K <sub>13</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>21</sub>	K <sub>22</sub>	K <sub>23</sub>	K <sub>24</sub>	K <sub>25</sub>	K <sub>26</sub>	K <sub>31</sub>	K <sub>32</sub>	K <sub>33</sub>	K <sub>34</sub>	K <sub>35</sub>	K <sub>36</sub>	K <sub>41</sub>	K <sub>42</sub>	K <sub>43</sub>	K <sub>44</sub>	K <sub>51</sub>	K <sub>52</sub>	K <sub>53</sub>	K <sub>54</sub>	K <sub>55</sub>	K <sub>61</sub>	K <sub>62</sub>	K <sub>63</sub>	K <sub>64</sub>	K <sub>65</sub>	K <sub>66</sub>
K <sub>11</sub>	-	,074	,051	,179	,231	,138	,184	,169	,151	,071	,035	,015	,089	,106	,222	,119	,200	,051	,201	,135	,248	,049	,035	,122	,144	,160	,300	,160	,249	,150	,249
K <sub>12</sub>		-	,025	,107	,159	,067	,111	,097	,081	,010	,063	,064	,028	,041	,150	,053	,128	,041	,128	,068	,177	,028	,109	,049	,070	,087	,226	,090	,176	,078	,176
K <sub>13</sub>			-	,128	,180	,087	,133	,118	,100	,020	,039	,040	,039	,056	,171	,069	,149	,020	,150	,085	,197	,018	,086	,071	,093	,110	,249	,109	,198	,098	,198
K <sub>14</sub>				-	,052	,042	,016	,013	,030	,108	,157	,166	,091	,074	,043	,062	,023	,132	,023	,046	,070	,135	,213	,059	,039	,039	,123	,021	,071	,030	,071
K <sub>21</sub>					-	,093	,050	,062	,081	,160	,209	,218	,143	,126	,009	,114	,031	,184	,031	,097	,020	,186	,265	,110	,089	,080	,073	,072	,021	,081	,021
K <sub>22</sub>						-	,048	,031	,016	,068	,117	,126	,051	,034	,084	,027	,063	,092	,063	,018	,111	,094	,172	,021	,014	,037	,162	,026	,111	,013	,111
K <sub>23</sub>							-	,021	,040	,113	,165	,172	,098	,082	,041	,071	,018	,139	,019	,056	,068	,138	,219	,062	,040	,031	,116	,034	,066	,036	,066
K <sub>24</sub>								-	,021	,099	,147	,157	,081	,064	,053	,054	,033	,123	,033	,038	,080	,125	,203	,050	,029	,034	,132	,016	,080	,020	,080
K <sub>25</sub>									-	,081	,128	,138	,063	,045	,072	,035	,052	,104	,052	,019	,097	,109	,185	,037	,024	,041	,152	,011	,099	,012	,099
K <sub>26</sub>										-	,056	,059	,023	,038	,152	,051	,130	,032	,130	,067	,178	,029	,105	,052	,073	,091	,229	,090	,178	,079	,178
K <sub>31</sub>											-	,023	,067	,083	,200	,096	,180	,026	,180	,112	,225	,049	,060	,105	,126	,145	,279	,137	,227	,129	,227
K <sub>32</sub>												-	,076	,093	,209	,106	,188	,037	,189	,122	,236	,042	,046	,111	,132	,150	,288	,147	,237	,137	,237
K <sub>33</sub>													-	,018	,134	,030	,113	,042	,113	,046	,160	,051	,122	,040	,060	,080	,213	,071	,161	,062	,161
K <sub>34</sub>														-	,117	,017	,097	,059	,097	,031	,143	,067	,140	,029	,045	,067	,196	,055	,144	,046	,144
K <sub>35</sub>															-	,105	,023	,175	,022	,088	,028	,178	,256	,102	,080	,072	,081	,063	,029	,072	,029
K <sub>36</sub>																-	,085	,070	,085	,017	,130	,079	,152	,028	,038	,060	,185	,042	,133	,036	,133
K <sub>41</sub>																	-	,155	,002	,069	,051	,155	,235	,079	,058	,049	,100	,044	,049	,051	,049
K <sub>42</sub>																		-	,155	,087	,200	,036	,082	,080	,101	,120	,255	,112	,203	,104	,203
K <sub>43</sub>																			-	,069	,050	,156	,235	,080	,058	,050	,100	,044	,048	,051	,048
K <sub>44</sub>																				-	,114	,095	,168	,030	,030	,050	,169	,026	,117	,023	,117
K <sub>51</sub>																					-	,205	,282	,129	,107	,099	,060	,089	,017	,099	,017
K <sub>52</sub>																						-	,084	,076	,098	,113	,254	,118	,204	,105	,204
K <sub>53</sub>																							-	,157	,178	,195	,334	,193	,283	,184	,283
K <sub>54</sub>																								-	,022	,040	,178	,045	,128	,030	,128
K <sub>55</sub>																									-	,023	,156	,029	,106	,013	,106
K <sub>61</sub>																										-	,142	,041	,095	,030	,095
K <sub>62</sub>																											-	,143	,053	,151	,053
K <sub>63</sub>																												-	,091	,016	,091
K <sub>64</sub>																													-	,099	,000
K <sub>65</sub>																														-	,099
K <sub>66</sub>																															-

## KAYNAKÇA

- [1] Davis, J.R. (2003). Overview of biomaterials and their use in medical devices. In: Handbook of Materials for Medical Devices (ss. 1–11). ASM International, Ohio.
- [2] Nozari, H., Najafi, E., Fallah, M., & Lotfi, F.H. (2019). Quantitative analysis of key performance indicators of green supply chain in FMCG industries using non-linear fuzzy method. *Mathematics*, 7(11), 1–19.
- [3] Petrescu, L., Cazacu, E., & Petrescu, M.-C. (2019). Failure mode and effect analysis in automotive industry: a case study. *The Scientific Bulletin of Electrical Engineering Faculty*, 19(2), 10–15.
- [4] McDermott, R.E., Mikulak, R.J., & Beauregard, M.B. (2009). The basics of FMEA. CRC Press, New York.
- [5] Liu, H.C., Liu, L., & Liu, N. (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: a literature review. *Expert Systems with Applications*, 40(2), 828–838.
- [6] Singer, H., & Över Özçelik, T. (2022). Metallic biomaterial assessment via a risk-based decision-making approach. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 37(2), 641–654.
- [7] Ecer, F. (2022). Multi-criteria decision making for green supplier selection using interval type-2 fuzzy AHP: a case study of a home appliance manufacturer. *Operational Research*, 22(1), 199–233.
- [8] Khorshidi, H.A., Gunawan, I., & Ibrahim, M.Y. (2016). Applying UGF concept to enhance the assessment capability of FMEA. *Quality and Reliability Engineering International*, 32(3), 1085–1093.
- [9] Rah, J.E., Manger, R.P., Yock, A.D., & Kim, G.Y. (2016). A comparison of two prospective risk analysis methods: traditional FMEA and a modified healthcare FMEA. *Medical Physics*, 43(12), 6347–6353.
- [10] Zhu, B., Xu, Z., Zhang, R., & Hong, M. (2016). Hesitant analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 250(2), 602–614.
- [11] Celik, E., & Akyuz, E. (2018). An interval type-2 fuzzy AHP and TOPSIS methods for decision-making problems in maritime transportation engineering: the case of ship loader. *Ocean Engineering*, 155, 371–381.
- [12] Wang, Y.M., Chin, K.S., Poon, G.K.K., & Yang, J.B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications*, 36, 1195–1207.
- [13] Sharaf, I.M. (2020). An interval type-2 fuzzy TOPSIS using the extended vertex method for MAGDM. *SN Applied Sciences*, 2(1), 1–15.

## GÖĞÜS KANSERİ SINIFLANDIRMASI İÇİN BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM

**Doç. Dr. TİJEN ÖVER ÖZÇELİK<sup>1</sup>, Dr. HİLAL SİNGER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, - ORCID ID: 0000-0002-9614-8119

<sup>2</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye, - ORCID ID: 0000-0003-0884-2555

### ÖZET

Göğüs kanseri, kadınlar arasında daha fazla görülen bir kanser türüdür. Geç tanı ve tedaviye bağlı olarak birçok göğüs kanseri hastası hayatını kaybettiği için erken teşhis hayati öneme sahiptir. Bu çalışmada, göğüs kanseri sınıflandırması için bütünleşik bir yaklaşım önerilmiştir. Çalışmada, adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFİS) girdi seçimine dayalı ileri beslemeli ve geri yayımlı çok katmanlı bir yapay sinir ağı (YSA) modeli geliştirilerek göğüs kanseri sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Amaç doğrultusunda verilerden 87 tanesi eğitim, kalan 29 tanesi ise test verisi olarak rastgele seçilmiştir. ANFİS girdi seçimi yaklaşımı ile çıktı değişkenine en çok etki eden girdi değişkenleri belirlenmiş ve bu değişkenler ile YSA modeli geliştirilmiştir. Ağın ürettiği değerler en yakın tam sayıya yuvarlanarak sınıflandırma sağlanmıştır. Yaklaşık olarak %90 başarı sağlayan model önerilen bütünleşik yaklaşımın başarılı bir performans sergilediğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** göğüs kanseri, nitelik indirgeme, sınıflandırma, yapay sinir ağı, adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi

### AN INTEGRATED APPROACH FOR BREAST CANCER CLASSIFICATION

#### ABSTRACT

Breast cancer is a type of cancer that is more commonly observed among women. Early diagnosis is of vital importance because many breast cancer patients lose their lives due to late diagnosis and treatment. In this study, an integrated approach for breast cancer classification is proposed. In the study, breast cancer classification is carried out by developing a feedforward and backpropagation multilayer artificial neural network (ANN) model based on adaptive network fuzzy inference system (ANFIS) input selection. In accordance with the objective, 87 of the data points are selected for training, while the remaining 29 are selected as testing data. The input variables that have the most impact on the output variable are determined using the ANFIS input selection approach, and the ANN model is developed with these variables. The values produced by the network are rounded to the nearest integer number to achieve classification. The model achieved approximately 90% success demonstrates that the proposed integrated approach exhibits successful performance.

**Keywords:** breast cancer, feature reduction, classification, artificial neural network, adaptive network fuzzy inference system

## 1. GİRİŞ

Göğüs kanseri, göğüs dokusunu oluşturan hücrelerin kontrolsüz bir şekilde çoğalması durumunu ifade eder. Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre, kadınlar arasında en sık görülen kanser türüdür ve yılda 2,1 milyon kadını etkilemektedir. Aynı zamanda, kadınlar arasında en fazla ölüme sebebiyet veren kanser türü olarak ön plana çıkmaktadır [1]. Yaşlanma, genetik riskler, aile geçmişi, üreme sorunları, aşırı kilo gibi bir dizi faktörün göğüs kanseri gelişimine etkisi olduğu bilinse de, bu faktörlerin olumsuz etkilerinin tümüyle ortadan kaldırılabilmesi için henüz kesin çözümler bulunmamaktadır. Göğüs kanserinin erken dönemde tespit edilmesi ve tümörün lokalizasyonu ölüm oranını düşürme açısından son derece önemlidir [2].

Sınıflandırma yöntemleri, kategorik veya sayısal değerlerin tahmin edilmesine yardımcı olan veri madenciliği teknikleridir. Bu yöntemler, genellikle bir veri noktasının veya örneğin belirli bir kategoriye veya sınıfa ait olup olmadığını tahmin etmek için kullanılır. Bir sınıflandırma yöntemi, doktorların karar verme süreçlerinde hastalığı fark etmelerine yardımcı olabilmektedir. Hasta sonuçlarını iyileştirmeye yönelik karar yollarındaki önemine ek olarak bir hasta için ilaç maliyetini düşürmeye, klinik çalışmaların iyileştirilmesine ve sonuçların daha iyi analiz edilmesine yardımcı olur [3]. Bu nedenle, göğüs kanserinin tespiti, hastalığın tekrarlama durumunun önceden kestirilmesi ve hastalarının sağ kalım süreleri hakkında önceden bilgi sahibi olunabilmesi için literatürde çeşitli yöntemlerle tahmin modelleri geliştirilmiştir. Bellaachia ve Güven [4], yalın Bayes, sinir ağı ve C4.5 karar ağacı yöntemlerini kullanarak göğüs kanseri hastalarının sağ kalım oranının tahmini üzerine analiz gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, C4.5 algoritmasının daha iyi performans sergilediği görülmüştür. Caramihai vd. [5], göğüs kanseri risk değerlendirmesi için bulanık mantık yaklaşımını kullanmışlardır. Lavanya ve Rani [6], daha yüksek sınıflandırma doğruluğu ve gelişmiş tanı gayesiyle nitelik seçme, torbalama tekniği ve CART sınıflandırıcısına dayalı hibrit bir göğüs kanseri tahmin yaklaşımı sunmuşlardır. Sumbaly vd. [7], J48 karar ağacı algoritmasını kullanarak göğüs kanserinin erken tespiti için bir tahmin modeli önermişlerdir. Ayrıca, çalışmalarında göğüs kanseri teşhisi için çeşitli veri madenciliği yöntemleri ele alınmış ve risk faktörleri, semptomlar, tipler ve tedaviler hakkında açıklamalar yapılmıştır. Sivakami ve Saraswathi [8], bütünlük bir karar ağacı-destek vektör makinesi modeli önermişlerdir. Abed vd. [9], hekimlere erken tanılarda yardımcı olmak için genetik algoritma ve k-en yakın komşu yöntemlerini dikkate alan bir sınıflandırma algoritması geliştirmişlerdir. Karapınar-Şentürk ve Şentürk [2] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bir yapay sinir ağı (YSA) ile %77 doğruluk oranına ulaşılmıştır. Padmapriya ve Velmurugan [10], mamogram görüntü özelliklerini dikkate alarak göğüs kanserini tahmin ettikleri çalışmalarında J48, CART ve AD Tree sınıflandırma algoritmalarını kullanmışlardır. Çalışmada, CART algoritmasının tahmin performansının daha iyi olduğu görülmüştür. Mirajkar ve Lakshmi [11], yalın Bayes sınıflandırma algoritmasını kullanarak kanser türünü belirlemeye çalışmışlardır. Banu ve Thirumalaikolundusubramanian [12], göğüs kanseri tahmininde Bayes sınıflandırıcılarının sınıflandırma ve doğruluk konusunda en iyi performansı üretmek için nasıl kullanılabileceğini araştırmışlardır.

Göğüs kanseri, göğüs dokusunda başlayan ve zamanla diğer dokulara yayılabilen bir kanser türüdür. Göğüs kanseri sınıflandırması, hastalığın doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve uygun tedavi seçeneklerinin belirlenmesi için önemlidir. Göğüs kanseri, erken teşhis edildiğinde ve uygun tedaviyle etkili bir şekilde yönetildiğinde daha olumlu bir seyir beklenir. Bu çalışmada, göğüs kanseri sınıflandırması için adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFİS) girdi seçimine dayalı ileri beslemeli ve geri yayımlı çok katmanlı bir YSA modelinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. ANFİS girdi seçimi ile çıktı değişkenine en çok etki eden girdi değişkenleri

belirlenmekte ve bu değişkenler ile YSA modeli geliştirilmektedir. Önerilen yaklaşım ile çalışmanın göğüs kanseri teşhisi alanında mevcut literatüre katkı sunması beklenmektedir.

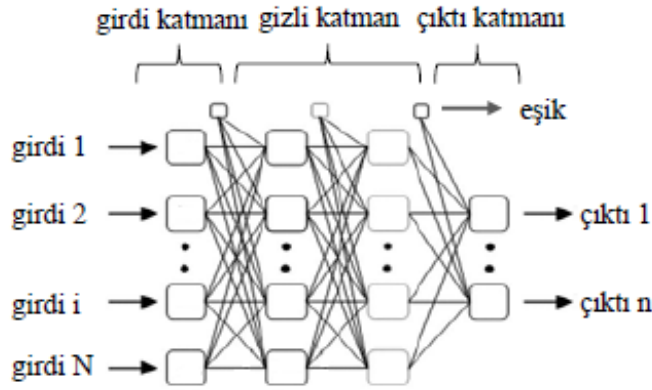
## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. ANFİS Girdi Seçimi

ANFİS girdi seçimi, Jang [13] tarafından önerilmiş ve iki farklı doğrusal olmayan probleme uygulanmıştır. Çalışma, problemlerin çok sayıda girdiyi içermesi durumunda çözülmesinin ve açıklanmasının zorlaşabileceğini dikkate alarak girdi seçimi için etkili bir yöntem sunmayı amaçlamıştır [14]. Gerçek dünya uygulamalarında, problemler genellikle model oluşturma sırasında birçok girdi adayına sahiptir. Çoğu çalışmada, çıktı değerleri üzerinde en büyük etkiye sahip olan girdilerin önceliklendirilmesi ve seçilmesi gerekir. Çok fazla değişken, karmaşıklık, uygulanabilirliğin azalması ve çok fazla hesaplama süresi gibi bazı sorunlara neden olabilir. Bu olası sorunların üstesinden gelmek ve karmaşıklığı azaltmak için ANFİS girdi seçimi yöntemi kullanılabilir [15]. Bu yöntemde, farklı girdi kombinasyonlarının yol açtığı hata değerleri incelenerek çıktılarını en çok etkileyen girdiler belirlenir. Girdi seçimi, MATLAB programındaki bulanık mantık modülü ile yapılabilmektedir [14].

### 2.2. Yapay Sinir Ağı

YSA, insan beyninin işleyişini taklit etme girişimlerinden ortaya çıkan bir veri modelleme yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, herhangi bir varsayıma gerek duymadan değişkenler arasındaki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri tanımlayabilme yeteneğine sahiptir. Çok katmanlı algılayıcı (ÇKA), tahmin maksatlı kullanılan popüler bir ağıdır. ÇKA, bir girdi katmanı,  $t$  adet gizli katman ve bir çıktı katmanından oluşur ve bu katmanlar nöron adı verilen bir dizi işlemci elemandan oluşur (bkz. Görsel 1) [16]. Girdi ve çıktı nöronlarının sayısı sırasıyla girdi ve çıktı sayısına karşılık gelir. Gizli nöron sayısı problemin karmaşıklık seviyesine bağlı olarak değişmektedir [17].



Görsel 1. ÇKA Örneği

ÇKA'daki bir nöron ağırlıklı girdileri ve eşikleri toplar ve sonuç matematiksel bir fonksiyon ile işlenir [18]. Doğru çıktıları üretebilecek ağırlıkları belirlemek için sinir ağı eğitilmelidir. Eğitim adımı bir dizi girdi-çıkı verisi kullanılır ve birçok kez ağa sunulur. Model performansı eğitim aşamasında dikkate alınmayan bir veri seti ile test edilir. Model performansı yüksek ise ilgili ağırlık ve eşik değerleri kaydedilir. Bu değerler, yeni girdi vektörü için çıktıların hesaplanmasında kullanılabilir [19].

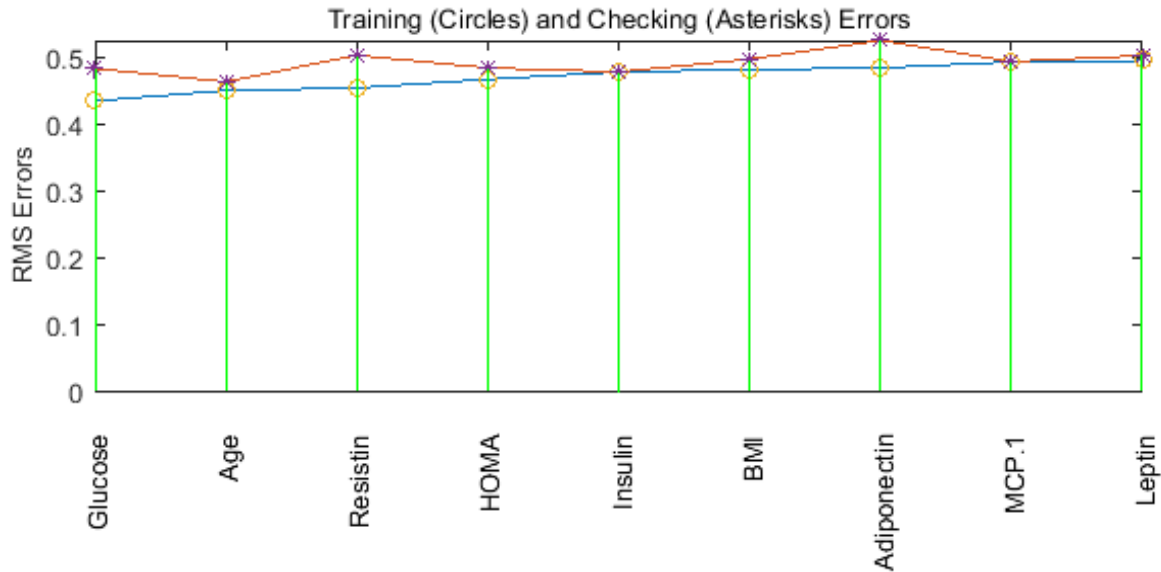
### 3. UYGULAMA

Bu çalışmada, göğüs kanseri sınıflandırması için bütünlük bir yaklaşım önerilmektedir. Çalışmada kullanılan veri seti Coimbra Üniversitesi bünyesinde oluşturulmuştur. Toplam 116 verinin 64'ü tedavi öncesi göğüs kanserli kadınlardan elde edilirken, geri kalan 52'si göğüs kanseri olmayan kadınlardan toplanmıştır. Toplanan verilerin özellikleri ve açıklamalar Çizelge 1'de sunulmuştur [20,21].

**Çizelge 1. Veri Setinin Özellikleri**

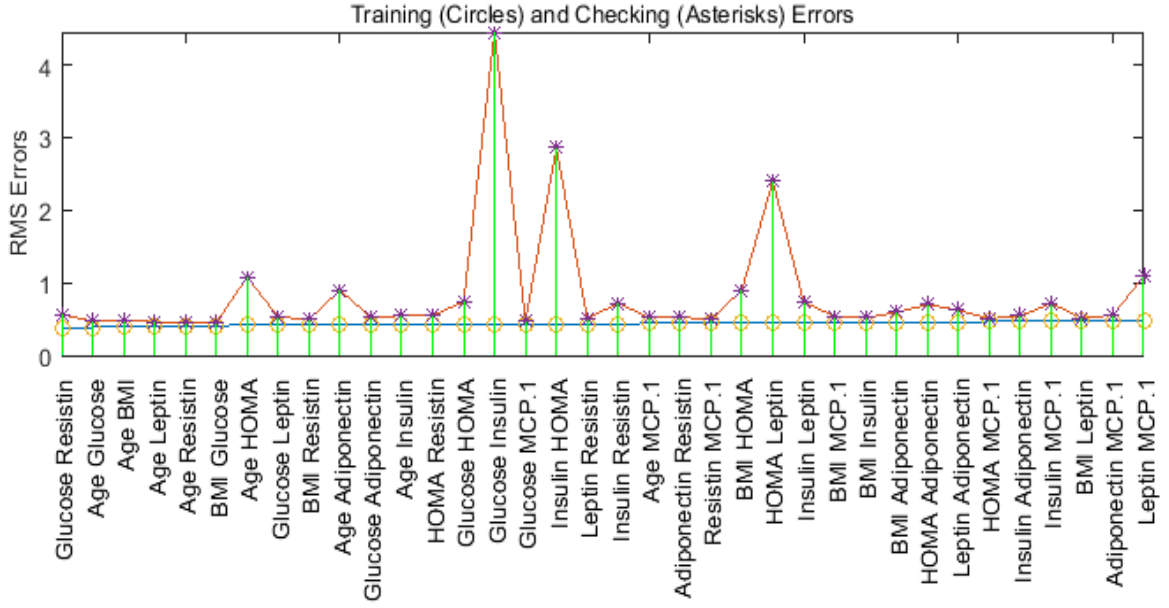
No	Nitelik	Değer aralığı	Açıklama
1	Yaş (yıl)	[24 – 89]	Yaşam süresi
2	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	[18,37 – 38,58]	Kişi ağırlığı / kişi boyu (kare)
3	Glikoz (mg/dL)	[60 – 201]	Kan şekeri test değerleri
4	İnsülin (μU/mL)	[2,43 – 58,46]	Kan şekeri test değerleri
5	Homa	[0,47 – 25,05]	İnsülin direnci değerlendirmesi için indeks
6	Leptin (ng/mL)	[4,31 – 90,28]	Tokluk hormonu
7	Adiponectin (μg/mL)	[1,66 – 38,04]	Glikoz seviyelerini düzenleyen bir hormon
8	Resistin (ng/mL)	[3,21 – 82,1]	Yağ dokusundan türeyen bir hormon olup Tıp 2 DM, obezite, insülin direnci ve inflamasyonla ilişkilendirilir
9	MCP-1 (pg/dL)	[45,84 – 1698,44]	Monosit kemo-çekici protein-1

Çalışmada, göğüs kanseri sınıflandırması için ANFİS girdi seçimi yöntemine dayalı ileri beslemeli ve geri yayımlı çok katmanlı YSA modeli geliştirilmektedir. Amaç doğrultusunda verilerden 87 tanesi eğitim, kalan 29 tanesi ise test verisi olarak rastgele seçilmiştir. ANFİS girdi seçimi yöntemi ile çıktı değişkenine en çok etki eden girdi değişkenleri belirlenmiştir. İlk aşamada, girdi değişkenleri tek tek ele alınmıştır. Ardından, 2'li ve 3'lü kombinasyonlar incelenerek girdi değişkenleri arasından önceliği fazla olanlar yaş, glikoz ve resistin olarak tespit edilmiştir. Her bir kombinasyon için hata değerleri Görsel 2-4'te sunulmuştur.

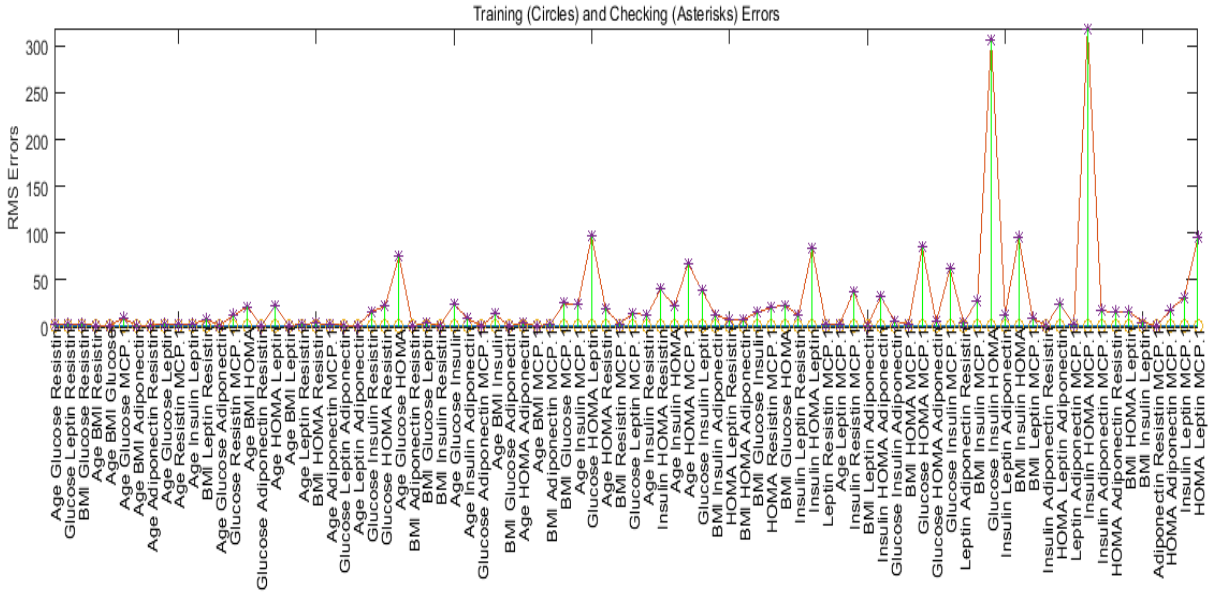


**Görsel 2. Tekli Kombinasyon İçin Hata Değerleri**





Görsel 3. İkili Kombinasyon İçin Hata Değerleri



Görsel 4. Üçlü Kombinasyon İçin Hata Değerleri

YSA modellemesinde, aktivasyon fonksiyonu gizli katmanlar için hiperbolik tanjant sigmoid fonksiyonu ve çıktı katmanı için doğrusal transfer fonksiyonudur. Ayrıca, Levenberg-Marquardt algoritması eğitim algoritması, momentumlu gradyan azaltım geri-yayılım algoritması öğrenme kuralı ve ortalama karesel hata performans fonksiyonudur. Denenen YSA modellerinde hiperbolik tanjant sigmoid fonksiyonu kullanıldığı için değişkenler Eşitlik (1) yardımıyla  $[-1 \ 1]$  aralığında yer alan sayılarla eşleştirilmiş ve ardından analizler gerçekleştirilmiştir.

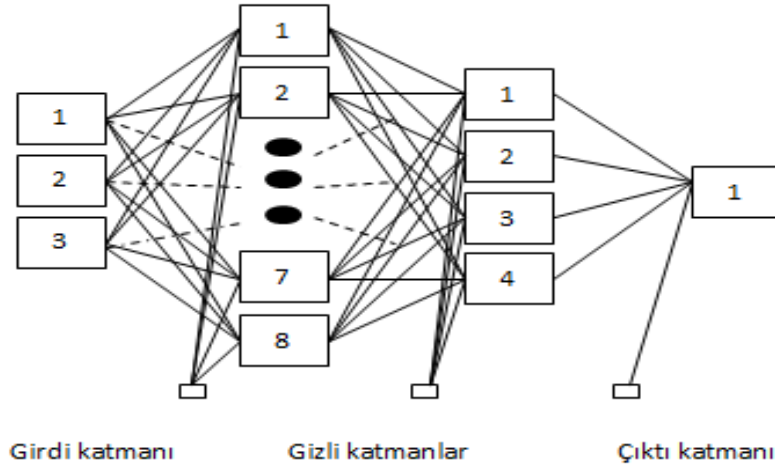
$$X_{norm} = 2 \times \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} - 1 \quad (1)$$

Burada;  $X_{norm}$ : normalize veri,  $X$ : asıl değer,  $X_{min}$ : veri grubundaki minimum değer ve  $X_{max}$ : veri grubundaki maksimum değer.

Farklı ağ yapılarına ve parametrelerine sahip birçok YSA modeli oluşturulmuştur. Sonuç olarak; ilk gizli katmanında 8 ve ikinci gizli katmanında 4 nöron bulunan iki gizli katmana sahip ağ mimarisi (3:8:4:1) sınıflandırma yapmak için seçilmiştir (bkz. Görsel 5). Test seti için elde edilen sonuçlar Çizelge 2’de sunulmuştur.

**Çizelge 2. Test Seti İçin Çıktılar**

Model çıktısı	Çıktı	Sonuç	Model çıktısı	Çıktı	Sonuç
1,01	1	1	2,12	2	2
0,99	1	1	1,97	2	2
1,08	1	1	1,00	1	2
1,07	1	1	2,01	2	2
1,01	1	1	2,01	2	2
0,99	1	1	2,01	2	2
1,12	1	1	2,01	2	2
0,51	1	1	2,04	2	2
1,07	1	1	2,01	2	2
1,04	1	1	0,91	1	2
0,99	1	1	2,00	2	2
0,99	1	1	2,02	2	2
0,99	1	1	2,01	2	2
1,58	2	1	2,06	2	2
2,00	2	2			



**Görsel 5. Önerilen Ağ Mimarisi**

Model değerleri gerçek değerlerle kıyasladıktan sonra hata matrisi oluşturularak sonuçların güvenilirliği araştırılmıştır. 29 veriden oluşan test kümesinin hata matrisi Çizelge 3’te sunulmuştur.

**Çizelge 3. Hata Matrisi**

		Tahmin	
		1	2
Gerçek	1	13	1
	2	2	13

Matrise göre geliştirilen modelin performansı şöyledir:

Doğruluk =  $(Doğru\ pozitif + Doğru\ Negatif) / Toplam\ Eleman = (13+13)/29 = 0,8966$

Pozitif tahmini değer =  $Doğru\ pozitif / Test\ sonucu\ pozitif = 13/14 = 0,9286$

Yanlış keşif oranı =  $Yanlış\ pozitif / Test\ sonucu\ pozitif = 1/14 = 0,0714$

Yanlış yayılım oranı =  $Yanlış\ negatif / Test\ sonucu\ negatif = 2/15 = 0,1333$

Negatif tahmini değer =  $Doğru\ negatif / Test\ sonucu\ negatif = 13/15 = 0,8667$

Sonuç olarak, yakalanan yaklaşık %90'lık başarı oranı önerilen modelin tatmin edici sonuçlar verdiğini gözler önüne sermektedir.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, göğüs kanserinin erken teşhis edilebilmesi gayesiyle bütünlük bir yaklaşım önerilmiştir. Çalışma kapsamında, ANFİS girdi seçimine dayalı bir ileri beslemeli ve geri yayımlı çok katmanlı YSA modeli geliştirilmiş ve göğüs kanseri sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Veriler, 87 tanesi eğitim ve 29 tanesi test verisi olmak üzere rastgele seçilmiştir. Girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkiler göz önünde bulundurulduğunda, önerilen model tarafından oldukça cesaret verici ve tatmin edici sonuçlar sağlanmıştır. Yaklaşık olarak %90 başarı sağlayan model önerilen yaklaşımının başarılı bir performans sergilediğini göstermiştir. Sonuç olarak, ANFİS girdi seçimi tabanlı YSA yaklaşımının sağlık profesyonellerine hastalığı erken teşhis etmelerinde yardımcı olabileceği beklenmektedir.

#### KAYNAKÇA

- [1] Özkan, G.Y. (2019). *Meme kanseri hastalarının sağ kalım tahmini için öznelik seçimi ve sınıflandırma algoritmalarının karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- [2] Karapınar-Şentürk, Z., & Şentürk, A. (2016). Yapay sinir ağları ile göğüs kanseri tahmini. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 345–350.
- [3] Venkatesan, E., & Velmurugan, T. (2015). Performance analysis of decision tree algorithms for breast cancer classification. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(29), 1–8.
- [4] Bellaachia, A., & Güven, E. (2006). Predicting breast cancer survivability using data mining techniques. *Age*, 58, 10–110.
- [5] Caramihai, M., Severin, I., Blidaru, A., Balan, H., & Saptefrati, C. (2010). Evaluation of breast cancer risk by using fuzzy logic. *Proceedings of the International Conference on Applied Computer Science*, 324–329.
- [6] Lavanya, D., & Rani K.U. (2012). Ensemble decision tree classifier for breast cancer data. *International Journal of Information Technology Convergence and Service*, 2(1), 17–24.
- [7] Sumbaly, R., Vishnusri, N., & Jeyalatha, S. (2014). Diagnosis of breast cancer using decision tree data mining technique. *International Journal of Computer Applications*, 98(10), 16–24.

- [8] Sivakami, K., & Saraswathi N. (2015). Mining big data: breast cancer prediction using DT-SVM hybrid model. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science*, 1(5), 418–429.
- [9] Abed, B.M., Shaker, K., Jalab. H.A., Shaker, H., Mansoor, A.M., Alwan, A.F., & Al-Gburi, I.S. (2016). A hybrid classification algorithm approach for breast cancer diagnosis. *IEEE Industrial Electronics and Applications Conference*, 264–269.
- [10] Padmapriya, B., & Velmurugan T. (2016). Classification algorithm based analysis of breast cancer data. *International Journal of Data Mining Techniques and Applications*, 5(1), 43–49.
- [11] Mirajkar, P., & Lakshmi, P. (2017). Prediction of cancer risk in perspective of symptoms using naïve Bayes classifier. *International Journal of Engineering Research in Computer Science and Engineering*, 4(9), 145–149.
- [12] Banu, B., & Thirumalaikolundusubramanian, P. (2018). Comparison of Bayes classifiers for breast cancer classification. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 19(10), 2917–2920.
- [13] Jang, J.S. (1996). Input selection for ANFIS learning. *Proceedings of the fifth IEEE international conference on fuzzy systems*, 2, 1493–1499.
- [14] Yücel, A. (2010). *Tedarikçi seçimi probleminde bütünlük sinirsel bulanık mantık yaklaşımı*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- [15] Çakıt, E., & Karwowski, W. (2017). Predicting the occurrence of adverse events using an adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) approach with the help of ANFIS input selection. *Artificial Intelligence Review*, 48, 139–155.
- [16] Ozsahin, S. (2013). Optimization of process parameters in oriented strand board manufacturing with artificial neural network analysis. *European Journal of Wood and Wood Products*, 71, 769–777.
- [17] Esfe, M.H., Rostamian, H., Afrand, M., Karimipour, A., & M. Hassani, M. (2015). Modeling and estimation of thermal conductivity of MgO–water/EG (60:40) by artificial neural network and correlation. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 68, 98–103.
- [18] Özşahin, Ş., & Singer, H. (2019). Prediction of surface roughness and adhesion strength of wood by artificial neural networks. *Journal of Polytechnic*, 22(4), 889–900.
- [19] Li, Y., Xie W., & Li, H. (2017). Hyperspectral image reconstruction by deep convolutional neural network for classification. *Pattern Recognition*, 63, 371–383.
- [20] <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Breast+Cancer+Coimbra>. Son Erişim Tarihi: 04.06.2020
- [21] Patrício, M., Pereira, J., Crisóstomo, J., Matafome, P., Gomes, M., Seiça, R., & Caramelo, F. (2018). Using resistin, glucose, age and BMI to predict the presence of breast cancer. *BMC Cancer*, 18, 29.

## GÜÇ SİSTEMLERİNDE OLUŞAN ARIZALARIN ENERJİ KALİTESİNE ETKİSİ

**Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, – ORCID ID: 0000-0001-6076-4166

### ÖZET

Elektrik enerjisi genel anlamda bir ürün olarak değerlendirilmekte olup her ürün gibi belirli standartları sağlaması gerekmektedir. Güç sistemlerinde elektrik enerjisi önceden belirlenmiş gerilim seviyelerinde üretilir, iletilir ve dağıtılır. Bu sistemlerde gerilim ve akım için dalga şekillerinin tam sinüzoidal olması talep edilmekle birlikte bu durum uygulamada tamamen sağlanamaz. Doğrusal olmayan yüklerin sistemde mevcudiyeti enerji kalitesini bozabileceği gibi güç sistemlerinde ortaya çıkacak çeşitli arızalar da enerji kalitesi üzerinde bozucu etkiler yaratacaktır.

Bu çalışmanın temel motivasyonunu güç sistemlerinde oluşması muhtemel arızaların son tüketiciye ulaştırılan enerjinin kalitesi üzerinde yapacağı bozulmaların incelenmesi oluşturmaktadır. Bu kapsamda MATLAB/Simulink platformu altında bir güç sistemi benzetim modeli tasarlanmıştır. Daha sonra bu modelin arızalar içeren çeşitli çalışma koşullarında analizi yapılmış ve Hızlı Fourier Dönüşümü (Fast Fourier Transform – FFT) yaklaşımı kullanılarak güç kalitesi bozulmaları tespit edilmiştir. Elde edilen veri seti ile normal çalışma koşullarının kıyaslamalı analizi yapılarak arızaların olası etkileri ortaya çıkarılmış, bu kapsamda çözüm önerileri sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik güç sistemleri, Enerji kalitesi, MATLAB.

### 1. GİRİŞ

Elektrik güç sistemleri yapıları gereği çok farklı koşullarda işletilmektedir. Üç ana başlık altında değerlendirildiğinde üretim, iletim ve tüketim aşamaları kendi içerisinde çeşitli dinamikleri barındırmakta olup, işletme esnasında ortaya çıkan bazı durumlar sistem kararlılığını bozabilmektedir. Bu nedenle güç sistemleri, düzgün çalışmaları için sürekli izlenmelidir [1]–[3].

Enerji kalitesi problemleri işletme esnasında karşılaşılan ve tüketiciyi en fazla etkileyen olayların başında gelmektedir. Son 50 yılda yaşanan yarıiletken teknolojilerindeki gelişmeler nedeniyle güç sistemlerinden beslenen doğrusal olmayan karakterli yüklerin sayısının artması, beraberinde kalite sorunlarında artışı getirmiştir. Harmonik adı verilen ve doğrusal olmayan yükler ile sinüs biçiminde olmayan dalga şekilleri nedeniyle oluşan gerilim ve akım bozulmaları şeklinde tanımlanan sorunlar hem son kullanıcı hem de enerji işletmecileri açısından büyük zorluklar yaratmaktadır. Tüketiciler bakımından kalitesiz enerji nedeniyle

cihazların arızalanması ve tam kapasiteyle çalışamaması şeklinde ortaya çıkan bu sorunlar, enerji sağlayıcılar açısından enerji kaybı ve güç sistem arızaları biçiminde gözlenmektedir. Bu etkilerin yanında, harmonikler, sistemdeki çeşitli teçhizatlarda ısınmalara, yalıtımın azalmasına hatta tamamen yok olmasına neden olmaktadır. Toplam Harmonik Distorsiyon (THD), harmonik bozulmanın sayısal karşılığını veren bir tanım olup bu değerın standartlarla belirlenmiş sınırları aşması çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. THD ifadesi gerilim ve akım için sırasıyla eşitlik 1 ve eşitlik 2’de gösterildiği şekilde hesaplanır [4].

$$THD_V = \frac{1}{U_1} \sqrt{\left( \sum_{n=2}^{\infty} U_n^2 \right)} \quad (1)$$

$$THD_I = \frac{1}{I_1} \sqrt{\left( \sum_{n=2}^{\infty} I_n^2 \right)} \quad (2)$$

IEC 61000-4-7 standardı harmonik ifadelerini detaylı tanımlamıştır. Bunun için 3-5 arasında verilen eşitlikler kullanılmaktadır.

$$\text{Harmonik: } f = kf_0 \quad (3)$$

$$\text{Ara-harmonik: } f \neq kf_0 \quad (4)$$

$$\text{Alt-harmonik: } f > 0 \text{ Hz ve } f < f_0 \quad (5)$$

Burada k sıfırdan büyük bir tamsayıyı,  $f$  : sinyalin spektral bileşen frekansını ve  $f_0$  temel frekansını ifade etmektedir.

Harmonikler kadar güç sistemlerinin çalışmasına bozucu yönde etki eden bir diğer husus olan güç sistemi arızaları, bir elektrik güç sisteminde işletme koşullarında meydana gelen ve kesintilerden teçhizat arızalarına kadar birçok konuda olumsuz etki yaratan durumlardır. Bu tip arızalar farklı biçimlerde ortaya çıkabilir.

Faz-faz arızası, iki veya daha fazla iletkenin düşük dirençli bir bağlantı üzerinden ya da doğrudan temas etmesi durumunda meydana gelir ve bu tip arızalar yalıtım arızası, ekipman arızası veya iletkenler arasında kazara temas sonucu oluşabilir. Yüksek arıza akımlarına neden olarak teçhizatlarda hasara yol açabilir ve kesicilerin açılması ile enerji kesintilerine neden olurlar.

Faz-toprak arızası, bir güç sisteminde bir ya da daha fazla fazın toprakla teması sonucu ortaya çıkar. Özellikle enerji iletim ve dağıtım sistemlerinde en çok ortaya çıkan arıza türü olup arıza sonucu ortaya çıkabilecek yüksek değerli akımların değerinin tespiti için detaylı hesaplamaların yapılmasını gerektirmektedir.

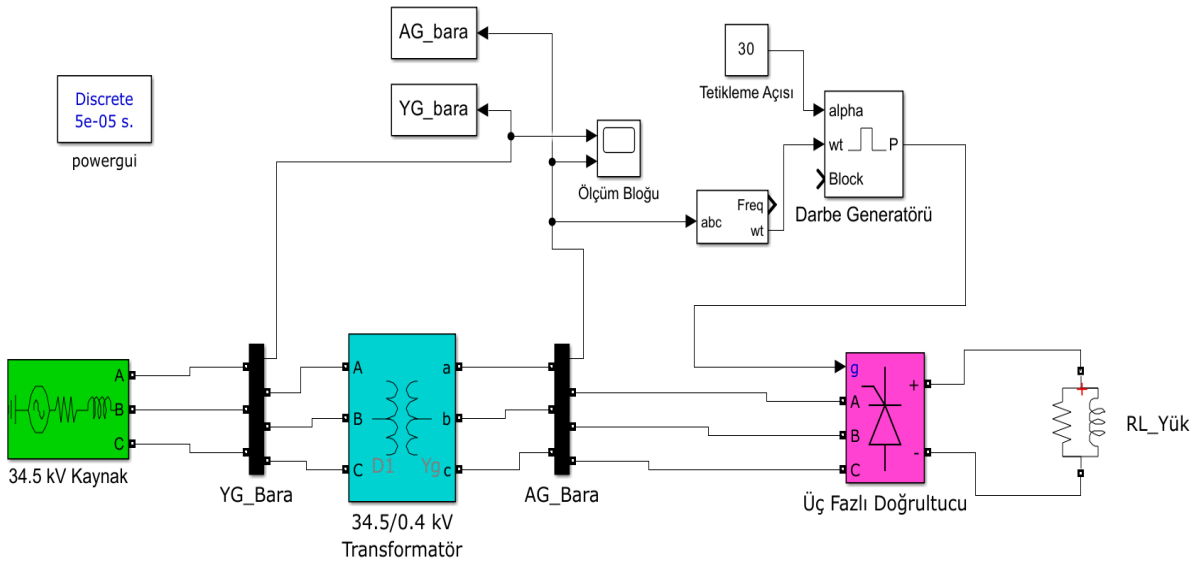
Üç faz arızaları simetrik arıza olarak adlandırılmakta, fazların birbiri ile teması ya da üç fazın birbiri ve toprakla teması halinde hesaplamaların değişmemesi nedeniyle bu tanımı almaktadır. Bu arızaların dışında gerilim yükselme ve düşmeleri, kısmi iletken temasları gibi işletme esnasında karşılaşılabilen birçok durum enerji kalitesini bozabilmektedir. Bu güç sistemi arızalarının her biri, elektrik şebekesinin güvenliğini sağlamak için özel koruma ve azaltma yaklaşımları gerektirir. Devre kesiciler, röleler ve sigortalar gibi koruma cihazları, sistem üzerindeki etkilerini en aza indirmek için arızaları tespit etmek ve izole etmek için kullanılır.



Güç sistemi arızalarının elektrik enerjisi kalitesi üzerinde önemli etkileri vardır. Elektrik enerjisi kalitesi, elektrik arzının özelliklerini ifade eder ve gerilim kararlılığı, frekans kararlılığı, dalga şekli bozulması ve güvenilirlik gibi çeşitli parametreleri kapsar. Güç sistemi arızaları bu hususları çeşitli şekillerde etkileyebilir. Örneğin arızalar gerilim düşmeleri ve yükselmeleri gibi ani değişikliklere yol açabilir. Bu dalgalanmalar hassas cihazları etkileyerek arızalara ve hatta hasara neden olur [5]–[8]. Bunun yanında üç fazlı sistemlerde gerilim dengesizliği motorlar gibi büyük güçlü cihazların çalışma karakterini bozucu yönde etkiler [9]. Arızalar sisteme harmonik akımlar ve gerilimler sokarak dalga biçiminde bozulmaya yol açabilir. Harmonikler elektrikli ekipmanlarda aşırı ısınmaya ve kayıpların artmasına neden olmakta, hassas elektronik cihazların performansını etkilemektedir [10], [11]. Bu nedenle güç sistemi arızalarının elektrik enerjisi kalitesi üzerindeki etkilerinin detaylı analizinin yapılması ve bu kapsamda çözümler geliştirilmesi son derece önemli bir konudur [12]–[15].

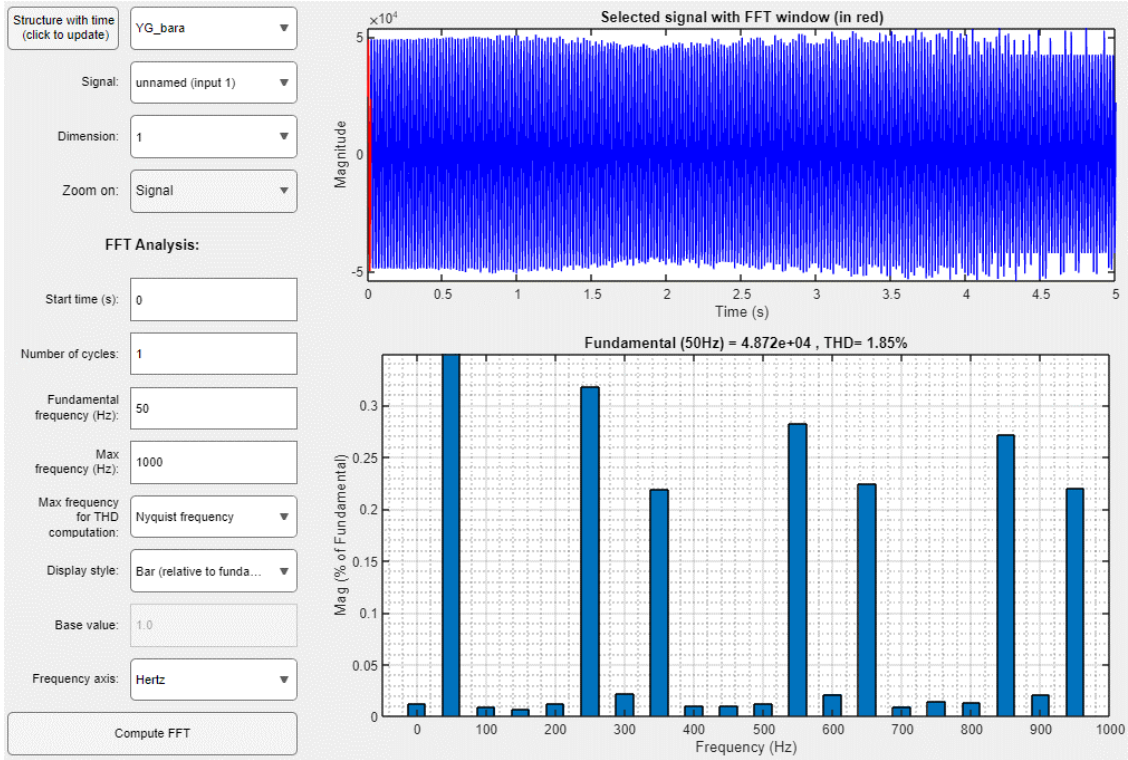
## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmanın temel motivasyonunu güç sistem arızaları ile harmoniklerin bir arada incelenmesi oluşturmaktadır olup, çalışma kapsamında doğrusal olmayan yüklerin ortaya çıkardığı problemlerin yanı sıra güç sistemi tarafında oluşabilecek arızaların kalite bakımından etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda MATLAB/Simulink platformu altında tasarlanan deneysel sistem Görsel 1’de verilmiştir [16].

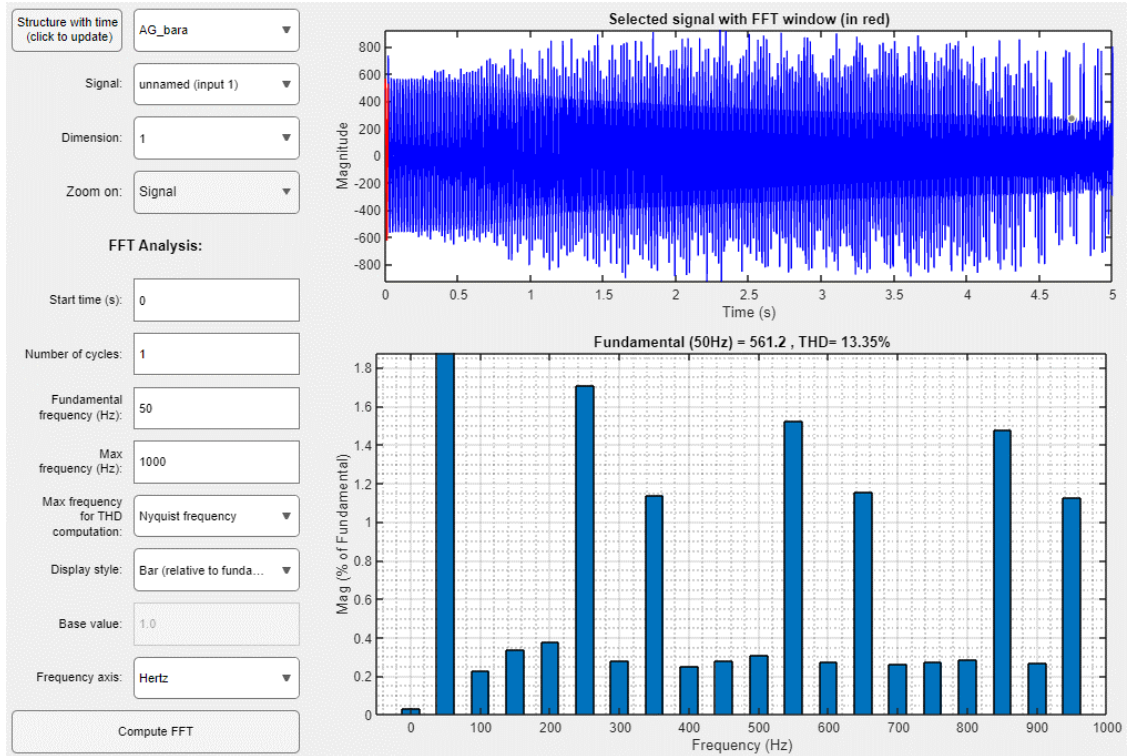


Görsel 1. Deneysel Sistem

Çalışma amacıyla tasarlanan sistem dağıtım güç şebekesi özellikleri göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Bu kapsamda kaynak noktası 34.5 kV gerilim değerinde olup üç fazlı bir doğrultucu üzerinden 100 kW/10 kVAr endüktif karakterli bir yükü beslemektedir. Nominal çalışma koşullarında yapılan Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) sonucu elde edilen harmonik verileri, yüksek gerilim (YG) ve alçak gerilim (AG) baraları için sırasıyla Görsel 2 ve Görsel 3’te gösterilmiştir.



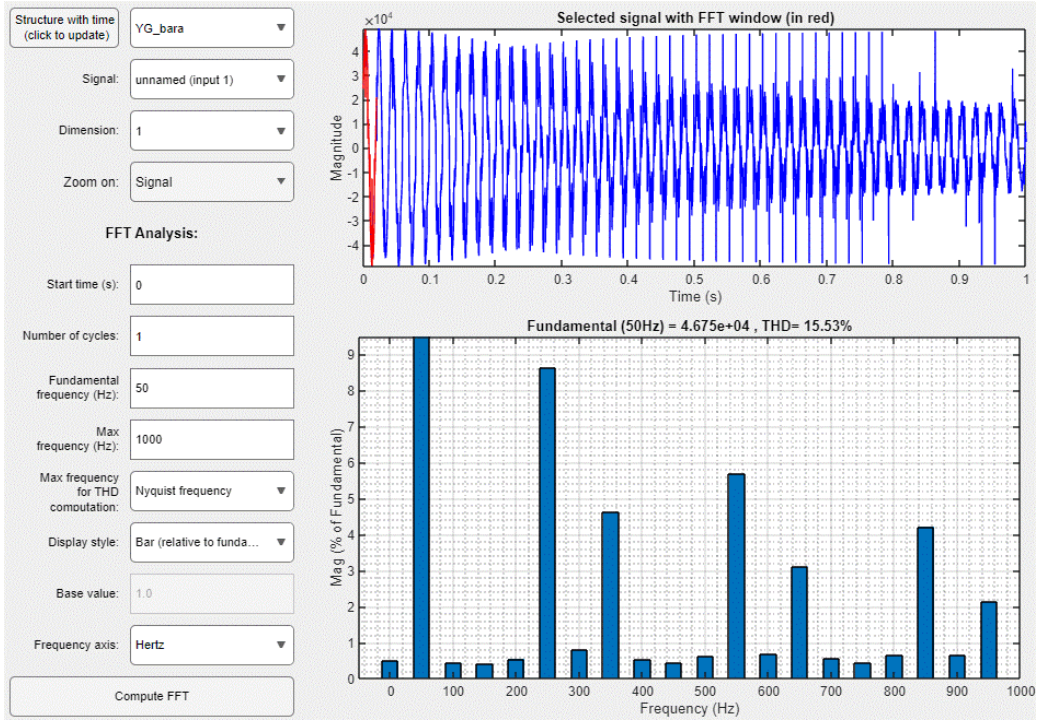
Görsel 2. Normal Koşullardan YG barası HFD analizi



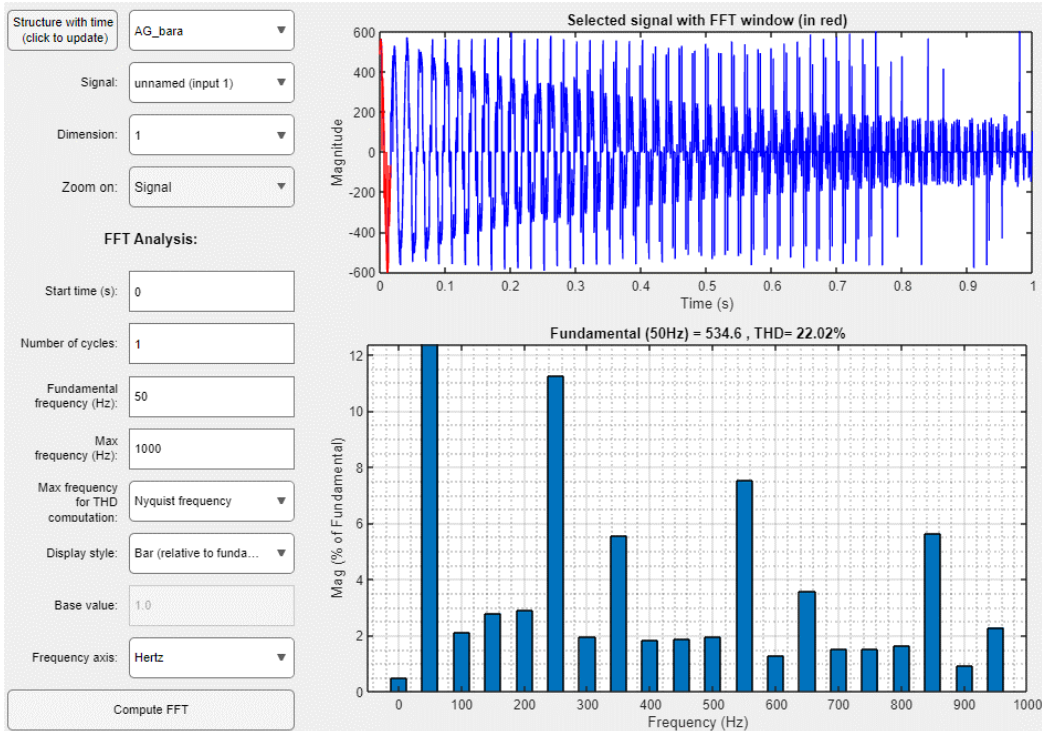
Görsel 3. Normal Koşullardan AG barası HFD analizi

Görsellerden tespit edilebileceği üzere, nominal çalışma koşullarında YG barasında %1.85, AG barasında ise %13.35 değerinde THD gözlenmektedir.

Çalışmanın temel amacı gereği, arızaların güç sistemlerinde enerji kalitesi üzerindeki etkilerinin gözlenmesi amacıyla, Görsel 1’de verilen sistemin AG bara çıkışında arıza koşulları oluşturulmuştur. Görsel 4 ve Görsel 5’te sırasıyla YG ve AG baraları için arızalı durum HFD sonuç grafikleri verilmiştir.



**Görsel 4. Arıza durumunda YG bara HFD analizi**



**Görsel 5. Arıza durumunda AG bara HFD analizi**

Grafikler incelendiğinde YG barada %15.53, AG barada ise %22.02 THD değeri elde edildiği görülmektedir. Arızalı ve arızasız durumlara ait veriler ve enerji kalitesi bozulmalarındaki değişimler toplu halde Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Deneysel sonuçların karşılaştırılması**

Bara	THD (Normal Koşullar)	THD (Arıza Durumu)	Artış (%)
YG Barası	%1.85	%15.53	89
AG Barası	%13.35	%22.02	64

### 3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Enerji kalitesi problemleri üzerinde önemle durulması gereken güç sistemi çalışmalarıdır. Elektrik enerji şebekesinin herhangi bir noktasında ortaya çıkan bu problemin sistemden beslenen tük kullanıcıları etkilediği göz önünde bulundurulduğunda bu durum tüm şebekeyi ilgilendiren bir sorun olarak şekillenmektedir. Enerji kalitesindeki bozulmalar sisteme bağlı doğrusal olmayan yükler kaynaklı ortaya çıkabileceği gibi, bu çalışmanın da temelini oluşturduğu şekilde, arızalardan dolayı görülebilmektedirler. Bu çalışmada, elektrik güç sistemlerinde işletme koşullarında sıklıkla karşılaşılan arızaların enerji kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda MATLAB/Simulink altında tasarlanan bir güç sistemi nominal çalışma koşullarında ve arızalı durumda analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar üzerinden arızaların enerji kalitesi üzerindeki etkileri tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlar güç sistemi arızalarının enerji kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin bir ispatı niteliğindedir. Ulaşılan veriler ışığında, arıza analizi yapılırken enerji kalitesi açısından da inceleme yapılmasının, sistemin kararlılığı bakımından önemli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

### KAYNAKÇA

- [1] İ. Özer, S. B. Efe, and H. Özbay, “CNN / Bi-LSTM-based deep learning algorithm for classification of power quality disturbances by using spectrogram images,” *International Transactions on Electrical Energy Systems*, vol. 31, no. 12, pp. 1–16, 2021, doi: 10.1002/2050-7038.13204.
- [2] S. B. Efe, “Analysis of power system interharmonics,” in *International Engineering, Science and Education Conference*, 2016, pp. 1039–1042.
- [3] S. B. Efe, H. Özbay, and İ. Özer, “Dynamic Voltage Restorer Application to Eliminate Power System Harmonics,” in *International Engineering and Natural Sciences Conference (IENSC 2019)*, 2019, pp. 705–709.
- [4] S. B. Efe, “Harmonic filter application for an industrial installation,” in *2015 13th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems, EMES 2015*, 2015, pp. 31–34. doi: 10.1109/EMES.2015.7158395.
- [5] S. Rüstemli and M. S. Cengiz, “Active filter solutions in energy systems,” *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, vol. 23, pp. 1587–1607, 2015, doi: 10.3906/elk-1402-212.



- [6] M. Mishra, “Power quality disturbance detection and classification using signal processing and soft computing techniques: A comprehensive review,” *International Transactions on Electrical Energy Systems*, vol. 29, no. 8, pp. 1–42, 2019, doi: 10.1002/2050-7038.12008.
- [7] V. A. Katic and A. M. Stanisavljevic, “Smart Detection of Voltage Dips Using Voltage Harmonics Footprint,” *IEEE Trans Ind Appl*, vol. 54, no. 5, pp. 5331–5342, 2018, doi: 10.1109/TIA.2018.2819621.
- [8] G. D’Antona, C. Muscas, P. A. Pegoraro, and S. Sulis, “Harmonic source estimation in distribution systems,” *IEEE Trans Instrum Meas*, vol. 60, no. 10, pp. 3351–3359, 2011, doi: 10.1109/TIM.2011.2126910.
- [9] İ. Bozdağ and S. B. Efe, “Elektrik Güç Sistemleri için Kontrollü Kesici Tasarımı,” *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, vol. 3, no. 2, pp. 226–234, 2021.
- [10] A. Dolara and S. Leva, “Power quality and harmonic analysis of end user devices,” *Energies (Basel)*, vol. 5, no. 12, pp. 5453–5466, 2012, doi: 10.3390/en5125453.
- [11] G. McLorn, D. Laverty, D. J. Morrow, and S. McLoone, “Load and harmonic distortion characterization of modern low-energy lighting under applied voltage variation,” *Electric Power Systems Research*, vol. 169, no. December 2018, pp. 124–138, 2019, doi: 10.1016/j.epsr.2018.12.029.
- [12] F. Clement Veliz, S. L. Varricchio, and C. de Oliveira Costa, “Determination of harmonic contributions using active filter: Theoretical and experimental results,” *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, vol. 137, May 2022, doi: 10.1016/j.ijepes.2021.107664.
- [13] M. M. Elkholy, M. A. El-Hameed, and A. A. El-Fergany, “Harmonic analysis of hybrid renewable microgrids comprising optimal design of passive filters and uncertainties,” *Electric Power Systems Research*, vol. 163, pp. 491–501, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.epsr.2018.07.023.
- [14] C. I. Chen and Y. C. Chen, “Comparative study of harmonic and interharmonic estimation methods for stationary and time-varying signals,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 61, no. 1, pp. 397–404, 2014, doi: 10.1109/TIE.2013.2242419.
- [15] F. Beltran-Carbajal and R. Tapia-Olvera, “An adaptive neural online estimation approach of harmonic components,” *Electric Power Systems Research*, vol. 186, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.epsr.2020.106406.
- [16] R. H. G. Tan and V. K. Ramachandaramurthy, “A Comprehensive Modeling and Simulation of Power Quality Disturbances Using MATLAB/SIMULINK,” in *Power Quality Issues in Distributed Generation*, InTech, 2015. doi: 10.5772/61209.

## AYDINLATMA TESİSLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMA YAKLAŞIMLARI

**Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, sefe@bandirma.edu.tr – ORCID ID: 0000-0001-6076-4166

### ÖZET

Teknolojinin hızla ilerlemesi, insanlığa büyük faydaları olmakla birlikte, ivmelenme hızına yetişemeyen bazı alanlarda sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorunların başında elektrik enerjisine olan ihtiyacın artması gelmektedir. Bu nedenle enerji verimliliği kavramı son yıllarda literatürde fazla sayıda çalışmaya konu olmuştur. Ülkemizde tüketim bandında yer alan elektrik enerjisinin yaklaşık %20'sinin genel aydınlatma amaçlı kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda, aydınlatma sistemlerinde enerji verimliliği konusu da bu kapsamda öne çıkmaktadır.

Aydınlatma sistemlerinde enerji verimliliğinin artırılması, enerji tüketiminin ve çevresel etkinin azaltılması için çok önemlidir. Bu sistemlerde verimli çalışma bölgesi sınırlarında kalmak için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu modeller donanımsal müdahalelerden kullanıcı davranışlarını değiştirmeye kadar geniş bir yelpazede dağılmaktadır.

Bu çalışmada gerek iç mekanlarda gerekse dış aydınlatma amacıyla kullanılan sistemlerde enerji verimliliğinin elde edilebilmesi için uygulanabilecek yöntemler incelenmiştir. Bu kapsamda aydınlatma elemanı üretiminden kontrole, bakımdan kullanıcıların eğitimine kadar farklı başlıklar değerlendirilmiş, her yaklaşımın avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir. Çalışma sonucunda enerji verimliliğinin optimum düzeye ulaşılabilmesinde uygulanabilecek öneriler özetlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aydınlatma sistemleri, Enerji verimliliği, Aydınlatma elemanları.

### 1. GİRİŞ

Aydınlık, çalışma alanı özelinde birim alandaki ışık akısı olarak ifade edilebilir ve ortamın algılanabilirlik düzeyi için önemli bir kavramdır. Doğal ışık her saat, her mevsim farklı bir aydınlatma düzenine sahiptir ve bu ışık tipi hava durumuna bağlı olarak değiştiği için yapay aydınlatma uygulamaları hayatın her alanında kullanılmaktadır. Bu tip aydınlatma sistemleri, gün ışığının her zaman aydınlatma sağlamak için kullanılamaması nedeniyle belirgin aydınlatma ihtiyaçlarının olduğu alanlar için tercih edilir. Aydınlatmada enerji verimliliği bu kullanım noktasında önemi ortaya çıkan bir yaklaşımdır. Bu kapsamda literatürde son zamanlarda farklı disiplinlerde yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Aydınlatmanın, mimarlık ve elektrik mühendisliği gibi farklı çalışma alanlarının konusu olması nedeniyle bu

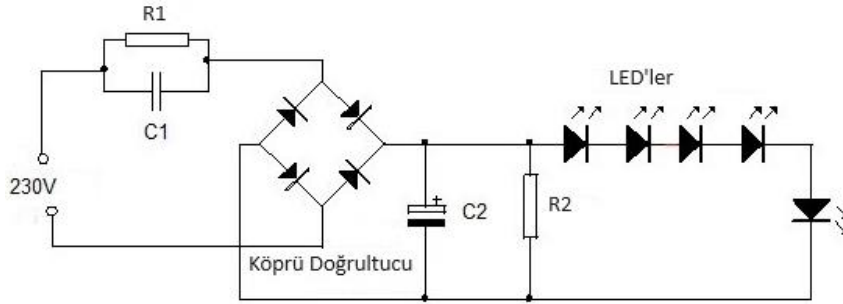


alandaki çalışmalarda da çeşitlilik gözlenmektedir. Mimari açıdan bakıldığında renk veriminden tarihi yapıların aydınlatılmasında kullanılan sistemlerin koruma özelliğinin öne çıkarılması gibi hususlar göze çarparken [1] elektrik mühendisliği alanı daha çok donanımsal tasarım, sürücü modelleme, enerji kalitesi ve enerji verimliliği konularına yönelmektedir [2]–[4]. Bu kapsamda aydınlatma alanında son yıllarda yapay zekâ ve derin öğrenme çalışmalarında ivmeli bir artış görülmektedir [5]–[7] .

## 2. VERİMLİ AYDINLATMA YAKLAŞIMLARI VE YÖNTEMLERİ

Aydınlatma sistemlerinde enerji verimliliğini artırmak, enerji tüketimini ve çevresel etkiyi azaltmak için çok önemlidir. Kullanıcı konforundan ödün vermeden ve çalışma akışlarını sekteye uğratmadan bu hususun değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda donanımsal yöntemler aracılığı ile müdahalelerin yanı sıra kullanım davranışlarının düzenlenmesi de fayda sağlayabilecektir.

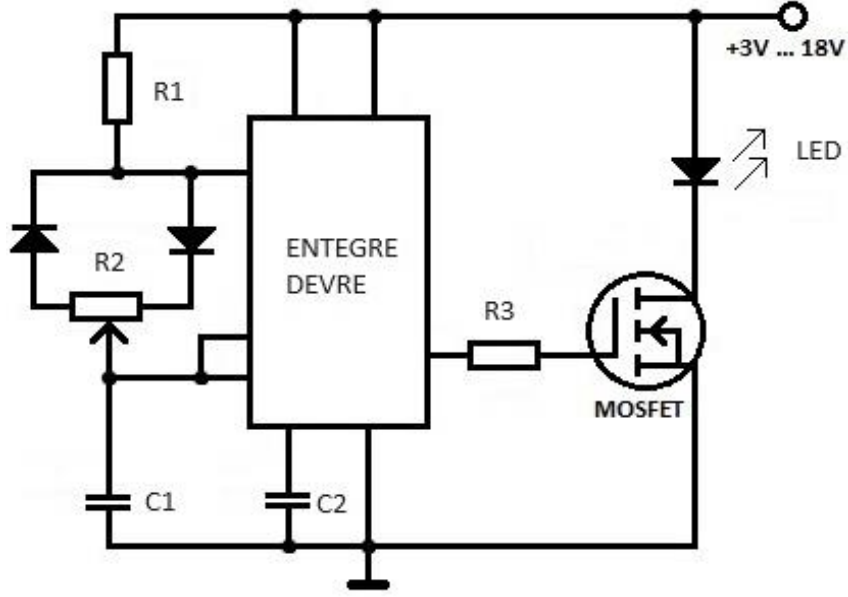
Bu kapsamda uygulanabilecek en temel uygulamalardan biri enerji verimli aydınlatma teknolojileri kullanımınıdır. Bu aşamada özellikle LED (Light Emitting Diode- Işık Yayan Diyot) aydınlatma sistemlerine yönelim olmaktadır. Akkor, halojen veya flüoresan lambaların LED lambalar ile değiştirilmesi, LED'ler yüksek enerji verimliliğinden faydalanmaya olanak sağlamaktadır. Ayrıca daha uzun ömürlü olmaları ve daha az ısı üretmeleri LED lambaların önemli avantajlarından sayılabilir [8]–[11]. Bir LED lambanın sürücüsü ile birlikte örnek devre şeması Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. LED sürücü devresi blok şeması

LED aydınlatma armatürlerinin enerji bakımından dezavantaj yaratan sürücü devrelerinde yapılacak iyileştirmeler ve farklı sürücü topolojilerinin kullanılması enerji tüketimini azaltışı bir etkiye sahiptir. Bunun yanında soğutma sistemlerinin modernizasyonu da olumlu etki yapmaktadır [12], [13].

Aydınlatmada enerji verimliliği için uygulanabilecek bir başka yöntem aydınlatma kontrollerinin yapılmasıdır [14]. Bu kapsamda gerekli göreve veya günün saatine göre ışık seviyelerini ayarlamaya yarayan ve dimmer adı verilen kontrolörlerin kullanılması uygundur. Yüksek güçlü bir LED dimmer devresinin blok şeması Görsel 2'de gösterilmiştir.



Görsel 2. LED dimmer devresi blok şeması

Bunun yanı sıra değişken kullanıma sahip alanlarda ışıkları otomatik olarak açıp kapatmak için hareket sensörleri kullanılabilir. Ayrıca yapay aydınlatma seviyelerini mevcut doğal ışığa göre ayarlamak için gün ışığı sensörleri entegre edilerek yapay aydınlatma ihtiyacı sınırlandırılabilir. Başka bir donanımsal müdahale de enerji verimli armatürler kullanılarak mümkün olmaktadır. Optimize edilmiş armatürler ışığın daha verimli dağıtılmasını ve parlamamanın önlenmesini sağlarken, doğal ve yapay ışığı yansıtmak ve güçlendirmek için duvarlarda ve tavanlarda yansıtıcı yüzeyler kullanılarak enerji verimliliğine katkı sunulabilmektedir. Ek olarak mevcut floresan aydınlatma sistemlerinde, manyetik balastlardan daha enerji verimli olan elektronik balastlara geçiş bu hususa katkı sunmaktadır [15], [16].

Donanımsal müdahalelerin yanında tasarım aşamasında da aydınlatmada enerji verimliliğinin sağlanması için faydalar ortaya konabilmektedir. Aydınlatma tasarımı yapılırken ışığın doğrudan çalışma alanlarına veya ihtiyaç duyulan alanlara odaklanmasını temel alan görev aydınlatması yöntemi izlenerek diğer alanlardaki aşırı aydınlatma azaltılabilir. Ek olarak aydınlatma seviyelerinin gerektiği gibi ayarlanması için alanlar ayrı aydınlatma kontrollerine sahip bölgelere ayrılabilir.

Aydınlatma teçhizatlarında bakım da verimliliği artırıcı uygulamalardan sayılabilir. Bu kapsamda ışık çıkışını azaltabilecek toz ve kiri gidermek için aydınlatma armatürleri ve lambalar düzenli olarak temizlenmelidir. Ayrıca verimli çalışmayı sağlamak için armatürlerdeki balastların veya sürücülerin bakımı yapılmalı, gerekli durumlarda değiştirilmelidir.

Aydınlatma tesisleri için belirli standartlar mevcuttur [17]. Örneğin aydınlatma ekipmanlarında akım dalga şekli bozulması (diğer ifadeyle harmonik bozulma) sınırları için uluslararası elektroteknik komisyonunun (International Electrotechnical Commission -IEC) 61000-3-

2:2018 standardı dikkate alınır. Bu standarda göre izin verilen değerler Çizelge 1’de özetlenmiştir.

**Çizelge 1. Harmonic current emissions limits**

Harmonik seviyesi (n)	Harmonik Akım oranı (%)
3	30×(güç faktörü)
5	10
7	7
9	5
$11 \leq n \leq 39$	3

Dolayısıyla aydınlatma sistemlerinin, belirli verimlilik gerekliliklerini zorunlu kılacak yönetmeliklere ve standartlara uygun olması verimliliğe olumlu etki yapacaktır.

Belirtilen hususlara ek olarak bina sakinlerinin, kullanılmadığı zamanlarda ışıkları kapatmanın ve aydınlatma kontrollerini etkin bir şekilde kullanmanın önemi konusunda eğitimi yararlı olacaktır [18]. Enerji kullanımını optimize etmek için aydınlatma sistemlerinin uzaktan izlenmesine ve kontrol edilmesine olanak tanıyan enerji yönetim sistemlerinin uygulanması, binalarda pencereleri, çatı pencerelerini ve ışık kuyularını stratejik olarak konumlandırarak doğal ışık kullanımının en üst düzeye çıkarılması, dış aydınlatma için hareket sensörlü LED armatürler gibi dış alanlar için enerji tasarruflu aydınlatma kullanılması, fayda sağlayacak diğer hususlar olarak belirtilebilir.

### 3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, aydınlatma tesislerinde enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için uygulanabilecek yöntemler üzerine bir araştırma yapılmıştır. Araştırma, aydınlatma sistemlerinde doğru seçim yapılması ve doğal aydınlatma tasarımlarına öncelik verilmesi sayesinde enerjinin etkin kullanılması sağlanabilecek olup bu sayede enerji tasarrufu mümkün olacağını ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda aydınlatma verimliliğinin iyileştirilebileceği alanları belirlemek ve enerji tüketimini takip etmek için düzenli enerji denetimleri gerçekleştirilmesi, aydınlatmanın kullanım yoğunluğu durumu, gün ışığı seviyeleri ve günün saatine göre dinamik olarak ayarlanması için sensörler, veri analitiği ve otomasyon kullanan akıllı aydınlatma çözümleri uygulanması konularının verimliliğe olumlu katkı yapacağı değerlendirilmektedir. Bu yöntem ve teknolojiler uygulanarak aydınlatma sistemlerinin enerji verimliliğinin önemli ölçüde artırılacağı, enerji maliyetlerin düşürebileceği ve çevresel etkinin azaltılabileceği değerlendirilmektedir.

### KAYNAKÇA

- [1] S. B. Efe and D. Varhan, “Interior Lighting of a Historical Building by using LED Luminaires: A Case Study of Fatih Paşa Mosque,” *Light & Engineering*, vol. 28, no. 4, pp. 77–83, 2020.

- [2] O. Akalp, H. Özbay, and S. B. EFE, “FOTOVOLTAİK BESLEMELİ LED AYDINLATMA İÇİN ZVS SEPIC DEVRESİ TASARIMI,” in *International Symposium of Scientific Research and Innovative Studies*, Bandırma, TURKEY, 2021, pp. 460–467.
- [3] O. Akalp, H. Ozbay, and S. B. Efe, “Design and Analysis of High-Efficient Driver Model for LED Luminaires,” *Light & Engineering*, vol. 29, no. 2, pp. 96–106, 2021.
- [4] S. B. Efe, H. Ozbay, and I. Ozer, “Experimental Design and Analysis of Adaptive LED Illumination System,” *Light & Engineering*, vol. 30, no. 4, pp. 63–70, 2022.
- [5] R. Carli, M. Dotoli, and R. Pellegrino, “A decision-making tool for energy efficiency optimization of street lighting,” *Comput Oper Res*, vol. 96, pp. 223–235, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.cor.2017.11.016.
- [6] E. Juntunen *et al.*, “A smart LED luminaire for energy savings in pedestrian road lighting,” *Lighting Research and Technology*, vol. 47, no. 1, pp. 103–115, Feb. 2015, doi: 10.1177/1477153513510015.
- [7] J. Askola, P. Kärhä, H. Baumgartner, S. Porrasmäa, and E. Ikonen, “Effect of adaptive control on the LED street luminaire lifetime and on the lifecycle costs of a lighting installation,” *Lighting Research and Technology*, vol. 54, no. 1, pp. 75–89, 2022, doi: 10.1177/14771535211008179.
- [8] S. Yoomak, C. Jettanasen, A. Ngaopitakkul, S. Bunjongjit, and M. Leelajindakraierk, “Comparative study of lighting quality and power quality for LED and HPS luminaires in a roadway lighting system,” *Energy Build*, vol. 159, pp. 542–557, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.11.060.
- [9] A. Djuretic and M. Kostic, “Actual energy savings when replacing high-pressure sodium with LED luminaires in street lighting,” *Energy*, vol. 157, pp. 367–378, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.05.179.
- [10] M. Çıbuk and M. S. Cengiz, “Determination of energy consumption according to wireless network topologies in grid-free lighting systems,” *Light and Engineering*, vol. 28, no. 2, pp. 67–76, 2020, doi: 10.33383/2019-030.
- [11] A. Djuretic and M. Kostic, “Actual energy savings when replacing high-pressure sodium with LED luminaires in street lighting,” *Energy*, vol. 157, pp. 367–378, 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.05.179.
- [12] M. S. Cengiz and S. Yetkin, “Thermal Analysis in Fixed, Flowed and Airless Environment for Cooling in LED Luminaires,” *Light & Engineering*, vol. 28, no. 6, pp. 28–35, 2020.
- [13] S. Yoomak and A. Ngaopitakkul, “Optimisation of lighting quality and energy efficiency of LED luminaires in roadway lighting systems on different road surfaces,” *Sustain Cities Soc*, vol. 38, no. September 2017, pp. 333–347, 2018, doi: 10.1016/j.scs.2018.01.005.
- [14] J. Snyder, “Energy-saving strategies for luminaire-level lighting controls,” *Build Environ*, vol. 169, no. August 2018, p. 105756, 2020, doi: 10.1016/j.buildenv.2018.10.026.
- [15] P. K. Maiti and B. Roy, “Evaluation of a daylight-responsive, iterative, closed-loop light control scheme,” *Lighting Research and Technology*, vol. 52, no. 2, pp. 257–273, 2020, doi: 10.1177/1477153519853318.
- [16] B. Gupta Bakshi and B. Roy, “A design methodology for acoustic resonance-free, high-frequency, dimmable electronic ballast for high-pressure sodium-vapour lamps,” *Lighting Research and Technology*, vol. 52, no. 4, pp. 524–539, 2020, doi: 10.1177/1477153519875178.
- [17] F. Yilmaz, “Lighting energy performance determination in office environments through implementation of EN 15193-1 for Turkey,” *Lighting Research and Technology*, vol. 53, no. 8, pp. 749–776, 2021, doi: 10.1177/1477153520987420.

- [18] D. L. Gerber, R. Liou, and R. Brown, “Energy-saving opportunities of direct-DC loads in buildings,” *Appl Energy*, vol. 248, no. December 2018, pp. 274–287, 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.04.089.

## ARABALI ÇİFT TERS SARKAÇ İÇİN CS ALGORİTMASI İLE İKİ FARKLI HİBRİT KONTROL TASARIMI

Elif PELTEK <sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Oğuzhan KARAHAN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Bölümü,

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Bölümü,

ORCID ID: 0000-0003-3588-0354

### ÖZET

Hareket kontrol uygulamaları alanında Arabalı Çift Ters Sarkaç (AÇTS) sistemi, kararsız ve doğrusal olmayan yapısıyla modelleme ve kontrol tasarımı açısından zor konulardan biridir. Bu çalışmada, AÇTS sisteminin Euler-Lagrange yaklaşımı ile doğrusal durum uzay modeli elde edilerek, araba konumu ve sarkaç açılarının kontrol başarımını iyileştirmek için iki farklı hibrit kontrol yöntemi: PID+LQR (Oransal-İntegral-Türevsel+Lineer Kuadratik Regülatör) ve FOPID+LQR (Kesir Dereceli Oransal-İntegral-Türevsel+Lineer Kuadratik Regülatör) önerilmiştir. Literatürde önerilmiş hibrit kontrol yaklaşımlarından farklı olarak, bu çalışmada arabalı çift ters sarkaç sisteminin üç kontrol değişkeninin ( $x_c$ ,  $\alpha$ ,  $\theta$ ) her biri için ayrı bir PID ve Kesir Dereceli PID kontrolcü tasarlanmıştır. Böylece tüm kontrol sisteminin serbestlik derecesi artırılarak daha esnek bir kontrol yapısı oluşturulması ve kontrol başarımının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca önerilen her iki hibrit kontrol yönteminde kontrol parametreleri Gucuk Kuşu (CS) Algoritması ile optimize edilerek belirlenmiştir. Optimizasyon için amaç fonksiyonu (J) olarak Mutlak Hatanın Zaman Ağırlıklı İntegrali (ITAE) metodu kullanılmıştır. Sistemin modellenmesi, kontrol yöntemlerinin tasarımı ve parametrelerin optimizasyonu MATLAB/Simulink ortamında gerçekleştirilmiştir. Önerilen hibrit kontrol yöntemlerinin performansları, araba konumu ve sarkaç çubuklarının dengede tutulması ve dış bozucuya karşı dayanıklılıkları açısından karşılaştırılmıştır. Elde edilen simülasyon sonuçları, FOPID+LQR hibrit kontrol yönteminin daha iyi bir performans sağladığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Arabalı Çift Ters Sarkaç, LQR Kontrol, PID Kontrol, Kesir Dereceli PID Kontrol, Hibrit Kontrol, CS Algoritması

### TWO DIFFERENT HYBRID CONTROL DESIGN WITH CS ALGORITHM FOR DOUBLE INVERTED PENDULUM ON A CART

#### ABSTRACT

In the field of motion control applications, the Double Inverted Pendulum on a Cart (DIPC) is one of the difficult issues in terms of modeling and control design with its unstable and non-linear complex structure. In this study, two different hybrid control methods: PID+LQR (Proportional Integral Derivative+Linear Quadratic Regulator) and FOPID+LQR (Fractional Order Proportional Integral Derivative+Linear Quadratic Regulator) are proposed to improve the control performance of car position and pendulum angles by obtaining a linear state-space model of the DIPC system with the Euler-Lagrange approach. Unlike the hybrid control



approaches proposed in the literature, in this study, a separate PID and Fractional Order PID controller is designed for each of the three control variables ( $x_c$ ,  $\alpha$ ,  $\theta$ ) of the double inverted pendulum on a cart system. Thus, it is aimed to create a more flexible control structure and increase control performance by increasing the degrees of freedom of the entire control system. In addition, in both proposed hybrid control methods, the parameters of the controller were determined by optimizing with the Cuckoo Search (CS) Algorithm. Time Weighted Integral of Absolute Error (ITAE) method was used as the objective function ( $J$ ) for optimization. Modeling of the system, design of the control methods, and optimization of the parameters were carried out in the MATLAB/Simulink environment. The performances of the proposed hybrid control methods are compared in terms of keeping the car position and pendulum rods in balance and their robustness to external disturbances. The obtained simulation results show that the FOPID+LQR hybrid control method provides better performance.

**Keywords:** Double Inverted Pendulum on a Cart, LQR Control, PID Control, Fractional Order PID Control, Hybrid Control, CS Algorithm

## GİRİŞ

Genel olarak, Arabalı Çift Ters Sarkaç (AÇTS) sistemi insan eklem protezleri, uçak iniş kalkış sistemleri, uydu ve gemi dengeleme sistemleri gibi birçok endüstriyel hareket kontrol sisteminin teorik altyapısını oluşturur [1][2]. Bununla birlikte, AÇTS sistemi diğer hareket kontrol sistemleri içerisinde tek girişli çok çıkışlı, yüksek derecede dinamik ve doğrusal olmayan karmaşık bir yapıya sahiptir; davranışları başlangıç koşullarına ve parametre değişimine karşı çok duyarlı bir sistemdir [3].

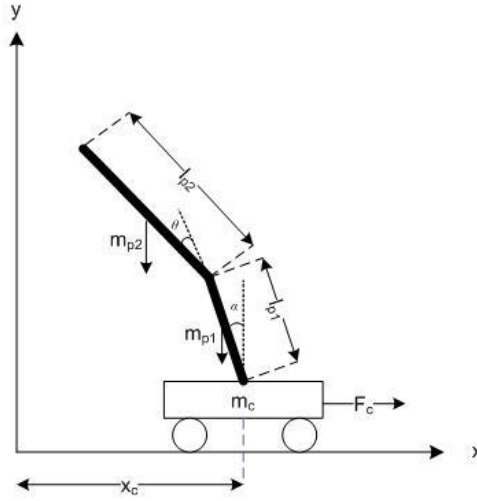
Sistemin dinamiği Euler-Lagrange veya Newton denklemleri aracılığıyla formüle edilir. Bununla birlikte, ortaya çıkan sistemin dinamik denklemleri doğrusal değildir ancak denge noktası etrafında, özellikle de kararlı dik konum etrafında doğrusallaştırılabilir [4][5]. Sistemin çalışması, arabanın konumu ile sarkaç çubuklarının dengelenmesi prensibine dayanmaktadır. Sisteme sadece arabayı hareket ettiren motor üzerinden sağlanan bir dış kuvvetle etki edilebildiğinden denge kontrolünü sağlamak oldukça zordur ve yüksek başarılı kontrol tasarımı gerekmektedir. Bu yüzden, AÇTS sistemi araştırma konusu olarak oldukça ilgi görmektedir; sistem modelleme, analiz ve yeni kontrol yaklaşımlarının test edilmesi açısından elverişli bir test düzeneği olarak değerlendirilmektedir [6][7][8].

Literatürde, sarkaç sistemlerinin kontrol başarımını artırmak amacıyla farklı kontrol yöntemleri uygulanmıştır. Bulanık mantık ve LQR kontrol metotları birlikte kullanılarak gerçek zamanlı deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir [9]. Bulanık mantık kurallarının Genetik Algoritma yöntemi ile belirlendiği bir kontrol yaklaşımı önerilmiştir [10]. LQR kontrolcünün en uygun kontrol parametrelerini belirlemek amacıyla Genetik Algoritma (GA) ve Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) kullanılmıştır [11]. PID+LQR ve FOPID+LQR yapıları içeren hibrit kontrolcüler farklı sarkaç tiplerine uygulanmıştır [12][13]. Bunlardan farklı olarak Model Öngörülü Kontrol (MPC) ve Kayan Kipli Kontrol (SMC) uygulamaları da görülmektedir [14][15].

Bu çalışmada, AÇTS sistemi için iki farklı hibrit kontrol yöntemi: PID+LQR ve FOPID+LQR önerilmiştir. Literatürde önerilmiş hibrit kontrol yaklaşımlarından farklı olarak, bu çalışmada arabalı çift ters sarkaç sisteminin üç kontrol değişkeninin ( $x_c$ ,  $\alpha$ ,  $\theta$ ) her biri için ayrı bir PID ve Kesir Dereceli PID kontrolcü tasarlanmıştır. Ayrıca önerilen her iki hibrit kontrol yönteminde kontrolcüye ait parametreler Guguuk Kuşu (CS) Algoritması ile optimize edilerek belirlenmiştir.

## SİSTEMİN MATEMATİK MODELİ

Arabalı çift ters sarkaç sisteminin fiziksel yapısı basitçe Görsel 1 görülmektedir. Burada  $m_c$  arabanın ağırlığı,  $m_{p1}$  ve  $m_{p2}$  sırayla alt ve üst sarkacın ağırlıkları,  $l_{p1}$  ve  $l_{p2}$  sırayla sarkaçların uzunlukları,  $\alpha$  alt sarkacın açısı  $\theta$  üst sarkacın alt sarkaca göre açısı,  $x_c$  arabanın konumudur. Sistem parametreleri ve değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Sistem temel olarak, ileri ve geri yönde doğrusal hareket edebilen bir araba ve buna döner mafsallarla bağlı alt ve üst iki sarkaç çubuğundan oluşmaktadır. Arabanın hareketi için gerekli dış kuvvet ( $F_c$ ) araba üzerine yerleştirilmiş bir servo motor ile sağlanır. Sistemin hareketiyle araba ve çubukların denge konumlarında oluşan sapmaları kontrol döngüsüne iletebilmek için konum sensörleri gereklidir [7][8]. Karmaşık bir davranışa sahip bu tür hareket sistemlerinde temel amaç, arabaya kontrollü bir  $F_c$  kuvveti uygulayarak sarkaç çubuklarını arabanın üzerinde dik denge konumunda ( $\alpha, \theta=0^\circ$ ) sabitlemektir. Bu yüzden AÇTS sisteminde geri beslemeli etkin kontrol yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.



Görsel 1. Arabalı Çift Ters Sarkaç Sisteminin Fiziksel Yapısı

Çizelge 1. Arabalı Çift Ters Sarkaç Sisteminin Parametreleri

Parametre	Parametre açıklaması	Parametre değeri
$g$	Yer çekimi sabiti	9.81 m/s <sup>2</sup>
$m_{p1}$	Alt sarkaç ağırlığı	0.072 kg
$m_{p2}$	Üst sarkaç ağırlığı	0.127 kg
$m_c$	Arabanın ağırlığı	0.70313 kg
$l_{p1}$	Alt sarkaç uzunluğu	0.2096 m
$l_{p2}$	Üst sarkaç uzunluğu	0.3365 m
$B_{eq}$	Eşdeğer sönüm oranı	4.3 Nms/rad
$B_{p1}$	Alt sarkaç sönüm oranı	0.0024 Nms/rad
$B_{p2}$	Üst sarkaç sürtünme katsayısı	0.0024 Nms/rad
$K_m$	Ters elektro motor kuvvet sabiti	0.0077 Vs/rad
$K_t$	Motor tork sabiti	0.0077 Nm/A
$K_g$	Planet dişli kutusu dişli oranı	3.71

$R_m$	Motor armatür direnci	2.6 Ohm
$r_{mp}$	Motor pinyon dişlisi yarıçapı	0.0064 m
$V_m$	Motor voltajı	24 V

Hareket kontrol sistemlerinin dinamik model eşitliklerini elde etmek için Newton hareket denklemleri ve daha çok da Lagrange denklemleri kullanılır. Lagrange yönteminde hareket denklemleri, sistemin toplam kinetik enerjisi  $K$  ve toplam potansiyel enerjisi  $P$ 'nin farkına karşılık gelen  $L = K - P$  eşitliği araba ve sarkaç çubuklarının ayrı ayrı kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamından elde edilir [4][5]. Sistemin hareket dinamiğini tanımlayan denklemler, Euler-Lagrange denklemi kullanılarak elde edilmektedir ve Denklem 1'de verilmiştir [8].

$$\frac{\partial^2 L}{\partial t \partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Burada  $q_i$  genelleştirilmiş koordinatı,  $\dot{q}_i$  genelleştirilmiş koordinatın zamana göre birinci türevi,  $Q_i$  i. değişkene hareket vermek için sistemin i. değişkenine uygulanan genelleştirilmiş kuvveti ve  $L$  Lagrangian terimini ifade etmektedir. Bu sistem için  $q_i$  genelleştirilmiş koordinatlar Denklem 2'de verilmiştir.

$$q(t)^T = [x_c(t) \quad \alpha(t) \quad \theta(t)] \quad (2)$$

Burada,  $x_c(t)$  arabanın yatay eksenindeki konumu,  $\alpha(t)$  alt sarkacın dikey açısı ve  $\theta(t)$  üst sarkacın alt sarkaca göre dikey açısıdır. Genelleştirilmiş kuvvetler  $Q_i$ , genelleştirilmiş koordinatlarda sisteme uygulanan sürtünme, Coulomb sürtünmesi gibi kuvvetlerini tanımlamak için kullanılır. Ancak Coulomb sürtünmesi ve arabaya etki eden sarkaç kuvvetleri ihmal edilmiştir. Sisteme etki eden genelleştirilmiş kuvvetler Denklem 3'te verilmiştir.

$$Q_i^T = [Q_1 \quad Q_2 \quad Q_2] = [F_c - B_{eq}\dot{x}_c - B_{p1}\dot{\alpha} - B_{p2}\dot{\theta}] \quad (3)$$

Denklem 2 ve Denklem 3'ten Euler-Lagrange ile elde edilen sistemin doğrusal olmayan hareket denklemleri  $\alpha, \theta \approx 0$  etrafında doğrusallaştırılarak, Denklem 4'de durum-uzay modeli biçiminde elde edilir.

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du \end{aligned} \quad (4)$$

Burada,  $x$  durum değişkenleri,  $u$  kontrol girişi  $A$ ,  $B$ ,  $C$  ve  $D$  durum-uzay matrisleridir. AÇTS sistemi için durum değişkenleri ( $x$ ) ve çıkışlar ( $y$ ) Denklem 5'te verilmiştir. AÇTS sisteminin parametreleri yerine yazılarak sistemin durum-uzay modeli Denklem 6 elde edilir

$$\begin{aligned} x^T &= [x_c \quad \alpha \quad \theta \quad \dot{x}_c \quad \dot{\alpha} \quad \dot{\theta}] = [x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad x_5 \quad x_6] \\ y^T &= [x_c \quad \alpha \quad \theta] = [x_1 \quad x_2 \quad x_3] \end{aligned} \quad (5)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 4.87 & -0.16 & -35.47 & -0.01 & 0.01 \\ 0 & 76.60 & -31.91 & -185.09 & -0.37 & 0.72 \\ 0 & -84.30 & 123.77 & 203.70 & 0.72 & -2.06 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 4.16 \\ 21.70 \\ -23.89 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

## KONTROL METODLARI

AÇTS sisteminde çubukların denge durumunda kararlı olarak tutulabilmesi için kullanılan üç çıkış değişkeni bulunmaktadır. Bunlar; arabanın doğrusal konumu ( $x_c$ ) ile alt ve üst çubukların açılarıdır ( $\alpha, \theta$ ). Burada amaç, kontrollü bir  $F_c$  kuvveti uygulandığında araba ulaşması istenilen  $x_c^{ref}$  konumuna ilerlerken, sarkacın çubuklarının da y-ekseninde dik denge konumunda ( $\alpha=0^\circ, \theta=0^\circ$ ) kararlı olarak tutulmasıdır. Bu çalışmada AÇTS sisteminin kontrol performansını iyileştirmek için iki farklı hibrit kontrol yaklaşımı PID+LQR kontrol ve FOPID+LQR kontrol yöntemleri önerilmiştir.

### 3.1. Doğrusal Karesel Kontrol (LQR)

Doğrusal Karesel Kontrol (Linear Quadratic Regulator-LQR), durum geri beslemeli bir optimal kontrol yöntemidir. Genel olarak LQR yönteminde, sistemin durum değişkenleri ( $x$ ) ve amaç fonksiyonu ( $J$ ) arasında kurulan Riccati eşitliğinden yararlanılarak, amaç fonksiyonu en aza indiren optimal kontrol girişinin ( $u$ ) belirlenmesi amaçlanır. Bu nedenle LQR kontrol tasarımının başarımı en uygun  $K$  kazanç matrisinin bulunmasına bağlıdır [11][12]. LQR kontrol tasarımı, Denklem 12'de verilen doğrusal durum-uzay modeli üzerinden tasarlanır.

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (7)$$

LQR yaklaşımı AÇTS sistemi için kullanıldığında, kontrol girişini oluşturmak için sistemin geri beslemede kullanılan durum değişkenleri  $x = [x_c, \alpha, \theta, \dot{x}_c, \dot{\alpha}, \dot{\theta}]^T$ 'dir. Burada optimal kontrol girişi  $u = -Kx(t)$  ile tanımlanır. Burada  $K$ , LQR kontrol kazanç matrisidir. Amaç fonksiyonu Denklem 8'de verilmiştir.

$$J = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u) dt \quad (8)$$

Amaç fonksiyonu,  $Q$  ve  $R$  ağırlık matrisleri olmak üzere iki parametreye bağlı olarak değişmektedir. Bu iki parametrenin seçimine bağlı olarak uygun  $K$  kazanç matrisi elde edilmektedir. Burada  $Q$ , simetrik pozitif yarı tanımlı matris ve  $R$  simetrik pozitif tanımlı matrisleridir.  $Q$  ve  $R$  matrisleri Denklem 9'da tanımlanmıştır. Denklem 10'da verilen  $P$ , cebirsel Riccati denkleminin çözümünden elde edilen pozitif tanımlı simetrik sabit matristir. AÇTS sistemi için kontrol kazanç matrisi Denklem 11'de verilmiştir.

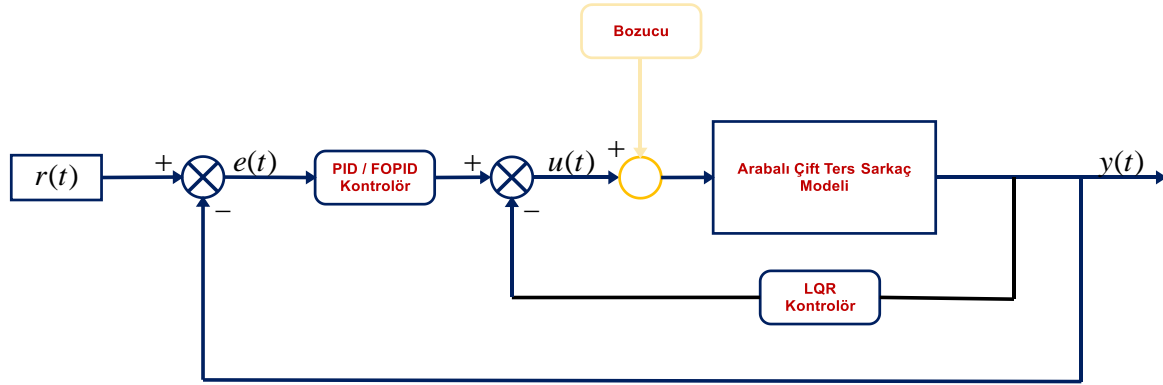
$$Q = \begin{bmatrix} q_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & q_n \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} r_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & r_m \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$PA + A^T P + Q - PBR^{-1}B^T P = 0 \quad (10)$$

$$K = R^{-1}B^T P = [k_1 \quad k_2 \quad k_3 \quad k_4 \quad k_5 \quad k_6] \quad (11)$$

### 3.2. Önerilen Hibrit PID+LQR ve FOPID+LQR Kontrolcüler

Bu çalışmada AÇTS sistemi için ardışık iki kontrol döngüsüne sahip iki hibrit kontrol yöntemi önerilmiştir ve genel blok diyagramı Görsel 2'de verilmiştir. Birinci hibrit kontrol yaklaşımda çıkış değişkenlerinin ( $x_c(t)$ ,  $\alpha(t)$  ve  $\theta(t)$ ) her biri için dış döngüde geleneksel PID kontrol kullanılırken iç döngüde LQR kontrol yapısı kullanılmıştır. İkinci hibrit kontrol yaklaşımında ise çıkış değişkenlerinin her biri için dış döngüde FOPID kontrol ve iç döngüde ise yine LQR kontrol kullanılmaktadır. Ayrıca, sisteme uygulanan kontrol girişi, üç PID/FOPID kontrolcü çıkışının toplamı ile iç döngüden gelen LQR kontrolcü çıkışı toplamından elde edilmektedir. PID ve FOPID kontrolcüler kontrol değişkenleri olan  $x_c$ ,  $\alpha$  ve  $\theta$  üzerinde etkili olması sağlanırken, LQR kontrolcü ile sistemin tümü üzerinde kararlılığı sağlaması amaçlanmaktadır.



Görsel 2. AÇTS Kontrol Sisteminin Temel Blok Şeması

Geleneksel PID kontrolcü, durum değişkenlerinin zamanla değişen izleme hatasını kullanarak kontrol işareti üretir. Burada elde edilen kontrol işareti, kontrol kazançları ile ölçeklendirilen üç kontrol parçasının toplamı olarak Denklem 12'de tanımlanır.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (12)$$

Burada,  $u(t)$  kontrol çıkış işareti ve  $e(t)$  kalıcı izleme hatası  $K_p$ ,  $K_i$  ve  $K_d$  ise sırasıyla oran, integral ve türev kazançlarıdır. PID kontrolcünün transfer fonksiyonu s-düzleminde Denklem 13 ile verilir.

$$C_{PID}(s) = K_p + K_i \frac{1}{s} + K_d s \quad (13)$$

FOPID kontrolcü, integral parçası  $\lambda$  ve türev kısmı  $\mu$  ile verilen, kesirli iki ek kontrol parametresi ile PID kontrolcünden farklılaşmaktadır [16]. Bu kesirli parametreler, geleneksel PID kontrolcü ile karşılaştırıldığında daha büyük bir esneklik sağlar ve dinamik başarımın iyileştirilmesine katkıda bulunur [17]. FOPID ( $PI^\lambda D^\mu$ ) kontrolcü Denklem 14'de tanımlanır.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i D_t^{-\lambda} e(t) + K_d D_t^{\mu} e(t) \quad (14)$$

Burada  $\alpha D_t^{\alpha}$  operatörü kesirli türev veya integrali temsil eder.  $\alpha$  ve  $t$  sırasıyla alt ve üst sınırdır ve  $\alpha$  türev veya integralin mertebesi göstermektedir. FOPID'nin transfer fonksiyonu s-düzleminde Denklem 15 ile verilir.

$$C_{FOPID}(s) = K_p + K_i \frac{1}{s^{\lambda}} + K_d s^{\mu} \quad (15)$$

FOPID'yi tasarlamak için üç parametre  $K_p, K_i, K_d$  ve sistem için iki tane tamsayı olmayan  $\lambda, \mu$  belirlenir.

### 3.3. Guguk Kuşu Algoritması ile Kontrolcülerin Parametrelerinin Optimizasyonu

Kontrol tasarımında parametre belirleme; sisteme ait durum değişkenlerinin birbirlerine ve sistemin kontrolü üzerine etkileri dikkate alınarak, genellikle deneme-yanılma yöntemiyle yapılmaktadır. Bu yöntem zahmetli ve zaman alıcı denemelerden sonra tatmin edici sonuçlar verebilir, ancak elde edilen sonuçların en iyisi olup olmadığı bilinemez. Öte yandan, optimizasyon algoritmaları kontrol tasarımında hesaplama yükünü artırsa da, belirtilen parametre aralığında neredeyse en iyi sonucu sağlaması nedeniyle kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Guguk Kuşu Algoritması (Cuckoo Search, CS), Xin-she Yang ve Suash Deb tarafından geliştirilen bir optimizasyon algoritmasıdır [18]. Bu algoritma, belirli guguk kuşu türlerinin yumurtalarını diğer ev sahibi kuşların yuvalarına bırakarak kuluçka paraziti yetiştirme stratejisinden esinlenmiştir. Algoritma, yavruların gelişimi ve bakımı için guguk kuşunun diğer kuş türlerinin yuvasını bulma davranışını taklit etmektedir.

Guguk kuşları için yeni yuva oluşturan CS algoritmasına göre küresel rastgele yürüyüşü, Lévy uçuşları adı verilen Denklem 16'da verilen bir yasa kullanılarak gerçekleştirir.

$$X_i(n+1) = X_i(n) + \alpha \otimes \text{levy}(\lambda) \quad (16)$$

Burada  $n = 1, 2, 3, \dots, N$  geçerli yinelemeleri belirtir.  $N$ , önceden belirlenmiş maksimum yineleme sayısını belirtir.  $\alpha > 0$  ilgilenilen problemin ölçeklerine ilişkin adım büyüklüğüdür.  $\text{levy}(\lambda)$  hem yerel hem de küresel arama için Lévy uçuşunu temsil eder. Lévy uçuş süreci temel olarak aşağıda verilen sonsuz varyans ve sonsuz ortalamaya sahip Lévy dağılımından türetilen rastgele bir yürüyüşür [18].

$$\text{levy}(\lambda) = t^{-\lambda}, \quad (1 < \lambda \leq 3) \quad (17)$$

Burada  $t$  mevcut yinelemedir. Algoritma aynı zamanda her yuvanın birden fazla yumurta (bir dizi çözüm) içerdiği daha karmaşık durumlara da genişletilebilir [18]. Bu durumda yeni yuva Denklem 18 kullanılarak rastgele oluşturulur.

$$X_i^{\text{new}} = \begin{cases} X_i + \text{stepsize} \cdot \text{randn}, & \text{randn}_i > p_a \\ X_i & \text{else} \end{cases} \quad (18)$$

$$\text{stepsize} = 0.01 \cdot \left( \frac{\sigma(\zeta) \cdot \text{randn}}{\text{randn}} \right)^{\frac{1}{\beta}} \cdot (X_i - X_{\text{best}})$$



Burada  $randn$   $[0, 1]$  arasında rastgele bir değerdir.  $\zeta$  değeri,  $1 \leq \zeta \leq 3$  arasında bir sabittir ve standart sapma fonksiyonu  $\sigma(\zeta)$  şöyledir.

$$\sigma(\zeta) = \left( \frac{\Gamma(1 + \zeta) \cdot \sin(\pi \cdot \zeta/2)}{\Gamma\left(\left(\frac{1 + \zeta}{2}\right) \cdot \zeta \cdot 2^{\left(\frac{1 - \zeta}{2}\right)}\right)} \right)^{\frac{1}{\zeta}} \quad (19)$$

Guguk Kuşu Arama Optimizasyonu Algoritması genel olarak aşağıdaki adımlardan oluşur.

**Adım 1:** n adet konak yuvasından oluşan rastgele bir popülasyonu, yani  $X_i$ 'yi tanıtır.

**Adım 2:** Lévy uçuşlarını kullanarak yeni bir  $X_i^{new}$  çözümü oluşturun (Denklem 16).

**Adım 3:** Amaç fonksiyonunu hesaplayın,  $J(X_i^{new})$ .

**Adım 4:** Ana yuvaları arasından rastgele bir yuva seçin, örneğin  $X_j$  ve amaç fonksiyonu değeri  $J(X_j)$ 'yi hesaplayın.

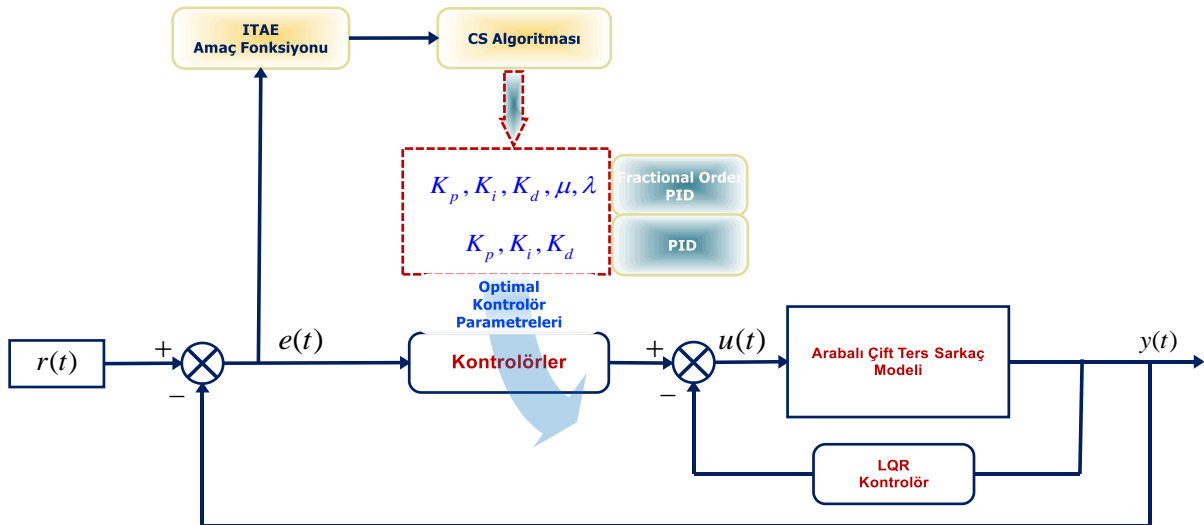
**Adım 5:** Eğer  $J(X_i^{new}) < J(X_j)$ , o zaman  $X_j$ 'yi yeni çözüm  $X_i^{new}$  ile değiştirin, aksi takdirde  $X_j$  yeni çözüm olsun.

**Adım 6:** Lévy uçuşlarını kullanarak yeni yerlerde yeni yuvalar inşa ederek en kötü yuvanın  $P_a$  kadarını bırakın.

**Adım 7:** Mevcut optimum yuvayı koruyun, maksimum yineleme sayısına ulaşılmazsa Adım 2'ye gidin.

**Adım 8:** Optimum çözümü bulun.

AÇTS sistemi için önerilen PID+LQR ve FOPID+LQR kontrolcülerin parametrelerinin CS Algoritması optimizasyonuna ilişkin blok şeması Görsel 3'te verilmiştir. Kontrolcülerin iç döngüsünde yer alan LQR kontrolcüye ait ağırlık matrisleri ( $Q$  ve  $R$ ) ile kazanç matrisi ( $K$ ), dış döngüde kullanılan PID kontrolcüye ait  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  parametreleri ve FOPID kontrolcününün  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$  parametreleri optimize edilmiştir. Çalışmanın ana hedefi, Guguk Kuşu Algoritmasının kontrolcü parametrelerinin optimizasyonunda kullanılabilirliğini incelemenin yanı sıra, parametrelerin sistem cevabı üzerindeki etkisini de incelemektir. Ayrıca, optimizasyonu yapılan iki farklı kontrol yöntemini uygulanan testlerdeki başarımlarını test etmektedir.



Görsel 3. Önerilen Kontrolcülerin Optimizasyonuna İlişkin Blok Şeması

CS algoritmasının uygulanmasındaki en önemli adım, her yuvanın uygunluğunu hesaplayan en uygun amaç fonksiyonunun seçilmesidir. Optimum kontrol parametrelerini elde etmek için, Mutlak Hatanın Zaman Ağırlıklı İntegraline (ITAE) dayalı bir amaç fonksiyonu önerilmektedir. Kullanılan amaç fonksiyonu Denklem 20 ile tanımlanmıştır.

$$ITAE = \int_0^t t|e(t)|dt \quad (20)$$

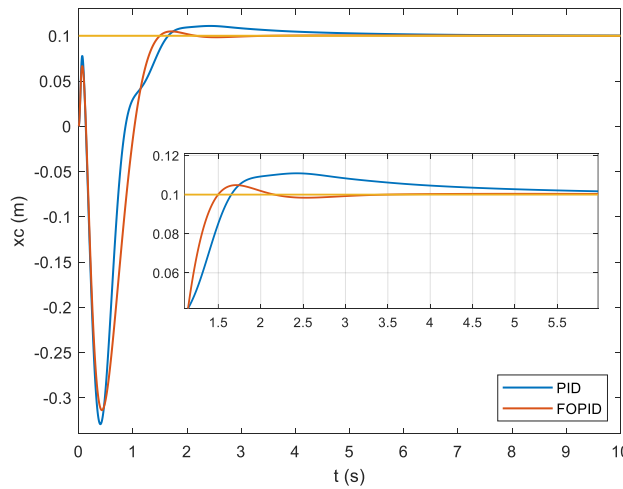
Bu çalışmada üç çıkış değişkenin ( $x_c$ ,  $\alpha$ ,  $\theta$ ) her biri için ITAE amaç fonksiyonu seçilmiştir ve toplamı Denklem 21 de verilmiştir. Burada  $e_{x_c}$  arabanın referans konuma göre hatası,  $e_\alpha$  ve  $e_\theta$  ise alt ve üst çubuk açılarının dik denge konumuna ( $\alpha=0^\circ$ ,  $\theta=0^\circ$ ) göre hatalarıdır.

$$J_{ITAE} = \int_0^t t [|e_{x_c}(t)| + |e_\alpha(t)| + |e_\theta(t)|]dt \quad (21)$$

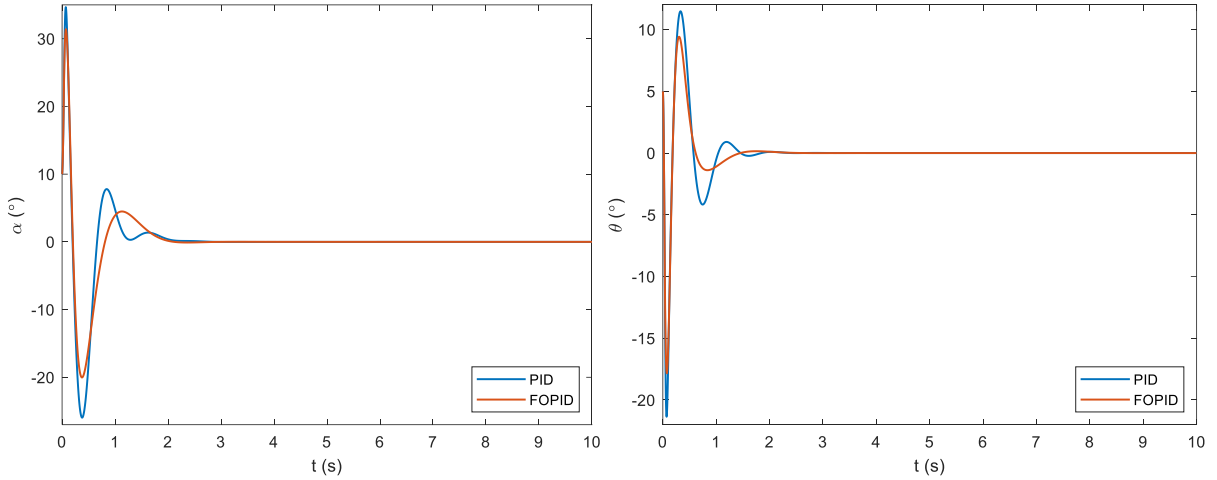
#### 4. SİMÜLASYON SONUÇLARI

AÇTS sistemi için önerilen her iki hibrit kontrol yönteminin simülasyon modeli Görsel 3'te verilen blok diyagramına uygun olarak MATLAB/Simulink ortamında oluşturulmuştur. AÇTS sistemi için Denklem 6'da verilen doğrusallaştırılmış durum-uzay modeli, PID kontrolcü için Denklem 12 ve FOPID kontrolcü için Denklem 14 kullanılmıştır. Simülasyon modelinde sistemin başlangıç koşulları; araba konumu  $x_c = 10\text{cm}$ , alt sarkaç açısı  $\alpha = 10^\circ$  ve üst sarkacın açısı  $\theta = 5^\circ$  olarak alınmıştır. CS algoritmasında kullanılan optimizasyon parametreleri;  $n=20$ ,  $N=100$ ,  $p_a=0.25$ ,  $\zeta=1.5$  olarak kullanılmıştır. PID+LQR ve FOPID+LQR kontrolcü parametreleri CS algoritması ile optimize edilerek optimum parametreler elde edilmiştir.

Kontrolcülerin başarımları simülasyon ortamında test edilmiştir. Bu amaçla arabanın konum kontrolü ve sarkaçların denge kontrolü sağlanmış ve elde edilen sistem cevapları karşılaştırmalı olarak Görsel 4'te verilmiştir. İki farklı kontrolcünün zaman cevabına ilişkin sonuçlar; maksimum aşım ( $M_p$ ), yükselme zamanı ( $t_r$ ), oturma zamanı ( $t_s$ ), kalıcı durum hatası (ess) karşılaştırmalı olarak Çizelge2'de verilmiştir. FOPID+LQR kontrolcü ile elde edilen sonuçlarda, araba konumu için aşım miktarı ve yerleşme zamanı daha düşüktür. Alt ve üst sarkaçlar için de aşım miktarı ve yerleşme zamanları daha düşüktür.



a) Arabanın Konumu

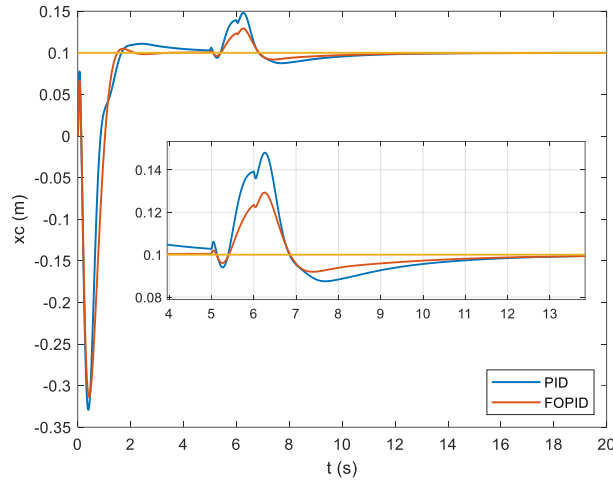


b) Alt Sarkaç Açısı c) Üst Sarkaç Açısı  
Görsel 4. AÇTS Sisteminin Optimum Parametreler ile Sistem Cevabı

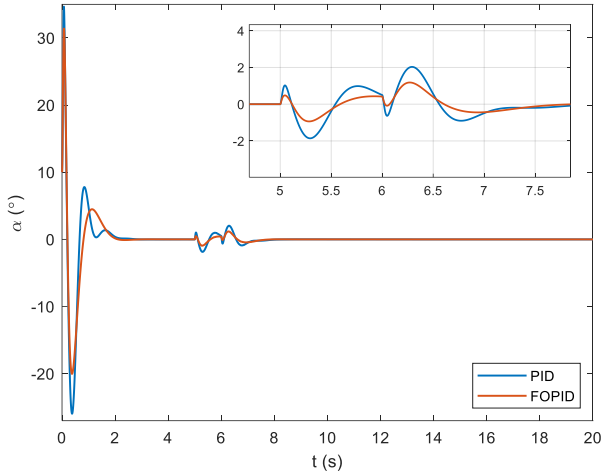
Çizelge 2. CS Algoritması İle Farklı Kontrolcülerin Zaman Cevabı Sonuçları

Kontrolcü Tipi	Durumlar	Katsayılar				
		$M_p$	$t_r$	$t_s$	ess	$J_{ITAE}$
PID+LQR	$x_c$	0.0109	1.5100	3.8570	0	
	$\alpha$	25.4359	0.1900	2.7540	0	0.3835
	$\theta$	21.0637	0.0200	2.2300	0	
FOPID+LQR	$x_c$	0.0049	1.3600	1.4230	0	
	$\alpha$	20.4536	0.2050	2.6060	0	0.3007
	$\theta$	17.1323	0.0200	2.2120	0	

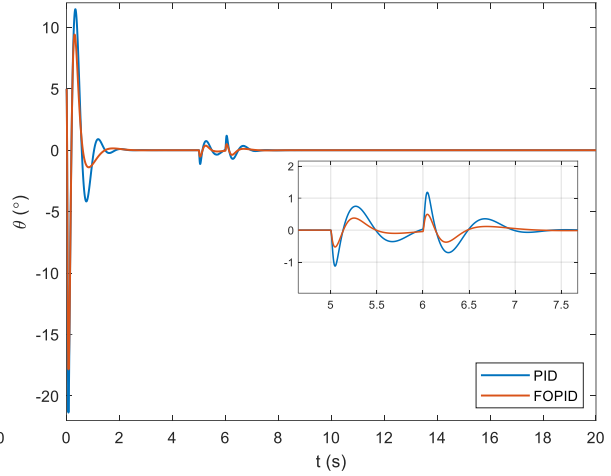
Önerilen kontrol yöntemleri, CS algoritması ile elde edilen optimal parametreler kullanılarak dayanıklılıkları dışarıdan uygulanan bir dış bozucu kuvvetle test edilmiştir. Elde edilen sistem cevabına ilişkin karşılaştırma sonuçları Görsel 5'te verilmiştir. Bu test için sisteme 5. saniyede 1 saniye boyunca genliği 5 olan bozucu bir kuvvet uygulanmıştır. Bu durumda iki hibrit kontrolcü de denge durumunu korumaya devam etmiştir. Fakat FOPID+LQR kontrolcünün, araba konumu, alt ve üst sarkaçların açılarını dengede tutmada dış bozuluculara karşı daha dayanıklı olduğu görülmektedir. Aşım miktarı ve yerleşme zamanı olarak daha başarılı sonuç vermiştir.



a) Arabanın Konumu



b) Alt Sarkaç Açısı



c) Üst Sarkaç Açısı

Görsel 5. AÇTS Sisteminin Optimum Parametreler ile Bozucu Girişe Karşı Sistem Cevabı

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada arabalı çift ters sarkaç sisteminin CS algoritması ile PID+LQR ve FOPID+LQR hibrit kontrol yöntemlerinin tasarımı ve karşılaştırılması yapılmıştır. Sistem modelinde sürtünmeler de dikkate alınmıştır. Literatürde ki bir çok çalışmada kullanılan başlangıç koşullarından daha zor koşullar kullanılmış ve kontrolcülerin başarımları karşılaştırmalı olarak simülasyon sonuçlarıyla gösterilmiştir. FOPID+LQR kontrolcününün daha iyi performans gösterdiği sistem cevabından ve uygulanan dış bozucuya karşı göstermiş olduğu dayanıklılıkla doğrulanmıştır. Daha ileri ki çalışmalarda farklı optimizasyon yöntemleri kullanılarak daha iyi optimal kontrol parametrelerinin elde edilmesi ve farklı kontrol yöntemlerinin uygulanması incelenebilir.

## KAYNAKÇA

- [1] K. Furuta, T. Okutani and H. Sone, "Computer control of a double inverted pendulum." Computers & Electrical Engineering vol. 5. no.1, pp. 67-84, 1978.
- [2] N. Muskinja and B. Tovornik, "Swinging up and stabilization of a real inverted pendulum," IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol. 5 , no. 2, pp. 631-639, 2006.
- [3] M. McGrath, D. Howard and R. Baker, "The strengths and weaknesses of inverted pendulum models of human walking." Gait & posture vol. 41, no. 2, pp. 389-394, 2015.
- [4] A. Bogdanov, "Optimal control of a double inverted pendulum on cart," Tech. Rep. CSE-04, 2004.
- [5] R. Banerjee, N. Dey, U. Mondal and B. Hazra, "Stabilization of Double Link Inverted Pendulum Using LQR," 2018 International Conference on Current Trends towards Converging Technologies (ICCTCT), Coimbatore, India, pp. 1-6, 2018.
- [6] L.X. Wang, "Stable adaptive fuzzy controllers with application to inverted pendulum tracking," IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), vol. 26, no. 5, pp. 677-691,1996.
- [7] Quanser User Manual SRV02. Inverted Pendulum
- [8] Quanser. 2012. Linear Double Inverted Pendulum Experiment User Manuel, Quanser Inc
- [9] F. Cheng, G. Zhong, Y. Li and Z. Xu, "Fuzzy control of a double-inverted pendulum." Fuzzy sets and systems vol. 79, no. 3, pp. 315-321, 1996.
- [10] D. Cheng-jun, D. Ping, Z. Ming-lu and Z. Yan-fang, "Double inverted pendulum system control strategy based on fuzzy genetic algorithm." 2009 IEEE International Conference on Automation and Logistics. IEEE, pp. 1318-1323, 2009.
- [11] M. K. Habib and S. A. Ayankoso, "Modeling and Control of a Double Inverted Pendulum using LQR with Parameter Optimization through GA and PSO," 2020 21st International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM), Cracow, Poland, pp. 1-6, 2020. doi: 10.1109/REM49740.2020.9313893.
- [12] L.B. Prasad, B. Tyagi, and H.O. Gupta, "Optimal control of nonlinear inverted pendulum system using PID controller and LQR: performance analysis without and with disturbance input," Int. J. of Automation and Computing, vol. 11, no. 6, pp. 661-670, 2014.
- [13] A. Lanjewar, S. W. Khubalkar and A. S. Junghare, "Modeling and control of fractional order PID controller fed rotary inverted pendulum," 2018 International Conference on

- Power, Instrumentation, Control and Computing (PICC), Thrissur, India, pp. 1-6, 2018.  
doi: 10.1109/PICC.2018.8384816.
- [14] Q. Qian, D. Dongmei, L. Feng and T. Yongchuan, "Stabilization of the double inverted pendulum based on discrete-time model predictive control," 2011 IEEE International Conference on Automation and Logistics (ICAL), Chongqing, China, pp. 243-247, 2011.  
doi: 10.1109/ICAL.2011.6024721.
- [15] M. K. Habib and S. A. Ayankoso, "Stabilization of Double Inverted Pendulum (DIP) on a Cart using Optimal Adaptive Sliding Mode Control (OASMC)," 2021 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA), Takamatsu, Japan, pp. 993-999, 2021. doi: 10.1109/ICMA52036.2021.9512803.
- [16] Zamani M, Karimi-Ghartemani M, Sadati N, Parniani M. Design of a fractional order PID controller for an AVR using particle swarm optimization, Control Engineering Practice, 17 (12): 1380-1387, 2009.
- [17] Tang Y, Cui M, Hua C, Li L, Yang Y. Optimum design of fractional order  $PI \lambda D \mu$  controller for AVR system using chaotic ant swarm, Expert Systems with Applications, 39 (8): 6887-6896, 2012.
- [18] Yang X.-S., Deb S. Cuckoo search via Levy flights, in Proc. of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC) IEEE Publications; USA, 210-214, 2009.



## OPTIMAL ALLOCATION AND SIZING OF DISTRIBUTED GENERATION IN THE UNBALANCED DISTRIBUTION SYSTEM USING GWOCS ALGORITHM

Salman Ahmed NUR<sup>1</sup>, Assoc. Prof. Dr. Selçuk EMİROĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sakarya University, Faculty of Engineering, - 0000-0002-8391-1170

<sup>2</sup> Sakarya University, Faculty of Engineering, - 0000-0001-7319-8861

### ABSTRACT

The rapid increase in energy demand due to population and economic growth has posed challenges for the centralized generation of electricity. The deployment of Distributed Generation (DG) technologies in distribution systems provides solutions to these challenges. Determining the optimal location and size of the DG is crucial to improve the efficiency and reliability of the network. In this paper, hybrid grey wolf optimization–cuckoo search algorithm (GWOCS) has been employed to find the optimal location and size for multiple DGs within an unbalanced distribution system. The proposed algorithm has been validated on IEEE 34 node test feeder system, which is an unbalanced distribution system. The implementation of the optimization algorithm and the power flow analysis have been carried out on the OpenDSS - MATLAB co-simulation platform. The results demonstrate that optimally located and sized DGs not only reduce power losses but also enhance the voltage profile of the distribution network.

**Keywords:** Hybrid grey wolf optimization–Cuckoo search algorithm (GWOCS), Optimal allocation of DGs, Three-phase unbalanced distribution system, Distributed generation, Optimal power flow.

### 1. INTRODUCTION

Energy demand in the world is increasing exponentially and traditional energy sources are being depleted. Conservation of the remaining energy resources and exploration of alternative sources for electric power generation is therefore crucial. As fossil fuel-based energy sources are often finite, polluting and unsafe, achieving a sustainable energy transition through greater use of renewable energy sources provides a feasible solution [1]. In 2022, the Renewable Energy (RE) accounted for approximately 30% of total global electricity production while the remaining 70% is met from conventional energy sources [2]. Therefore, RE has become a driving force in the global energy transition. These transitions disrupt current power system structures that were not designed to cope with the deployment of Distributed Generations (DGs). Conventional power systems are centralized and unidirectional, but the integration of DG systems has turned them into decentralized and bidirectional [3]. Although deployment of renewable DGs in the distribution system provides technical, economical, and environmental advantages [4]–[9], its inherently stochastic nature makes it difficult to precisely control for a secure power supply [7]. Improper placement of DGs can lead to deterioration of several power quality parameters in power distribution network and may result in under or overgeneration of electricity. However,

optimal allocation of DGs improves all related parameters and lowers power losses [10]. Finding the optimal location and capacity of DGs has led to the investigations of mathematical optimization techniques that can be used to improve the design and decision-making process [11], [12]. The connection point and capacity of DGs in distribution network is a nonlinear optimization problem. [13]. A large literature reviews have already been established on the DG optimization problem. For instance, Chang and Chinh [14] have applied Coyote Optimization Algorithm (COA) to solve the optimal planning problem of photovoltaic distributed generation (PV-DG) in distribution networks, considering several load levels and system constraints. Pushkarna et al [15] presented a particle swarm optimization (PSO) to determine the optimal location and size of type-IV DG in the IEEE 34 and 123 node feeders for reducing power loss. In [16], the evolutionary-based Bat algorithm optimized the allocation of DGs and Distribution-static compensators (D-STATCOM) in IEEE 34 and 85 node distribution system to decrease the loss of power and enhance voltage stability. A new voltage stability index is investigated in [17] for the allocation of renewable DGs in distribution systems, where the authors use a hybrid algorithm consisting of PSO and differential evolution for power losses minimization.

Hybrid optimization methods consist of two or more algorithms with greater adaptability and efficiency. These techniques are an effective tool for dealing with complex problems and can provide accurate results for large and complex distribution networks [18]. However, there exists less literature on DG allocation and sizing using hybrid optimization algorithms [19]. Most of the papers using hybrid methods [20]–[29] have considered balanced distribution systems. Furthermore, a comprehensive literature review [6] concluded that many studies have been conducted for the allocating of DGs for balanced distribution systems. However, only a small number of studies have considered DG placement techniques for unbalanced radial distribution systems. As the distribution system is three-phase and unbalanced, further detailed analysis is required to be conducted on these types of distribution systems. For this purpose, a hybrid GWOCS algorithm has been utilized for allocating DGs in the three-phase unbalanced distribution system. Moreover, this work aims to lower the active power loss by keeping all node voltages within the defined limits. It also provides the enhancement of the voltage profile. The effectiveness of the proposed algorithm has been validated on the unbalanced IEEE 34 node test system. MATLAB and OpenDSS co-simulation have been used to deal with the three-phase unbalanced power flow. Finally, a comparative analysis has been conducted between the simulation results achieved by the GWOCS and those obtained by the AGWOCS method.

The mathematical expression of the optimal DG allocation problem is given in Section 2. The proposed algorithm and the execution procedure is explained in Section 3. Section 4 describes the distribution system and the analytical tools. Simulation results of case studies are given in Section 5. The conclusion of the paper is given in Section 6.

## 2. PROBLEM FORMULATION

The placement and sizing of DGs have a major effect on power losses, voltage levels, fault current levels, operating cost, and reliability in the power distribution system. This work studies

the siting and sizing of multiple DGs in three phase unbalanced distribution system to lower power losses by keeping the node voltages within the defined limits.

### 2.1. Objective Function

The purpose of this study is to decrease the active power losses in the distribution network. The problem of DG sizing and allocation is formulated as follows.

$$\text{Min } F_a = (P_{Loss} + \lambda \sum_{j \in N} \sum_{\phi \in Ph} (V_j^\phi - V^{lim})^2) \quad (2.1)$$

$$V^{lim} = \begin{cases} V_{min}, & \text{if } V_j^\phi < V_{min} \\ V_{max}, & \text{if } V_j^\phi > V_{max} \\ V_j^\phi, & \text{else} \end{cases} \quad (2.2)$$

Where  $F_a$  is the objective function,  $P_{Loss}$  refers to active power loss,  $\lambda$  denotes the penalty factor with a value of  $10^7$ ,  $V_j^\phi$  stands for phase voltage,  $V^{lim}$  is the voltage limit ( $V_{min}$  or  $V_{max}$ ) The penalty factor is added to keep the voltage within acceptable limits. The value of  $\lambda$  has been obtained empirically by [29].

### 2.2. Constraints

The electric power system is designed to operate within certain constraints. To obtain practical results, the optimization problem has the following constraints.

#### i) Power balance

The power balance equations have been considered as equality constraints.

$$P_{utility} + \sum_{k=1}^{N_{DG}} P_{DG}^k = \sum_{k=1}^{N_{Load}} P_{Load}^k + \sum_{k=1}^{N_{branch}} P_{Loss}^k \quad (2.3)$$

$$Q_{utility} + \sum_{k=1}^{N_{DG}} Q_{DG}^k = \sum_{k=1}^{N_{Load}} Q_{Load}^k + \sum_{k=1}^{N_{branch}} Q_{Loss}^k \quad (2.4)$$

where,  $P_{utility}$  and  $Q_{utility}$  are Total reactive power drawn from the main substation;  $P_{DG}$  and  $Q_{DG}$  are active and reactive power penetrated by the DG;  $P_{Load}$  and  $Q_{Load}$  are total active and reactive load demand.

#### ii) Voltage Limits

The node voltages should be within the defined limits as follows:

$$V_{min} \leq V_i \leq V_{max}; i = 2, 3, \dots, N_B \quad (2.5)$$

Where  $V_{min}$  and  $V_{max}$  refer to the minimum and maximum voltage at each bus which should be in the range of 0.95 - 1.05 p.u.

### iii) Capacity constraints of DGs

The capacity of the selected DGs should not be higher than the total power demand, and the capacity limit of each DG has the following constraints:

$$\sum_{k=1}^{N_{DG}} P_{DG}^k \leq \sum P_{Load}^k \quad (2.6)$$

## 3. GWOCS ALGORITHM

### 3.1. Hybrid Grey Wolf Optimizer & Cuckoo Search (GWOCS)

GWOCS algorithm is a recent and powerful optimization technique that has been applied to various problems, such as parameter extraction and distributed energy resources placement. The hybridization of GWO and CS is proposed by Long et al [30] and found that it can balance global exploration and local exploitation [31], [32].

### 3.2. Grey Wolf Optimizer (GWO)

GWO is an algorithm inspired by the life and hunting strategies of grey wolves and it is proposed by Mirjalili et al [33]. In the pack structure of gray wolves, there is a chain with alpha wolves at the top, followed by beta, delta, and omega wolves. Alpha wolves signify the most dominant members within the wolf pack. Beta wolves serve as the deputies to alpha wolves, responsible for maintaining the communication network between alpha wolves and the rest of the pack. Omega wolves, on the other hand, hold the lowest rank and are selected by the alpha wolves. They are the last wolves to be fed during hunting. Wolves that are not classified as alpha, beta or omega wolves are called delta wolves [33].

### 3.3. Cuckoo Search (CS)

The cuckoo search algorithm, which is inspired by the reproductive behavior of cuckoos was developed by Yang and Deb [34]. The inspiration for the algorithm is brood parasitism to ensure the continuation of their generation. The algorithm was developed based on Lévy flights. Lévy flights are based on a random walk that relies on straight flight and sudden turning maneuvers to scan a larger-scale search space compared to classical random walks. Cuckoos lay eggs in a host nest with eggs similar to their own and lay their eggs in this new host nest. To increase the likelihood of its egg surviving, it discards the eggs with a high probability of hatching offspring and exchanges for its own egg. The algorithm is based on the natural process of this cuckoo behavior.

### 3.4. GWOCS Parameters

In this paper, the maximum iteration and the population size are set to 200 and 20, respectively. The other parameter settings of the algorithm are kept as the recommended default values.

#### 4. UNBALANCED DISTRIBUTION TEST SYSTEM

In this paper, the GWOCS has been implemented on IEEE 34 node test feeder to assess the effect of DG systems on the unbalanced distribution system. The single IEEE 34 test feeder is depicted in Figure 1. This system consists of different types of loads, long and lightly loaded lines, two voltage regulators, two shunt capacitors and transformers. More details of the network is available in [35].

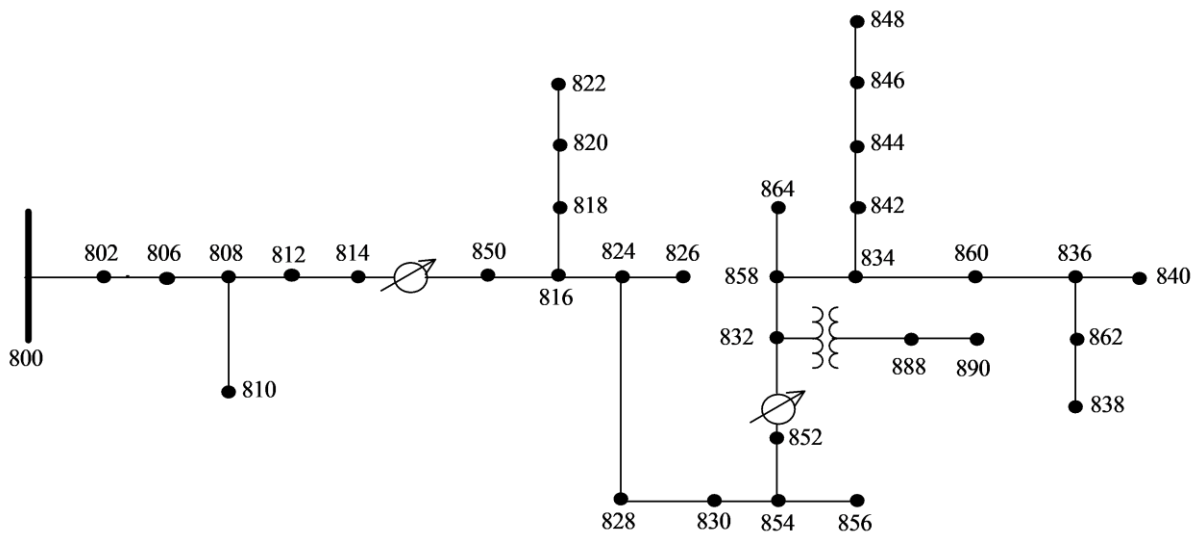


Figure 1. IEEE 34 distribution test feeder [35]

#### 5. SIMULATION RESULTS

In this paper, the GWOCS algorithm has been utilized to allocate Type I DGs using the unbalanced IEEE 34-node distribution system. The purpose of the study is to reduce power losses by maintaining the voltages in the defined limits. The optimization algorithm is executed in MATLAB [36] and power flow simulations are performed by using OpenDSS [37] software. Five test cases have been formed. Table 1 depicts the DG placement results found by the GWOCS algorithm.

##### 5.1. Case 1.

The analysis has been performed with the proposed GWOCS algorithm by inserting a single DG unit. In Table 1, for IEEE 34 node test system, optimum location for type-1 DG is bus number 890 with a capacity of 763.81 kW. The real power loss decreased from 221.8 kW in the base case to 89.66 kW, which represents a power loss reduction of 59.57%. Similarly,  $V_{\min}$  has increased from 0.7931 p.u to 0.95 p.u.

### 5.2. Case 2.

Two Type-I DGs have been deployed into the IEEE 34 test system to minimize the power loss. Adding another DG unit to the system resulted in an active power loss of 21.34 kW, a reduction of 90.37% compared to the base case. Moreover,  $V_{\min}$  increased to 0.97 p.u. Hence, it is found that the voltage profile increases as the number of DG units increases.

### 5.3. Case 3.

The optimal configuration obtained by the GWOCS, after considering three DGs deployed in the distribution network, is given in Table 1. With proper DG allocation, real power losses are significantly reduced. The active power loss is 17.98 kW, resulting in a loss reduction of 91.89 %.

### 5.4. Case 4.

Four DG units are placed optimally in this case at nodes 890, 844, 826, 820 with an optimum size of 455.14 kW, 969.54 kW, 120.76 kW, 97.61 kW, respectively. It is worth mentioning that the buses 826 and 820 are single phase. Thus, the power losses of this case have been further reduced to 13.57 kW, which corresponds to a 93.88% power loss reduction. Also, the minimum voltage is obtained as 0.99 p.u without violating the steady state voltage stability limit.

### 5.5. Case 5.

Regarding this case, 5 DG units are placed simultaneously at nodes 890, 834, 860, 826, 820 of the IEEE 34 radial network. In particular, the real power losses of the system are reduced significantly from 221.8 kW to 13.49 kW, which corresponds to 93.91% in loss reduction after the DGs are placed properly by the GWOCS method. It shows that the appropriate placement of DGs has a great effect on the minimization of losses in distribution network. Appropriate selection of DG locations and sizes that do not cause reverse power flow has enabled the analysis to achieve a high level of DG penetration into the distribution network.



**Table 1. The DG placement results obtained by GWOCS.**

Cases (No. of DG)	DG Type	DG's Location	DG size	PF Cos( $\theta$ )	$P_{\text{active Loss}}$ (kW)	$V_{\text{min}}$	$V_{\text{max}}$	$P_{\text{Loss}}$ Reduction (%)
Base Case	–	–	–	–	221.8	0.7931	1.05	–
Case 1 (1-DG)	Type I	890	763.81	1	89.66	0.95	1.05	59.57
Case 2 (2-DG)	Type I	890	445.43	1	21.34	0.97	1.05	90.37
		844	955.93					
Case 3 (3-DG)	Type I	890	433.08	1	17.98	0.97	1.05	91.89
		844	844.61					
Case 4 (4-DG)	Type I	822*	95.42	1	13.57	0.99	1.05	93.88
		890	455.14					
		844	969.54					
		826*	120.76					
Case 5 (5-DG)	Type I	826*	97.61	1	13.49	0.99	1.05	93.91
		890	447.34					
		834	674.62					
		860	282.52					
		826*	102.3					
		820*	151.86					

\*Single phase

Table 2 demonstrates the comparison of the proposed GWOCS algorithm and Augmented Grey Wolf Optimizer and Cuckoo Search (AGWOCS) algorithm. From Table 2, the active power loss is reduced to 91.89% with the proposed GWOCS algorithm compared to AGWOCS with 91.26%. In the base case (without DGs), the minimum voltage was 0.7931 p.u., but when the DGs are installed, all node voltages of the system have been brought back to the recommended limits.

**Table 2. Comparison of proposed and compared method (Case-3)**

System Parameters	Without DG	With DG (AGWOCS)	With DG (GWOCS)
DG's Location	–	890, 834, 820	890, 844, 822
DG's Size	–	460.49, 801.49, 126.55	433.08, 844.61, 95.42
$P_{\text{Loss}}$	221.8	19.37	17.98
$V_{\text{min}}$	0.7931	0.9781	0.97
$V_{\text{max}}$	1.05	1.05	1.05
PLR (%)	–	91.26	91.89

## 6. CONCLUSION

This paper investigates the optimal allocation of DG systems to reduce power losses by keeping all node voltages within the defined limits. For this purpose, a hybrid algorithm called GWOCS has been proposed and applied on IEEE 34 node radial distribution system. This study has been able to provide optimum solutions for type I DGs with appropriately defined constraints and without any negative impacts. Five test cases have been analyzed by optimally placing and sizing of 1, 2, 3, 4 and 5 DGs operating at unity power factor using the proposed GWOCS

algorithm. The results show that the real power loss has been minimized, and also, the voltage magnitudes have been improved. In addition, the proposed GWOCS algorithm achieves better results than AGWOCS regarding power loss reduction when 3 DGs are optimally allocated and sized in IEEE 34 node unbalanced distribution test system. This paper concludes that by optimally allocating the DG units that would increase the efficiency of the distribution network, it is possible to significantly minimize losses while maintaining the voltage in the desirable limit.

## REFERENCES

- [1] Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. Sustainable energy transition for renewable and low carbon grid electricity generation and supply. *Frontiers in Energy research*, 9, 1032, 2022.
- [2] REN23. RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT: Global Overview. 2023.
- [3] Pierpont, B., Nelson, D., Finance, C. P. I. E. Markets for low carbon, low cost electricity systems, Climate Policy Initiative, 2017.
- [4] Colmenar-Santos, A., Reino-Rio, C., Borge-Diez, D., Collado-Fernández, E. Distributed generation: A review of factors that can contribute most to achieve a scenario of DG units embedded in the new distribution networks, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1130-1148, 2016.
- [5] Kumar, A., Verma, R., Choudhary, N. K., Singh, N. Optimal placement and sizing of distributed generation in power distribution system: a comprehensive review, *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 45,3, 7160-7185, 2023.
- [6] Gupta, A. R., Kumar, A. Deployment of distributed generation with D-FACTS in distribution system: a comprehensive analytical review, *IETE Journal of Research*, 68,2, 1195-1212, 2022.
- [7] Thirunavukkarasu, M., Sawle, Y., Lala, H. A comprehensive review on optimization of hybrid renewable energy systems using various optimization techniques, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 176, 113192, 2023.
- [8] Ayalew, M., Khan, B., Giday, I., Mahela, O. P., Khosravy, M., Gupta, N., Senjyu, T. Integration of Renewable Based Distributed Generation for Distribution Network Expansion Planning, *Energies*, 15,4, 1378, 2022.
- [9] Ranjan, M., Shankar, R. A literature survey on load frequency control considering renewable energy integration in power system: Recent trends and future prospects, *Journal of Energy Storage*, 45, 103717, 2022.
- [10] Purlu, M., Turkay, B. E. Optimal allocation of renewable distributed generations using heuristic methods to minimize annual energy losses and voltage deviation index, *IEEE Access*, 10, 21455-21474, 2022.
- [11] Zsiborács, H., Hegedűsné Baranyai, N., Csányi, S., Vincze, A., Pintér, G. Economic analysis of grid-connected PV system regulations: A hungarian case study, *Electronics*, 8,2, 149, 2019.

- [12] Khawla, E. M., Chariag, D. E., Sbita, L. A control strategy for a three-phase grid connected PV system under grid faults, *Electronics*, 8,8, 906, 2019.
- [13] Gümüş, T. E., Emiroglu, S., Yalcin, M. A. Optimal DG allocation and sizing in distribution systems with Thevenin based impedance stability index, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 144, 108555, 2023.
- [14] Chang, G. W., Chinh, N. C. Coyote optimization algorithm-based approach for strategic planning of photovoltaic distributed generation, *IEEE Access*, 8, 36180-36190, 2020.
- [15] Pushkarna, M., Ashfaq, H., Singh, R., Kumar, R. An optimal placement and sizing of type-IV DG with reactive power support using UPQC in an unbalanced distribution system using particle swarm optimization, *Energy Systems*, 1-18, 2022.
- [16] Salkuti, S. R. Optimal allocation of DG and D-STATCOM in a distribution system using evolutionary based Bat algorithm, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12,4, 2021.
- [17] Parihar, S. S., Malik, N. Optimal allocation of renewable DGs in a radial distribution system based on new voltage stability index, *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 30,4, e12295, 2020.
- [18] Kumar, A., Verma, R., Choudhary, N. K., Singh, N. Optimal placement and sizing of distributed generation in power distribution system: a comprehensive review, *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 45,3, 7160-7185, 2023.
- [19] Saxena, V., Kumar, N., Nangia, U. An extensive data-based assessment of optimization techniques for distributed generation allocation: conventional to modern, *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(1), 675-701, 2023.
- [20] Suresh, M. C. V., Edward, J. B. A hybrid algorithm based optimal placement of DG units for loss reduction in the distribution system, *Applied Soft Computing*, 91, 106191, 2020.
- [21] Hassan, A. S., Sun, Y., Wang, Z. Multi-objective for optimal placement and sizing DG units in reducing loss of power and enhancing voltage profile using BPSO-SLFA, *Energy Reports*, 6, 1581-1589, 2020.
- [22] Khasanov, M., Kamel, S., Xie, K., Zhou, P., Li, B. Allocation of distributed generation in radial distribution networks using an efficient hybrid optimization algorithm, In 2019 IEEE Innovative Smart Grid Technologies-Asia, 1300-1305, 2019.
- [23] Awad, A., Abdel-Mawgoud, H., Kamel, S., Ibrahim, A. A., Jurado, F. Developing a hybrid optimization algorithm for optimal allocation of renewable DGs in distribution network, *Clean Technologies*, 3,2, 409-423, 2021.
- [24] Samala, R. K., Kotapuri, M. R. Optimal allocation of distributed generations using hybrid technique with fuzzy logic controller radial distribution system, *SN Applied Sciences*, 2,2, 191, 2020.
- [25] Ha, M. P., Nazari-Heris, M., Mohammadi-Ivatloo, B., Seyedi, H. A hybrid genetic particle swarm optimization for distributed generation allocation in power distribution networks, *Energy*, 209, 118218, 2020.
- [26] Selim, A., Kamel, S., Mohamed, A. A., Elattar, E. E. Optimal allocation of multiple types

of distributed generations in radial distribution systems using a hybrid technique, *Sustainability*, 13,12, 6644, 2021.

- [27] Akbar, M. I., Kazmi, S. A. A., Alrumayh, O., Khan, Z. A., Altamimi, A., Malik, M. M. A novel hybrid optimization-based algorithm for the single and multi-objective achievement with optimal DG allocations in distribution networks, *IEEE Access*, 10, 25669-25687, 2022.
- [28] Kamel, S., Awad, A., Abdel-Mawgoud, H., Jurado, F. Optimal DG allocation for enhancing voltage stability and minimizing power loss using hybrid gray wolf optimizer, *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 27,4, 2947-2961, 2019.
- [29] Coelho, F. C. R., da Silva Junior, I. C., Dias, B. H., Peres, W., Ferreira, V. H., Marcato, A. L. M. Optimal distributed generation allocation in unbalanced radial distribution networks via empirical discrete metaheuristic and steepest descent method, *Electrical Engineering*, 103,1, 633-646, 2021.
- [30] Long, W., Cai, S., Jiao, J., Xu, M., Wu, T. A new hybrid algorithm based on grey wolf optimizer and cuckoo search for parameter extraction of solar photovoltaic models, *Energy Conversion and Management*, 203, 112243, 2020.
- [31] Long, W., Jiao, J., Liang, X., Tang, M. An exploration-enhanced grey wolf optimizer to solve high-dimensional numerical optimization, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 68, 63-80, 2018.
- [32] Mlakar, U., Fister Jr, I., Fister, I. Hybrid self-adaptive cuckoo search for global optimization, *Swarm and Evolutionary Computation*, 29, 47-72, 2016.
- [33] Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., Lewis, A. Grey wolf optimizer, *Advances in engineering software*, 69, 46-61, 2014.
- [34] Yang, X. S., & Deb, S. Cuckoo search via Lévy flights, In 2009 World congress on nature & biologically inspired computing (NaBIC), 210-214, 2009.
- [35] Kersting, W. H. Radial distribution test feeders, *IEEE Transactions on Power Systems*, 6,3, 975-985, 1991.
- [36] MATLAB, "The MathWorks, Inc." 2021. (Accessed: 09.10.2023)
- [37] Dugan, R. C. The Open Distribution System Simulator ( OpenDSS ), *Electr. Power Res. Institute, Inc.*, pp. 1–177, 2012.

## DYE SENSITIVE SOLAR CELL MATERIALS AND DENSITY FUNCTIONAL THEORY APPLICATIONS

Kübra Arduç<sup>1</sup>, Mustafa Karakaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sinop University, Engineering and Architecture Faculty, Department of Energy Systems Engineering, - 0000-0002-2091-063X

<sup>2</sup> Sinop University, Engineering and Architecture Faculty, Department of Energy Systems Engineering, - 0000-0001-6663-9008

### ABSTRACT

Dye-sensitized solar cells (DSSC) are in the third generation photovoltaics class, which are formed in the form of semiconductor thin films between the electrolyte and the photosensitive anode. In such solar cells, dye sensitizers are excited and from there an electron is injected into the conduction band of the mesoporous oxide film. In our study, optimized simulations for suitable conformers of the ruthenium-based complex as DSSC material have been obtained and their electronic and spectral properties have been examined with the help of Density Functional Theory. The highest occupied molecular orbital energy, lowest unoccupied molecular orbital energy and energy gap values of the selected dye sensitizers have been calculated. Orbitals are defined as each of the potential electron density patterns that can be formed by electrons and represented as a wave function in molecular structures. As soon as the light at the required frequency that the electron in the highest occupied band can absorb hits the electron, the electron moves to the upper, lower energy unoccupied band. The high performance of DSSCs is associated with the substituted effects of the highest energy occupied molecular orbitals of the sensitizer on orderable groups and their small energy band gaps. In addition, in the photovoltaic system, the low energy gaps of the material causes the capacity of photon absorption at a longer wavelength to increase and to produce more current. In our study, the highest occupied orbital levels for dye sensitizers have been compared with the redox couple of the  $\Gamma/\Gamma^{-3}$  electrolyte. In addition, the orbital energy levels of the sensitizers at the excited level have been compared with the energy level at the conduction band edge on the  $\text{TiO}_2$  surface.

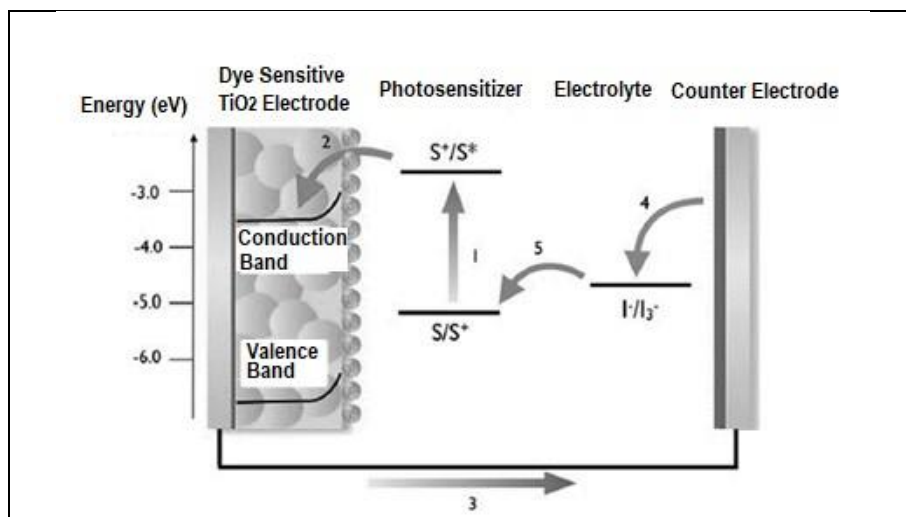
**Keywords:** DSSC Sensitizer, Density Functional Theory, Molecular Orbital Analysis

## 1. INTRODUCTION

Nowadays, with the increasing population and developing technology, the need for energy continues to increase rapidly. The increasing demand for energy causes the depletion of fossil resources, known as traditional energy sources, in the world and brings environmental damage. For this reason, there has been a demand for renewable energy resources. Liquid fuels remain the largest source of primary energy, but renewable energy use is predicted to reach the level of other fuels. It is estimated that in the next two decades, production in renewable energy, especially in solar energy, will approach electricity production from natural gas and coal [1].

The fascinating increase in solar energy studies has inspired our work on photovoltaic devices. Dye-sensitized solar cells (DSSC) are in the 3<sup>rd</sup> generation photovoltaics class, which are formed in the form of semiconductor thin films between the electrolyte and the photosensitive anode [2]. Although these DSSCs have low efficiency, their biggest advantage over monocrystalline and polycrystalline cells is their low cost [3, 4]. Solar cells; according to the composition of the materials, they can be classified as non-crystalline, single crystalline silicon cells, multi-crystalline, organic dye solar cells. DSSCs in solar cell types generally also attract great attention due to their important advantages such as low production costs compared to silicon crystal materials [5–7]. Energy diagram and DSSC working principle for the oxidized-excited states and the ground state in a DSSC were published by Reynal and Palomares [8]. In this study, the photoexcitation of the dye was schematized with the equation  $S + h\nu \rightarrow S^*$  according to the energy diagram given by the researchers. The equation of  $S^* + \text{TiO}_2 \rightarrow S^+ + e^- - \text{TiO}_2$  is the electron injection equation. Electrons located at the counter electrode are transferred to the redox couple located in the electrolyte.





**Figure 1.** Energy diagram for ground state, oxidized and excited states in a dye-sensitized solar cell [8].

The electrolytes contain the  $I^-/I_3^-$  redox couple, the triiodide is converted to iodide at the counter electrode and the electrolyte regeneration equation is  $I_3^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$ .  $[2S^+ + 3I^- \rightarrow 2S + I_3^-]$  oxidized dye regeneration equation, the cycle ends with the regeneration of oxidized dye by donating electrons from the electrolyte [8]. In the study examining the optical and electrical properties of dyes; squareine was used as the donor material in organic photovoltaic cells based on planar heterojunctions, and the photovoltaic performance of squareine films was discussed through simulation on photovoltaic cells [9]. Carella et al. (2018) made a review on ruthenium-based photosensitizers, Zn porphyrin-based sensitizers and metal-free organic dyes for DSSC [10]. In a study on the design, synthesis and photovoltaic performances of metal free organic dyes as sensitizer and co-sensitizer structures in DSSCs; Excited state oxidation potential (ESOP) and ground state oxidation potential (GSOP) results were evaluated based on cyclic voltammetry measurements [11, 12]. As a result, it can be said that photosensitizers are the most researched components in the literature for DSSC applications [10]. In our study, we planned to obtain optimized simulations for suitable conformers of the ruthenium-based complex as DSSC materials and to examine the electronic and spectral properties of these sensitizers by Density Functional Theory (DFT). In our previous studies, different molecular structures, such as structures with hypoglycemic activity and active substance molecules in neurotransmission, were analyzed with detailed spectroscopic calculations in the DFT approach and excitation energies at the effective wavelength with the help of time dependent DFT (TD-DFT) [13-15].

## 2. MATERIALS AND METHODS

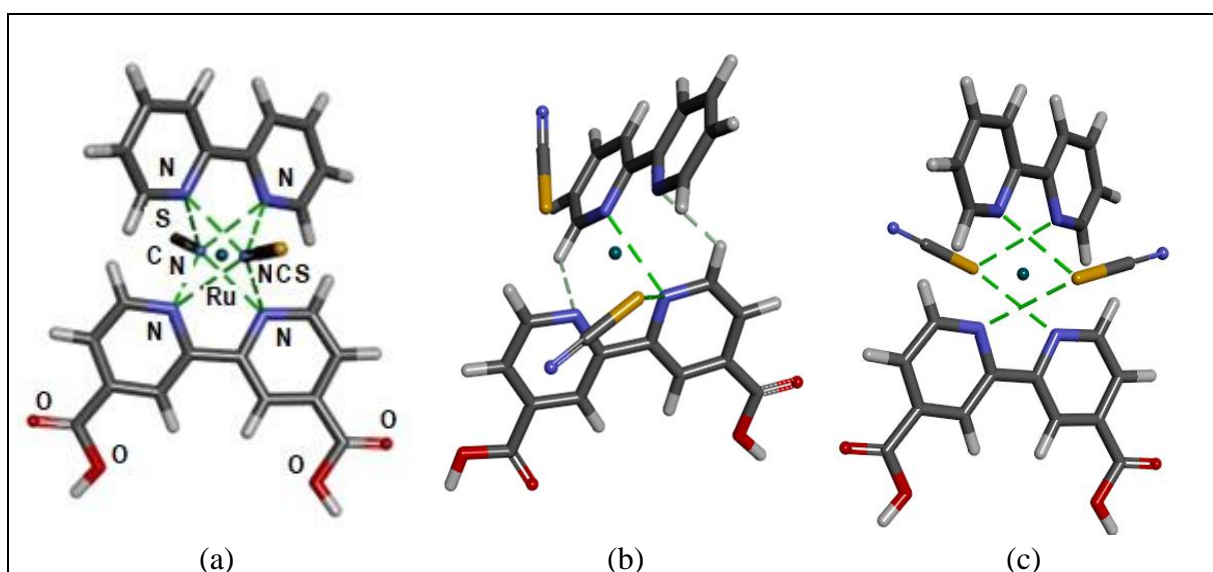
In this study, an organometallic complex has been selected as a ruthenium-based sensitizer for DSSC production. The structure chosen from the literature,  $\text{Ru}(\text{dcbpy})(\text{bpy})(\text{NCS})_2$  (N:nitrogen, C:carbon and S:sulfur atom), is a heteroleptic ruthenium complex whose synthesis study was recently published by Chan et al. (2020). In symbolic definitions NCS; isothiocyanate, dcbpy; 4,4'-dicarboxylic-2,2'-bipyridine and bpy represent 2,2'-bipyridine structures. This ruthenium-based sensitizer consist of four basic connections: NCS ligands, bipyridine ligand and dipyrindophenazine ligand [16]. Compounds called bipyridine and dipyrindine in the industrial field are heterocycles containing aromatic nitrogen and are colorless solid ligands that are all soluble in organic solvents but poorly soluble in water. The most common bipyridine structures consisting of 6 isomers are 2,2'-bipyridine and 4,4'-bipyridine ligands [17]. In our study, electronic properties have been examined for *S1*, *S2* and *S3* models containing three different conformer structures of  $\text{Ru}(\text{dcbpy})(\text{bpy})(\text{NCS})_2$  ruthenium complex. In our study, optimization processes and electronic structure properties of the conformers of the mentioned ruthenium complex have been used in DFT using the B3LYP hybrid functional approach [18]. Hybrid functionals are a type of approximation to the exchange–correlation energy functional in DFT, combining HF method with exchange–correlation energy from semi-empirical method and ab initio. One of the hybrid functional approaches is B3LYP, which stands for "Becke, 3-parameter, Lee–Yang–Parr". The three parameters that define the B3LYP approach are taken from Becke's adaptation of the similar B3PW91 functional to atomization energy, ionization potential, proton affinity, and total atomic energy [19, 20].

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

In the first part of our study, input data containing the definition of coordinates of ruthenium-based complex structures as DSSC materials are prepared. Identification of atomic coordinates, visualization of optimization structures and molecular orbitals are performed in Gauss View software [21]. Geometry optimizations of *S1*, *S2* and *S3* structures are provided in CEP-121G basis sets with the DFT method including Becke's three-parameter exchange function (*B3*) and Lee-Yang-Parr correlation exchange functional (*LYP*) approach [22–25]. Computerized calculations are carried out with Gaussian09 software [26]. The applicability range for CEP-121G basis sets in the Gaussian09 software program is the elements in the hydrogen (H)–radon (Rn) range in the periodic table. The basis sets that include the compact effective potentials

(CEP) approach include the CEP-4G effective core potential (ECP) minimum basis set, CEP-31G (ECP split valance) and CEP-121G (ECP triple-split) basis sets [27].

Figures 1.a, 1.b, and 1.c show the optimized modeling of *S1*, *S2*, and *S3* sensitizing complexes, respectively. These structures differ according to the binding geometries of the ligands on Ru. Modeling are carried out using BIOVIA Discovery Studio software [28]. *S1* structure; it includes approximately planar interactions of 4,4'-dicarboxylic-2,2'-bipyridine (dcbpy) and 2,2'-bipyridine (bpy) ligands with Ru, and interactions of isothiocyanate (NCS)<sub>2</sub> ligands. Figure 1.b also shows hydrogen bonds, which are a strong type of interaction since they are the subject of dipole-dipole interaction. These hydrogen bonds, formed with nitrogen atoms with a negative electrical charge and high electronegativity, are in the classical/traditional hydrogen bond class. The dark green toned drawing is the classical hydrogen bond, and the light green image is the non-classical carbon hydrogen bond interaction (Figure 2).



**Figure 2.** Optimized geometric structures for *S1* (a), *S2* (b) and *S3* (c).

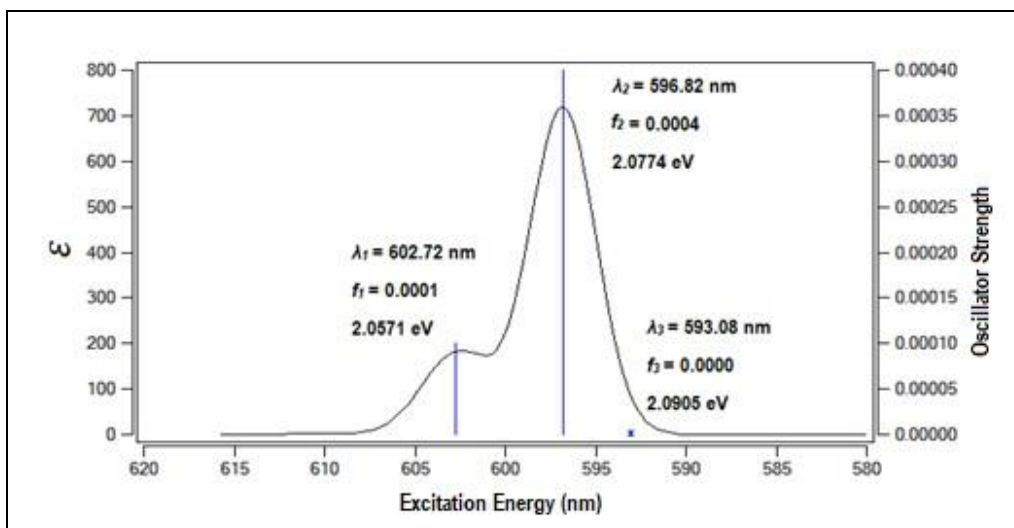
In the second part of our study, the electronic and spectral properties of DSSC materials are examined. The highest occupied (filled) orbital energy, lowest unoccupied (empty) orbital energy and energy gap values of the sensitizers are given in Table 1. As soon as the light at the required frequency that the electron in the highest occupied band can absorb hits the electron, the electron moves to the upper, lower energy empty band. Energy gaps are calculated at values of 1.40, 2.08 and 2.11 eV for *S1*, *S2* and *S3*, respectively. *S1* structure occupied orbital energy value are calculated to be higher (−4.84 eV) than the other structures (*S2* and *S3*), and its

unoccupied orbital energy are calculated to be lower than the other structures ( $-3.44$  eV). Chan et al. (2020) published an energy band gap of  $1.88$  eV for this sensitizer (*S1*), whose conformers we examined in molecular orbital energy analyzes performed with the help of cyclic voltammetry (CV) [16].

**Table 1.** Oxidation, reduction energy levels and energy gaps of *S1*, *S2* and *S3* structures calculated in the DFT/B3LYP approach.

DSSC Sensitizers	Highest Occupied (H) Energy (eV)	Lowest Unoccupied (L) Energy (eV)	$\Delta E_{ H-L }$ (eV)
<i>S1</i>	$-4.8433$	$-3.4427$	<b>1.4006</b>
<i>S2</i>	$-5.3671$	$-3.2855$	<b>2.0816</b>
<i>S3</i>	$-5.4082$	$-3.2993$	<b>2.1089</b>

The high performance of DSSCs is associated with the substituted effects of the sensitizer's highest energy occupied molecular orbitals on orderable groups and their small energy band gaps [29]. Electron donating properties of sensitizers are very important to evaluate electron transfer performances in DSSC structures. In the photovoltaic system, the low energy range of the material causes the capacity of photon absorption at a longer wavelength to increase and to produce more current [29, 30–32]. In our study, *S1* is more ideal for a photovoltaic cell layer as it is calculated in a smaller energy gap value. For dye sensitizers, the level of occupied orbitals is lower than the redox couple ( $-4.8$  eV) of the  $I^-/I^{3-}$  electrolyte [33]. The excited orbital level of the sensitizer is higher than the energy level ( $-4.0$  eV) at the conduction band edge on the  $TiO_2$  surface [34]. In our study, the lowest unoccupied molecular orbital energy levels of *S1*, *S2* and *S3* sensitizers are higher than the level at the conduction band edge on the  $TiO_2$  surface. The highest occupied molecular orbital energy levels are also lower than that of the  $I^-/I^{3-}$  redox electrolyte for the three calculated structures (Table 1).



**Figure 3.** Simulated UV–vis spectrum obtained from excited state calculations for *S1* sensitizer

The UV-visible spectrum obtained by excited state calculations for *S1* is shown in Figure 3. Calculation results and spectrum graph are obtained in the Time Dependent Hartree-Fock (TD-HF) Method on the CEP-121G basis set. First excited state; it is at a wavelength of 602.7 nm and an excitation energy of ~2.06 eV. Second excited state; it is at a wavelength of 596.8 nm and an excitation energy of ~2.08 eV. Third excited state; it is at a wavelength of 593.1 nm and an excitation energy of ~2.09 eV. In the computational method, the UV-visible spectrum area is plotted as  $\epsilon - \lambda$  (excitation wavelength in nm) and the peaks take the shape of a Gaussian band. The equation of the Gaussian band shape, where  $\lambda$  is the excitation wavelength in nanometers, is as follows;

$$\epsilon_i(\tilde{\nu}) = \epsilon_i^{max} \exp \left[ - \left( \frac{\tilde{\nu} - \tilde{\nu}_i}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (3.1)$$

Here, the subscript *i* represents the corresponding electronic excitation.  $\tilde{\nu}_i$  is the excitation energy corresponding to the corresponding electronic excitation,  $\epsilon_i^{max}$  is the energy of the incident radiation.  $\tilde{\nu}$  is the value of  $\epsilon_i$  at the maximum of the band when equal to  $\tilde{\nu}_i$ . In the equation where wavenumber is the reciprocal of wavelength,  $\sigma$  is the standard deviation in wavenumbers related to the width of the simulated band [35]. In the study of the synthesis of the bipyridine-based sensitizer *S1*, it is interpreted that the charge transfer band from the metal to the ligand in the experimental UV spectrum shifted to red in the range of 515–519 nm [16].

#### 4. CONCLUSIONS

In this study, the electronic and spectral properties of ruthenium-based structures, which are the sensitizing material in dye-sensitized solar cells, are examined using Density Function Theory. Structurally, *S1* has effective metal-ligand binding energies, stronger and more hydrogen bonds within the complex compared to the *S2* and *S3* conformers. *S1*, *S2* and *S3* organometallic structures are tested for electronic properties. The calculated energy gap values of these structures are smallest in *S1* and have the order  $S3 > S2 > S1$ . The most effective structure is *S1*, as sensitizers with a smaller energy band gap increase the performance of DSSCs. As the energy gap decreases, photon absorption at longer wavelengths increases and current production also increases. Moreover, according to the working principle of dye-sensitized solar cells, the highest occupied energy level of the sensitizer is expected to be lower than the energy level of the redox couple of the  $I^-/I^{-3}$  electrolyte. The orbital energy band of the sensitizer at the excited level should be higher than the energy level at the conduction band edge on the  $TiO_2$  surface. Three different conformers meet the necessary conditions for the material we are working with. It has been proven that *S1* has a more effective structure in terms of electronic properties since it has a remarkably small energy range compared to the others.

#### REFERENCES

- [1] <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>. Access date: 3 October 2022
- [2] Gong, J., Liang, J., Sumathy, K. (2012). Review on dye-sensitized solar cells (DSSCs): fundamental concepts and novel materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), s 5848-5860. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.044>
- [3] O'regan, B., & Grätzel, M. (1991). A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal  $TiO_2$  films. *Nature*, 353(6346), 737-740. <https://doi.org/10.1038/353737a0>
- [4] Çakar, S. (2017). Yeni Yaklaşımlarla Tanin Esaslı Boya Duyarlı Güneş Pillerinin Geliştirilmesi. [Yayınlanmış doktora tezi, Sakarya Üniversitesi] (Tez no: 461751) Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi s 7-23.
- [5] Grätzel, M. (2001a). Photo-electrochemical Cells, *Nature* Vol. 414, s 338–344. <https://doi.org/10.1038/35104607>



- [6] Grätzel, M. (2003). Dye-sensitized solar cells. *Journal of photochemistry and photobiology C: Photochemistry Reviews*, 4(2), 145-153. [https://doi.org/10.1016/S1389-5567\(03\)00026-1](https://doi.org/10.1016/S1389-5567(03)00026-1)
- [7] Gong, J., Sumathy, K., Qiao, Q., & Zhou, Z. (2017). Review on dye-sensitized solar cells (DSSCs): Advanced techniques and research trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, s 234-246. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.097>
- [8] Reynal, A., & Palomares, E. (2011). Ruthenium polypyridyl sensitizers in dye solar cells based on mesoporous TiO<sub>2</sub>. *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2011(29), 4509-4526. <https://doi.org/10.1002/ejic.201100516>
- [9] Chen, G., Yokoyama, D., Sasabe, H., Hong, Z., Yang, Y., & Kido, J. (2012). Optical and electrical properties of a squaraine dye in photovoltaic cells. *Applied Physics Letters*, 101(8), 083904. <https://doi.org/10.1063/1.4747623>
- [10] Carella, A., Borbone, F., & Centore, R. (2018). Research progress on photosensitizers for DSSC. *Frontiers in chemistry*, 6, 481. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00481>
- [11] Babu, D. D., Cheema, H., Elsherbiny, D., El-Shafei, A., & Adhikari, A. V. (2015). Molecular engineering and theoretical investigation of novel metal-free organic chromophores for dye-sensitized solar cells. *Electrochimica Acta*, 176, 868-879. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2015.07.079>
- [12] Elmorsy, M. R., Abdel-Latif, E., Badawy, S. A., & Fadda, A. A. (2020). Molecular geometry, synthesis and photovoltaic performance studies over 2-cyanoacetanilides as sensitizers and effective co-sensitizers for DSSCs loaded with HD-2. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 389, 112239. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2019.112239>
- [13] Karakaya, M., & Uzun, F. (2013a). Quantum chemical computational study on chlorocholine chloride and bromocholine bromide. *Asian Journal of Chemistry*, 25(9). <http://dx.doi.org/10.14233/ajchem.2013.14130>
- [14] Karakaya, M., & Uzun, F. (2013b). Spectral analysis of acetylcholine halides by density functional theory calculations. *Journal of Structural Chemistry*, 54(2), s321-331. <https://doi.org/10.1134/S0022476613020078>
- [15] Karakaya, M., Sert, Y., Kürekçi, M., Eskiuyurt, B., & Çırak, Ç. (2015). Theoretical and experimental investigations on vibrational and structural properties of tolazamide. *Journal of Molecular Structure*, 1095, 87-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.molstruc.2015.04.028>

- [16] Chan, K. F., Lim, H. N., Ahmad, H., & Gowthaman, N. S. K. (2020). Photovoltaic performance of bipyridine and dipyrrophenazine ligands anchored ruthenium complex sensitizers for efficient dye-sensitized solar cells. *Solid State Sciences*, 107, 106368. <https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2020.106368>
- [17] Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Bipyridine>. Access date: 4 October 2022
- [18] Becke A. D. (1993). "A new mixing of Hartree-Fock and local density-functional theories". *J. Chem. Phys.* Cilt 98 Sayı 2 s.1372–1377. <https://doi.org/10.1063/1.464304>
- [19] Becke A.D., Axel D. (1993). "Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange". *J. Chem. Phys.* Cilt 98 Sayı 7s.5648–5652. Doi:10.1063/1.464913
- [20] Wikipedia, the free encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid\\_functional#cite\\_note-9](https://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_functional#cite_note-9). Access date: 18 September 2022
- [21] Dennington, R., Keith, T., & Millam, J. (2009). GaussView, version 5. Semichem Inc., Shawnee Mission.
- [22] Hohenberg, P., & Kohn, W. J. P. R. (1964). Density functional theory (DFT). *Phys. Rev*, 136, B864.
- [23] Becke, A. D. (1988). Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior, *Physical Review* cilt 38, s 3098-3100. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.38.3098>
- [24] Lee, C., Yang, W., & Parr, R. G. (1988). Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. *Physical review B*, 37(2), s 785-789. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.37.785>
- [25] Stevens, W. J., Krauss, M., Basch, H., & Jasien, P. G. (1992). Relativistic compact effective potentials and efficient, shared-exponent basis sets for the third-, fourth-, and fifth-row atoms. *Canadian Journal of Chemistry*, 70(2), s 612-630. DOI: 10.1139/v92-085.
- [26] Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B., Scuseria G.E., Robb M.A., Cheeseman J.R., Scalmani G., Barone V., Mennucci B., Petersson G.A., Nakatsuji H., Caricato M., Li X., Hratchian H.P., Izmaylov A.F., Bloino J., Zheng G., Sonnenberg J.L., Hada M., Ehara M., Toyota K., Fukuda R., Hasegawa J., Ishida M., Nakajima T., Honda Y., Kitao O., Nakai H., Vreven T., Montgomery Jr. J.A., Peralta J.E., Ogliaro F., Bearpark M., Heyd J.J., Brothers E., Kudin K.N., Staroverov V.N., Keith T., Kobayashi R., Normand J., Raghavachari K., Rendell A., Burant J.C., Iyengar S.S, Tomasi J., Cossi M., Rega N., Millam N.J., Klene M.,

- Knox J.E., Cross J.B., Bakken V., Adamo C., Jaramillo J., Gomperts R., Stratmann R.E., Yazyev O., Austin A.J., Cammi R., Pomelli C., Ochterski J.W., Martin R.L., Morokuma K., Zakrzewski V.G., Voth G.A., Salvador P., Dannenberg J.J., Dapprich S., Daniels A.D., Farkas O., Foresman J.B., Ortiz J.V., Cioslowski J. & Fox D.J. (2013) Gaussian 09, Revision D.01, Gaussian, Inc., Wallingford CT.
- [27] Gobato, R., Dosh, I. K. K., Heidari, A., Mitra, A., & Gobato, M. R. R. (2019). Perspectives on the Elimination of Cancer Cells Using Rhodochrosite Crystal Through Synchrotron Radiation, and Absorption the Tumoral and Non-Tumoral Tissues. *Arch Biomed Eng & Biotechnol*, 3(2), s 1-2. ISSN: 2687-8100. DOI: 10.33552/ABEB.2019.03.000558.
- [28] Dassault Systèmes BIOVIA, Discovery Studio Modeling Environment, Release 2021, San Diego: Dassault Systèmes, 2023.
- [29] Arunkumar, A., Shanavas, S., Acevedo, R., & Anbarasan, P. M. (2020). Computational analysis on D- $\pi$ -A based perylene organic efficient sensitizer in dye-sensitized solar cells. *Optical and Quantum Electronics*, 52(3):164. <https://doi.org/10.1007/s11082-020-02273-0>
- [30] Mathew, S. & Imahori, H. (2011). Tunable, strongly-donating perylene photosensitizers for dye-sensitized solar cells. *J. Mater. Chem.* 21, s 7166–7174.
- [31] Arunkumar, A., & Anbarasan, P. M. (2019). Optoelectronic properties of a simple metal-free organic sensitizer with different spacer groups: quantum chemical assessments. *J. Electron. Mater.* 48, s 1522–1530. <https://doi.org/10.1007/s11664-018-06912-x>.
- [32] Guichaoua, D., Kulyk, B., Smokal, V., Migalska-Zalas, A., Kharchenko, O., Krupka, O., Kolendo, O., & Sahraoui, B. (2019). UV irradiation induce NLO modulation in photochromic styrylquinoline-based polymers: computational and experimental studies. *Organ. Electron.* 66, s 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.orgel.2018.12.022>
- [33] Hagfeldt, A., & Graetzel, M. (1995). Light-induced redox reactions in nanocrystalline systems. *Chemical reviews*, 95(1), s 49-68. <https://doi.org/10.1021/cr00033a003>
- [34] Asbury, J.B., Wang, Y.Q., Hao, E., Ghosh, H.N., Lian, T. (2001) Evidences of hot excited state electron injection from sensitizer molecules to TiO<sub>2</sub> nanocrystalline thin flms. *Res. Chem. Intermed.* 27, s 393–406. <https://doi.org/10.1163/156856701104202255>
- [35] <https://gaussian.com/uvvisplot/>. Access date: 16 October 2022

## Al - 1,1Sc ve Al -1,9Sc ALAŞIMLARININ BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL ve TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

**Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK**

Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi

Orcid: 000-0003-3094-3459

### ÖZET

Oda sıcaklığında Al fcc, Sc hcp fazında olup, Al - 1,1Sc ve Al - 1,9Sc alaşımları fcc yapıda ve L12 fazındadır. İç etkileşme enerjileri birbirine yakın olan Al ve Sc elementlerinden elde edilen AlSc (Sc<<<) alaşımları mekanik özellikleri bakımından tercih edilmektedir. Bu çalışmada ilk olarak alaşımların örgü parametreleri XRD analiz sonuçlarından hesaplandı. Alaşımlarının Young sabitleri ( $E_{hkl}$ ) ve maksimum stresler ( $T_{hkl}$ ) yansıma düzlemlerine göre incelendi. Ayrıca alaşımların tetragonel kayma ve izotropik kayma sabitleri ( $C'$ ,  $G$ ), Poisson oranı, B/G büyüklüğü, Pugh sabiti ( $k$ ) ile sertlikleri ( $H_v$ ,  $H_m$ ) incelendi. Hesaplamalarda teorik ve deneysel sonuçlar birlikte kullanıldı. Teorik hesaplamalar için Wien2k yöntemiyle hesaplanan ikinci derece elastik sabitlerden yararlanıldı. Her iki alaşımda hem yansıma düzlemlerine hem de Sc oranlarına göre sonuçların değiştiği ve Al-1,1Sc alaşımının mekanik olarak Al-1,9Sc alaşımından daha iyi olduğu görüldü. Ayrıca yansıma düzlemlerinde hesaplanan ortalama  $E_{(hkl)}$  büyüklüğünün tek kristal metodundan hesaplanan  $E_{[110]}$  ile çok yakın sonuca sahip olduğu anlaşıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Al-Sc Alaşımları, Örgü Parametresi, Young Sabiti, Maksimum Stres

### 1. GİRİŞ

AlSc alaşımları sanayinin önemli hammaddelerinden biri olup bu alaşımlar üzerinde deneysel ve teorik çalışmalar büyük bir ilgiyle devam etmektedir [1-7]. Al-Sc alaşımları hafiflik ve esneklik özelliklerinden dolayı endüstrisinde farklı sıcaklıklarda kullanılmaktadır [2]. Kristal yapıların düzgünlüğü, tanecik boyutlarının küçüklüğü, süneklik, difüzyon, optik, manyetik, korozyon, süper plastik özellik ve yorulma dirençlerinin düşük olması bu alaşımları özel kılmaktadır [3,6]. Yapılan deneysel çalışmaların birçoğu x-ışınları analizlerini (XRD) içermekte ve teorik sonuçlarla da desteklenmektedir.

Bu alaşımlarında Sc elementi (hcp), Al (fcc) elementi içinde çok düşük oranda (%23) çözünmesine rağmen, mukavemet, Sc yoğunluğunun belli bir büyüklüğüne kadar artar. Skandiyum, sadece mukavemet bakımından güçlendirici değil, aynı zamanda düşük yoğunluklarda yeniden kristalleşmeyi artırarak, kristal boyutlarının da önemli ölçüde azalmasına neden olur [7]. Al-Sc alaşımlarının katı fazları L12 kristal yapıda olup, Pm-3m uzay

gurubunda yer alır [7-9]. Royset ve Ryum Al-Sc alaşımlarının yapısal özelliklerini, Reza Roumina da mekanik özelliklerini deneysel yöntemlerle incelemişlerdir [10-12].

Teorik olarak, malzemelerin farklı fiziksel özelliklerini incelenmek için kuantum mekaniksel bir yöntem olan yoğunluk fonksiyonel teoremi (DFT) tercih edilmektedir. Bu fonksiyonun amacı, karmaşık çok yüzeyli elektronik dalga fonksiyonları yerine, elektron yoğunluğunu temel ölçüt olarak, elektronik yapı hesaplamalarını gerçekleştirmektir. DFT, birçok araştırmacı tarafından malzemelerin farklı fiziksel özelliklerini incelenmek için başarıyla uygulanmıştır [3-5]. Aynı şekilde Al-Sc alaşımlarının birçok özelliği de DFT yöntemleriyle incelenmiştir [6-10]. Daha önce bu teorik yöntemle Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc alaşımlarının farklı özellikleri çalışılmıştı [9].

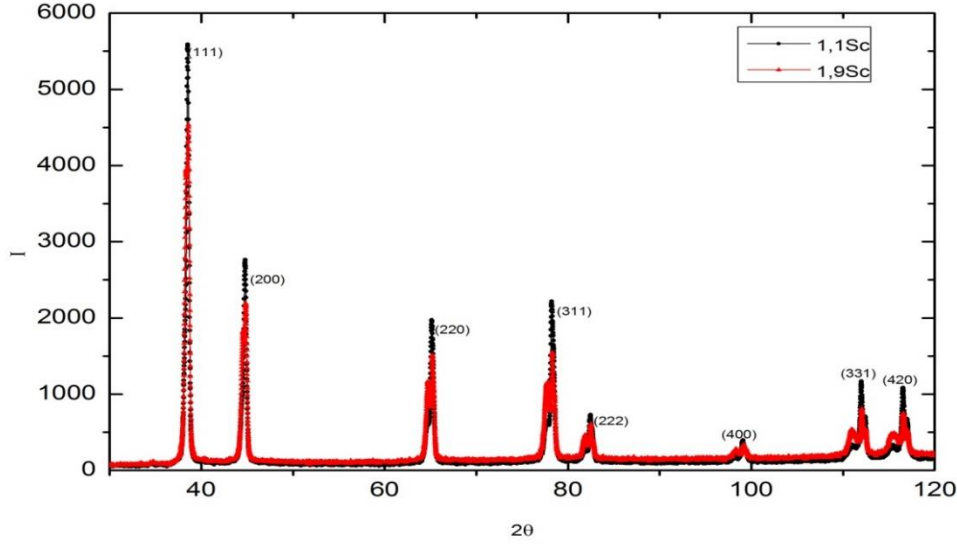
Yapılan araştırmalarda Al-Sc alaşımlarının mekanik özellikleri üzerine farklı birçok çalışmanın olduğu, fakat bu alaşımların mekanik özelliklerini (hkl) düzlemlerine göre inceleyen her hangi bir çalışmanın olmadığı ve sadece farklı [hkl] doğrultuları üzerine yapılan sınırlı çalışmaların mevcut olduğu görüldü [13-15]. Bu çalışmada, Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc alaşımlarının bazı mekanik özelliklerinin (hkl) düzlemlerinde, deney ve teorik sonuçlar yardımıyla, incelenmesi amaçlandı. Öncelikle alaşımlara ait deneysel XRD sonuçları analiz edilerek kristal yapı test edildi ve örgü parametreleri hesaplandı. Daha sonra XRD sonuçları kullanılarak Wien2k programı yardımıyla ikinci derece elastik sabitler ve deneysel (hkl) düzlemlerine göre Young sabitleri ( $E_{hkl}$ ) ile maksimum gerilme zorları ( $T_{hkl}$ ) ayrı ayrı hesaplandı. Ayrıca kayma sabiti (G), elastik anizotropi (A), (B/G), Pugh sabiti (k), Poisson oranı ( $\nu$ ) ve sertlikler ( $P_v$ ,  $P_m$ ) elde edildi. Young sabiti [110] doğrultusunda hesaplanarak, bir fikir vermesi bakımından poli kristal için hesaplanan  $E_{[hkl]}$  büyüklükleri ile karşılaştırıldı. Temel elastik parametrelerin hesaplanmasında ise, ELATE [16] matris programı kullanıldı. Son olarak tüm sonuçlar için Sc etkisi incelendi.

## 2. DENEYSEL VE TEORİK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc alaşımlarının toz numuneleri Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Merkezinde bulunan XRD cihazı yardımıyla analiz edildi. Elde edilen spektrumlardan (Görsel 1) ve XRD cihazının programlarından her iki yapının da fcc olduğu anlaşıldı. XRD pikleri düzlemlere göre ayrı ayrı incelenerek her iki alaşım için örgü parametreleri hesaplandı. Örgü parametreleri Wien2k programında kullanılarak ikinci derece elastik sabitler hesaplandı.

Bir kristalin mekanik olarak kararlı olması, başka bir deyişle şeklini dış etkilere karşı koruyabilmesi veya dış etkilere karşı tepki gösteriyor olması istenen bir durumdur. Kristaller incelenirken mekanik kararlılık şartları ilk incelenmesi gereken durumlardır. Mekanik kararlılık şartları kristalin elastik sabitleri ile ilişkilidir ve her bir kristal yapı grubu için bu şartlar birbirinden farklı olup bunlar, Born kriterleri olarak bilinir. Kübik kristaller için bilinen ikinci derece elastik sabitler;  $C_{11}$ ,  $C_{12}$  ve  $C_{44}$ , olup, kararlılık kriterleri;  $C_{11}>0$ ,  $C_{12}>0$ ,  $C_{44}>0$ ,  $C_{12}>C_{44}$ ,  $C_{11}+2C_{12}>0$ ,  $C_{11}-C_{12}>0$  şeklindedir. Sistemin tam dengede olma şartı Couch tarafından

$P_c=0,5(C_{12}-C_{44})=0$  şeklinde tanımlanır ve bu, aynı zamanda kübik kristaller için isotropluk şartı olarak da bilinir [17].



Görsel 1. Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc Alaşımlarına ait XRD sonuçları

Kristalin mekanik davranışını karakterize etmek veya mekanik kararlılık şartlarını test etmek amacı ile hesaplanan elastik sabitlerden yararlanılarak, bir kristalin bulk sabitinin alabileceği en düşük ve en büyük değerler belirlenebilir. Reuss değeri sabitin alabileceği en düşük değeri ifade ederken, Voigt değeri de sabitin alabileceği en büyük değerdir. Hesaplamalarda genellikle Reuss sabiti dikkate alınmasına rağmen, çalışılan kristalin tek-kristal olmama durumu göz önüne alındığında, materyalin modülü Reuss ve Voigt değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak bulunur, buna Reuss-Voigt-Hill yaklaşımı adı verilir [18,21].

Bir katının hesaplanan elastik sabitleri, kayma sabiti (Shear/ $C'$ ), Young sabiti (E), Poisson oranı ( $\nu$ ) ve anizotropi faktörleri (A) bir malzemenin mekanik özellikleri olarak adlandırılır. Kayma sabiti (tetragonal kayma sabiti de denir) bir malzemenin sertlik ölçüsünü belirleyen en önemli parametrelerden biri olup, yüzey üzerine başka bir malzemenin girginliğine karşı gösterdiği direncin bir ölçüsüdür ve  $C'$  ile gösterilir ve  $C' = 0,5(C_{11} - C_{12})$  eşitliği ile hesaplanır. İzotropik kayma sabiti ise, G değerlerinin üst sınırına karşılık gelen Voigt's kayma sabiti ( $G_V$ ) ve alt sınırına karşılık gelen Reuss's kayma sabitinin ( $G_R$ ) ortalaması olarak,  $G=0,5(G_R+G_V)$ , şeklinde hesaplanır. Ayrıca kübik kristaller için;  $B_V=B_R=[(C_{11}+2C_{12})]/3$ ,  $G_V=[(C_{11}-C_{12}+3C_{44})]/5$  ve  $G_R=5[(C_{11}-C_{12})C_{44}]/[4C_{44}+3(C_{11}-C_{12})]$  olarak tanımlıdır [21].

Poisson oranı serbest yanal yüzeye sahip bir numunenin, tek-yönlü (tek-eksenli) bir zor altında iken kesit çapındaki azalma olarak tanımlanır. Genellikle, Poisson oranı 0,1 olan malzemeler kovalent, 0,25 olan malzemeler iyonik ve 0,5 olan malzemeler de metalik karakterli olarak bilinir [19]. Bu nedenle Poisson oranı bir numunenin bağ kuvvetleri hakkında diğer elastik



sabitlerine göre daha çok bilgi verir. Poisson oranı yaygın olarak  $\nu=C_{12}/(C_{11}+C_{12})$  formülü ile hesaplanır [19].

Young sabiti, malzemeye bir gerilme veya sıkışma kuvveti uygulanması halinde oluşan zor/zorlanma oranı olarak tanımlanır ve  $E = 3B(1- 2\nu)$  veya  $E = \frac{9BG}{3B+G} = (C_{11} + C_{12} - 2\frac{C_{12}^2}{C_{11}})$  denklemlerinden hesaplanabilir [20].

Zener anizotropi çarpanı, elastik anizotropi derecesinin bir ölçüsüdür. Madde elastik olarak izotrop ise Zener anizotropi çarpanının değeri 1, aksi durumda 1'den farklı olur. Kübik yapılar için;  $A_1(100) = A_2(010) = A_3(001) = A_Z$  olarak bilinir ve  $A_Z = 2C_{44}/(C_{11}-C_{12})$  formülüyle hesaplanır. Ayrıca izotropik kayma sabitlerine bağlı olarak da anizotropi  $A_{VRH}=(G_V-G_R)/(G_V+G_R)$  bağıntısıyla hesaplanır; burada izotropi derecesi sıfırdır [20]. B/G oranı ise malzemeler için çok önemli bir kriterdir ve bu oran 1,75 değerinden küçük ise malzemenin kırılma, büyük ise esnektir (sünek) [20]. Bunun yanında Pugh oranı olarak bilinen  $k=G/B$  oranı ise, malzemelerin sertlik sınıflandırmasında önemli bir rol oynar. Bu oran 0,5'ten küçükse malzeme sünek, 0,5'ten büyükse malzemenin kırılma olduğu söylenebilir. Bununla birlikte bilindiği gibi doğadaki en sert malzeme elmas olup k değeri 1,2'dir ve süper sert malzeme olarak bilinir. Malzemenin k değeri 1'den büyükse sert, k 1'den küçükse yumuşaktır. Ayrıca k'nın 0,6 civarında olması o malzemenin iyonik bağ yapısında olduğu, 1,1 düzeyinde ise kovalent bağ yapısında olduğu tanımlıdır. Son olarak Vickers sertliği olarak bilinen sertlik hesabı,  $H_v=2(k^2G)^{0.585}-3$ , milimetrik sertlik ise,  $H_m=[(1-2\nu)E/(6(1+\nu))]$ , şeklinde tanımlı olup, Vicker sertliği 10 GPa altında olan malzemeler yumuşak malzeme olarak bilinir [21].

Çalışmanın bu kısmında ikinci derece elastik sabitler ve Miller indisleri kullanılarak (hkl) düzlemleri için Young sabiti ve buna bağlı olarak (hkl) düzlemlerindeki stresler aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplandı  $E_{(hkl)} = \frac{1}{S_{11} - 2[(S_{11}-S_{12}) - \frac{S_{44}}{4}]H}$  [22]. Burada,  $S_{11}$ ,  $S_{12}$  ve  $S_{44}$  ikinci derece elastik sabitlere bağlı elastik parametreler, H ise (hkl) Miller indislerine bağlı  $H = (h^2k^2 + k^2l^2 + l^2h^2)/(h^2 + k^2 + l^2)^2$ , şeklinde tanımlı bir çarpandır. Kristal üzerindeki ortalama stres ise,  $T_{(hkl)} = 0,25[E_{(hkl)}\beta_{(hkl)}\text{Cot}\theta_{(hkl)}]$  bağıntısından hesaplanır. Burada (hkl) indisli terimler, her düzlem için ayrı ayrı hesaplanıp ortalaması alınan parametreler olup  $\beta$ , radian boyutunda pik genişliğidir. Tek kristaller için tanımlı  $E_{[110]}$  büyüklüğü ise,  $E_{[110]} = \frac{4C_{44}(C_{11}+2C_{12})(C_{11}-C_{12})}{2C_{11}C_{44}+(C_{11}+2C_{12})(C_{11}-C_{12})}$  denkleminde mukayese maksatlı hesaplandı.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmaya konu olan, Al-1,1Sc ve Al-1,9Sc alaşımlarının XRD sonuçlarından hesaplanan örgü parametreleri ve bu örgü parametrelerinin Wien2k programında kullanılmasıyla hesaplanan ikinci derece elastik sabitler Çizelge 1'de verildi.

**Çizelge 1. Deney ve Teorik Sonuçlar**

	a(Å)	$C_{11}$ (GPa)	$C_{12}$ (GPa)	$C_{44}$ (GPa)	$C'$ (GPa)	$P_C$ (GPa)
Al-1,1Sc	4,0472	106,85	67,25	49,65	19,8	8,9
Al-1,9Sc	4,0629	105,43	66,12	48,28	19,65	8,92

ELATE programında ikinci derece elastik sabitler kullanılarak hesaplanan Bulk sabiti Young sabiti, Kayma sabiti ve Poisson oranı Çizelge 2’de verildi.

**Çizelge 2. ELATE Programında Hesaplanan Sonuçlar**

	B(GPa)	E(GPa)	G(GPa)	$\nu$	$E_{min}$ (GPa)	$E_{max}$ (GPa)	$G_{min}$ (GPa)	$G_{max}$ (GPa)
Al-1,1Sc	80,45	90,096	34,342	0,31335	54,896	123,54	19,8	49,65
Al-1,9Sc	79,223	88,388	33,67	0,31405	54,461	120,39	19,665	48,28

Her iki alaşıma ait hem ELATE programı hem de tanımlı formüllere bağlı olarak hesaplanan anisotropiler de Çizelge 3’de verildi.

**Çizelge 3. Anisotropi Sonuçları**

	A(E)	A(G)	$A_z$	$A_{VRH}$
Al-1,1Sc	2,25	2,508	2,5075	0,0932
Al-1,9Sc	2,21	2,456	2,4563	0,0885

Son olarak, B/G oranı, Pugh sabiti (k), sertlik parametreleri (Hv, Hm) ile doğrultu ve düzlemler için tanımlanan Young sabitleri ( $E_{[hkl]}$ ,  $E_{(hkl)}$ ) ve stres büyüklüğü ( $T_{(hkl)}$ ) sonuçları Çizelge 4’de verildi.

**Çizelge 4. Bazı Elastik Parametreler**

	B/G	k	Hv (GPa)	Hm(GPa)	$E_{[110]}$ (GPa)	$E_{(hkl)}$ (GPa)	$T_{(hkl)}$ (GPa)
Al-1,1Sc	2,3426	0,426	4,8172	4,266	90,39	86,38	0,4070
Al-1,9Sc	2,3529	0,425	5,091	4,169	90,58	86,67	0,4065

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Al-Sc alaşımları mekaniksel dayanımlarıyla öne çıkar. Sc yoğunluğu az olan Al-Sc alaşımları mekaniksel olarak oldukça iyidir. Bu çalışmada Sc oranları daha yüksek tutularak mukavemet büyüklükleri incelendi. XRD analizleri sonucunda Al-1,9Sc alaşımının örgü parametresinin büyük olduğu görüldü. Bu büyüklük, hacim büyüklüğüne yansıtacağı için birim hacme düşen basınç büyüklüğü ve buna bağlı olarak tanımlanan elastik sabitlerin azalacağı anlamına gelir (Çizelge 1). Bu durum; B, E ve G büyüklüklerinin sonuçlarından görülmektedir (Çizelge 2). Bu verilere göre, Al-1,1Sc alaşımının mekaniksel olarak daha karalı ve daha mukavemetli olduğu söylenebilir. Böylece, Sc yoğunluğun belli bir büyüklüğün üzerindeki artışının mukavemeti azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. ELATE programından, alaşımların minimum ve maksimum dayanımları bilinmiş oldu. Bu iki değerlerin ortalaması, hesaplanan E ve G büyüklüklerine çok yakındır.

Yapılan hesaplamalara göre, her iki alaşımın metalik bağ yapısında olduğu, Poisson oranlarından anlaşılmaktadır. Numunelerin istropik olmadığı Çizelge 1’de  $P_c$  büyüklüğünden anlaşılmaktadır. Fakat atomik yönelimlerin yoğunluğunu görmek için anisotropi parametrelerinin ayrıca hesaplanması gerekir. Buna göre, Çizelge 2’deki sonuçlar atomların farklı doğrultularda yöneldiklerini açıklar.  $A_{(E)}$ , Young sabitine göre,  $A_{(G)}$  ise, kayma sabitine

göre anisotropiler olup her iki sonuç da isotropluk büyüklüğü olan  $A=1$ 'den oldukça büyüktür. Ayrıca kübik malzemeler için tam isotrop şartı  $C_{11}=3C_{44}$  tür. ELATE programında hesaplanan  $A_{(G)}$  nin literatürlerdeki  $A_Z$  anisotropisi olduğu görülmektedir. Alaşımların anisotropik olmadıkları  $A_{VRH}$  büyüklüklerinden de anlaşılmaktadır.

Çizelge 3'deki verilerden, (B/G) oranından, her iki alaşımların da sünek olduğu görülmektedir. Pugh sabitinin sonuçlarına göre, alaşımlar sünek, yumuşak ve iyonik bağ yapısı özelliğine sahiptir. Alaşımdaki Sc oranındaki artışın sertliği azalttığı,  $H_v < 10 \text{ GPa}$  olduğu için numunelerin sert olmadığı ve her iki sertlik ( $H_v$ ,  $H_m$ ) büyüklüğünün birbirine yakın olduğu görülmüştür. Aynı çizelgeye göre,  $E_{[110]}$  doğrultusundaki Young sabiti büyüklüklerinin kristallerin (hkl) düzlemlerindeki ortalama  $E_{(hkl)}$  sonuçları ile yakın olduğu ve bu sonuçların da Çizelge 2'deki  $E$  büyüklüğü ile uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre bir kristalin düzlemlerine göre hesaplanacak Young sabiti ayrıntılarına gerek olmadığı vurgulanabilir. Son olarak kristalin üzerindeki stresler teorik ve deneysel sonuçlara göre hesaplandı ve kristal düzleminin aşırı gergin olmadığı  $T_{(hkl)}$  sonuçlarından anlaşıldı.

## KAYNAKÇA

- [1] Nembach E., Order strengthening: recent developments, with special reference to aluminum-lithium alloys, *Prog. Mater. Sci.* 45, 275, 2000.
- [2] Willey L.A., Aluminum Scandium Alloy, *Patent*, US, 1971.
- [3] Valiev, R.Z., and others, Observations of High Strain Rate Superplasticity in Commercial Aluminium Alloys With Ultrafine Grain Size, *Scripta Materialia*, 37, 1945, 1997.
- [4] Lee, S., and others, Influence of scandium and zirconium on grain stability and superplastic ductilities in ultrafine-grained Al-Mg alloys, *Acta Materialia*, 50, 553, 2002.
- [5] D.G. Morris, *Trans Tech Publications*, Mechanical Behaviour of Nanostructured Materials, 1998.
- [6] Valiev, R.Z., and others, Bulk nanostructured materials from severe plastic deformation, *Journal of Materials*, 52, 34, 2000.
- [7] Murray J.L., The Al-Sc (aluminum-scandium) system, *J. Phase Equilib.*, 19,4, 380,1998.
- [8] Hyland R. W., "Homogeneous nucleation kinetics of  $\text{Al}_3\text{Sc}$  in a dilute Al-Sc alloy", *Metall. Trans. A*, 23,7,1947, 1992.

- [9] Ocak H. Y., Uçgun E., and Ünal R., Experimental and first-principles investigation of the crystal structure of powder metallurgy Al-1.1Sc and Al-2Sc alloys, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 23,10, 3020, 2013.
- [10] Royest J., and Ruym N., Some comments on the misfit and coherency loss of Al<sub>3</sub>Sc particles in Al-Sc alloys, Scripta Materialia, 2005, 52, 12, 1275, 2005.
- [11] Royest J., and Ruym N., Scandium in aluminium alloys, Int. Mater. Rev, 50,1,19, 2005.
- [12] Roumina R., *Mechanical properties of a recovered Al-Mg-Sc Alloys*, Doctor of philosophy, The University of British Columbia, 2002.
- [13] Jones M. J., Humphreys F. J., Interaction of recrystallization and precipitation: The effect of Al<sub>3</sub>Sc on the recrystallization behaviour of deformed aluminium, Acta Materialia, 51,8, 2149, 2003.
- [14] Royset J. and Ryum N., Scandium in aluminium alloys, International Materials Reviews, 50,1,19, 2005.
- [15] Royset J., Ryum. N., Some comments on the misfit and coherency loss of Al<sub>3</sub>Sc particles in Al-Sc alloys, Scripta Materialia, 52,12, 1275, 2005.
- [16] Romain, G., P and François, C., ELATE: an open-source online application for analysis and visualization of elastic tensors, Journal of Physics:Condensed Matter, 28,27,2016.
- [17] Born, M., Huang, K., *Dynamical Theory of Crystal Lattices*, Oxford, Clarendon, 1956.
- [18] Reuss, A., Berechnung der Fließgrenze von Mischkristallen auf Grund der Plastizitätsbedingung für Einkristalle. Z. Angew. Math. Mech. 9 : 49-58, 1929.
- [19] Voigt, W., Lehrbuch der Kristallphysik. Teubner, Leipzig, 1 : 978, 1928.
- [20] Hill, R., The Elastic Behaviour of a Crystalline Aggregate. Proc. Phys. Soc. A 65 : 349, 1952.
- [21] A. Sezgin, Bor Tabanlı Kristal Yapıların Fiziksel Özellikleri. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [22] Hanbücken, M., and Deville, J-P., “Stress and Strain In Epitaxy”, Elsevier, Paris, (2001).

## Al -Sc ALAŞIMLARINDA DİSLOKASYON YOĞUNLUĞUNUN YANSIMA DÜZLEMLERİNDE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

**Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK**

Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi

Orcid: 000-0003-3094-3459

### Özet

Oda sıcaklığında Al fcc, Sc hcp fazında iken, Al - 1,1 Sc ve Al - 1,9 Sc alaşımları ise fcc yapısında ve L12 fazındadır. Bu metallerin iç etkileşme enerjileri birbirine çok yakındır. Bu elementlerden elde edilen AlSc (Sc<<) alaşımları daha çok mekanik özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir. Bu çalışmada yüksek Sc oranlı AlSc alaşımlarının dislokasyon yoğunlukları yansıma düzlemlerine göre inceledi. İlk olarak yansıma düzlemlerindeki pik genişlikleri ( $\beta$ ) XRD piklerinden elde edildi. Scherrer yöntemi kullanılarak, pik genişliklerine bağlı olarak tanımlanan kristal boyutları (D) ve buna bağlı olarak da dislokasyon yoğunlukları ( $\delta$ ), (hkl) düzlemlerine göre hesaplandı. Yansıma düzlemleri küçüldükçe dislokasyon yoğunluğunun arttığı, Al-1,1Sc alaşımının dislokasyon yoğunluğunun daha büyük olduğu sonucuna ulaşıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Al-Sc Alaşımları, Pik Genişliği, Kristal Boyutu, Dislokasyon Yoğunluğu

### 1.GİRİŞ

Al bazlı alaşımlar, maliyet ve enerji verimliliği bakımından sanayinin önemli hammaddelerinden biri olup, bu alaşımlar üzerinde deneysel ve teorik çalışmalar yoğun olarak devam etmektedir [1-6]. Al-Sc alaşımları daha çok hafiflik ve esneklik özelliklerinden dolayı uzay ve otomobil endüstrisinde farklı sıcaklıklarda kullanılmaktadır [2]. Kristal yapıların düzgünlüğü, tanecik boyutlarının küçüklüğü, süneklik, süper plastik özellik ve yorulma dirençlerinin düşük olması bu alaşımları daha özel kılmaktadır [3,4]. Bunlara ilaveten, difüzyon, optik, manyetik ve korozyon özellikleri de araştırılan diğer bazı konulardandır [5,6]. Yapılan deneysel çalışmaların birçoğu x-ışınları analizlerini (XRD) içermekte ve teorik sonuçlarla da desteklenmektedir.

Bu alaşımlarında Sc elementi (hcp) Al (fcc) elementi içinde çok düşük oranda (%23) çözünmesine rağmen, mukavemeti oldukça artırır. Skandiyum, sadece mukavemet bakımından güçlendirici değil, aynı zamanda düşük oranlarda yeniden kristalleşmeyi artırarak, kristal boyutlarının da önemli ölçüde azalmasına neden olur. Al-Sc alaşımlarının katı fazı L12 kristal yapıda ve Pm-3m uzay gurubunda yer alırlar [7-12]. Bu alaşımların tanecik ve grain büyüklükleri, yeniden kristalleşme durumları, farklı kristal çökeltileri, zor ve zorlanma etkileri,

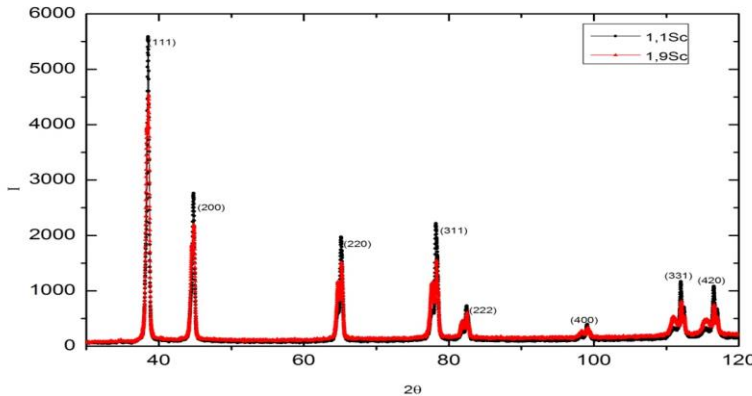
sınır zorlamalarında kayma büyüklükleri, difüzyon özellikleri, makro ve mikro yapıları, kinetik özellikleri birçok araştırmacı tarafından farklı sıcaklıkta çalışılmıştır [13-15].

Yaptığımız araştırmalarda Al-Sc alaşımlarının mekanik özellikleri üzerine birçok çalışma olduğu, fakat bu alaşımların mekanik özelliklerini (hkl) düzlemlerine göre inceleyen bir çalışmanın olmadığı ve sadece farklı [hkl] doğrultuları üzerine yapılan sınırlı çalışmaların mevcut olduğu görüldü [16-18]. Al-Sc alaşımlarında ise bu tarz bir çalışmaya hiç rastlanmadığı için, bu çalışmanın bu alanda ilk olma özelliğini taşıyacak olması bakımından önemli olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc alaşımlarının pik genişlikleri ( $\beta$ ), kristal boyutları (D) ve dislokasyon yoğunlukları ( $\delta$ ), deneysel XRD sonuçları baz alınarak, (hkl) düzlemlerine göre hesaplandı. Hesaplanan parametreler, bir fikir vermesi bakımından hem (hkl) düzlemleri için hem de Sc yoğunluğuna göre yorumlandı.

## 2. DENEYSEL VE TEORİK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmanın XRD çekimleri, Dumlupınar Üniversitesi, ileri teknoloji merkezinde yapıldı. Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc alaşımlarının toz numuneleri XRD cihazında kullanıldı. Oda sıcaklığında yapılan çekimlerin ortak sonuçları Görsel 1’ de verildi. Elde edilen analizler XRD sisteminin programında çalışılarak kristal yapının fcc olduğu sonucuna ulaşıldı. Spektrumlar üzerinde yapılan çalışmalar ile ortam gürültüsü olarak bilinen küçük dalgalanmalar yok edildi. Grafikler 30-120 derece arasında düzenlendi. Çünkü bu iki açının önce ve sonrasında her hangi bir pik gözlenmedi. Öncelikle yansıma düzlemleri ve açıları kullanılarak alaşımların örgü parametreleri Bragg yasasından hesaplandı. Bu hesaplamalardan sonra her bir pik Origin 8,6 grafik programı yardımıyla ayrı ayrı çalışıldı. Hem hesaplamalar yöntemiyle hem de görsel analizlerle pik genişlikleri radyan boyutunda belirlendi.



**Görsel 1. Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc Alaşımlarına ait XRD sonuçları**

Buna göre, her bir pikin (hkl) düzlemindeki genişliği  $\beta_{(hkl)}$ , o pikin düşey eksen boyutunun yansı olarak tanımlanır ve  $\beta = 0,5(2\theta_s - 2\theta_i)$  bağıntısından da hesaplanabilir [19]. Burada  $\theta$ , bir pikin



son ve ilk aç ı büyüklükleridir. Pik genişlikleri, bir materyalin kristal boyutları hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir. Ayrıca kristaldeki dislokasyonların tanımlanmalarında önemli bir parametredir. Her bir (hkl) düzleminin pik genişlikleri hem tanımlı formülden, hem de Origin programında tanımlı gaussian yöntemleriyle bulundu.

Polikristallerde tanecik boyutlarının o kristalin birçok özelliğinde önemli bir etkisi vardır. Bu etki daha çok kristalin sertliği şeklinde kristal boyutların küçülmesine bağlı olarak ortaya çıkar. Pik genişliklerinin düzlemlere göre değişmesi, kristal boyutlarının Debye - Scherrer metoduna göre [20] değişeceğini gösterir ki, bu da o kristalin sertliği için oldukça önemli bir veridir. Kristal boyutlarının küçüklüğü, o kristalin sertliğinin bir ölçüsüdür. Genel olarak kristalin alt düzlemleri üst düzlemlerine göre daha serttir. Debye - Scherrer eşitliği tanecik boyutu hesaplamalarında en fazla kullanılan metotlardan birisi olup, TEM ile yapılan ölçümlere en yakın sonuçları verir. Bu eşitlik;  $D_{hkl} = \frac{0,9 \lambda}{\beta_{hkl} \cos \theta_{hkl}}$  şeklinde tanımlanır. Burada  $\lambda$ , kullanılan x ışınının dalga boyu (1,542 Å),  $\beta_{hkl}$ , radyan boyutunda yarı pik genişliği ve  $\theta_{hkl}$  ise, Bragg kırınım açısıdır.

Dislokasyon veya diğer adıyla yapısal kusurlar; malzeme biliminde, kristal yapıların atomik dizilişlerinde bir doğru boyunca görülen atomik kaymalardır. Aslında mikro boyutta, malzemenin birim hacmindeki kusurların engellediği düzenli olarak dizilmiş atomlarda bulunan düzensizliklerdir. Dislokasyon hareketinin engellendiği bir yapıda mukavemet artar. Kristal oluşumunda meydana gelen her bir hata dislokasyonu daha da kuvvetli kılar. Kristal yapıdaki bütün metaller, ister tek taneli ya da çok taneli olsun, belli bir miktarda dislokasyon içerir. Çok taneli kristallerde görülen dislokasyonlar, tane ya da faz sınırları gibi, kristalin yöneliminde ya da yapısında değişimlerin olduğu sınırlarda çekirdeklenerek kristal içinde yayılır. Bu tür sınırların atom ölçeğinde pürüzsüz yapılara sahip olmaması ve ufak basamaklar, girintiler ya da çıkıntılar içermesi, dislokasyonların bu kusurlar üzerinde kolaylıkla çekirdeklenebilmesini sağlar.

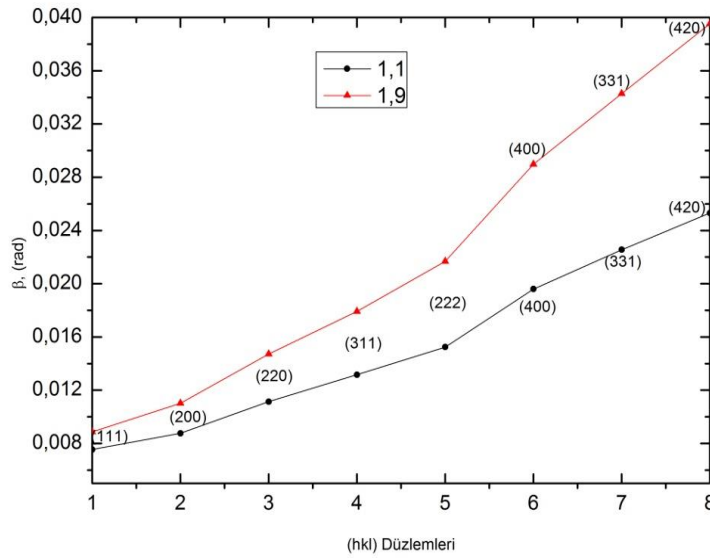
Dislokasyonlar, sadece kristal yapı oluşurken ya da kristalin yüzeyindeki hatalar nedeniyle ortaya çıkmaz, dislokasyon oluşumundaki ara yüzey enerjileri de bu yayılmayı hızlandırır [21-24]. Malzemelerin gerek oluşumu gerekse homojenleştirme sürecinde kristal yapı içinde meydana gelen dislokasyon yoğunluğu, (hkl) düzlemlerinden gelen katkıların ortalaması olacağı için, bu yoğunluk ve sayısı tanecik boyutuna bağlı olarak  $\delta_{hkl} = \frac{\tau}{D_{hkl}^2}$  bağıntısından hesaplanır [24]. Burada  $\tau$ , malzemeye göre tanımlı bir sabit olup metalik malzemelerde genel olarak 0,9 veya 1 olarak alınır. Kristal örgüdeki dirençler ise, karışık dislokasyonlar yardımıyla oluşur. Bunlar kayma sabiti (G), Burgers vektörü (b) ve Poisson oranına (v) bağlı olarak değişir. Bunların meydana getirdiği stresler, Peierls-Nabarro stresleri olarak bilinir ve bu stresler, dislokasyon hareketinin en temel faktörüdür [21-25].

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada ilk olarak, Al-1,1Sc ve Al-1,9Sc alaşımlarının XRD analizleri sonucunda elde edilen yarı pik genişlikleri incelendi. (hkl) düzlemlerine göre ayrı ayrı yapılan çalışmaların sonuçları Çizelge 1 ve Görsel 2’de verildi.

**Çizelge 1: Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc alaşımlarının pik genişlikleri ( $\beta$  / rad.).**

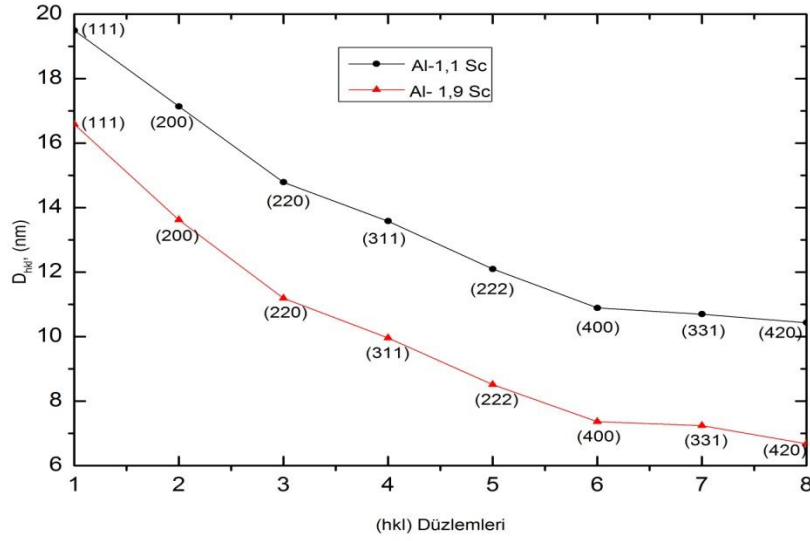
Numune/Düzlem	(111)	(200)	(220)	(311)	(222)	(400)	(331)	(420)
Al-1.1Sc	0,0075	0,0087	0,0111	0,0131	0,0152	0,0195	0,0225	0,0253
Al-1.9Sc	0,0088	0,0110	0,0147	0,0179	0,0217	0,0288	0,0343	0,0395



**Görsel 2: Al-1.1Sc ve Al-1.9Sc Alaşımlarının pik genişlikleri**

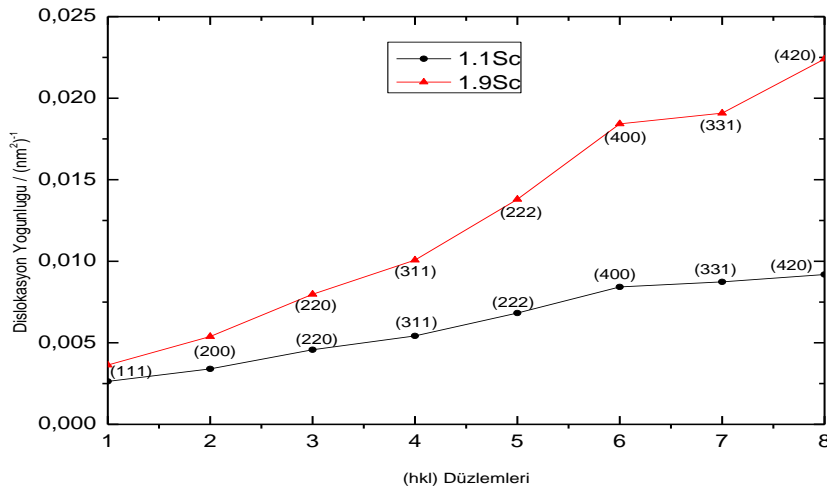
Her bir kristal için pik genişlikleri ortalaması Sc oranına göre; 1,1 Sc için 0,0154 radyan, 1,9 Sc için ise 0,0221 radyan olarak hesaplandı.

Bu verilerden faydalanarak alaşımlara ait tanecik boyutları (hkl) düzlemleri için ayrı ayrı hesaplandı. Bu hesaplamaların sonucu Görsel 3’de verildi.



**Görsel 3: Scherrer metoduna göre hesaplanan kristal boyutları.**

Bu çalışmada son olarak alaşımların dislokasyon yoğunlukları hesaplandı ve sonuçlar Görsel 4’de verildi.



**Görsel 4: Dislokasyon yoğunlukları.**

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Al-Sc alaşımları, daha çok Sc oranı düşük olduğunda endüstriyel alanda tercih nedenidir. Bu çalışmada ise, özellikle Sc yoğunluğu önceki çalışmaların aksine daha yüksek tutularak kristal sistemleri incelendi. Bu maksatla öncelikle XRD analizlerinden yarı pik genişlikleri detaylı olarak hesaplandı. Ayrıca Görsel 1 den, düzlem yansımalarının oldukça güçlü olduğu şiddetlerin

büyükliğünden anlaşılır ki, bu da kristalleşmenin iyi olduğu anlamına gelir. Yarı pik genişlikleri hem çizelge olarak hem de görsel olarak verildi. Buna göre, (hkl) düzlemleri derinleştikçe, yani küçüldükçe, pik genişliklerinin arttığı gözlemlendi. Sc'un 1,1 yoğunluğundaki alaşımın pik genişlikleri 1,9 Sc oranlı alaşımdan fark edilir şekilde küçük olduğu görüldü (Görsel 1). Kristalin tanecik boyutları, (hkl) düzlemlerinin küçülmesine bağlı olarak azaldığı, Al-1,1Sc alaşımının tanecik boyutlarının daha büyük olduğu anlaşıldı (Görsel 2). Son olarak Görsel 3'de alaşımların dislokasyon yoğunlukları verildi. Burada, (hkl) düzlemlerine göre dislokasyon yoğunluklarının arttığı ve Al-1,1Sc alaşımının dislokasyon yoğunluğunun daha düşük olduğu sonucuna ulaşıldı.

Bu sonuçlara göre; alaşımların düzgün kristalleştiği, tanecik büyüklüğünün küçük olduğu, sertliklerinin çok büyük olmadığı, tanecik boyutları ve dislokasyon yoğunluklarının ortalama büyüklüklerinden anlaşılabilir. İncelediğimiz her iki alaşım üzerinde her hangi bir dış kuvvet olmaksızın sadece Sc etkisinin düzlemlere göre tanecik boyutlarını değiştirdiği görüldü.

Görsel 3'e göre ortalama kristal boyutları 1.1 Sc oranında 13,6422 nm iken, 1.9 Sc oranında 10,1464 nm olarak bulundu. Bu veriler, 1.9 Sc oranlı alaşımın daha sert olduğu anlamına gelir. Bu teorik sonuç deneysel olarak da Dumlupınar Üniversitesi (DPU) İleri Teknoloji Merkezi (İLTEM)'de Vickers sertlik ölçme yöntemiyle test edildi. Al-1.1 Sc ve Al-1.9 Sc alaşımlarının sertlik değerleri sırayla; 104,53 Hv ve 114,44 Hv olarak ölçülerek doğrulandı. ( $1HV = (\text{Pascal}/\text{mm}^2) = (\text{kg}/\text{m}^2 \text{ s}^2)$ ). Literatür tanımlamalarına göre hem tanecik, hem de dislokasyon yoğunluğu büyüklükleri Sc oranları dikkate alındığında oldukça uygundur [12,23-25].

## KAYNAKÇA

- [1] Nembach E., Order strengthening: recent developments, with special reference to aluminum-lithium alloys, *Prog. Mater. Sci.* 45, 275, 2000.
- [2] Willey L.A., Aluminum Scandium Alloy, *Patent*, US, 1971.
- [3] Valiev, R.Z., and others, Observations of High Strain Rate Superplasticity in Commercial Aluminium Alloys With Ultrafine Grain Size, *Scripta Materialia*, 37, 1945, 1997.
- [4] Lee, S., and others, Influence of scandium and zirconium on grain stability and superplastic ductilities in ultrafine-grained Al-Mg alloys, *Acta Materialia*, 50, 553, 2002.
- [5] D.G. Morris, *Trans Tech Publications*, Mechanical Behaviour of Nanostructured Materials, 1998.
- [6] Valiev, R.Z., and others, Bulk nanostructured materials from severe plastic deformation, *Journal of Materials*, 52, 34, 2000.
- [7] Murray J.L., The Al-Sc (aluminum-scandium) system, *J. Phase Equilib.*, 19,4, 380,1998.
- [8] Hyland R. W., "Homogeneous nucleation kinetics of Al<sub>3</sub>Sc in a dilute Al-Sc alloy", *Metall. Trans. A*, 23,7,1947, 1992.

- [9] Ocak H. Y., Uçgun E., and Ünal R., Experimental and first-principles investigation of the crystal structure of powder metallurgy Al-1.1Sc and Al-2Sc alloys, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 23,10, 3020, 2013.
- [10] Royest J., and Ruym N., Some comments on the misfit and coherency loss of Al<sub>3</sub>Sc particles in Al-Sc alloys, Scripta Materialia, 2005, 52, 12, 1275, 2005.
- [11] Royest J., and Ruym N., Scandium in aluminium alloys, Int. Mater. Rev, 50,1,19, 2005.
- [12] Roumina R., *Mechanical properties of a recovered Al-Mg-Sc Alloys*, Doctor of philosophy, The University of British Columbia, 2002.
- [13] Jones M. J., Humphreys F. J., Interaction of recrystallization and precipitation: The effect of Al<sub>3</sub>Sc on the recrystallization behaviour of deformed aluminium, Acta Materialia, 51,8, 2149, 2003.
- [14] Røyset J. and Ryum N., Scandium in aluminium alloys, International Materials Reviews, 50,1,19, 2005.
- [15] Royset J., Ryum N., Some comments on the misfit and coherency loss of Al<sub>3</sub>Sc particles in Al-Sc alloys, Scripta Materialia, 52,12, 1275, 2005.
- [16] Marsha E. van Dalen, David C. Dunand, David N. Seidman., Effects of Ti additions on the nanostructure and creep properties of precipitation-strengthened Al-Sc alloys, Acta Materialia 53, 4225, 2005.
- [17] S. Costa, H. Puga, J. Barbosa, A.M.P. Pinto., The effect of Sc additions on the microstructure and age hardening behaviour of as cast Al-Sc alloys, Materials and Design 42, 347, 2012.
- [18] Christian B. Fuller, David N. Seidman, David C. Dunand., Mechanical properties of Al(Sc,Zr) alloys at ambient and elevated temperatures, Acta Materialia 51, 4803, 2003.
- [19] R. Fernandez, G. Gonzalez-Doncel., A unified description of solid solution creep strengthening in Al-Mg alloys, Materials Science and Engineering A, 550, 320, 2012.
- [20] Yong, L. and Terence, G., Creep behavior of an Al-6061 metal matrix composite reinforced with alumina particulates, Acta mater. Vol. 45, 11, 4797, 1997.
- [21] David N. Seidman, Emmanuelle A. Marquis, David C. Dunand., Precipitation strengthening at ambient and elevated temperatures of heat-treatable Al(Sc) alloys, Acta Materialia 50, 4021, 2002.
- [22] Emmanuelle A. Marquis, David N. Seidman, David C. Dunand., Effect of Mg addition on the creep and yield behavior of an Al-Sc alloy, Acta Materialia 51, 4751, 2003.
- [23] Jamal, M., Asadabadi, S. J., Ahmad, I. and Aliabad, H. A., *Elastic constants of cubic crystals*. Computational Mater. Sci., 95, 2014.
- [24] Gonzales-Ormeño, G. P., and Petrilli, M. H., *Ab-initio Calculations of the Formation Energies of BCC-based Superlattices in the Fe-Al System*. Calphad, 26, 4, 2002.
- [25] Lu, G., *The Peirles-Nabarro Model of Dislocations*, American Physical Society, 2005.

## HOMOJENİZASYON PROSESİNİN EN AW 6082 BİYET MİKROYAPISI VE SERTLİĞİNE ETKİSİ

### EFFECT OF HOMOGENIZATION PROCESS ON EN AW 6082 BILLET MICROSTRUCTURE AND HARDNESS

**Dr.,FULYA KAHRIMAN <sup>1</sup>, Prof. Dr.,MUZAFFER ZEREN <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, - 0000-0001-9609-0562

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, - 0000-0001-5490-3799

#### ÖZET

Endüstriyel uygulamalarda homojenizasyon prosesinin döküm biyetin daha kolay ve daha hızlı ekstrüde edilebilmesini sağladığı iyi bilinmektedir. Ayrıca döküm biyete daha iyi yüzey kalitesi ve daha yüksek çekme özellikleri kazandırmaktadır. EN AW 6082 alaşımının homojenizasyon prosesi, ekstrüzyon gibi sonraki işlemler sırasında kolayca yeniden çözünebilecek morfoloji ve boyuta sahip mümkün olduğu kadar çok miktarda Mg<sub>2</sub>Si fazının yeniden çökmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca EN AW 6082 alaşımına deformasyon yapısını korumak için ilave edilen ve yüksek sıcaklarda kararlı bileşikler oluşturan zirkonyum elementinin de homojenizasyon prosesindeki etkisi de incelenmelidir. Bu çalışmada, endüstriyel bir uygulamada dikey yarı sürekli döküm yöntemi ile üretilen EN AW 6082 ve ağırlıkça %0.3 oranında zirkonyum içeren EN AW 6082 biyetler için homojenizasyon proses koşullarının mikroyapı ve sertliğe etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla biyetler, döküm işlemini takiben 500 °C'de 10 saat ve 580 °C'de 6 saat tutulduktan sonra havada soğutularak iki farklı homojenizasyon prosesine tabi tutulmuştur. Daha sonra döküm ve homojen biyetlerden numuneler alınarak metalografik olarak hazırlanmış, ışık mikroskobu ile incelenmiş ve sertlik ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar 500 °C'de 10 saat yapılan homojenizasyon işlemi sonrasında α-Al dendritleri arasındaki interdendritik bölgelerde bulunan intermetalik bileşiklerin kısmen çözünmesi ile boyutlarının kısmen azalmasına rağmen ağsı yapılarını koruduklarını göstermiştir. 580 °C'de 6 saat yapılan homojenizasyon prosesinden sonra ise intermetalik bileşiklerin çözünmesine bağlı olarak interdendritik bölgelerin azaldığı görülmüştür. Elde edilen bu bulgular EN AW 6082 alaşımının homojenizasyon prosesinde tutma süresinden çok tutma sıcaklığının daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca zirkonyum ilavesinin bu sonuçları daha da olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler :** EN AW 6082 alüminyum alaşımı, homojenizasyon, mikroyapı, sertlik.



## 1. GİRİŞ

Doğrudan soğutmalı yarı sürekli yöntemi ile üretilen alüminyum işlem alaşımları, haddeleme ve özellikle ekstrüzyon gibi şekillendirme işlemlerinden önce homojenizasyon prosesine tabi tutulurlar [1, 2]. Homojenizasyon prosesi döküm biyetin, alaşımın solidüs sıcaklığının hemen altındaki uygun yüksek bir sıcaklığa belirli bir hızda ısıtılması, bu sıcaklıkta belirli bir süre tutulması ve uygun bir hızda soğutulması olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Bekletilen yüksek sıcaklıkta difüzyon arttığından alaşımdaki dendrit kolları arasındaki veya taneler arasındaki alaşım elementi konsantrasyon farkı yani mikrosegregasyon azalmaktadır. Bu nedenle bir alaşımın homojenizasyonunu kontrol eden faktör, ilgili alaşım elementlerinin homojenizasyon sıcaklığındaki difüzyon kabiliyetleridir. Homojenizasyon işlemi ne kadar yüksek sıcaklıkta yapılırsa homojen bir yapı eldesi o kadar kısa sürede sağlanır ve işlem endüstriyel açıdan daha kullanışlı hale gelir [3]. Buna karşın, bölgesel ergimelerden kaçınmak için homojenizasyon sıcaklığı her alaşım türünde yapı içindeki en düşük ergime sıcaklığına sahip fazın ergime sıcaklığını geçmemelidir. Bu tür bölgesel ergimeler daha sonra yapı içinde önemli hasarlara neden olmaktadır. Bu hasarlar arasında aşırı boşluk oluşumu, segregasyon, kabarcıklanma ve çatlama sayılabilir [4-6].

Geleneksel sürekli döküm yönteminde, hızlı katılma nedeniyle biyette merkezi çatlaklar meydana gelebilir. Bu durumu engellemek için pratik açıdan döküm hızı azaltılmalıdır. Azalan döküm hızı ile birlikte biyet dış bölgesinde (kabuk) görülen biyet segregasyonu (makrosegregasyon) yani enine kesitteki kimyasal bileşim farklılığı artarken, yapıda dendrit kolları arasındaki mesafelerde veya tane içinde meydana gelen mikrosegregasyon azalır. Ancak azalan döküm hızı ile birlikte yavaş katılma sonucunda oluşan kaba yapı biyet yüzey kalitesini ve verimliliği düşürür. En önemlisi de ticari döküm uygulamalarında, bir tane içindeki uniform alaşım elementi konsantrasyonu için gerekli difüzyonu sağlayacak yeterli sürelerin olmamasıdır. Ancak doğrudan soğutmalı sürekli döküm yöntemi gibi sonradan geliştirilen sistemlerde, katılma tek kademe yapıldığından ve kalıp içerisinde kalıp duvarı vasıtası ile gerçekleştirilen ısı transferi ile katılma yani birincil soğuma tamamen elimine edildiğinden kabuk oluşumu önlenir ve biyetlerin tüm yüzeyi boyunca uniform bir yapı elde edilir. Böylece makrosegregasyon giderilmiş olunur. Dökümde ergiyikten katılma sırasında oluşan mikrosegregasyon pratik açıdan döküm biyetlerin mekanik özelliklerini ve işlenebilirliklerini olumsuz etkilediği için önemlidir [7]. Bununla birlikte, biyetlere döküm işlemini takiben homojenizasyon prosesi uygulanarak mikrosegregasyon en düşük seviyeye indirilebilir. Buna göre homojenizasyon işleminin iki ana hedefi olduğu söylenebilir; i) döküm sırasında oluşan

mikrosegregasyonu mümkün olduğunca çok elimine etmek ve interdendritik bölgelerdeki kaba ve çözünebilen intermetalik bileşenleri parçalamak, ii) ikincil faz partiküllerinin çökmesini sağlamaktır [8, 9]. Bu sayede ekstrüzyon için gerekli pres gücü azaltıldığından ekstrüde edilebilirlik artar ve ekstrüzyon kalıbı veya üretilen profillerin zarar görmesi engellendiğinden kalıp ömrü artar.

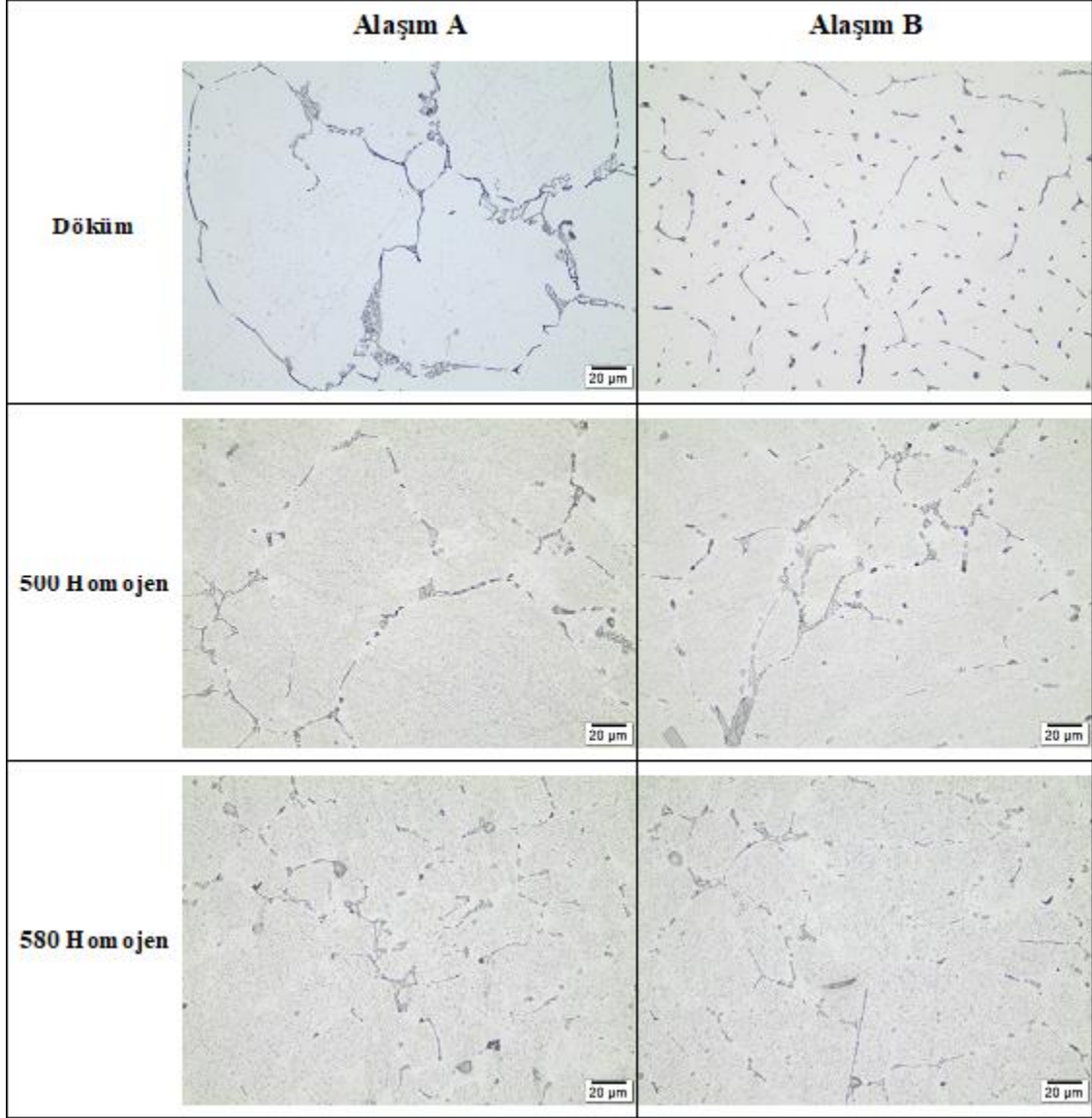
Ayrıca bu çalışmada, biyetin ekstrüzyonu sırasında deformasyon yapısının korunması ve sonraki ısı işlemler ile yapıda matriks ile uyumlu şekilde oluşan ikincil kararlı çökeltilerin oluşmasını sağlayan zirkonyumun da homojenizasyon ısı işlemi sırasındaki davranışı incelenmiştir [10].

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmada doğrudan soğutmalı yarı sürekli döküm yöntemi ile biyet şeklinde dökülen alaşımlar, dökümden kaynaklanan konsantrasyon gradyentinin homojenize edilmesi ve iç yapıda homojen dağılıma sahip çökelti oluşumunu temin edecek eşit itici gücün sağlanması için homojenizasyon fırınında 500 °C'de 10 saat ve 580 °C'de 6 saat tutulduktan sonra havada soğutularak iki farklı homojenizasyon prosesine tabi tutulmuştur. Döküm ve homojenize konumdaki biyetlerden numuneler alınarak metalografik olarak hazırlanmıştır. Metalografik hazırlama işleminde sırası ile 120, 320, 600, 1000 ve 2500 mesh boyutuna sahip SiC zımpara kağıtları kullanılmıştır. Daha sonra numuneler 3 µm ve 1 µm elmas solüsyon kullanılarak parlatılmıştır. Mikroyapıda fazlar arası kontrast artışı sağlamak için numuneler Keller ayracı ile dağlanmıştır. Mikroskobik incelemelerde refleksiyon tipi ışık mikroskobu (IM) kullanılmıştır. Daha sonra numuneler Vickers makro sertlik testine tabi tutulmuştur. Ölçümlerde 1 kgf (HV1) yük 10 saniye süre ile uygulanmıştır. Her numunede yüzeyde farklı bölgeler olmak üzere 5 ölçüm yapıldıktan sonra ortalaması ve standart sapması bulunmuştur.

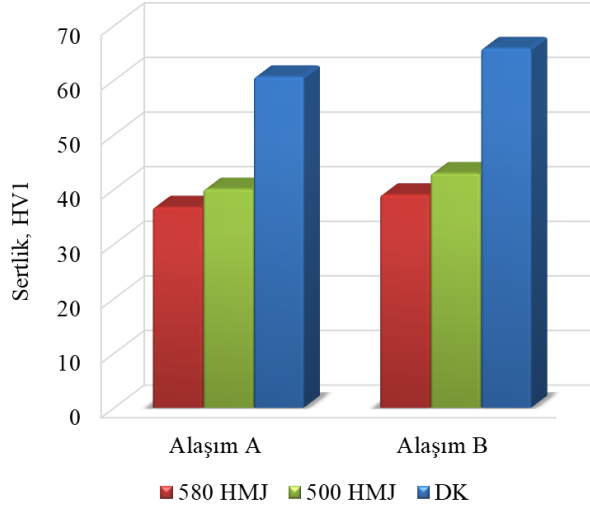
## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Görsel 1'de döküm biyetin ve 500 °C'de 10 saat ve 580 °C'de 6 saat tutularak homojenize edilen Alaşım A (EN AW 6082 alaşımı) ve Alaşım B'nin (ağr. %0.3 Zr içeren EN AW 6082 alaşımı) IM görüntüleri verilmiştir.



Görsel 1. Döküm ve homojenize haldeki biyetlerin IM görüntüleri.

Alaşımın döküm ve homojenize konumdaki sertlik değerleri Görsel 2’de verilmiştir. Döküm konumunda, Alaşım A’nın Vickers sertliği  $60,62 \pm 3$  HV1 ve Alaşım B’nin ise  $65,84 \pm 2$  HV1 olarak bulunmuştur. Zr içeriğinin artması ile birlikte alaşımların sertliğinde bir miktar artış olmuştur. Homojenize konumda ise Vickers sertlik değerleri Alaşım A ve B için sırasıyla  $36,74 \pm 1$  HV1 ve  $39,02 \pm 2$  HV1’dir.



Görsel 2. Alaşımın döküm ve homojenize konumda Vickers (HV1) sertlik değerleri.

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Döküm konumunda alaşım mikroyapısı  $\alpha$ -Al dendritlerini ve interdendritik bölgelerde intermetalik faz partiküllerini içermektedir. Özellikle Alaşım A döküm yapısı, kaba dendritik yapıyı ve interdendritik bölgelerde ağ şeklinde yapıya dağılmış kaba birincil partikülleri içermektedir. Alaşım A'nın döküm konumundaki IM görüntüsünde koyu gri kontrasttaki faz  $Mg_2Si$  intermetalığı, ötektik şeklinde görülen faz  $\alpha-AlFeMnSi$  intermetalığı ve bu fazlar arasındaki iğnesel şekilli faz ise  $\beta-AlFeSi$  intermetalığıdır. Alaşım B'nin döküm mikroyapısı ise, oldukça ince dendritik yapıya sahiptir ve Zr içeriğinden dolayı  $(Al,Si)_3Zr$  fazını da içermektedir. Zr içeriğinin bulunması ile birlikte interdendritik bölgelerdeki intermetalik bileşiklerin yapıya daha uniform boyutta ve şekilde dağıldığı görülmüştür.

Homojenize edilen alaşımların mikroyapıları incelemelerinde, interdendritik bölgede bulunan kaba ötektik yapının parçalandığı ve yapıya daha küresel şekilde dağıldığı görülmüştür. Alaşımların mikroyapılarında homojenizasyon prosesi ile  $Mg_2Si$  fazı ve kaba ötektik yapı matriks içinde çözülmüştür ve mikrosegregasyon elimine edilmiştir. Alaşımların kimyasal bileşiminde bulunan Mn, Cr, Zr gibi geçiş elementlerinin etkisi ile çökelti oluşumu meydana gelmiştir. Ayrıca, plakavari  $\beta-Al_5FeSi$  intermetalik fazı daha yuvarlak ve yapıda daha çok arzu edilen  $\alpha-Al_{12}(Fe, Mn)_3Si$  fazına dönüşmüştür.  $\alpha-Al_{12}(Fe, Mn)_3Si$  fazı morfolojik olarak daha küresel ve ince boyutta olduğundan malzemenin sünekliliğini arttırdığı için bu dönüşüm homojenizasyon prosesinde çok önemlidir [11-15].

Homojenize konumda sertlik, döküm konumuna göre daha düşüktür. Bu durum yapıdaki sert fazların çözünmesine atfedilebilir. Alaşımlarının dökümü sırasında, alaşım elementleri sıvı faza

segrege olarak biririkirler ve sonuçta mikroyapıda inhomojen alaşım elementi dağılımı meydana gelir. Bu nedenle mikro ölçekte alaşım elementlerinin homojen olmayan dağılımı homojenizasyon işlemi ile giderilmiştir. Ayrıca katılaşma sırasında oluşan düşük ergime dereceli ötektik bileşenlerin tane sınırlarında varlığı da segregasyona neden olabilir. Homojenizasyon işlemi bu partiküllerin ve ayrıca döküm sırasında oluşan keskin köşeli sert fazların çözünmesini sağlamıştır. Örneğin Fe elementi, Mn, Si gibi belirli alaşım elementleri ile alüminyum alaşımlarının yapısında en çok görülen bileşikleridir. Bu bileşikler morfolojiler olarak alaşımın sıcak işlenebilirliğini ve bu nedenle ekstrüzyon sırasında proses parametrelerinin uygulanma aralığını olumsuz etkilerler. Bu nedenle bu partiküller homojenizasyon işlemi ile daha küresel hale gelmiştir.

Alaşımların IM mikroyapı görüntülerinden görüldüğü üzere, homojenizasyon proses parametreleri homojenizasyondan sonra elde edilecek yapıyı etkilemektedir. 500 °C’de 10 saat uygulanan homojenizasyon prosesi sonrası döküm yapıda oluşan intermetalik yapının ağış şeklinin elimine edilmeye başlandığı görülmüştür. 580 °C’de 6 saat uygulanan homojenizasyon prosesi sonrasında ise inderdendritik bölgelerdeki nispeten ince intermetalik bileşiklerin tamamen çözüldüğü ve kaba olanların ise büyük oranda çözünerek kısmen yapıda kaldığı görülmüştür. Elde edilen bu yapılar EN AW 6082 alüminyum alaşımının homojenizasyonunda homojenizasyon prosesinde tutma süresinden ziyade tutma sıcaklığının daha etkili olduğunu göstermiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Akdı, S., Demirpolat, H., *Investigation of The Homogenization Pprocess in Aluminium Wroughta Alloys*, The International Aluminium-Themed Engineering and Natural Sciences Conference (IATENS’19), Seydişehir, Turkey, 2019.
- [2] Asa, S., *AA6061 İşlem Alaşımının Homojenizasyon Prosesinin Ekstrüzyon Kabiliyetine Etkisi*, YL tez, Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, İstanbul, 2010.
- [3] Cieslar, M., Bajer, J., Hájek, M., Očenášek, V., *In-situ Electron Microscopy Observations of the Microstructure Changes in The 6082 Aluminium Alloy During Homogenization*, METAL 2012, Brno, Czech Republic, 2012.
- [4] Woźnicki, A., Leszczyńska-Madej, B., Leśniak, D., Włoch, G., Wojtyna, A., *The Effect Of Homogenization Conditions On The Structure And Properties of 6082 Alloy Billets*, Archives of Metallurgy and Materials, No 3, 1763-1771, 2015.

- [5] Birol, Y., *The Effect of Homogenization Practice on The Microstructure of AA6063 Billets*, Journal of Materials Processing Technology, Volume 148, Issue 2, 250-258, 2004.
- [6] Keleşoğlu, E., Erarslan, Y., *Alüminyum Ekstrüzyon Teknolojisi*, Ege Yayınevi, İstanbul, 2005.
- [7] Robson, J. D., Prangnell, P. B., *Dispersoid Precipitation and Process Modelling in Zirconium Containing Commercial Aluminium Alloys*, Acta Materialia, 49, 599–613, 2001.
- [8] Hallem, H., *Precipitation Behaviour and Recrystallisation Resistance in Aluminium Alloys with Additions of Hafnium, Scandium and Zirconium*, Doctoral Thesis, Department of Materials Technology, the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, 2005.
- [9] Turbalıoğlu, K., *6063 Alüminyum Alaşımının Düşey Sürekli Döküm Yönteminde Üretim Parametrelerinin Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2008.
- [10] Robson, J. D., Prangnell, P. B., *Dispersoid Precipitation and Process Modelling in Zirconium Containing Commercial Aluminium Alloys*, Acta Materialia, 49, 599–613, 2001.
- [11] Woźnicki, A., Leśniak, D., Włoch, G., Leszczyńska-Madej, B., Wojtyna, A., *The Effect of Homogenization Conditions on The Structure and Properties of 6082 Alloy Billets*, Archives of Metallurgy and materials, 60(3), 1763-1771, 2015.
- [12] Rometsch, P.A., Wang, S. C., Harriss, A., Gregson, P. J., Starink, M. J., *The Effect of Homogenizing on the Quench Sensitivity of 6082*, Materials Science Forum, 396(402), 655-60, 2002.
- [13] Remøea, M. S., Marthinsena, K., Westermanna, I., Pedersenb, K., Røyset, J., Marioara, C., *The Effect Of Alloying Elements On The Ductility of Al-Mg-Si Alloys*, Materials Science&Engineering A, 693, 60–72, 2017.
- [14] Tanihata, H., Sugawara, T., Matsuda, K. et al. *Effect of Casting and Homogenizing Treatment Conditions on The Formation of Al-Fe-Si Intermetallic Compounds in 6063 Al-Mg-Si Alloys*, Journal of Materials Science 34, 1205–1210, 1999.
- [15] Baruah, M., Borah. A., *Processing and Precipitation Strengthening of 6xxx Series Aluminium Alloys: A review*, Int J. Mater. Sci., 1(1), 40-48, 2020.



## DEPREM DAYANIKLILIĞI İÇİN YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANILARAK BETON BASINÇ DAYANIMININ TAHMİNİ

### PREDICTION OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR EARTHQUAKE RESILIENGE

Öğr. Gör. Dr. Mesut ULU <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bandırma Onyedı Eylöl Üniversitesi, - ORCID ID: 0000-0002-5591-8674

#### ÖZET

Deprem, tarihsel olarak inşaat sektörü için büyük bir tehdit olmuştur. Bu tehdit, yapıların dayanıklılığını artırmak ve insan yaşamını korumak için sürekli olarak ele alınması gereken bir sorundur. Depremlerin yol açtığı yıkımın en aza indirilmesi, yapı malzemelerinin doğru bir şekilde karakterize edilmesi ve tasarım süreçlerinin iyileştirilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu bağlamda betonun dayanımı, yapıların deprem dayanıklılığı üzerinde kritik bir rol oynamaktadır.

Beton, inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan temel yapı malzemelerinden biridir. Dünyada beton tüketimi kişi başına oranı 0,8 – 1,0 m<sup>3</sup> civarında değiştiği ön görüldüğünde, beton dünyada yapay malzeme olarak en fazla kullanıldığını söylemek mümkündür. Türkiye’de de bu durumun dünyaya benzerlik göstermekte olduğundan beton tüketim oranları 1,0 m<sup>3</sup> üzerinde olduğu bilinmektedir. Türkiye de yapı dağılımının çoğunu beton olduğu ve özellikle geçmiş yıllarda her deprem sonucunda yıkılan binalarda suçlu olarak görülen betonarme yapılar, betonun basınç dayanımlarının önemine sebep olmuştur.

Beton kalitesini belirli bir proses içinde meydana gelen işlemler sonucu ile şekillenmekte olup birçok faktör betonun kalitesini etkilemektedir. Bu çalışmada beton basınç dayanımlarını sekiz faktör dikkate alınarak yapay sinir ağıları kullanılarak tahmin edilmiştir. Yapay sinir ağıları, betonun dayanımını tahmin etme sürecini daha verimli ve doğru hale getirerek yapıların daha güvenli hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlar, yapıların depreme karşı dayanıklılığını artırmak için beton bileşenlerini daha iyi optimize etme konusunda değerli bir araç sunmaktadır. Ayrıca, depreme dayanıklı yapıların tasarımında daha güvenilir bir yaklaşım sunarak, toplumsal güvenlik açısından da önemli bir katkı sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler :** Yapay Sinir Ağları, Tahmin, Beton, Basınç Dayanımı

#### ABSTRACT

Historically, earthquakes have posed a significant threat to the construction industry. Addressing this threat is an ongoing concern for enhancing the resilience of structures and safeguarding human lives. Minimizing the devastation caused by earthquakes necessitates accurate characterization of building materials and continuous improvement of design

processes. In this context, the compressive strength of concrete plays a critical role in the earthquake resistance of structures.

Concrete is one of the fundamental building materials widely used in the construction sector. When considering that worldwide concrete consumption per capita varies from 0.8 to 1.0 m<sup>3</sup>, it is evident that concrete is one of the most extensively utilized artificial materials globally. Since this situation in Turkey is similar to the world, it is known that the consumption rates of concrete are above 1.0 m<sup>3</sup>. In Turkey, most of the structure distribution is concrete and especially in the past years as a result of each earthquake collapsed buildings are seen as the culprit reinforced concrete structures, the importance of the pressure resistance of concrete has caused.

Concrete quality is shaped by various processes within a defined framework, and numerous factors influence its quality. This study predicts concrete compressive strengths by considering eight factors using artificial neural networks. Artificial neural networks enhance the process of predicting concrete strength, making it more efficient and accurate, thereby contributing to the safety of structures. The results obtained provide a valuable tool for optimizing concrete components to increase the earthquake resilience of buildings. Additionally, by offering a more reliable approach to the design of earthquake-resistant structures, this study can make a significant contribution to societal safety.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, Prediction, Concrete, Compressive Strength

## 1. GİRİŞ

Tarihsel olarak, depremler inşaat sektörü için önemli bir tehdit oluşturmuştur. Bu tehlike, yapıların dayanıklılığını artırmak ve insan yaşamını korumak için sürekli olarak ele alınması gereken bir sorun olarak varlığını sürdürmektedir. Depremlerin yol açtığı yıkımın en aza indirilmesi, yapı malzemelerinin doğru bir şekilde karakterize edilmesi ve tasarım süreçlerinin iyileştirilmesi ile mümkün olur. Bu bağlamda, betonun dayanımı, yapıların deprem dayanıklılığı üzerinde kritik bir rol oynamaktadır.

Beton, inşaatteki en önemli malzemelerden biri olup esasen macun ve agrega karışımıdır. Su ve çimentodan oluşan macun, agregayı sert bir kütleyle yapıştırır. Macun, hidrasyon olarak da adlandırılan su ile çimentonun kimyasal tepkimesi sonucu sertleşir (Khademi ve Jamal, 2016). Betonun en önemli mekanik özelliklerinden biri olarak tanımlanan betonun basınç dayanımı, genellikle standart olarak 28 gün boyunca suda kürlendikten sonra değerlendirilir (Hong-Guang, ve Ji-Zong, 2000). Betonun basınç dayanımının birçok parametreden etkilendiği bilinmektedir. Bu parametreler su-çimento oranı, kaba agrega boyutu, harç özellikleri, kum incelik modülü, yüksek fırın cürufu, mineraloji, uçucu kül, süper akınlaştırıcı vb. ile kür günleri olarak tanımlanabilir (Khademi ve Jamal, 2016).

Birçok çalışma, beton basınç dayanımı gelişiminin sadece su-çimento oranıyla değil, aynı zamanda diğer bileşenlerin içeriğinden de etkilendiğini göstermiştir. Bu nedenle, deneysel veriler bu kuralın geniş sınırlar içinde pratik olarak kabul edilebilirliğini göstermiştir. Beton

bileşimi ile mukavemet ilişkisini ne kadar iyi bilirsek, betonun doğasını ve beton karışımının nasıl optimize edileceğini daha iyi anlaşılacaktır (Yeh, 1998).

Günümüzde, farklı araştırmacılar tarafından kalitatif uygulama tekniklerinin kullanımı artmaktadır. Veri odaklı modeller olarak da bilinen kalitatif hesaplama teknikleri, hesaplamalı modellemeye ve giriş-çıkış verilerine dayalı çalışmaya dayanan modellerdir. Bu yöntemleri kullanmak önemli bir tasarrufa neden olur ve bu tasarruf modellerinin doğruluğunun yanı sıra zaman ve maliyet miktarı olarak değerlendirilebilir. Her şeyden önce, Yapay Sinir Ağı (YSA) bilim adamları tarafından birçok farklı uygulamalarda kullanılmaktadır. YSA tekniği, insan beynindeki biyolojik nöronları taklit eden çoklu düğümlerden oluşmaktadır. Nöronlar birbirine bağlantılar aracılığıyla bağlanır (Keshavarz ve Torkian, 2018). YSA, insanlar tarafından gerçekleştirilmiş örnekleri kullanarak olayları öğrenebilen, çevreden gelen olaylara karşı nasıl tepkiler üretebileceğini belirleyebilen bilgisayar yazılımlarıdır.

Bu çalışmada, beton basınç dayanımının tahmini için 8 farklı faktör değerlendirilerek standart 28 günlük kür süreleri dışında farklı günlerde hesaplanmış beton basınç dayanımları ele alınmıştır. 8 farklı girdi değişkeni ile tek çıktı değişkeni olan beton basınç dayanımının tahmini YSA yöntemi ile analiz edilmiştir. YSA'larında öğrenme algoritmaları kullanılarak beton basınç dayanımını denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme algoritması uygulanmış ve sonuçları kıyaslanmıştır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Nikoo ve diğerleri (2015) betonun basınç dayanımı, YSA ve genetik algoritmalar (GA) gibi evrimsel arama prosedürlerinin bir birleşimi olarak evrimsel yapay sinir ağları kullanılarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, GA kullanılarak, katman kum düğümü ve kum ağırlığı, YSA modellerinde optimize edilmiştir. Modelin doğruluğunu değerlendirmek için yapay sinir ağını çoklu doğrusal regresyon modeliyle karşılaştırılmıştır. YSA betonun basınç dayanımını öngörmede daha fazla esneklik, yetenek ve doğruluk sağladığını doğrulamaktadır.

Khademi ve Jamal (2016) betonun 28 günlük basınç dayanımını öngörmedeki kapasitesini değerlendirmektedir. Bu nedenle, girdi değişkenleri olarak belirli somut özellikler göz önüne alınarak, yapay sinir ağı modeli inşa edilmiş ve betonun basınç dayanımı tahmin edilmiştir. Sonuçlar, YSA'nın 28 günlük beton basınç dayanımını tahmin etmek için uygun bir model olduğunu göstermektedir.

Khademi ve Jamal (2017) betonun 28 günlük basınç dayanımını değerlendirmek için MATLAB ortamında 160 farklı beton numunesi için en zorlu çoklu lineer regresyon (MLR) ve adaptif nöro-bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) modelleri geliştirilmiştir. Sonuçlar, ANFIS modelinin betonun basınç dayanımını mükemmel bir şekilde tahmin edebileceğini göstermektedir. Ancak çoklu doğrusal regresyon modeli, öngörme amaçları için ANFIS kadar etkili olmamıştır. Yaseen ve diğerleri (2017) köpüklü betonun basınç dayanımını tahmin etmek için derin öğrenme makinesi olan bir makine öğrenme modeli önermiştir.

Naderpour ve diğerleri (2018) YSA kullanarak geri dönüşümlü agrega beton (RAC) basınç dayanımını tahmin etmeyi amaçlamıştır. Geliştirilen YSA modeli çimento oranı, toplam agrega, doğal ve kaba agrega, geri dönüştürülmüş kaba agrega, toplam su oranı gibi altı girdi özelliğini kullanmaktadır. YSA, MATLAB'da modellenmiştir. Sonuçlar ise YSA'nın farklı tiplerden ve geri dönüşümlü agrega kaynaklarından oluşan RAC'ın basınç dayanımını tahmin etmek için bir araç olarak kullanılacak olan bir model olduğunu göstermektedir.

Ayat ve diğerleri (2018) YSA eğitimi için ileri beslemeli geri yayılım (FFBP) algoritması ve Tan-sigmoid transfer fonksiyonu kullanılmıştır. Geri yayılma eğitimi sürecinde verilerin eğitimi, test edilmesi ve doğrulanması, % 97'yi aşan iyi korelasyonlar sağlamıştır. Geliştirilen modelin betonun basınç dayanımını etkileyen belli başlı parametrelere duyarlılığını incelemek için parametrik bir çalışma yapılmıştır. Kireçtaşı dolgusunun, betonun basınç dayanımı gibi sertleştirilmiş özellikleri üzerindeki etkisi ve literatürde daha önce elde edilen sonuçları desteklediği iyi tespit edilmiştir.

Keshavarz ve Torkian (2018) YSA ve uyarlanabilir nöro bulanık çıkarım (ANFIS) sistemi olmak üzere iki kalitatif hesaplama tekniği kullanılmıştır. Sonuçlar, hem YSA hem de ANFIS modellerinin betonun basınç dayanımını tahmininde başarılı modeller olduğunu göstermiştir. Ayrıca, sonuçlar ANFIS'in betonun basınç dayanımını tahmininde YSA'dan daha yetenekli olduğunu da göstermiştir.

Fidan ve diğerleri (2019) betonun ısıl özelliklerini mekanik özellikleri ile tahmin edebilmek için YSA dayalı bir model geliştirmişlerdir. YSA sonuçları; ısıl iletkenlik, özgül ısı ve ısıl yayılma tahmini için en iyi genel  $R^2$  performansının sırasıyla 25, 20 ve 15 nöronlu tansig aktivasyon fonksiyonları için 0.996, 0.983 ve 0.995 olarak elde edildiğini göstermiştir. Performans sonuçları, öngörülen ve test edilen sonuçlar arasında büyük bir tutarlılık olduğunu gösterdi ve önerilen YSA modellerinin bir betonun ısıl özelliğini öngörmek için uygulanabilirliğini göstermiştir.

Song ve diğerleri (2021), Uçucu kül katkılı betonun basınç dayanımının makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak tahmin etmişlerdir. Zeng ve diğerleri (2022), Derin öğrenme uygulayarak beton basınç tahmini gerçekleştirmişleridir.

Çizelge 1'de beton basınç dayanımının tahmini için kullanılan yöntemler, sonuçlar ve analiz değişkenleri verilmiştir.

**Çizelge 1.** Beton basınç dayanımı tahmini literatür taraması

Yazar ve Yıl	Örnek boyutu	Yöntem	R <sup>2</sup>	Girdi Değişkenleri
Yeh (1998)	727	YSA ve Lineer Regresyon	0,914; 0,574	Çimento; Su; süperplastikleştirici; kaba ve ince agregalar; kür yaşı
Gupta ve diğerleri (2006)	864	Sinirsel - uzman sistem	0,5776	Beton karışımı sınıfı; numunenin büyüklüğü ve şekli; kür tekniği ve süresi; Maksimum sıcaklık; bağıl nem ve hız; güç süresi
Zarandi ve diğerleri (2008)	458	Bulanık polinom sinir ağları	0,8209	Kaba ve ince agregalar; süperplastikleştirici; kür yaşı
Yeh and Lien (2009)	1196	Genetik işlem ağaçları ve YSA	0,8669 ; 0,9338	Çimento; FA; BFS; Su; süperplastikleştirici; kaba ve ince agrega; kür yaşı
Deepa ve diğerleri (2010)	300	Çok katmanlı algılayıcı (YSA), Lineer Regresyon ve M5P model ağacı	0,625; 0,491; 0,787	Çimento; FA; BFS; Su; süperplastikleştirici; kaba ve ince agrega; kür yaşı
Chou ve diğerleri (2011)	1030	YSA, Çoklu Regresyon, Çoklu katkı regresyon ağaçları ve Bağlama regresyon ağaçları	0,9091 ; 0,6112 ; 0,9108 ; 0,8904	Çimento; FA; BFS; Su; süperplastikleştirici; kaba ve ince agrega; kür yaşı
Atici (2011)	135	YSA ve Çoklu Regresyon	0,9801 ; 0,899	Çimento; BFS; FA; ultrasonik; nabız hızı; ribaund numarası; kür yaşı
Erdal ve diğerleri (2013)	1030	YSA, Gradyan Arttırılmış YSA, Dalgalı Gradyan Arttırılmış YSA	0,9088 ; 0,927; 0,9528	Çimento; FA; BFS; Su; süperplastikleştirici; kaba ve ince agrega; kür yaşı
Naderpour ve diğerleri (2018)	139	YSA	0,903	Çimento; doğal agrega; kaba agrega; su oranı
				FA: Uçucu kül; BFS: Yüksek fırın cürufu

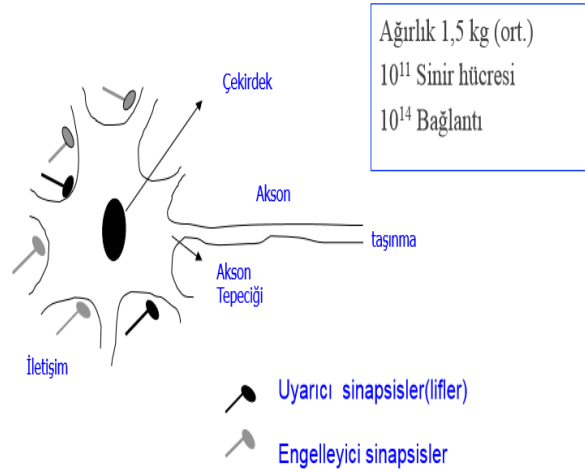
### 3. METODOLOJİ

#### 3.1. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA) herhangi bir yardım alamadan yeni bilgi türetebilmek, yeni bilgi oluşturabilmek, keşfetmek ve tahmin etmek gibi kabiliyetleri insan beyninin özelliklerinden biri olan öğrenme yolu ile öğretmek otomatik gerçekleştiren bilgisayar yazılımıdır (URL).

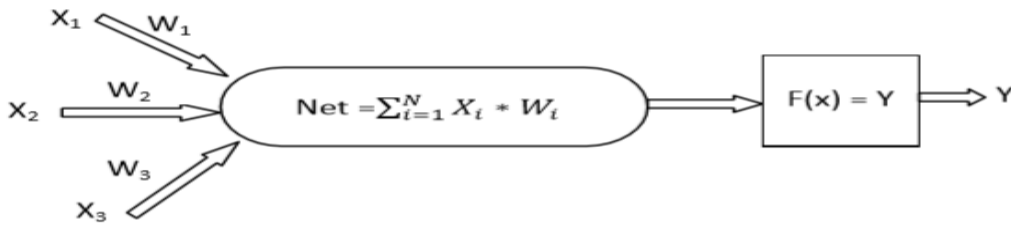
YSA modellemesi biyolojik sinir ağları gibi olduğu için, ilk başta biyolojik sinir ağ sisteminin yapısına bakmak gerekir. Biyolojik sinir sisteminin temel yapı taşı olan nöronların yapısı dört ana bölümden oluşmaktadır; dendrit, akson, çekirdek ve bağlantılar. Dendritler ağaç kökü

görüntüsüne sahip olup sinir hücresinin uç kısımlarında bulunurlar. Dendritlerin amacı duyu organlarından veya bağlı olduğu diğer nöronlardan gelen sinyalleri çekirdeğe aktarmaktadır. Çekirdek dendrit vasıtasıyla gelen sinyalleri bir arada toplayarak aksona iletmektedir. Toplanan bu sinyaller akson vasıtasıyla işlem görerek nöronun diğer uç kısmında var olan bağlantılara gönderilmektedir. Bağlantılar ise yeni üretilen sinyalleri diğer nöronlara iletmektedir (URL).



**Görsel 1.** Biyolojik sinir ağı

Bir YSA hücresi beş kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu (birleştirme fonksiyonu), aktivasyon fonksiyonu ve çıktılardır. Girdiler nöronlara gelen bilgi verilerdir. Ağırlıklar, YSA hücresine gelen bilgileri girdi üzerinden çekirdeğe ulaşmadan önce geldikleri bağlantıların ağırlığıyla çarpılarak çekirdeğe iletilir. Bu sebeple üretilecek çıktılar üzerinde girdilerin etkisi ayarlanabilmektedir. Toplama fonksiyonu, bir yapay sinir hücresine ağırlıklarla çarpılarak gelen girdileri toplayarak o hücrenin net girdisini hesaplayan fonksiyondur. Aktivasyon fonksiyonu ise hücreye gelen net girdiyi işleyerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirler. Çıktılar ise aktivasyon fonksiyonundan çıkan değer hücresinin çıktı değeri olmaktadır (Khademi ve Jamal, 2016).



**Görsel 2.** Basit bir YSA

Görsel 2’de görüldüğü X’ler nöron gelen bilgileri, W’lar ise ağırlıkları temsil etmektedir. Girdiler ve ağırlıklar toplama fonksiyonun çarpılarak hücrenin net girdisi olarak hesaplanır. Daha sonra aktivasyon fonksiyonu ile net girdi işlenerek çıktıyı belirlemektedir. Hücre çıktısı Y olarak gösterilmiştir. YSA yapılarına göre, öğrenmesine ve öğrenme zamanına göre



ayrılmaktadır. Çalışmada öğrenme algoritmalarına göre yapay sinir ağları kullanılacağı için denetimli ve denetimsiz öğrenme ağlarına değinilecektir.

Denetimli (danışmanlı) öğrenme sırasında ağa giriş değerleri ile çıktı değerleri de verilir. Bu strateji de öğrenen sistemin olayı öğrenebilmesi için bir öğretmen yardımcı olmaktadır. Öğretmen öğrenilmesi istenen olay ile ilgili veriyi (örneği) girdi/çıktı seti olacak şekilde sisteme verir. Dolayısıyla her veri (örnek) için girdi değişkenlerin yanında girdilerin karşılığında oluşturulmuş çıktı değişkenleri sisteme gösterilir. Sistemin görevi girdi değişkenlerinin öğretmenin belirlediği çıktı değişkenlerine haritalamaktadır. Bu sayede olayın girdi değişkenleri ile çıktı değişkenleri arasında olan ilişkiler öğrenilmektedir (Öztemel, 2016).

Ağ verilen girdi değişkenleri için istenen çıktı değişkenlerini oluşturabilmek için kendi ağırlıklarını güncelleme yapar. Ağın yeni ağırlıkları çıktı değişkenleri ile beklenen çıktı değişkenleri arasındaki hata hesaplanması yapılarak hata payına göre düzenlenir. Hata payı hesaplanması ağın tüm çıktı değişkenleriyle beklenen çıktı değişkenleri arasındaki fark hesaplanır. Bu çıkan farka göre her hücreye düşen hata payı bulunur. Ardından her hücrenin kendine gelen ağırlıkları günceller (URL).

Denetimsiz (danışmansız) öğrenme de ağa öğrenme sırasında sadece örnek girdiler verilmektedir. Bu strateji de sistemin öğrenmesine yardımcı olan herhangi bir öğretmen bulunmamaktadır. Sisteme verilen girdi değişkenleri gösterilmektedir. Verilerdeki (örnekteki) parametreler arasında ilişkiyi sistemin kendi kendine öğrenmesi beklenmektedir. Bu durum daha çok sınıflandırma problemleri için kullanılan bir stratejidir (Öztemel, 2016). Verilerdeki (örnekteki) parametreler arasında ilişkileri sistem kendi kendisine öğrenebilmesi beklenmektedir.

Bu durum daha çok sınıflandırma problemleri için kullanılan bir ağ bağlantı ağırlıklarını aynı özellikte olan dokuları ayırabilecek şekilde düzenleyerek öğrenme işlemini tamamlar (URL). Yalnız sistemin öğrenmesi bittikten sonra çıktıların ne anlama geldiğini gösteren etiketlendirmenin kullanıcı tarafından yapılması gerekmektedir (Öztemel, 2016).

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada beton basınç dayanımlarını sekiz faktör dikkate alınması ile yapay sinir ağları kullanılarak tahmin edilmiştir. Çalışmada yapay sinir ağlarının öğrenme algoritmalarından denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme algoritmaları MATLAB yazılımı kullanılarak beton basınç dayanımı tahmini yapılmış ve iki öğrenme algoritması kıyaslanmıştır. Deneysel veri seti, California'daki Irvine Üniversitesi'nden veri havuzundan elde edilmiştir (Yeh 1998). Çeşitli katkı maddeleri içeren ve normal şartlar altında kürlenmiş sıradan portland çimentosunun 1030 numunesi, araştırma laboratuvarından değerlendirilmiştir. Tüm testler, standart prosedürler kullanılarak hazırlanan 15 cm'lik silindirik beton numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deneysel veri setinde sekiz girdi değişken ve bir çıktı bulunmaktadır. Girdi değişkenleri: Çimento, Yüksek fırın cürufu, Uçucu kül, Su, Süper akınlaştırıcı, kaba kum, ince kum ve kür gün ve çıktı değişkeni ise beton basınç dayanımı dikkate alınarak Çizelge 2.'de verilmiştir. Çizelge 2.'de çimento numunelerinin girdi ve çıktı değişkenlerinin minimum,

maksimum ve ortalama miktarları verilmiştir. Çimento numunelerin farklı günlerdeki kürlenmesindeki sonuçlar analiz edilmiştir.

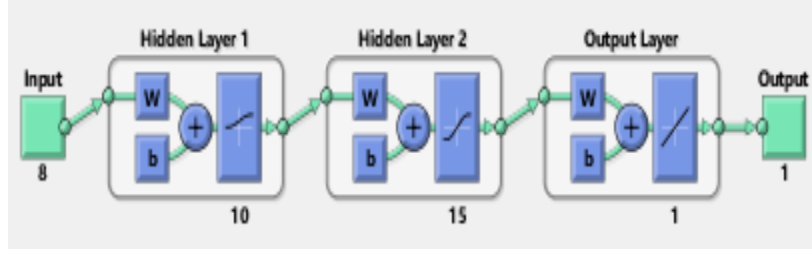
## Çizelge 2. Veri seti

Numara	Değişken	Birim	Minimum	Maksimum	Ortalama
1	Çimento	kg/m <sup>3</sup>	102,0	540,0	281,2
2	Yüksek Fırın Cürufu	kg/m <sup>3</sup>	0,0	359,4	73,9
3	Uçucu Kül	kg/m <sup>3</sup>	0,0	200,1	54,2
4	Su	kg/m <sup>3</sup>	121,8	247,0	181,6
5	Süper Akışkanlaştırıcı	kg/m <sup>3</sup>	0,0	32,2	6,2
6	Kaba kum	kg/m <sup>3</sup>	801,0	1145,0	972,9
7	İnce kum	kg/m <sup>3</sup>	594,0	992,6	773,6
8	Kür Günü	gün	1,0	365,0	45,7
9	Beton Basınç Dayanımı	Mpa	2,3	82,6	35,8

YSA, insan beyni gibi öğrenerek bilgi edinir. YSA problemleri tam olarak çözemeyen geleneksel hesaplamalarla değiştirilebilen basit elemanlardan oluşan kalitatif bir hesaplama tekniğidir. Temel olarak YSA, bir giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli katmanlar ve bir çıkış katmanından oluşur. Gizli katman diğer katmanlara ağırlık, transfer fonksiyonları ile bağlıdır. Ağırlıklar (bağlantılar) değerlerini ayarlayarak, sinir ağı belirli bir işlevi yerine getirmek üzere eğitilebilir. Genel olarak YSA, eğitim, validasyon ve test için üç farklı adım içerir. Eğitim adımında, istenen çıktı doğruluğuna ulaşılmadığı sürece tekrarlanır. Validasyon ve test seti, farklı modelleri karşılaştırmak için kullanılır.

Bu çalışmada YSA'nın denetimli ve denetimsiz öğrenme algoritmaları kullanılmıştır. Bunun için 8 girdi değişkeni ve 1 çıktı değişkeni kullanılmakta olup 1030 numune için 1030x8 girdi matrisi ve 1030x1 çıktı matrisi oluşturulmuştur. Çalışmada iki gizli katman kullanılmıştır. Öğrenme döngüsü 10000 iterasyon yapılmış ve öğrenme faktörü 0,2 olarak belirlenmiştir.

YSA modelinde veri seti, toplam verilerin % 75'ini (773 örnek) %25'ini (253 örnek) validasyon ve test verilerine ayrılmıştır. Bu çalışmada çeşitli algoritmalar kullanılmış ve son olarak Levenberg Marquardt'ın kısa terimi olan LM en verimli olanı olarak seçilmiştir. Ayrıca çalışmada iki farklı gizli katmanda kullanılan birim (nöron) sayısı farklı denemeler sonucu en iyi çıkan birinci katmanda 10 ve ikinci katmanda 15 nöron kullanılmıştır. Diğer denenen farklı nöronlar ekler kısmında verilmiştir. Bu çalışmada MATLAB yazılımında gerçekleştirilen YSA yapısı Görsel 3'de gösterilmiştir.



**Görsel 3.** Matlab Yazılımında kullanılan YSA modelinin yapısı

Performansı değerlendirmek için en yaygın kullanılan istatistiksel ölçütlerden 0 ile 1 arasında değişen regresyon katsayısı (R) ile hesaplanmıştır. R, gözlemlenen sonuçların model tarafından ne kadar iyi kopyalandığını gösterir. R'nin değeri ne kadar yüksek olursa, model o kadar iyi olur. R'nin formülü aşağıda gösterilmiştir.

$$R = 1 - \frac{\sum(y_t - y')^2 - \sum(\hat{y}_t - y')^2}{\sum(y_t - y')^2} \quad (1)$$

Burada  $y_t$  = gerçek değer,  $\hat{y}_t$  = tahmin edilen değer  $y'$  = ortalamadır.

Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) uyarlanmış zaman serisi değerlerinin doğruluğunu ölçmektedir. Doğruluğu yüzde olarak ifade edilmektedir. Hesaplama için kullanılan formül aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

$$MAPE = \frac{\sum|y_t - \hat{y}_t|/y_t}{n} \times 100 \quad (2)$$

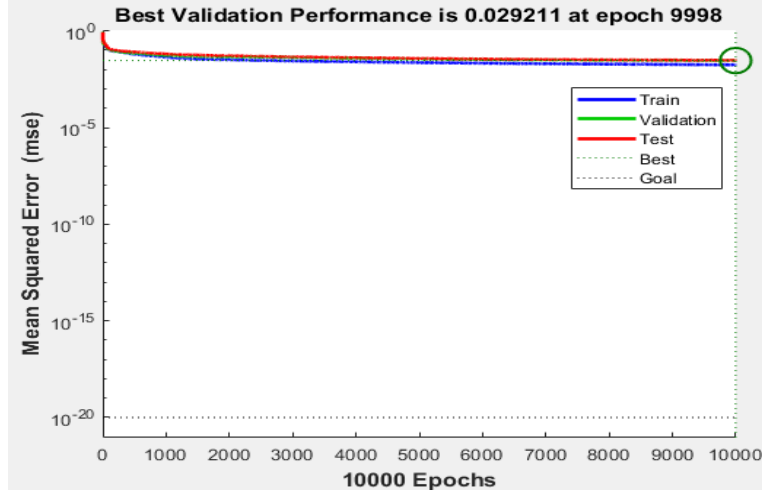
Burada  $y_t$  t zamanda gerçek değere,  $\hat{y}_t$  uyarlanmış değere ve n gözlem sayısına eşittir.

Ortalama Karesel Hata (MSE) veri seti üzerindeki performansını değerlendirmek için metodun ürettiği tahminlerin gerçek sonuçlarla ne kadar örtüştüğünü ölçümlememize yarayacak yöntemdir ve aşağıdaki formül ile gösterilmiştir.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 \quad (3)$$

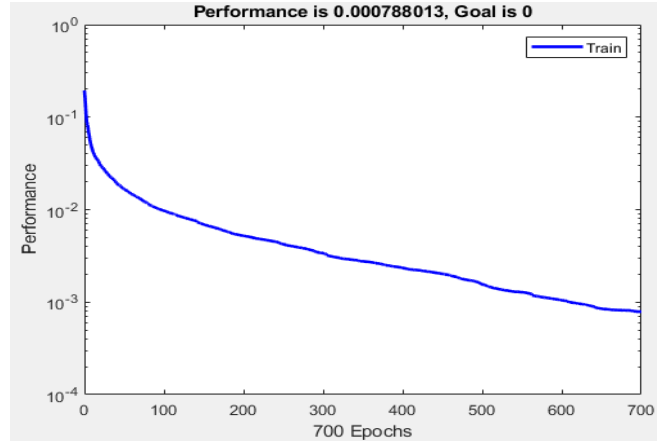
Burada  $\hat{f}(x_i)$   $f'$ 'in i numaralı gözlem için ürettiği tahmini göstermiştir.

Bu performans kriterlerine bağlı olarak YSA ağı modeli denetimli ve denetimsiz algoritmalar kullanılarak hesaplanmıştır. Denetimli öğrenme için YSA modeli çalıştırıldığı performans Görsel 4'de verilmiştir.



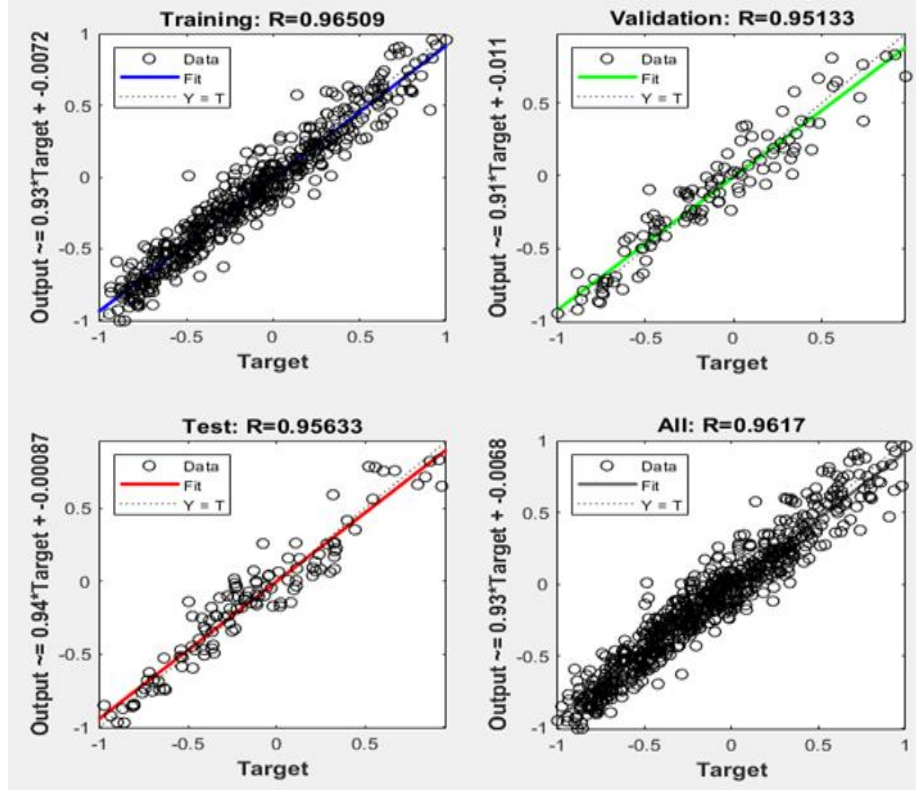
**Görsel 4.** Denetimli öğrenme modeli için performans

Görsel 4, büyük bir değerden başlayıp küçük bir değere indirgenerek ağın doğrulama performansını ve ortalama kare hatasını göstermiştir. Grafik eğitim, validasyon ve testin üç farklı adımı için üç satırdan oluşmuştur. Ortalama kare hata 9998 iterasyon sonucu 0,0292 olarak bulunmuştur. Denetimsiz öğrenme için performans Görsel 5’de verilmiştir.



**Görsel 5.** Denetimsiz öğrenme modeli için performans

Denetimli öğrenme için R değerleri elde edilmiştir ve sonuçları Görsel 6’da verilmiştir. Burada eğitim ve test için R değerlerinin bire yakın olduğu görülmektedir. Bu durum ağın iyi çalıştığını, geçerlilik analiziyle bunun kanıtlandığını ve ağı ezber yapmadığını göstermektedir.



**Görsel 6.** Eğitim, validasyon, test ve genel regresyon sonuçları

YSA modelinde kullanılan denetimli öğrenme ile denetimsiz öğrenme algoritmalarının sonuçları ve farkları Çizelge 3’de verilmiştir.

**Çizelge 3.** Öğrenme algoritmalarının sonuçları

Kriter	Denetimli öğrenme	Denetimsiz öğrenme
R	0,9617	0,9913
MSE	0,02921	0,00788
MAPE	0,1691	0,2000
İterasyon sayısı	9998	710
Zaman	11 saniye	25 saniye

## 5. SONUÇLAR

Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli, tahmin sorunları gibi farklı karmaşık sorunları çözmek için güvenilir bir hesaplama modelidir. Bu araştırma, farklı beton özelliklerine dayanarak beton basınç dayanımını tahmin etmek için yapay sinir ağı uygulamasını sunmaktadır. YSA analizi,

giriş ve çıkış değişkeni arasında iyi bir ilişki olduğunu göstermektedir. İstatistiksel parametre  $R^2$ , denetimli ve denetimsiz öğrenme sırasıyla 0.9617 ve 0.9913'tür, bu da YSA modelinin iyi verimini ifade etmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Atici, U. (2011). Prediction of the strength of mineral admixture concrete using multivariable regression analysis and an artificial neural network. *Expert Systems with applications*, 38(8), 9609-9618.
- Ayat, H., Kellouche, Y., Ghrici, M., & Boukhatem, B. (2018). Compressive strength prediction of limestone filler concrete using artificial neural networks. *Adv. Comput. Des*, 3(3), 289-302.
- Chou, J. S., Chiu, C. K., Farfoura, M., & Al-Taharwa, I. (2011). Optimizing the prediction accuracy of concrete compressive strength based on a comparison of data-mining techniques. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 25(3), 242-253.
- Deepa, C., Sathiyakumari, K., & Sudha, V. P. (2010). Prediction of the compressive strength of high performance concrete mix using tree based modeling. *International Journal of Computer Applications*, 6(5), 18-24.
- E., Öztemel, "Yapay Sinir Ağları" Papatya Bilim Yayıncılık, 4. Baskı, 2016, İstanbul
- Erdal, H. I., Karakurt, O., & Namli, E. (2013). High performance concrete compressive strength forecasting using ensemble models based on discrete wavelet transform. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26(4), 1246-1254.
- Fidan, S., Oktay, H., Polat, S., & Ozturk, S. (2019). An artificial neural network model to predict the thermal properties of concrete using different neurons and activation functions. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019.
- Gupta, R., Kewalramani, M. A., & Goel, A. (2006). Prediction of concrete strength using neural-expert system. *Journal of materials in civil engineering*, 18(3), 462-466.
- Keshavarz, Z., & Torkian, H. (2018). Application of ANN and ANFIS models in determining compressive strength of concrete. *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, 2(1), 62-70.
- Khademi, F., & Jamal, S. M. (2016). Predicting the 28 days compressive strength of concrete using artificial neural network. *i-manager's Journal on Civil Engineering*, 6(2), 1.
- Khademi, F., & Jamal, S. M. (2017). Estimating the compressive strength of concrete using multiple linear regression and adaptive neuro-fuzzy inference system. *International Journal of Structural Engineering*, 8(1), 20-31.
- Naderpour, H., Rafiean, A. H., & Fakharian, P. (2018). Compressive strength prediction of environmentally friendly concrete using artificial neural networks. *Journal of Building Engineering*, 16, 213-219.



Ni, H. G., & Wang, J. Z. (2000). Prediction of compressive strength of concrete by neural networks. *Cement and Concrete Research*, 30(8), 1245-1250.

Nikoo, M., Torabian Moghadam, F., & Sadowski, Ł. (2015). Prediction of concrete compressive strength by evolutionary artificial neural networks. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2015.

Tüzemen, A., & YILDIZ, Ç. (2018). GELECEĞE YÖNELİK TAHMİNLEME ANALİZİ: TÜRKİYE ÇİMENTO ÜRETİMİ UYGULAMASI. *Journal of Management and Economics Research*, 16(3), 162-177.

URL:<http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/IleriAlgoritmaAnalizi/IleriAlgoritmaAnalizi-5.Hafta-YapaySinirAglari.pdf> [Erişim tarihi:03.11.2021]

Yaseen, Z. M., Deo, R. C., Hilal, A., Abd, A. M., Bueno, L. C., Salcedo-Sanz, S., & Nehdi, M. L. (2018). Predicting compressive strength of lightweight foamed concrete using extreme learning machine model. *Advances in Engineering Software*, 115, 112-125.

Yeh, I. C. (1998). Modeling of strength of high-performance concrete using artificial neural networks. *Cement and Concrete research*, 28(12), 1797-1808.

Yeh, I. C., & Lien, L. C. (2009). Knowledge discovery of concrete material using genetic operation trees. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5807-5812.

Zarandi, M. F., Türksen, I. B., Sobhani, J., & Ramezaniyanpour, A. A. (2008). Fuzzy polynomial neural networks for approximation of the compressive strength of concrete. *Applied Soft Computing*, 8(1), 488-498.

Song, H., Ahmad, A., Farooq, F., Ostrowski, K. A., Maślak, M., Czarnecki, S., & Aslam, F. (2021). Predicting the compressive strength of concrete with fly ash admixture using machine learning algorithms. *Construction and Building Materials*, 308, 125021.

Zeng, Z., Zhu, Z., Yao, W., Wang, Z., Wang, C., Wei, Y., ... & Guan, X. (2022). Accurate prediction of concrete compressive strength based on explainable features using deep learning. *Construction and Building Materials*, 329, 127082.

## INVESTIGATION OF AIR TRANSPORT POTENTIAL OF BURSA PROVINCE

**Res. Asst., Ahmet ÜNAL**

Erzurum Technical University, - ORCID ID: 0000-0001-8277-6002

**Prof. Dr., Ahmet TORTUM**

Atatürk University - ORCID ID: 0000-0002-5770-766X

### ABSTRACT

The desire of human beings to go from one place to another has always existed throughout history. These demands have changed according to the conditions in the period they lived in, and today they can travel by very different means of transportation. One of the most widely used means of transportation today is undoubtedly passenger planes. Flight routes are created by taking into account many different parameters in the determination of flight schedules and the selection of airport ground constructions. Bursa province is Turkey's 4th largest city in terms of population and is one of the important cultural, commercial and industrial cities. With this study, firstly, the position of Bursa in air transportation was determined. Then, the air transport potential of Bursa province was examined and its current situation and its potential status were compared. Due to the fact that Bursa is especially close to Istanbul, people mostly meet their transportation needs with flights from and to Istanbul. For this reason, the departure-arrival flights from Bursa are very few compared to the transportation needs. Finally, within the scope of the study, suggestions were presented to overcome the low number of flights, despite the high potential of Bursa in air transportation.

**Keywords :** Bursa, air transportation, İstanbul

### 1. INTRODUCTION

People's desire to relocate is as old as the history of humanity. At first, animals were used to fulfill this desire, but with the invention of the wheel, the desire to change places has become very different. This historical development was followed by many historical developments and finally today's tools became usable. The most used means of transportation today are road vehicles, railway vehicles, sea vehicles and air vehicles. Among these vehicles, airline vehicles were undoubtedly used later than the others.

The history of air transportation is shown by the flight made by the Wright brothers in 1903, although it was only 12 seconds long [1]. When it was predicted that an advantage could be gained by air during World War I, aircraft technology began to develop rapidly. When there were developments regarding the airline, it became necessary to make some legal regulations. By signing the Paris Convention in 1919 regarding airspace and the rights and responsibilities of countries in airspace, these concepts of countries were based on legal foundations [2].

In Turkey, air transportation lagged far behind the breakthroughs made in Europe and America, and at first there were institutional advances in air transportation. In the 1930s, with only 5 aircraft and nearly 30 personnel, it was in a position that lagged far behind other European states [3]. The Turkish civil aviation law came into force in 1983, and with this law, the deficiencies

in our country in air transportation were tried to be eliminated. However, with this regulation, air transportation could not reach the desired level in Turkey until 2003. After 2003, with the real start of liberalization movements, new airline companies were established. This development was followed by increases in the number of airports and ground handling companies.

In the province of Bursa, which is the subject of the study, although breakthroughs in air transportation were made in the first years of the Republic, Bursa could not use air transportation effectively in the following period. Yunuseli airport was built in the 1940s, but it could not reach the desired level in the field of transportation [4]. In 2000, Yenişehir Airport was built and the second airport in Bursa was opened.

In this study, the level of air transportation potential in Bursa was examined and tried to be explained in detail. Alternative preferences of people in Bursa in air transportation have been revealed, along with the occupancy rates of flights originating from and arriving in Bursa in air transportation.

## 2. STUDY AREA: BURSA PROVINCE

Bursa is the 4th largest city in Turkey in terms of population. According to estimated population data, its population is 3194720 and constitutes approximately 3.72% of Türkiye's population. In addition to its population size, Bursa has always been in an important position since ancient times [6]. While its location on the route of the Silk Road puts it in an important position in commercial activities, the fact that it was the capital of the Ottoman Empire puts it in an important place in terms of cultural interaction due to its rich historical heritage. With the establishment of the Republic of Turkey, Bursa province, in addition to these advantages, also had the advantage of being an important industrial city. added. In recent years, the establishment of the TOGG factory, which is the local-national car of our country, in Bursa has increased the attractiveness of Bursa.

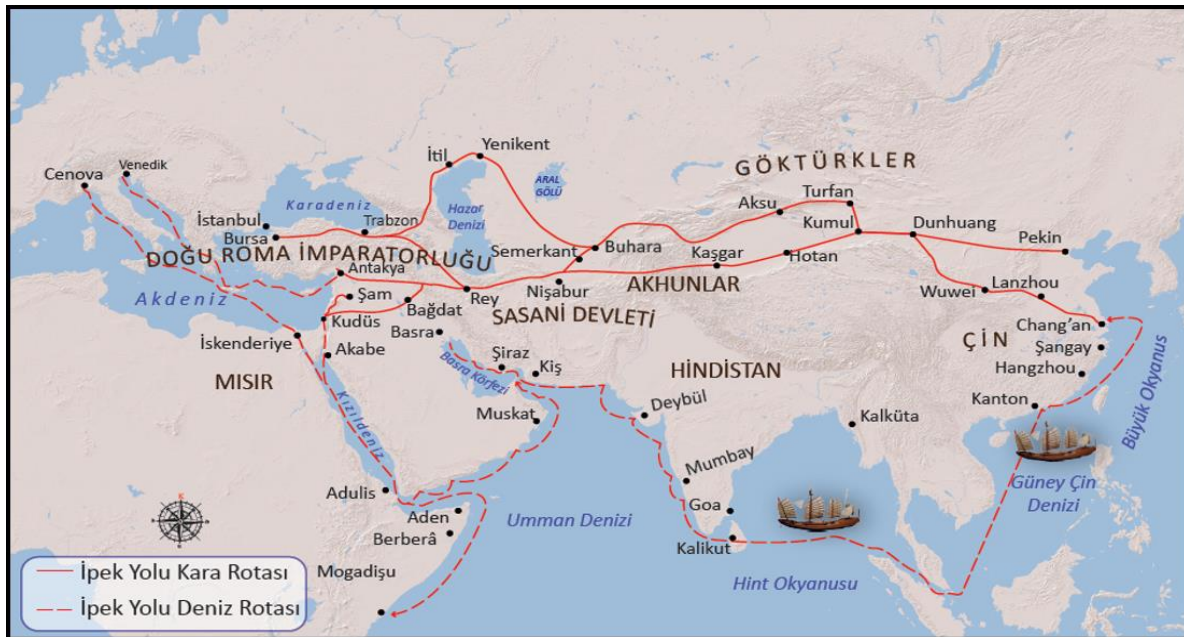


Figure 1. Silk Road [7]

Uludağ is the most important ski resort in the region and one of the most important holiday spots in the country in terms of winter tourism. So much so that in 2022, approximately 887000 people came to Uludağ for ski tourism in a 40-day period [8].



**Figure 2. Winter Touris in Uludağ [8]**

Although Bursa is such an important culture-tourism-industry-commerce city, the fact that it has not reached the desired level in air transportation can be considered among the most important disadvantages of the city.

### **3. AIR TRANSPORTATION IN BURSA**

There are currently flights from Bursa to Erzurum, Diyarbakir, Muş and Trabzon. Flights are organized on certain days of the week and as single flights. Flights from Yenişehir airport, which has an annual passenger capacity of 2250000, operate with nearly 100% occupancy [9]. When we look at the flights organized, it is seen that the flights are mostly organized in response to the demands of citizens migrating to Bursa from the east. The population of citizens who migrated from other provinces in Bursa is shown in the table below [10].



**Table 1. Number of People Migrating to Bursa Province from Other Cities**

<b>People who live in Bursa and whose hometown is different</b>	<b>Number of People</b>
Erzurum	<b>150848</b>
Muş	<b>102788</b>
Samsun	<b>93164</b>
Artvin	<b>69962</b>
Giresun	<b>42199</b>
Trabzon	<b>52371</b>
Kars	<b>34569</b>
Ardahan	<b>32911</b>
Van	<b>34942</b>
Muş	<b>102788</b>

When the table above is examined, it can be seen that these flights are planned according to the demands of the people who migrated from their hometowns to Bursa, which is reasonable. However, there are some provinces that use shared airports. And when we consider the number of people migrating to Bursa from these provinces, it is seen that there are more people migrating from the provinces where the expedition was organized. For example, the number of people who migrated to Bursa from Rize-Artvin provinces is 85236, which is more than the people who migrated from Trabzon. Again, when we examine the potential of Kars airport, the number of people who migrated from Ardahan and Kars is 67480 and it is obvious that there will be a serious demand in this sense. When we examine it in the same way, Bursa and Samsun province ranks 4th in terms of the number of people registered in the population registry.

Apart from population-related immigrants, it would be appropriate to make plans taking into account Bursa's position as an industrial city, as stated before. Gaziantep is one of these provinces. Gaziantep province is one of the important industrial cities and has many things in common with an important industrial city like Bursa.

When we examine these features of Bursa, it is clear that there will be a demand for such travel to many of these cities. People mostly meet this demand by road transportation, and some of these people travel via Istanbul Sabiha Gökçen Airport. This demand is fulfilled by bus companies in Bursa, and approximately 60 flights are organized to Gökçen Airport alone. When we estimate that it operates with an average density of approximately 90%, we can state that over 2500 people are transported only by bus companies. In addition, if we say that people travel with their personal cars, we can seriously say that they travel from Bursa using Sabiha Gökçen Airport.

#### **4. GENERAL EVALUATION AND RESULTS**

When we consider the constantly developing structure and opportunities of Bursa, it is obvious that it would be beneficial to organize flights from and to Bursa for people who use Sabiha Gökçen Airport to travel from Bursa. With the addition of extra different flights to Bursa Yenişehir Airport, the burden of Sabiha Gökçen departure-destination flights will be reduced and an alternative will be offered to people in cities closer to Bursa and its surroundings than Istanbul. Sabiha Gökçen Airport is one of the airports with the highest delay times. By using the potential of Bursa airport, the burden of Sabiha Gökçen airport should be reduced and using

the potential of Bursa airport will be beneficial for the provinces of the region and the province of Bursa.

## REFERENCES

- [1] [https://tr.wikipedia.org/wiki/Wright\\_Flyer#:~:text=17%20Aral%C4%B1k%201903%20saat%202010,saniyede%2053%2C4%20metre%20u%C3%A7tu](https://tr.wikipedia.org/wiki/Wright_Flyer#:~:text=17%20Aral%C4%B1k%201903%20saat%202010,saniyede%2053%2C4%20metre%20u%C3%A7tu).
- [2] [https://tr.wikipedia.org/wiki/Paris\\_Bar%C4%B1%C5%9F\\_Konferans%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/Paris_Bar%C4%B1%C5%9F_Konferans%C4%B1)
- [3] [https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27de\\_havac%C4%B1%C4%B1k](https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27de_havac%C4%B1%C4%B1k)
- [4] <https://www.kokpitteyiz.com/bursa-yunuseli-havalimani/>
- [5] <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Havalimani/Yenisehir/AnaSayfa.aspx>
- [6] <https://www.nufusu.com/il/bursa-nufusu>
- [7] [http://meslekmateriyal.eba.gov.tr/upload/ek/tar9\\_uni3/icerik/app/39034/index.html](http://meslekmateriyal.eba.gov.tr/upload/ek/tar9_uni3/icerik/app/39034/index.html)
- [8] <https://www.ntv.com.tr/galeri/seyahat/uludagi-40-gunde-887-bin-200-kisi-ziyaret-etti,1Qi5zMw21kKJRNpYIk4xTA/UqiDt8gFGU6piGfY-xdtyQ>
- [9] <https://www.dunya.com/sektorler/lojistik/yenisehir-havalimaninda-yolcu-hacmi-6-kat-artti-haberi-280329>
- [10] <https://www.aydinlik.com.tr/haber/bursada-en-cok-nereli-var-bursada-en-cok-hangi-ilden-insan-var-bursada-erzurumlu-ne-kadar-2023-371682>



## EXAMINING TRANSPORTATION PROBLEMS IN BURSA AND REVEALING SOLUTION SUGGESTIONS

**Res. Asst., Ahmet ÜNAL**

Erzurum Technical University, - ORCID ID: 0000-0001-8277-6002

**Prof. Dr., Ahmet TORTUM**

Atatürk University, - ORCID ID: 0000-0002-5770-766X

### ABSTRACT

Today, the increase in population in metropolitan cities has caused problems in the field of transportation, as in many areas. In particular, the increase in individual vehicle ownership causes an increase in urban traffic density in metropolitan cities; makes city traffic unbearable. Bursa province, on the other hand, is the 4th most populous city in Turkey in terms of population, as well as one of the important tourism, trade and industrial centers of the country. In addition to these features, Bursa's location connecting the cities of Istanbul and Izmir further increases the geopolitical importance of the city. Due to this location, Bursa is a place to be visited by people, a city to be reached. Due to these features, transportation problems arise, especially in urban traffic, due to the desire of people to move. It is important for human health and psychology to solve these problems and make the city more livable. In this study, the transportation problems in Bursa were examined and it was tried to put forward suggestions to solve these problems.

**Keywords :** Bursa, transportation problems, traffic

### 1. INTRODUCTION

In recent years, human mobility in Turkey, especially from rural areas to metropolitan cities, brings with it many problems. Although managers make efforts to solve the problems that occur, this activity ultimately leads to the emergence of problems that cannot be fully solved. To express some of these problems, migration from rural areas to metropolitan cities; We can express the emergence of many problems such as irregular urbanization, insufficient infrastructure, inability to provide sufficient water needs, and traffic congestion.

When the problems related to transportation are examined, in recent years, especially with the increasing individual vehicle ownership, urban roads have become insufficient, causing problems that result in waiting in traffic for long periods of time, especially in metropolitan cities, when traffic density is at its peak. Although many studies are carried out to solve traffic congestion, which causes many diseases (depressive diseases, etc.) to occur in people, sometimes these solutions are not fully effective and sufficient.

In Bursa, which is the subject of our study, the current traffic problems have been researched in general and the studies carried out to solve these problems have been examined and

explained. Suggestions to solve some problems have been tried to be developed and these have been expressed.

## 2. STUDY AREA: BURSA PROVINCE

Bursa, which is the subject of our study, is the 4th most populous city in Turkey in terms of population and is also one of the important industrial cities. Bursa is one of the cities with the highest population growth due to its location and characteristics. While the population of Bursa was 2,150,571 in 2000, it became 3,194,720 in 2023 (Table 1).

**Table 1. Population amount of Bursa by years [1]**

Population Amount of Bursa Province by Years	
Years	
2000	2150571
2010	2605495
2020	3101873
2022	3147818

Especially with the recent construction of the local and national car factory (TOGG) in Bursa, the mobility in Bursa has increased and this has inevitably led to negative consequences in terms of traffic. Bursa's position as a bridge connecting the important cities of the country, such as Istanbul-Izmir and Istanbul-Antalya, causes it to be a frequent destination during trips to these cities and therefore its traffic is negatively affected [2].



**Figure 1. Location of Bursa [2]**

Although the country is an important tourism center, there is activity in urban traffic, especially in the winter months, with tourists coming to Uludağ for winter tourism, resulting in congestion in the city.



**Figure 2. Winter tourism of Bursa [3]**

Bursa is one of the most important industrial cities in Turkey. In addition to meeting the important needs of the country in terms of intermediate product supply, it is one of the important textile products production cities of the country. In addition to these situations, since the important organized industrial zones of the country are located in Bursa, serious traffic congestion occurs on the arrival and departure routes from the organized industrial zones, especially at the start and end of working hours.

In addition, there are daily comings and goings for shopping and trade to the areas where textile factories and product sales are concentrated. This situation inevitably causes density in the city.

### **3. IMPORTANT TRAFFIC PROBLEMS IN BURSA**

The most important traffic problem in Bursa is undoubtedly the traffic density in the morning and evening hours. The places with the most significant traffic density are Acemler Junction, Merinos Junction, Esenteoe Junction and Gürsu Junction. When we examine the places with heavy traffic density, we see that these areas are especially on the transportation route to industrial areas (Figure 3).





**Figure 3. Traffic jam of Bursa [4]**

One of Bursa's other transportation problems is the congestion on the route of the T-2 tram line. The fact that the T-2 tram line runs above ground in almost its entire route and that Demirtaş Organized Industrial Zone, one of the largest organized zones in the region, is also located on this route, sheds light on the fact that there will be more congestion in the future.



**Figure 4. T-2 Tram line of Bursa [5]**

Another problem regarding Bursa traffic is the rapidly increasing number of individual vehicles. While it was 533,921 in Bursa in 2010, it became 1078403 in 2023. When the geopolitical situation of Bursa is added to the registered vehicles, the number of registered vehicles has doubled, while the capacity of the roads and transportation studies have not doubled in the last 10 years, and this has caused many problems in urban traffic.

**Table 2. Registered vehicles amount of Bursa by years [6,7]**

Number of vehicles by Years	
Years	
2010	533921
2015	745594
2020	926182
2022	1078403

#### 4. GENERAL EVALUATION AND RESULTS

In addition to being an important city in Turkey, Bursa province is increasing in importance day by day and investments are being made in many different areas. With these investments, travel attractions and production occur, which causes many negative situations in urban traffic. For this purpose, some relief can be brought to the traffic congestion by coordinating shift change and starting times, especially in organized industrial zones where labor and capital workers are concentrated. People should be encouraged to use the light rail system, especially in the city, by developing policies that will encourage the use of public transportation.

#### REFERENCES

- [1] <https://www.kartasevdeneye.com/bursa-nufusu/>
- [2] [https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Latrans-Turkey\\_location\\_Bursa.svg](https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Latrans-Turkey_location_Bursa.svg)
- [3] <https://rayhaber.com/2012/07/bursa-teleferik-durdu-uludagda-turizm-felc-oldu/>
- [4] <https://www.bursahayat.com.tr/galeriler/bursa-115/okullar-acildi-bursa-acemlerkavsagi-nda-yogunluk-yasandi-mi-9340>
- [5] <https://www.evrensel.net/haber/391937/bursanin-bitmeyen-projesi-t2-tramvay-hatti>
- [6] <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/kisi-basina-dusen-arac-sayisinda-ege-ve-akdenizdeki-sehirleronde/1957597#:~:text=%C4%B0l%20baz%C4%B1nda%20de%C4%9Ferlendirildi%C4%9Finde%20%C4%B0stanbul%2C%20temmuz,bin%20188%20ile%20Bursa%20izledi.>
- [7] <https://ilkha.com/gundem/bursada-ki-arac-sayisi-745-bin-594e-yukseldi-34691>

## ENVIRONMENTAL CONDITIONS AFFECTING THE LIGHT TRANSMITTANCE OF GLASS ROOFS

MEHMET SAİT CENGİZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bitlis Eren University, – 0000-0003-3029-3388

### ABSTRACT

The main environmental conditions that affect the light transmittance of glass roofs are whether the glass surface is new or old, surface defects during manufacturing assembly, the angle of sun incidence on the glass surface, and the dust-pollution effect of the glass roof. Contamination of the glass roof may be caused by environmental conditions, design, quality of materials used, workmanship, or surface roughness of the glass. Glass roofs have maximum light transmittance if the environmental conditions are favorable and the glass surface is clean. This light transmittance decreases due to dust, dirt, pollen, bird feces, and various particles adhering to glass surfaces over time. Glass surfaces that are installed in a dirty and dusty environment and are constantly left outdoors lose efficiency in terms of light transmittance due to external influences. The decrease in light transmittance caused by contamination of glass surfaces depends on the type of contamination, the time since the last rainfall, and the routine cleaning period. It has been observed that rain is effective in cleaning dust if the angle of inclination of glass surfaces in the horizontal plane is greater than 15 degrees. Therefore, the efficiency loss due to dusting at angles greater than 15 degrees is around 0.5%. If the angle of the glass surfaces is less than 15 degrees, or if the rainfall is low-infrequent, and the area is exposed to special dustiness and industrial pollution, a decrease in light transmittance is observed. As glass surfaces become dusty, the difference in daylight transmittance between the clean glass surface and the dusty glass surface increases. Because they provide daylight illumination in the space by taking advantage of sunlight according to the dust level of glass surfaces located side by side under equal conditions. Accordingly, as dusting increases, the light transmittance of glass surfaces decreases proportionally (%) and the ambient illumination tends to decrease accordingly.

**Keywords:** Daylight, glass surface, dustiness, pollution.



## 1. INTRODUCTION

Our country has a convenient location to benefit from sunlight for long periods of time. In our country, the sunshine duration is quite high. Although this situation varies by region, there is the potential to obtain electricity from solar energy throughout Turkey. The sun is the basis of all energy sources in the universe we live in, and in every architecturally optimally designed building, natural light can be used instead of electrical lighting during the day.

However, glass surfaces that prevent heat loss or dust in the environment become dirty over time, limiting the ability to let in sunlight. In short, the contamination of glass surfaces is affected by all kinds of environmental events (dust, bird droppings, humidity, rain, slope angle, wind speed, surface quality, etc.) at different levels. Pollution that may occur due to environmental events will cause a decrease in the sunlight passing through the glass surfaces into the interior space. In this case, the indoor illumination rate from the glass surface will decrease. The most basic variable affecting the level of sunlight passing through the glass surface is the pollution factor. Pollution varies from region to region. The main reason why losses due to pollution vary depending on the region is the pollution itself. Glass surfaces located near industrial areas are more disadvantageous in terms of contamination. Industrial waste products are found on this type of glass surface. In areas close to the sea, contamination may contain salt. Contamination on glass surfaces located close to agricultural areas may contain plant products [1,2].

On glass surfaces, panels with a horizontal angle of inclination have higher dirt collection rates. For example, glass roof surfaces positioned at a higher angle than 15 degrees can be cleaned automatically by the effect of falling rain [3]. In cases where glass surfaces are not cleaned due to rain, glass surfaces should be cleaned at regular intervals to increase daylight transmission [3,4]. Since the contamination level of glass surfaces is affected by many meteorological factors, the slope of the glass surface will vary depending on many factors such as wind, humidity, temperature, land structure, soil structure, and vegetation of the region where the panel is used. Figure 1 shows designs with glass roofs.



**Figure 1. Designs with glass roofs**

## 2. POWDER TYPES

Powder is small solid particles formed as a result of an object being exposed to situations such as breaking, crushing, chemical change, and disintegration. These small solid particles have a structure that bears the characteristics of the original state of the object and varies in size between 0.5 and 100  $\mu\text{m}$ . According to another definition (ISO 4225-ISO, 1994), small solid particles with a diameter of less than 75 microns, which can remain suspended in the air but collapse after a while due to their weight, are called dust [5, 6].

Powders have the fluidity to fill containers or voids and can be compressed like gases. The dust cycle has become an important part of the earth's system on a global scale. Dust is derived from places where vegetation is sparse, in other words from arid regions, due to wind erosion. Pits are the dominant sources of atmospheric desert dust because these areas are places where water carries soil and are highly susceptible to wind erosion [7,8].

We can examine the types of powder under three main headings. These:

- Powders according to their sources
- Powders according to chemical origin
- Powders according to their biological effects

It is classified as [9].

### Powders by Origin

- ✓ Human-derived dusts

Dust occurs due to reasons such as processing and transportation of materials, dust from cooling towers, vehicle traffic on asphalt or unpaved roads, and agriculture [10].

- ✓ Powders of natural origin

They are dust formed by the combination of solid or non-solid substances spread due to situations such as avalanches, hot springs, landslides, rock slides, waterfalls, and volcanoes.

✓ Powders by Chemical Origin

Powders are divided into two groups according to their chemical origin: organic and inorganic powders. Organic powders; plant-derived powders such as flour dust, cotton dust, straw dust, wood dust, and animal dusts such as hair and feathers. They are powders with synthetic components such as Trinitrotoluene, Dichloro Diphenyl Trichloroethane.

Inorganic powders are metallic powders such as copper, iron, and zinc powder, non-metallic powders such as coal dust and sulfur powder, powders with chemical compounds such as manganese oxide and zinc oxide, and natural powders such as ores, minerals, and clays.

✓ Dusts in terms of Biological Effect

Powders are divided into six sections in terms of their biological effects [11,12].

- Fibrogenic powders

Fibrogenic dusts are dust particles with fibrogen (fiber) capacity that, if inhaled, accumulate in the lungs over time and cause fibrotic changes. Over time, the active tissues of the lung are replaced by fibrotic tissues. Due to these fibrotic tissues, it becomes difficult for the lungs to function normally. Aluminum, asbestos, silica, and talc are the most well-known fibrogenic dusts.

- Toxic dusts

Toxic dusts are small particles that cause acute poisoning and chronic effects on the body. After these dusts enter the body, they affect organs such as kidneys, the nervous system, the stomach, blood-forming organs, respiratory organs, the intestines, and the liver. If even one of the components of the powder contains toxic substances, it can still cause poisoning. The magnitude of the effect of this poisoning is determined by the toxic substance; It varies depending on the rate of presence in the powder, the amount of powder, and the density of the powder. Manganese, lead, and cadmium are examples of the most well-known toxic dusts.

- Carcinogenic dust

Carcinogenic factors; compounds of nickel, beryllium, asbestos, and arsenic. These compounds cause cancer in humans depending on various factors. Nutrition, environmental pollution, living conditions, and occupational effects are effective on carcinogenic factors.

- Radioactive dusts

Radioactive elements; thorium, cerium, zirconium, tritium, radium, and uranium. These elements are found in the form of dust in the air and emit ionized rays. When human cells are

exposed to radioactive rays, deterioration occurs in the cells. As a result of these deteriorations, tumors and genetic disorders occur.

- Allergic dusts

Allergic dusts; They are dust consisting of pollens, yeast, mold, and various bacteria. Inhaling allergic dust may cause various diseases in sensitive people. Asthma seen in bakers due to the effect of flour and byssinosis asthma seen in workers working in textile factories are allergic reactions.

- Inert powders

Inert powders; marble, tobacco dust, gypsum, and limestone dust. These dusts, which are taken into the human body through the respiratory tract, may accumulate in the lungs, but they do not have toxic and fibrogenic effects. These inhaled dusts are eliminated from the body by self-cleaning of the respiratory tract. Dusting, which occurs as a result of the accumulation of dust or other pollutants on the glass surface, causes a thin layer to form on the panel, and due to this thin layer, the radiation from the sun falling on the panel decreases. The decrease in radiation occurs as a result of the dust accumulated on the glass absorbing and scattering the sunlight received by the panel [11-16]. Nowadays, glass roof surfaces are encountered in many architectural designs. Figure 2 shows glass roof applications.

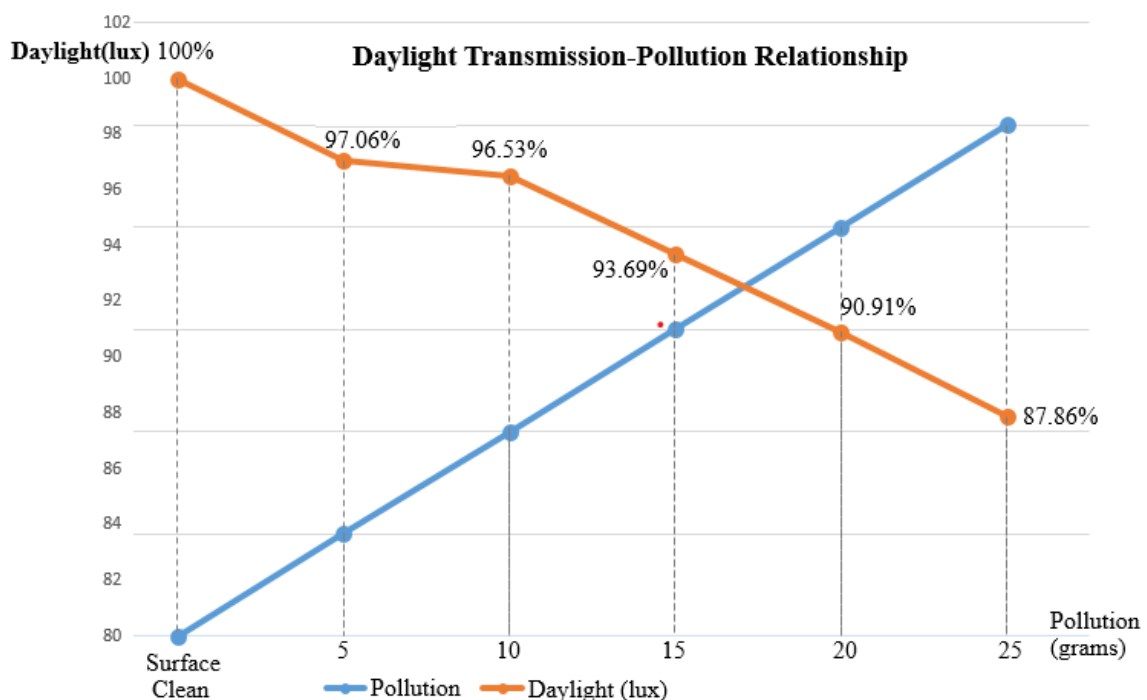


**Figure 2.** Glass roof applications.

### 3. MATERIAL AND METHOD

This study was conducted to examine the effect of dust accumulation density on the light transmittance performance of glass surfaces. The study is based on the comparison of the pollution-dust effect on panels outdoors in physical environments. Thus, a change in the level of sunlight passing to the lower surface of the glass was observed. 2 glass surfaces exposed to equal conditions were compared. When comparing identical glass surfaces, one panel was cleaned while the surface of the other glass was left dusty. In the experiment carried out to observe the negative effect of the pollution level on the decrease of sunlight passing through the glass surface, glass surfaces with equal surface area were left under dust at an angle of 15° on the horizontal plane. The powder mixture was prepared using waste ash from burned coal and chimney soot. For the glass surface, clean glass was measured in terms of daylight transmission for glass exposed to 5, 10, 15, 20, and 25 g of dust.

Accordingly, as the dustiness rate increases, the efficiency of daylight transmission for clean glass is accepted as 100%. Then, daylight measurement was made again by sprinkling 5 g of powder evenly on the same glass surface. According to changing scenarios, 5, 10, 15, 20, and 25 grams of powder were sprinkled on the same glass surface and the daylight level for each was measured in lux. The measurement results of daylight in lux for clean glass and other contaminated glass surfaces are shown in Figure 3. Figure 3 shows the Daylight Transmission-Pollution Relationship.



**Figure 3.** Daylight Transmission-Pollution Relationship



As the glass surfaces become dusty, it is seen that the daylight transmittance of the clean and dirty surfaces is different from the same glass surfaces. The comparison between a clean glass surface and a dirty glass surface in terms of daylight was made proportionally. The dirty glass surface and the clean glass surface were exposed to equal conditions in the same environment. When the glass surface is clean, the lux value of the sunlight obtained is considered 100%. Then one of the same glass surfaces was exposed to 5 g of powder. Meanwhile, daylight was measured in lux both under the clean glass surface and under the dirty glass surface. Accordingly, 97.06% of the lux value measured for a clean glass surface was obtained on the dirty glass surface. This situation was repeated for the glass surface exposed to 10, 15, 20, and 25 g of dust. Daylight transmittance dropped to 96.53% on windows exposed to 10 grams of dust. Again, sunlight transmittance dropped to 93.69% on glasses exposed to 15 grams of dust. Daylight transmittance decreased to 90.91% in glasses exposed to 20 grams of dust, and to 87.86% in glasses exposed to 25 grams of dust.

#### **4. RESULTS AND DISCUSSION**

Pollination losses are very difficult to predict due to their variable nature and quantity. The cause of dust in inclined roof or balcony systems with glass surfaces is the soil structure, vegetation, humidity, temperature, and wind regimes that affect the dust tendency of the surfaces. In this study, the effect of urban dust accumulated on glass surfaces exposed to dust in daylight was investigated for the dust mixture consisting of different dust sources. The effect of dust on daylight transmittance was experimentally recorded by measuring the sunlight passing under clean and dust-exposed glass surfaces. By comparing all scenarios, the percentage of daylight loss was revealed (Figure 3).

It has been determined that the percentage of sunlight transmittance decreases on dusty glass surfaces. By frequently cleaning dusty glass surfaces, it is possible to reduce lighting costs thanks to the natural daylight inside the building. It is also possible to reduce heating and cooling costs.

#### **REFERENCES**

- [1] Sarver, T., Al-Qaraghuli, A., & Kazmerski, L. L. 2013. A comprehensive review of the impact of dust on the use of solar energy: History, investigations, results, literature, and mitigation approaches. *Renewable and sustainable energy Reviews*, 22, 698-733.



- [2] Adıgüzel, E., 2018, Farklı boyutlardaki toz partiküllerinin fotovoltaik panellerin verimliliği üzerine etkisi, yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2-65.
- [3] Prasad, D.K., Snow, M., 2005. Designing With Solar Power, A Source Book for Building Integrated Photovoltaics (BIPV), Australia, Images Publishing.
- [4] Turhan, S., 2012, Fotovoltaik sistemlerde performans değerlendirmesi, 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi - Görükle Kampüsü – Bursa.
- [5] Mavruk, A., “Yüreğir ve Seyhan (Adana) ilçelerinde ana arterlerdeki toz ve gürültü dağılım haritalarının hazırlanması”, Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 1-128 , (2005).
- [6] World Health Organization, 1999, “Hazard prevention and control in the work environment: Airborne dust”, 14, (1999).
- [7] Tegen, I., Werner, M., Harrison, S.P., & Kohfeld, K.E. 2004, Relative importance of climate and land use in determining present and future global soil dust emission. Geophysical research letters, 31(5).
- [8] Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E., & Gill, T.E. (2002). Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. Reviews of Geophysics, 40(1), 2-1.
- [9] Modanlıoğlu, C., 2013, “Granüler üretim yapan bir işletmede toz probleminin incelenmesi ve örnek bir çalışma”, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, 3-6.
- [10] Countess, R. J. and Cowherd, C., Fugitive dust handbook, USA: WRAP, (2006).
- [11] Anonim, “Ors Makine Endüstriyel Havalandırma, <http://mail.orsmakina.com/index.php?dil=tr> Konya, (2009).
- [12] Peker, İ., 1993, “Toz Tutma Sistemleri”, Çevre Dergisi, (8),45-49.
- [13] Kaldellis J.K., Kapsali M., 2011, Simulating the dust effect on the energy performance of photovoltaic generators based on experimental measurements, Energy, 36, 5154-5161.
- [14] Qasem, H., Betts, T.R., Müllejans, H., AlBusairi, H., & Gottschalk, R. 2014, Dust-induced shading on photovoltaic modules. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 22(2), 218-226.

- [15] Elminir, H.K., Ghitas, A.E., Hamid, R.H., El-Hussainy, F., Beheary, M.M., & Abdel-Moneim, K.M. 2006, Effect of dust on the transparent cover of solar collectors. *Energy conversion and management*, 47(18-19), 3192-3203.
- [16] Appels, R., Lefevre, B., Herteleer, B., Goverde, H., Beerten, A., Paesen, R., & Poortmans, J. 2013, Effect of soiling on photovoltaic modules. *Solar energy*, 96, 283-291.

## USE OF DAYLIGHT IN MASTER PLANS IN TERMS OF TOPOGRAPHY AND URBAN DESIGN

MEHMET SAİT CENGİZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bitlis Eren University, – 0000-0003-3029-3388

### ABSTRACT

Master planning of an area or region is an ideal opportunity to provide solar access. Planning solar access at the largest scale makes it advantageous to facilitate natural light design at the building scale. The topography in an area can be used to provide shade or access more sunlight. Solar access between buildings and obstructions can increase reach when correctly oriented and placed. In urban design; Large buildings often shade nearby medium- and small-sized buildings, restricting access to daylight. Zoning codes in many urban areas do not include daylight or access to sunlight requirements to regulate building orientation. Parameters that determine daylight access improve daylight access or viewing views. The parameters determining access to sunlight must be calculated taking into account the temporal orientation of the sun and solar angles. For these reasons, the use of daylight in the building can be increased or decreased according to need by paying attention to the parameters that determine the building's access to daylight: Sun envelopes, building orientation, horizontal lighting openings, the volumetric shape of the building, room proportions and reflection coefficients are some of the daylight access parameters of the building.

**Keywords:** Daylight topography, urban design

### 1. INTRODUCTION

By increasing the daylight saving conditions of a building, it is possible to achieve maximum energy efficiency and user comfort. The location of the buildings in the residential area, whether they are separate or adjacent, and the ratios between road widths and building heights play an important role in protecting and benefiting from sunlight. The dynamic structure of the sun, which constantly changes according to time and seasons, directly affects architecture and urban shaping. Ignoring the use of sunlight by buildings during the preparation of master plans may cause significant discomfort for people living in the city. Daylight strategies, which are also affected by climate, depend on the availability of natural light, which is determined by the

latitude of the building site and the instantaneous conditions around the building. High latitudes have different summer and winter conditions, with daylight levels being lower in winter. At these latitudes, designers often aim to maximize daylight penetration in buildings. In tropical regions, where daylight levels are high throughout the year, the design emphasis is often on preventing overheating by restricting the amount of sunlight entering the building. Daylight availability depends not only on latitude but also on a building's orientation, with each façade and material of the building requiring different design considerations. Therefore, daylight and architectural design strategies are two inseparable phenomena. In this respect, examining traditional architecture and past successful natural lighting designs will be very useful in understanding climate-balanced building design [1-3].

The Solar Envelope method is used to determine the principles of providing access to the sun in buildings and urban textures. This method is a method that provides volumetric boundaries of a building that does not cast a shadow on neighboring buildings in its immediate vicinity within a certain period, thus enabling energy conservation, natural light, and access to a good quality of life. All design solutions are possible within the Solar Envelope method. A building designed within these limits does not cast a shadow on neighboring buildings in its immediate vicinity and does not obstruct access to the sun. In this study, the effect of daylight on buildings, which is one of the many factors that must be fulfilled in achieving a good design, is evaluated [2-4].

## **2. EFFECT OF DAYLIGHT ON THE ORIENTATION OF BUILDINGS**

Climatic data that affect architecture and building design are generally microclimatic features. Climate elements related to local topography and climatic behavior; It is possible to classify it as solar radiation, air temperature, wind, and humidity. Climate affects site selection, building spacing, building form, orientation, building envelope, and space organization at the settlement and single-building scale. In addition, it is known that the climate has an impact on the orientation of the building, and the orientation of the buildings also plays a role in providing comfort and energy consumption [3-5].

The solar radiation utilization rate and total solar energy gain are directly related to the orientation of the building. Wind, which provides natural ventilation in buildings and affects the rate of heat loss, is also related to the orientation of buildings. In short, the effects of climate elements vary depending on the orientation of buildings. By taking these parameters into account, climatic comfort requirements can also be optimized. Therefore, depending on the

characteristics of the climatic region where the buildings are located, the need to benefit from sun and wind and to be protected from these climatic elements affect the orientation criteria of the buildings. In other words, solar radiation for heating and cooling, daylight potential for illumination, and wind cooling and ventilation potential are known as the basic data affecting the orientation of the building. Depending on the insolation process in the northern hemisphere, orienting buildings towards the south for ideal sun exposure, and orienting buildings towards the north in different climatic regions to reduce energy consumption in cold weather can be given as an example [6-8].

### **3. MATERIAL AND METHOD**

Parameters that specify access to daylight enhance sky views, while parameters that specify access to sunlight must consider temporal orientation and sun angles.

#### **3.1. Solar envelopes**

Solar envelopes are three-dimensional design tools used to maximize the buildable volume in a given area while preserving access to sunlight for nearby buildings. The key elements used to design a solar envelope are latitude, size, orientation, and topography of the site; the hours of the day when solar access is desired, and the effect of shading on the site.

#### **3.2. Building orientation**

Planning for solar access involves more than direct solar access and shading. Urban planning ensures proper building orientation (typically extended on an east-west axis) and thus facilitates the utilization of direct sunlight, shading, and reflected sunlight from nearby ground and buildings. Building orientation facilitates the use of natural light in buildings. Building orientation is critical for shading and directing sunlight but is less important for non-directional daylight.

##### **3.2.1. Side Lighting and openings**

The mass of a building determines the quality of light distribution. In general, narrow forms with the most access to external openings will be easiest to illuminate with natural light. Before electric light became widespread, buildings were narrow, only wide enough to light them. There are three basic ways for natural light to enter a space: side lighting, top lighting, or atrium.

### 3.2.2. Open positions

It is necessary to position the apertures carefully, as location affects both light distribution and the perception of distribution. A wall of windows can be divided horizontally into upper thirds, middle thirds, and lower thirds. Each section has its characteristics.

At the top, the upper window sees the brighter peak of the cloudy sky and therefore has the best light distribution on cloudy days. In sunny weather, the upper window does not provide the best light distribution. In all weather conditions, a partitionless upper window has great potential for the sun and sky to shine through. Since a tall window is usually located above eye level, when properly partitioned, a high window can accept very bright light without glare. The middle window in the middle section is not ideal for light distribution on sunny or cloudy days, but it is the most frequently used location due to the view it provides. Glare from bright window sills and reflections on video display terminal screens from center windows should be avoided. The lower window at the bottom ensures the optimum distribution of reflected sunlight. This is because it maximizes the distance between the light source and the ceiling and provides the highest uniformity. Light levels will be lower close to the window wall and higher deeper into the space.

In practice, the upper, middle, and lower windows are often combined and it is important to recognize that in a sunny environment positioning the opening as low as possible will result in the most even distribution.

Multi-sided openings, placing openings on more than one wall, will increase light distribution. If side lighting is only on one wall (one-sided), a large amount of light must penetrate to provide deep light in buildings. Therefore, there is a tendency for the area near the window to be poorly lit and perceived as gloomy. Daylight openings on opposite or nearby walls of the space will provide a more even distribution of light, brightening dark areas and allowing the use of smaller windows with less excess light.

Displacement and protruding lintels create a large glass area similar to a greenhouse. This configuration will maximize illumination from area sources such as cloudy skies. It can be used in directions that do not require shading. The opposite is the overbite configuration, where the window header extends above the lower sill. Like overhangs, they are best for reflecting sunlight off the ground and shading direct sunlight and skylights.



### 3.2.3. Side lighting

The term side sight describes the position of the aperture. However, effective use of natural light requires more than just a window. Light-reflecting and light-receiving surfaces should be integrated into the architecture to prevent glare and excessive heat gain. In most cases, the ceiling will be the best surface to receive reflected light. It must be obstruction-free, have high reflectivity, and be visible to task forces in an area.

## 4. RESULTS AND DISCUSSION

Topography and environmental factors are directly related to the building design process. People have paid attention to these factors throughout history. It is a subject that many researchers focus on today.

Considering today's technological developments and the increasing need for housing, it is understood that the topography of the regions where modern buildings are located is not fully taken into account.

In this context, both benefiting from the topography and protection from climatic conditions should be prioritized in buildings. Since the orientation of the buildings, the topographical characteristics of the region, and the amount of energy consumption are in direct interaction, care should be taken to build the buildings in the appropriate orientation in today's residences.

## REFERENCES

- [1] Building Research Establishment (BRE), 1991, "Site Layout Planning for Daylight and Sunlight", BRE Handbook, Bölüm 1/1, İngiltere, s.3.
- [2] Canan, F. 2008, Enerji Etkin Tasarımda Parametrelerin Denetlenmesi İçin Bir Model Denemesi, yayımlanmamış doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, FBE, Konya, s.5.
- [3] Capeluto, I.G., A. Yezioro ve E. Shaviv, 2003, "Climatic Aspects in Urban Design: A Case Study", Elsevier, Building and Environment, Faculty of Architecture and Town Planning, Technion-Israel Institute of Technology, cilt:38, sayı:6, Hayfa, s.827.
- [4] Commission for Architecture and the Built Environment (CABE), 2007, "Guidance on Tall Buildings", www.english-heritage.org.uk/ [22.11.2012]
- [5] Environmental Protection Act (EPA), 1990, British Government's Printing Office – HMSO, Londra.

- [6] Sakınç, E. ve M.Ş. Sözen, 2012, “The Effect of Tall Buildings On Solar Access of The Environment”, METU JFA, cilt:29, sayı:1, ss.95-106.
- [7] Yüceer, N.S., 2010, “Gölge Elemanı Tasarımına bir Yaklaşım ve Adana Örneği”, METU JFA, cilt:27, sayı:2, s.19.
- [8] Adıgüzel, E., 2018, Farklı boyutlardaki toz partikülerinin fotovoltaik panellerin verimliliği üzerine etkisi, yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2-65.

## YUMURTALIK KANSERİNDE GÜNCEL TEDAVİ YÖNTEMLERİ

**Şamil ÖZTÜRK**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Vocational School of Health Services, Çanakkale,  
Turkey- ORCID: 0000-0002-9435-8139,

### ÖZET

Yumurtalık kanseri dünya çapında en sık görülen üçüncü jinekolojik malignitedir. Ancak asemptomatik seyretmesi, geç tanı konması ve nüks sıklığı nedeniyle kanserler arasında ölüm oranı en yüksek olanıdır. Tanı konulduğunda genellikle omental tutulum, yaygın malign asit ve intraperitoneal metastazlarla ilişkili olduğu görülür. Mevcut verilere göre yumurtalık kanseri, geleneksel kemoterapötiklere karşı direnç geliştirebiliyor ve bu da nüksetmeye katkıda bulunuyor. Yumurtalık kanserinin spesifik etiyojisi hala bilinmemektedir ve bu kanserler ileri evrelerde ortaya çıkma eğiliminde olduğundan gelişimin altında yatan erken moleküler olaylar bilinmemektedir. Yumurtalık kanseri hastalarında zamanla gelişen ilaç direnci gibi birçok önemli faktörün etkili tedavi yöntemleri ile en aza indirilmesi ve başarı oranı yüksek tedavi seçeneklerinin oluşturulması amacıyla hedefe yönelik çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Geliştirilen tüm tedavi stratejilerine rağmen yumurtalık kanserinin ölüm oranı hala yüksek. Son yıllarda yumurtalık kanserinde hedefe yönelik tedavi stratejileri kapsamında yapılan birçok çalışma yolaklara ve bu yolaklara özgü tedavi seçeneklerine odaklanmaktadır. Bu çalışmada yumurtalık kanseri tedavisinde kullanılan etkinliği kanıtlanmış güncel tedavi yöntemleri tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kanser, kanser tedavisi, yumurtalık, kemoterapi

### CURRENT TREATMENT METHODS FOR OVARIAN CANCER

Ovarian cancer is the 3th most common gynecological malignancy worldwide. However, it has the highest mortality rate among cancers due to its asymptomatic course, late diagnosis and recurrence. When diagnosed, it is usually associated with omental involvement, diffuse malignant ascites and intraperitoneal metastases. According to available data, ovarian cancer can develop resistance to conventional chemotherapeutics, which contributes to recurrence. The specific etiology for ovarian cancer is still unknown and the early molecular events underlying development are unknown as these cancers tend to occur in advanced stages. Targeted studies

are increasing day by day in order to minimize many important factors such as drug resistance that develops over time in ovarian cancer patients with effective treatment methods and to create treatment options with high success rates. Despite all the treatment strategies developed, ovarian cancer still has a high mortality rate. In recent years, many studies conducted within the scope of targeted therapy strategies in ovarian cancer focus on pathways and treatment options specific to these pathways. In this study, the current treatment methods with proven efficacy used in the treatment of ovarian cancer were discussed.

**Keywords:** Cancer, cancer treatment, ovary, chemotherapy

## Introduction

Cancer is a multifactorial disease in which certain normal cells in the body proliferate in an uncontrolled and anarchic manner. These cells evade normal differentiation mechanisms, resist regulation of their proliferation, and programmed cell death. Activation of oncogenes and/or inactivation of tumor suppressor genes results in uncontrolled cell cycle progression and inactivation of apoptotic mechanisms (1). A cancer cell tumor develops from a healthy cell that has undergone tumorigenic transformation due to genetic changes. Clinically recognized tumors are maintained by regenerative cancer cell subpopulations, also known as cancer stem cells, that can form both tumor and non-tumor cells (2). Although there are many distinctions between different types of cancer, the principles that regulate cancer progression are fundamentally the same (3). In 2017, there were approximately 9 million cancer deaths worldwide, almost double the number in 1990 (4). According to estimated data, the worldwide cancer burden is expected to increase from 14 million new cases in 2012 to 24 million in 2035 (5).

## Current Treatments

Despite all the treatment strategies developed, ovarian cancer still has a high mortality rate. In recent years, many studies conducted within the scope of targeted therapy strategies in ovarian cancer include focused pathways and treatment options specific to these pathways. In ovarian cancer cells, the activity of pathways may be increased or inactivated, causing characteristic features of cancer cells such as uncontrolled cell proliferation, blocking of cell differentiation, apoptosis pathway, and altered tissue structure. It is possible to offer more effective treatment approaches to patients by determining the molecular characterization of the differentiations that

occur in the pathways in the treatment of ovarian cancer or due to resistance to chemotherapeutics over time. With this study, we provide information about some of the pathways identified as a result of studies on ovarian cancer and the effectiveness of new treatment methods on the disease.

Cancer incidence, metastasis, drug resistance and recurrence are critical issues of oncological diseases, especially ovarian cancer. There is a need to understand the mechanism and develop new strategies to overcome the resistance mechanism. Nanog protein has been found to work like cancer stem cells. Multidrug resistance that ovarian cancer cells develop over time is one of the most important obstacles in treatment. Therefore, Nanog is an important tool in reprogramming somatic cells, and its overexpression triggers processes such as invasion, progression, disease relapse, and chemotherapy resistance in ovarian cancer cells. Although it is known that the expression of Nanog is increased in all ovarian cancer subtypes, it is most seen in high-grade serous carcinomas. In light of this information, it is predicted that Nanog can be used as a biomarker in diagnosis. Additionally, direct targeting of Nanog will eliminate the self-renewal process of cancer stem cells, which is the main cause of tumor recurrence and multidrug resistance in ovarian cancer. Therefore, a better understanding of Nanog mechanisms in ovarian cancer stem cells for chemoresistance may lead to the identification of new therapeutic targets and more effective approaches against cancer (6).

In addition to the treatment methods mentioned above, there are several different treatment methods. These methods are not in widespread use because they are not suitable for every individual. The first of these current treatment methods is photodynamic therapy. Photodynamic therapy (PDT) is an alternative treatment method that uses a photosensitive substance that is activated in the presence of light and molecular oxygen to produce reactive oxygen and/or free oxygen radicals that target cell death by apoptosis or necrosis (7). PDT is a type of treatment approved by the US Food and Drug Administration (FDA). In this treatment method, after the photosensitive substance is applied systemically or topically, the tumor tissue is stimulated with light at a wavelength suitable for the photosensitive substance. Then, in the presence of oxygen in the tumor tissue, the tissue dies by being dragged into necrosis, apoptosis or autophagy. Since all the events occurring here are photochemical events, a cytotoxic effect is observed only in the tumor tissue, while connective tissue damage does not occur and thus healthy tissues and organs are not damaged. There are many photosensitive materials approved by the FDA. Photosensitive substances are generally aromatic molecules that are effective in

the formation of long-lived triplet levels excited in the photodynamic reaction. More than 400 compounds are known to have photosensitizing properties, including dyes, drugs, cosmetics, chemicals and many natural substances. Requirements for optimal photosensitizers include photo-physical, chemical and biological properties. An ideal photosensitizer should be nontoxic and show local toxicity only after activation by irradiation (8). Photosensitive materials are used appropriate to the location of the tumor and the type of treatment. Photosensitive substances such as hematoporphyrin, photofrin (porfimer sodium), aminolevulinic acid, protoporphyrin IX, verteporfin, foscan, temoporfin, 8-methoxypsoralen, phthalocyanine, methylene blue, indocyanine green, and hypericin are used (9-11).

Another method is to try to kill cancerous cells by heating them at high temperatures such as 50°C-100°C, disrupting the structure of the protein and lipid layer. This method has been included in the literature as radiofrequency ablation treatment. For such patients who are not suitable for surgery, treatment options have been developed to help achieve local tumor control. Methods such as transarterial chemoembolization (TACE), percutaneous ethanol injection (PEE), cryotherapy, interstitial laser therapy, microwave coagulation and radiofrequency ablation (RFA) are the local ablative treatment methods used today (12). Radiofrequency ablation, especially when compared to other local ablation methods; It is a more preferred method in the local control of liver tumors in recent years due to its advantages such as being cheaper and easier to apply, having less risk of complications, and causing more thermal damage in a single session. With the RFA method, the size and severity of the ablation can be determined in advance and controlled during the procedure. This is the most obvious advantage of radiofrequency ablation compared to other ablation methods such as PEE (13,14). At the same time, RFA treatment is currently considered the most effective method providing local tumor control for tumors that cannot be surgically resected (15).

As a result, cancer is a very difficult disease to analyze and treat. What makes cancer treatment so difficult is that it is a disease with a complex structure. Many scientists around the world are developing various treatment methods to fight against cancer. Increasing studies to determine ovarian cancer-targeted treatment approaches and molecular characterization will make it possible to develop strategies that have no side effects and improve the patient's quality of life during ovarian cancer treatment in the near future.

## References



1. Housman G, Byler S, Heerboth S, Lapinska K, Longacre M et al. (2014). Drug resistance in cancer: An overview. In *Cancers* 2014; 6(3).
2. Rycaj K, Tang DG. Cell-of-Origin of Cancer versus Cancer Stem Cells : Assays and Interpretations. *Cancer Research*, 2015;75(19):4003-4011.
3. Hanahan D, Weinberg R. Hallmarks of Cancer : The Next Generation. *Cell*, 2011;144(5):646-674.
4. Lin L, Yan L, Liu Y, Yuan F, Li H, Ni J. Incidence and death in 29 cancer groups in 2017 and trend analysis from 1990 to 2017 from the Global Burden of Disease Study. *Journal of Hematology & Oncology*, 2019;12(1).
5. Stewart BW, Bray F, Forman D, Ohgaki H, Straif K, Ullrich A et al. Cancer prevention as part of precision medicine : ‘plenty to be done’. *Carcinogenesis*, 2015;37(1):2-9.
6. Mahalaxmi I, Devi SM, Kaavya J, Arul N, Balachandar V, Santhy KS. New insight into NANOG: A novel therapeutic target for ovarian cancer (OC). *Europ J Pharmacol*, 2019; 852: 51-7.
7. Arapgirlioğlu, H., Atik, A., Hızıroğlu, S., Elliott, L.R., Atik, D., The most recent studies in science and art. İçinde: Chapter 93 Photodynamic Therapy. Vol 2, Ankara, 2018.
8. Kübler, A.C., Photodynamic therapy. *Medical Laser Application* 2005;20:37-45.
9. Craig RA, McCoy CP, Gorman SP, Jones DS. Photosensitisers- the progression from photodynamic therapy to anti-infective surfaces. *Expert Opinion on Drug Delivery*, 2015; 12:1-17.
10. Kemal MR, Ak A, Gülsoy M. Therapy Dose-dependent photochemical/ photothermal toxicity of indocyanine green-based therapy on three different cancer cell lines. *Photodiagnosis and Photodynamic*, 2018; 21: 334-343.
11. Mühleisen L, Alev M, Unterweger H, Subatzus D, Pöttler M, Friedrich RP. Et al. Analysis of Hypericin-Mediated Effects and Implications for Targeted Photodynamic Therapy, 2017.
12. Steele G Jr, Ravikumar TS. Resection of hepatic metastases from colorectal cancer. Biologic perspective. *Ann Surg* 1989; 210: 127-38.
13. McWilliams JP, Yamamoto S, Raman SS, Loh CT, Lee EW, Liu DM, et al. Percutaneous ablation of hepatocellular carcinoma: current status *J Vasc Interv Radiol* 2010; 21: 204-13.
14. Hong K, Georgiades C. Radiofrequency ablation: mechanism of action and devices *J Vasc Interv Radiol* 2010; 21: 179-86.

15. Harrison LE, Koneru B, Baramipour P, Fisher A, Barone A, Wilson D, et al. Locoregional recurrences are frequent after radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma. *J Am Coll Surg* 2003; 197: 759-64.

## ASHERMAN SENDROMU TEDAVİSİNDE KÖK HÜCRELERİN ROLÜ

**Şamil ÖZTÜRK**

Çanakkale Onsekiz Mart University, Vocational School of Health Services, Çanakkale,  
Turkey- ORCID: 0000-0002-9435-8139,

### ÖZET

Rahim içi yapışıklıklar veya Asherman Sendromu (AS), artan tanılarla birlikte çok yönlü eksikliklere neden olan bir klinik tablo olarak karşımıza çıkmaktadır. Her ne kadar sıklıkla rahim kürtajından sonra ortaya çıksa da, herhangi bir rahim ameliyatı AS'a neden olabilir. AS'lu kadınların çoğunda amenore veya hipomenore vardır, ancak bazılarının adet düzenleri normal olabilir. AS'lu kadınların çoğu menstrüel bozuklukların yanı sıra kısırlık veya tekrarlayan spontan düşükler ile kliniğe başvururlar. Son 50 yıldır histeroskopi bu durumun teşhis ve tedavisinde standart tedavi haline geldi. Yapışma ve skar oluşumunu önlemek için çeşitli teknikler önerilmiştir. Bu noktada endometrial yaralanmalarda cerrahi yöntem ve medikal tedavilere alternatif olabileceği birçok çalışmada gösterilen kök hücrelerin etkilerine odaklandık. AS'da adezyonların ayrılması için ideal bir teknik yoktur. Ancak amaç rahim boşluğunu tamamen normalleştirmektir. Ayrıca tedavide eşlik eden semptomların düzeltilmesi ve yeniden yapışıklık oluşumunun engellenmesine çalışılır. Bu derlemede kök hücreler kullanılarak AS'nun en tipik patolojisi olan epitelyal adezyonların giderilmesi, doku hasarının yenilenmesi ve kısırlık bariyerinin aşılmasına yönelik çalışmalar tartışıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Rahim içi yapışıklık, kısırlık, kök hücre, endometriyum

### THE ROLE OF STEM CELLS IN THE TREATMENT OF ASHERMAN'S SYNDROME

Intrauterine adhesions or Asherman's Syndrome (AS) is a condition that causes multifaceted deficiencies with the increasing number of diagnosed cases. Any uterine surgery can cause AS, although it often occurs after a uterine abortion. Many women with AS have amenorrhoea or hypomenorrhoea, but some may have normal menstrual levels. Most women with AS present with menstrual disorders as well as infertility or recurrent spontaneous abortion. In the last half century, hysteroscopy has become the standard treatment for diagnosing and treating this condition. Various techniques have been proposed to prevent adhesion and scar formation. At this point, we focused on the effects of stem cell therapy as an alternative to surgical methods and medical treatments in endometrial injuries. There is no ideal technique for separation of

adhesions in AS. But the goal is to completely normalize the uterine cavity. In addition, treatment is tried to correct the accompanying symptoms and prevent re-adhesion formation. In the study, studies aiming to remove epithelial adhesion caused by AS, regenerate tissue damage and overcome the infertility barrier by using stem cells were compiled.

**Keywords:** Intrauterine adhesion, infertility, stem cell, endometrium

## **Introduction**

Ashermann syndrome or otherwise known as "intrauterine adhesions (IUA)"; These are adhesions that occur in part or all of the uterine cavity and result in the closure and obstruction of this cavity. Adhesions are also referred to as "adhesion" or "synechia" in the medical literature. Asherman syndrome most often develops after curettage (abortion). This is followed by irritations in the uterine area such as after IUA use and endometritis (infection of the uterine tissue). This is why abortion and IUA are not recommended for women who have not given birth to a child. Adhesions often occur following curettage for placental tissue residues following pregnancy. Other reasons include birth, cesarean section, myoma removal surgery (myomectomy), miscarriage, intrauterine bleeding or tuberculosis infection. Sometimes it may develop spontaneously in postmenopausal women (1).

Intrauterine adhesions cause conditions such as menstrual irregularities such as no menstruation or a decrease in the amount of menstrual bleeding, recurrent pregnancy losses, placental placement disorders and infertility. In some women, it does not cause any symptoms. The patient usually visits the doctor with complaints of menstruation and inability to become pregnant, but most of the time, a decrease in the amount of menstrual bleeding is the only finding. There is no direct relationship between the amount of menstrual bleeding and the severity of adhesion. Adhesion is progressive and requires early intervention. The reason for the progress is that adhesions limit the uterine muscle activity and, with this effect, reduce the spread of estrogen (female hormone) to the uterus and cause atrophy (regression). If intrauterine adhesion is removed, 50% of pregnancy and 75% of menstrual disorders are eliminated. Adhesions within the uterus can prevent normal pregnancy by preventing the fertilized egg from attaching to the uterus or causing miscarriage. During pregnancy; In order for sperm to reach the tubes, the intrauterine cavity and tubes must be open, and the embryo formed after fertilization must be able to settle in the "nest" prepared for itself in the intrauterine region. If this nest is not healthy, the embryo either cannot implant or is lost due to miscarriage in a short time. The damage that causes adhesion not only causes some layers of the innermost layer of

the uterus (endometrium) to disappear, but also causes the problem to grow further by damaging the muscle layer of the uterus (myometrium). Hysteroscopy; In addition to being an ideal, safe and less traumatic method for the diagnosis of intrauterine adhesions, it is also the best method for their treatment. It is an "endoscopic method" that allows visualization of the intrauterine cavity and various interventions using a thin telescope called "hysteroscope" in the normal examination position, which is passed through the cervix to the uterus. Treatment of opening adhesions by hysteroscopy (adhesiolysis) should be applied especially in those with recurrent pregnancy losses and infertile cases. It should definitely be applied in cases of moderate and severe adhesions and in cases where the tube openings are blocked (2,3). For the treatment of intrauterine adhesions, one or more complaints such as infertility, pain, hypomenorrhea, amenorrhea, recurrent pregnancy losses or a history of pregnancy complications due to abnormal placentation must be present. It should be kept in mind that intrauterine adhesions are not a threat to the patient's health, and it is appropriate to treat only symptomatic patients in line with their wishes for treatment (4).

### **Stem Cell**

The hope of using stem cells for treatment purposes in diseases, which started with bone marrow stem cells in the 1960s; Today, it continues at full speed under the umbrella of scientific, ethical and social debates. The aim of cellular therapy, which uses stem cells and is the most promising treatment option in recent years; It is to repair or renew the function of a damaged or non-functioning cell/tissue or organ by using stem cells. For this purpose, it is necessary to "transfer purified cells to the damaged tissue in sufficient number and quality to fulfill the function of that tissue." The success of applied stem cell-centered treatment methods requires a multidisciplinary approach, including embryology, cell biology, tissue engineering, molecular biology, genetics and clinical sciences related to the disease being treated (5).

### **Stem Cell Treatment in Asherman Syndrome**

It is not possible to correct the thinned endometrium in AS with classical treatments and it is thought that success will be achieved with mesenchymal stem cell (MSC) application. In a study conducted for this purpose, female rats were given an intravenous infusion of bone marrow stromal stem cells at a rate of 50,000 cells/microliter, and their uteruses were removed in their third estrus and examined histologically. After stem cell application, it was observed that endometrial thickness increased and glands and capillaries proliferated. It was observed that cytokeratin, integrin  $\beta$ -3 and LIF expressions were positive, especially in the cytoplasm of

endometrial epithelium, and vimentin was positive in the cytoplasm of endometrial stromal cells (6). It has also been shown in human endometrium that stem cells differentiate into epithelial, stromal and endothelial cells after transplantation (7). Stem cell therapy for endometrial restoration has recently moved away from being a peripheral treatment and started to become a central treatment option. In particular, stem cells obtained from bone marrow have become the most frequently used stem cell source. These cells are isolated directly from the bone marrow by aspiration. Bone marrow stem cells (BMSCs) can be easily obtained from both humans and rodents due to their extensive migration and pluripotent potential. Stem cells, which have endometrial regeneration and angiogenesis effects, are purified from the bone marrow by immuno-magnetic isolation (8).

The movement of stem cells to the uterus may be a reparative mechanism against injury or pregnancy rather than a replacement for endometrial cells lost through menstruation. The number of uterine-adherent BMSCs are low and these cells do not undergo clonal expansion to replace the entire endometrium; Rather, they secrete trophic factors that help uterine repair and regeneration (9). In cases of severe damage, as seen in severe Asherman syndrome, the limited supply of stem cells may be the limiting factor in the repair process. In studies examining selectin staining, selectins, one of the most important adhesion molecules, play an important role in the formation of the implantation window and the passage of blastocysts through it. Before implantation, this region of the endometrium emerges as pinopods to which blastocysts will adhere, with chemokines, growth factors, and adhesion molecules such as MUC-1. These pinopods, which mature in a short period of one or two days, appear at the ends of the microvilli and establish the relationship between the embryo and the endometrium (10).

Especially since the endometrium's own stem cells cannot provide endometrial regeneration due to damage, it has been observed that externally applied transplantation stem cells are permanent and functional, increasing the success of implantation. In this study, in which Y-positive cells could be easily detected due to the use of male bone marrow derived stem cell, it was proven that the transplanted cells could remain in the uterus even after three months (11). Human endometrial tissue is one of the tissues with the strongest dynamism in completing its regeneration perfectly in each menstrual cycle. Although the general belief is that the precursor cells in the functional and basalis layers of the endometrium play a role in this dynamism, there is literature information that BMSCs are also involved in the regenerative ability of the endometrium (12).



In cases of severe damage, as seen in severe Asherman syndrome, the limited supply of stem cells may be the limiting factor in the repair process. A reduced pool of stem cells or the ability to recruit them to the uterus likely contributes to AS. In localized uterine horn damage, BMSCs are inserted into the endometrial stroma of both uterine horns. Inflammation and injury may play an important role in the recruitment of these cells to the endometrium. It is thought that instead of the signal that attracts stem cells locally, signals are released that cause these cells to enter the entire uterine stroma (13).

## Conclusion

We know that surgical operations only serve to divide adhesions within the cavity, but can do little about endometrial regeneration and adhesion recurrence. So women with Asherman syndrome require multiple approaches to ensure optimal clinical outcomes. Although stem cells are still in the research phase, new progressive discoveries in this field are leading to new therapeutic strategies every day. We hope that the findings in this study will shed light on stem cell applications in reproductive medicine.

## References

1. Pal A, Babinszki A, Vajda G, Kovacs L. Diagnosis of Asherman's syndrome with three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000 Apr 15:341-3
2. Capella-Allouc S, Morsad F, Rongières-Bertrand C, Taylor S, Fernandez H. Hysteroscopic treatment of severe Asherman's syndrome and subsequent fertility. *Hum Reprod* 1999 May 14:1230-3
3. Giatras K, Berkeley AS, Noyes N, Licciardi F, Lolis D, Grifo JA. Fertility after hysteroscopic resection of submucous myomas. *J Am Assoc Gynecol Laparosc* 1999 May 6:155-8.
4. Schenker JG, Margalioth EJ. Intrauterine adhesions: an updated appraisal. *Fertil Steril* 1982;37:593-610.
5. Ateş U. Kök hücreyi tanıyalım. *FNG & Bilim Tıp Transplantasyon Dergisi* 2016;1(1):19-28.
6. Jing Z, Qiong Z, Yonggang W, Yanping L. Rat bone marrow mesenchymal stem cells improve regeneration of thin endometriyum in rat. *Fertil Steril*. 2014; 101(2):587-94.
7. Gil-Sanchis C, Cervelló I, Khurana S, Faus A, Verfaillie C, Simón C. Contribution of different bone marrow-derived cell types in endometrial regeneration using an irradiated murine model. *Fertil Steril*. 2015; 103(6):1596-605.e1.

8. Nagori CB, Panchal SY, Patel H. Endometrial regeneration using autologous adult stem cells followed by conception by in vitro fertilization in a patient of severe Asherman's syndrome. *J Hum Reprod Sci.* 2011;4:43–8.
9. Wang N, Li Q, Zhang L, Lin H, Hu J, Li D, Shi S, Cui S, Zhou J, Ji J, Wan J, Cai G, Xiangmei Chen X. Mesenchymal stem cells attenuate peritoneal injury through secretion of TSG-6. *PLoS One.* 2012;7:e43768.
10. Sharma A, Kumar P. Understanding implantation window, a crucial phenomenon. *J Hum Reprod Sci.* 2012;5(1):2-6.
11. Alawadhi F, Du H, Cakmak H, Taylor HS. Bone marrow- derived stem cell (BMDSC) transplantation improves fertility in murine model of Asherman's syndrome. *PLoS One.* 201
12. Gargett CE, Healy DL. Generating receptive endometrium in Asherman's syndrome. *J Hum Reprod Sci.* 2011;4:49–52.4;12:9(5):e96662.
13. Wang L, Yang M, Jin M, Wu Y, Zheng T, Gu S, Hua X. Transplant of insulin-like growth factor-1 expressing bone marrow stem cells improves functional regeneration of injured rat uterus by NF- $\kappa$ B pathway. *J Cell Mol Med.* 2018;22(5):2815-2825.

## DELAY AND CANCELLATION OF SURGERY FROM THE PERSPECTIVE OF CLINICIANS: A MULTICENTER QUALITATIVE STUDY

Dr. Ayşe Çelik Yılmaz<sup>1</sup>, Msc. İsmail Aşatır<sup>1</sup>, Phd. Aylin Can<sup>2</sup>, Dr. Seçil Sağbaşı<sup>3</sup>, Msc. Şefika Veremci<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Duzce University, Faculty of Health Sciences, Turkey

<sup>2</sup>Munzur University, Faculty of Health Sciences, Turkey

<sup>3</sup>Tekirdağ İsmail Fehmi Cumalıoğlu City Hospital, Turkey

<sup>4</sup>Eskisehir City Hospital, Turkey

### Abstract

**Background:** Delay or cancellation of elective surgical procedures is a worldwide multifactorial problem that can vary from one hospital to another. Delays or cancellations of surgeries for any reason cause undesirable consequences for both the institution and the patient.

**Aim:** This study aims to identify the reasons and effects of unexpected changes in the elective surgical program from the perspective of healthcare professionals and determine the strategies implemented to reduce delays and cancellations.

**Methods:** A descriptive qualitative approach was used to explore the experiences of anaesthesiologists, surgeons, and nurses working in the surgical team (n=18). Twelve semi-structured interviews were conducted face-to-face in five hospitals in Turkey between January 1, 2023, and May 30, 2023. The interviews were transcribed and thematically analyzed.

**Results:** Five themes and ten subthemes were identified through the analysis process.

**Conclusion:** In the study, it was determined that all of the participants faced surgical cancellations. Participants stated that the most common reasons for surgical cancellation were the patients abnormal vital signs, changes in medical condition, not coming to an appointment, insufficient beds in the intensive care unit, and prioritizing emergency cases. According to the survey, good preoperative care, employing competent/experienced personnel, establishing a separate operating room for emergency cases, and proper and up-to-date surgical planning can prevent cancellations.

**Keywords:** Cancellation of surgery, Elective surgery, Preoperative clinic, Surgical delay, Surgical team

### Introduction

Delaying or canceling elective surgical procedures is a worldwide problem. The causes of this issue are multifaceted and can vary from one hospital to another. The delay or cancellation of surgeries can lead to undesirable outcomes for the institution and the patient. Last-minute changes in the surgical schedule can disrupt the workflow of multiple units, including the intensive care unit and the operating room. This situation reduces efficiency, increases patient waiting times, leads to inefficient resource utilization, and increases costs. Analyzing the

reasons for surgical cancellations is essential to reduce the cancellation rate (Yılmaz & Aygin, 2020; Meyers et al., 2021).

Literature has reported that elective surgeries' cancellation rates range from 1% to 23% (Kumar & Gandhi, 2012; Kaddoum et al., 2016). Studies have shown that 50% to 65% of cancellations are attributable to preventable causes. Many studies have categorized cancellation reasons into institutional, patient-related, and healthcare professional factors. There are limited published studies on this topic in Turkey (Çakmak et al., 2020; Karahan et al., 2020; Kızılcık Özkan et al., 2022). Furthermore, there is limited data on how institutions report and record surgical cancellations. This study aims to identify the reasons and effects of unexpected changes in the elective surgical program from the perspective of healthcare professionals and determine the strategies implemented to reduce delays and cancellations. The reporting of the study's findings and contributing to the literature in this field are expected to provide a resource for future studies on this topic.

## Materials and Methods

This study is a qualitative phenomenological study. The study was conducted in five public hospitals in five different regions in Turkey. After obtaining ethical committee and institutional approvals, data was collected between January 1, 2023, and May 30, 2023. The nurses and doctors included in the study were selected using a purposive sampling method. The study involved surgeons, anesthesiologists, intensivists, surgical ward nurses, and operating room nurses. Surgeons and nurses from surgical specialties, particularly General Surgery and Orthopedics, with high surgical caseloads, were included in the sample. The study was completed with 18 healthcare professionals. This study used a semi-structured interview form to explore healthcare professionals' experiences regarding the cancellation and postponement of surgeries in-depth. The content analysis method was used for data analysis. The entire dataset was transferred to MAXQDA Plus software from qualitative software. Coding and categorization of the interview transcripts were performed using this software. The data were reviewed separately by the researchers, and themes were generated.

## Findings

Information regarding the descriptive characteristics of the participating healthcare professionals is provided in Table 1. The average age of the participants was  $38.11 \pm 4.3$  (min: 23, max: 52). It was determined that 61.1% (n=11) of the participants were female, and 44.4% (n=8) were operating room nurses. The average professional experience of the participants was  $13.16 \pm 4.3$  (min: 1, max: 26) years (Table 1).

**Table 1: Descriptive Characteristics of the Participants**

Participants	Gender	Age	Job/Profession	Professional Experience Period (Year)
OR1	Male	46	Operating Room Nurse	18
OR2	Female	45	Operating Room Nurse	25
OR3	Female	49	Operating Room Nurse	15
OR4	Female	34	Operating Room Nurse	13
OR5	Female	34	Operating Room Nurse	13
OR6	Female	23	Operating Room Nurse	1
OR7	Female	41	Operating Room Nurse	20
OR8	Female	42	Operating Room Nurse	21
GN1	Female	35	General Surgery Nurse	12
GN2	Female	28	General Surgery Nurse	6

ON1	Female	35	Orthopaedic Nurse	17
ON2	Female	25	Orthopaedic Nurse	3
AN1	Male	30	Anesthesiologist	4
AN2	Male	33	Anesthesiologist	9
AN3	Male	40	Anesthesiologist	16
GS1	Male	34	General Surgery Specialist	10
GS2	Male	32	General Surgery Specialist	8
GS3	Male	52	General Surgery Specialist	26
OR: Operating Room Nurse GN: General Surgery Nurse ON: Orthopaedic Nurse AN: Anesthesiologist GS: General Surgery Specialist				

### Themes and Categories

Participants were asked if they had experienced the cancellation or delay of planned surgeries during work. All participants reported encountering surgical cancellations and delays.

**Theme 1. Reasons for day-of-surgery cancellations related to the patient:** Participants stated that the most frequently reported factors leading to the delay or cancellation of planned surgeries were related to the patient's vital signs.

**Theme 2. Reasons for day-of-surgery cancellations related to the institution and staff:** Participants working in different institutions were asked about the reasons for surgical cancellations and postponements stemming from the hospital and surgical team. It was found that planned cases were canceled or postponed due to reasons such as non-sterile surgical sets (OR1, OR4, OR5, OR7, GN1, AN1), inadequate intensive care beds (OR2, OR3, OR4, ON, AN2, GS1), deficiencies in the surgical equipment (OR3, OR4, OR5, OR6, OR7, OR8, GN1, ON, AN1), and changes in the surgical plan due to emergency cases (GN2, AN2, GS1, GS3).

**Theme 3. Effects of day-of-surgery cancellations:** It was determined that the cancellation and delay of planned surgeries have various effects on the staff, including time loss (OR2-OR5-OR7-OR8-GN1-GN2-ON-AN1-AN3-GS1-GS2-GS3), increased workload (OR4-OR5-OR7-OR8-GN1-GN2-ON-AN2-GS2-GS3), changes in the surgical plan (OR1-OR4-OR5-OR8), and material waste (OR2-OR3-OR8-GN1). It was also reported that from the patient's perspective, this situation leads to increased psychological stress (OR1-OR3-OR4-OR5-OR6-OR8-GN1-GN2-ON-AN2-GS3), imbalances in blood glucose levels (OR3-OR5-ON), and hypertension (OR4-OR5).

**Theme 4. The measures are taken by the participants to prevent day-of-surgery cancellations:** Surgical equipment control (OR1, OR2, OR3, OR4, OR7, OR8, AN1, AN2, GS1, GS2, GS3), detailed surgical planning (OR5-GN1-GN2-GS3), and preoperative patient information (OR8, GN1, AN3, GS3) are important aspects.

**Theme 5. Strategies that can be applied to prevent day-of-surgery cancellations:** Surgical equipment control (OR1, OR5, AN2, GS2), patient preparation before surgery (OR1, OR5, AN3, GS1), experienced surgical team (OR6, OR8, AN3), and increasing intensive care capacity (OR4, ON9) are important factors.

## Discussion

The cancellation/delay of elective surgeries is defined as any surgical procedure not performed on the scheduled day (Desta et al., 2018; Gillies et al., 2018). Day-of-surgery cancellations are a multifactorial problem observed worldwide and can vary from one hospital to another. The delay or complete cancellation of planned surgical procedures has negative consequences for patients and healthcare workers. It is also a quality issue for the institution. Understanding the reasons for cancellations is essential in reducing cancellation/delay rates. The literature shows that 86.5% of cancellations are preventable. In Turkey, there needs to be more data regarding the day-of-surgery cancellations of planned cases, their reasons, and their consequences. This study evaluated the day-of-surgery cancellations of surgeries from the perspective of healthcare professionals working in five public hospitals in different geographical regions of Turkey. Qualitative data were collected through interviews with surgical team members, and five main themes were identified.

Worldwide, there are various factors involved in surgical case cancellations. The reasons for cancellations can vary based on countries, hospitals, types of surgeries, and characteristics of the served population. The factors leading to cancellations have been examined in three groups in the literature: patient-related factors, personnel-related factors, and institutional factors (Hanninen Khoda et al., 2018). Patient-related factors include changes in medical condition, infection, use of anticoagulant medication, failure to attend appointments, non-compliance with preoperative preparations, and refusal to give informed consent (Abate et al., 2020). In a study conducted by Morris et al., it was found that 67% of the 760 canceled cases were due to patient-related factors (Morris et al., 2017). Chalya et al. found that 17.5% of surgical cancellations were related to uncontrolled hypertension and diabetes in patients. Cho et al. (2019) reported that 23.2% of surgery cancellations were due to patient-related findings and abnormal clinical and laboratory results. Tewfik et al. (2022) stated that patient-related medical reasons caused 20% of surgery cancellations. Smith et al. (2014) indicated that 51% of the grounds for cancellation on the day of surgery were due to medical reasons related to the patient. According to the study, it was determined that patient-related cancellation/delay reasons were frequently associated with the patient's vital signs. Additionally, participants expressed that cases were cancelled due to patients not showing up on the day of surgery, developing an infection, or being unable to undergo surgical preparation. In line with these findings, the study's main reasons for cancelling planned surgeries are consistent with studies reporting patient-related medical reasons and issues related to the patient's decision. Unlike the literature, it was expressed by the participants that in many locations in Turkey, refugees residing there also face difficulties in understanding and implementing the necessary preparations during surgical interventions due to language/communication problems.

It is known that among the reasons for surgical cancellations/delays, issues arise from the institution and healthcare personnel (Chua et al., 2023). There needs to be more resources in the facility where the surgery will occur; a shortage of operating rooms or staff, lack or malfunctioning of the required specialized equipment, and disruptions in sterilization processes can lead to the cancellation of surgery. A study conducted by Pinheiro et al. in Brazil revealed that 61.2% of the cancelled cases were due to facility-related factors (Pinheiro et al., 2017). In a study conducted in India, power outages, water shortages, and lack of sterilized instruments and medications were cited as reasons for cancellation in some hospitals (Farooq & Mir, 2021). Fayed et al. (2016) stated that some cases may take longer than expected, thus hindering the occurrence of another planned operation. Similarly, in a study, surgical cancellations were mainly attributed to incorrect timing of surgeries and equipment malfunction (Kumar &



Gandhi, 2012). In the study, it was determined that institution and personnel-related reasons for cancellation/delay arise from various factors, including surgeries taking longer than expected, prioritizing emergency cases, non-sterile surgical sets, faulty or missing equipment (especially implants), inadequate surgical planning, lack of intensive care beds, and insufficient auxiliary staff.

Day-of-surgery cancellations have various effects on both patients and healthcare institutions. When considering the impact on patients, it is known that the cancellation of a surgical procedure can result in delayed treatment (Abeeleh et al., 2017; Turunen et al., 2019). In the study, the nurse in the orthopedic department expressed that when cases such as femur fractures were cancelled, the patient's dependency continued, and their treatment was postponed. Healthcare professionals participating in the study also mentioned that patients whose surgeries were delayed/cancelled experienced increased stress, resulting in elevated blood sugar and blood pressure levels and the development of mistrust towards the surgical team. The adverse effects of surgical cancellations on patients have been demonstrated in various studies. Thomas et al. (2013) found that patients whose surgeries were cancelled experienced disappointment, anxiety, and depression (Thomas et al., 2013). Herrod et al. (2019) determined that as a result of surgical cancellations, more than 33% of patients' family members needed to take additional time off work, and over 30% experienced excessive levels of sadness, disappointment, anger, and stress (Herrod et al., 2019). It has been reported that the negative emotions arising from the cancellation of surgery can result in distrust of the healthcare system, and patients may experience wasted time and increased financial burden due to the cancellation (Viftrup et al., 2021). These patients must reschedule their surgery appointments and may require repeat pre-operative assessments. For patients who have planned their family processes and work according to the surgery day, it can be challenging to rearrange these commitments for a new surgery date. This situation is also difficult for healthcare professionals because managing stressed patients and their families is a complex responsibility (Fayed et al., 2016; Al Talalwah & McIlrot, 2019).

The surgical team members participating in the study stated that emergency cases disrupt daily surgical schedules, leading to the rescheduling of elective cases to another time or day. To address this issue, a separate operating room was designated for emergency cases in the hospital where the participants worked. Another critical factor in preventing cancellations is effectively planning the surgical case list. Surgeons consider the duration of anesthesia and surgery when preparing surgical plans. Ensuring coordination among the ward nurse, anesthesiologist, and operating room nurse during the preparation of surgical plans can help prevent disruptions. The participating surgeons aimed to optimize the utilization of the operating room by “adding backup cases” to the surgical schedule for cancelled cases. If the scheduled cases are completed earlier than expected or an operation is cancelled, “a backup patient” can be taken into the operating room. Effective communication and coordination within the surgical team are also crucial. Good communication and collaboration among surgeons, anesthesiologists, nurses, and other healthcare professionals can reduce surgical cancellations. Regular preoperative meetings and communication facilitate the early detection and resolution of potential issues. The assistance of an interpreter in the hospital can help overcome communication problems with foreign patients. This enables a clear understanding of the surgery appointment, preparations, and education.

## Conclusion

The study's results examining the reasons and consequences of surgical cancellations and postponements in Turkey are similar to examples from other countries. This study has provided

insights and information about the causes, effects, and solutions related to surgical cancellations. According to the survey, good preoperative care, employing competent/experienced personnel, establishing a separate operating room for emergency cases, and proper and up-to-date surgical planning can prevent cancellations/postponements. The conclusions drawn from this study can be used to develop strategies to help avoid surgical postponements and cancellations, thereby reducing their adverse effects.

## References

- Abate, S. M., Chekole, Y. A., Minaye, S. Y., & Basu, B. (2020). Global prevalence and reasons for case cancellation on the intended day of surgery: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery Open*, 26, 55-63.
- Abeeleh, M. A., Tareef, T. M., Hani, A. B., Albsoul, N., Samarah, O. Q., ElMohtaseb, M. S., ... & Halawa, S. A. (2017). Reasons for operation cancellations at a teaching hospital: prioritizing areas of improvement. *Annals of Surgical Treatment and Research*, 93(2), 65-69.
- Al Talalwah N., McIltrout, K. H. (2019). Cancellation of Surgeries: Integrative Review. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 34(1), 86-96.
- Cho, H. S., Lee, Y. S., Lee, S. G., Kim, J. M., & Kim, T. H. (2019). Reasons for Surgery Cancellation in a General Hospital: A 10-Year Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 7.
- Chua, I., Duff, J., & Munday, J. (2023). Elective day of surgery cancellations: A retrospective observational study. *Collegian*, (Article in Press).
- Çakmak, M., Tekgül, Z. T., Karaman, Y., Şahin, G., Cabbaroğlu, G., & Gönüllü, M. (2020). Cancellation of elective surgery in the operating room: reasons and consequences. *Medical Journal of İzmir Hospital*, 24 (1): 69-74. bozyakaeah.saglik.gov.tr
- Desta, M., Manaye, A., Tefera, A., Worku, A., Wale, A., Mebrat, A. Gobena, N. (2018). Incidence and Causes of Elective Operation Cancellations on the Intended Surgery Day at a Tertiary Referral Academic Medical Center in Ethiopia. *Patient Safety in Surgery*, 12(1),1-6.
- Farooq, N., & Mir, T. F. (2021). Cancellation of elective surgeries in a tertiary care hospital in North India. *Archives of Anesthesiology and Critical Care*, 7(4), 234-237.
- Fayed, A., Elkouny, A., Zoughaibi, N. and Wahabi, H. (2016). Elective Surgery Cancellation on Day of Surgery: An Endless Dilemma. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 10(1), 68-73.
- Gillies, M.A., Wijesundera, D.N. Harrison, E.M. (2018). Counting the Cost of Canceled Surgery: A System-Wide Approach is Needed. *British Journal of Anaesthesia*, 121(4), 691–694.
- Hanninen-Khoda L, Koljonen V, Kotola T. (2018). Patient-related reasons for late surgery cancellations in the plastic and reconstructive surgery department. *JPRAS open*;18:38e48.
- Herrod, P. J., Adiamah, A., Boyd-Carson, H., Daliya, P., El-Sharkawy, A. M., Sarmah, P. B., ... & Lobo, D. N. (2019). Winter Cancellations of Elective Surgical Procedures in the UK: A Questionnaire Survey of Patients on the Economic and Psychological Impact. *BMJ open*, 9(9), e028753.

Karahan, E. , Çelik, S. & Zaman, F. (2020). The Reasons for Cancellation of Elective Surgical Interventions and Its Effect on Patient Anxiety Level. *Celal Bayar University-Health Sciences Institute Journal*,7(2),123-129.

Kumar, R.,&Gandhi, R. (2012). Reasons for Operation Cancellation on the Day of Intended Surgery in a Multidisciplinary 500 Bedded Hospital. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology*, 28(1), 66.

Kaddoum, R., Fadlallah, R., Hitti, E., El-Jardali, F., & El Eid, G. (2016). Causes of Cancellations on the Day of Surgery at a Tertiary Teaching Hospital. *BMC Health Services Research*, 16, 1-8.

Kızılcık Özkan Z. , Ünver S. , Dığın F. (2022). Yıldız Fındık Ü. Evaluation Of The Reasons For Cancellations Of Surgical Among Orthopedic Patients. *Balkan Health Sciences Journal*, 1(1): 1-10.

Koushan M, Wood LC, Greatbanks R. (2021). Evaluating Factors Associated with the Cancellation and Delay of Elective Surgical Procedures: A Systematic Review. *Int J Qual Health Care*, Jun 26;33(2):mzab092.

Meyers, N., Giron, S. E., Burkard, J. F., Bush, R. A.(2021). Preventing surgical delay and cancellation with patient-centered interventions. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 36(4), 334-338.

Morris AJ, McAvoy J, Dweik D, Ferrigno M, Macario A, Haisjackl M. (2017). Cancellation of Elective Cases in a Recently Opened, Tertiary/Quaternary-Level Hospital in the Middle East. *Anesthesia and Analgesia*, 125(1):268e71.

Pinheiro SL, Vasconcelos RO, de Oliveira JLC, de Oliveira Azevedo Matos F, Tonini NS, Alves DCI. (2017). Surgical Cancellation Rate: Quality Indicator at a Public University Hospital. *Revista Mineira de Enfermagem*,21.

Smith, M. M.,Mauermann, W. J., Cook, D. J., Hyder, J. A., Dearani, J. A., & Barbara, D. W. (2014). Same-Day Cancellation of Cardiac Surgery: A Retrospective Review at a Large Academic Tertiary Referral Center. *The Journal of Thoracic and cardiovascular surgery*, 148(2), 721-725.

Tewfik GL, Rodriguez-Aponte C, Zhang K, Ezzat B, Suri P, Chaudhry F. (2022). Outcomes and Disposition of Patients After Case Cancellation on Day of Surgery for Reasons Attributed to Medical or Anesthetic Care: A Retrospective Cohort Analysis. *Anesthesia and Analgesia*, Oct 1;135(4):845-854.

Thomas, K., Riggs, R., &Stothart, K. (2013). The Meaning of Changing Expectations: a Qualitative Descriptive Study. *Nursing Science Quarterly*, 26(1), 59–67.

Turunen, E., Miettinen, M., Setälä, L. and Vehviläinen-Julkunen, K. (2019). Elective Surgery Cancellations During the Time Between Scheduling and Operation. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 34(1), pp. 97-107.

Viftrup, A.,Dreyer, P., Nikolajsen, L., &Holm, A. (2021). Surgery cancellation: A Scoping Review of Patients' Experiences. *Journal of Clinical Nursing*, 30(3-4), 357-371.

Yılmaz A.Ç, Aygin, D. (2020). A Problem Experienced and Overlooked in the Process of Elective Surgery: Delay and Cancellation of the Surgery. *Journal of Ege University Faculty of Nursing*, 36(3), 199-206.

## KALP SESLERİNİN SEGMENTASYONU İÇİN ETKİLİ EŞİKLEME YÖNTEMİ

Araş.Gör., Ceyda BOZ <sup>1</sup>, Doç.Dr., Yücel KOÇYİĞİT <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, - 0000-0002-3111-2203

<sup>2</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0003-1785-198X

### ÖZET

Farklı bileşenlere sahip olan ve kalbin kasılması ile gevşemesi sırasında oluşan titreşimlerin bir sonucu olarak meydana gelen kalp sesleri, kardiyovasküler sistemdeki işleyişin bir yansıması olarak ortaya çıkan önemli biyolojik seslerdir. Kalp sesleri, özellikle kalp hastalıklarının erken teşhisi için temel bilgiler sağlama konusunda kritik bir rol oynar ve aritmi, kapak bozuklukları, kalp yetmezliği dahil olmak üzere çeşitli kardiyovasküler sorunları detaylı analizlerle değerlendirmek için kullanılmaktadır. Kalp sesi bileşenlerinin doğru tespiti, sistolik veya diyastolik (örneğin S1 ve S2) bölgelerin doğru tanımlanması için çok önemlidir. Böylece bu bölgelerdeki patolojik durumlar net bir şekilde ortaya konabilmektedir. Bu nedenle kalp seslerinin ön işleminde sinyal enerji dağılımını, S1 ve S2 seslerine karşılık gelen belirgin zirve noktalarını tespit etmek için kullanılan matematiksel bir ölçüm olan Shannon Enerji yönteminden yararlanılmaktadır.

Kalp seslerinin analizinin ilk aşaması, kalp sesi sinyallerinin segmentasyonunu içermektedir. Çalışmalarda kalp seslerinin segmentasyonunda eşik (threshold) değerini belirlemek için geleneksel yöntem olan diğer eşikleme yöntemi ile ortalama ve standart sapma değerlerini belirleyerek hesaplanan adaptif eşikleme yöntemi gibi yöntemler kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler genellikle zaman alıcı ve karmaşık aşamaları içermektedir. Bu çalışmada ise kalp seslerinin Otsu eşikleme ile sistolik ve diyastolik bölümlerin kolaylıkla tespit edebilen bir eşikleme yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu yöntemin diğer yapılan yöntemlere göre S1 ve S2 bölgelerinin verimli bir şekilde tespit edilmesine yardımcı olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşım, kalp hastalıklarının teşhisinde ve izlenmesinde önemli bir kaynak olarak potansiyel taşımaktadır. Shannon Enerji ve Otsu eşikleme gibi gelişmiş tekniklerin kullanımı, kalp sesi analizinin doğruluğunu artırmanın yanı sıra, aynı zamanda kardiyovasküler sağlık değerlendirmesi alanında umut verici bir çözümler bulunmasına katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kalp sesleri, segmentasyon, Shannon Enerji, eşikleme, Otsu.

### 1. GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalıklar, şu anda dünya genelinde ölümlerin önde gelen nedenlerinden birini oluşturmakta ve tüm dünya genelindeki ölümlerin üçte birini temsil etmektedir [1]. Kalp sesleri, kardiyovasküler hastalıklar hakkında erken patolojik bilgi taşır [2], bu da kardiyovasküler hastalıkların erken uyarı ve teşhisi için önemlidir. Her kalp kasılma ve gevşemesi bir kardiyak döngü oluşturur. Her kardiyak döngüde, normal bir kalp sesi ilk kalp

sesi (S1) ve ikinci kalp sesi (S2) olarak ikiye ayrılır. S1 ve S2'nin özelliklerini çıkartarak, kardiyovasküler hastalıkların erken uyarı ve teşhis modellemesi elde edilebilir [3]. Kalp sesi sinyallerini doğru bir şekilde bölütlenmesi (segmentasyon), kalp sesi modellemesinin ilk ve en önemli adımıdır. Ancak, kalp sesi segmentasyonu, kalp seslerinin sürekli değişkenliği ve arka plan gürültüsünün (gerçek dünya gürültüsü ve diğer yapay gürültüler dahil) etkisi nedeniyle zorlu bir problem olarak ortaya çıkmaktadır [4]. Ayrıca, kardiyak döngüdeki fizyolojik ve patolojik bilgiler nedeniyle, bazı patolojik PCG (Phonocardiogram) sinyallerinde hem S1'i hem de S2'yi bulmak zorlu olabilmektedir [5].

Kalp seslerinin analizi, kardiyovasküler hastalıkların erken teşhisi ve tedavisi için önemli bir rol oynamaktadır. Kalp seslerinin içerdiği bilgiler, hastalıkların belirtilerini ve durumlarını değerlendirmek için değerli ipuçları sağlamaktadır. Bu nedenle, kalp seslerinin doğru bir şekilde analiz edilmesi kritik bir öneme sahiptir. Bir kalp sesinin analizi genellikle gürültülerin giderilmesi ve ardından kalp sesinin bileşenlerinin belirlenmesi adımlarını içermektedir. İlk adım olarak, kalp sesinin içinde bulunan çeşitli gürültü kaynaklarından arındırılması gereklidir. Gürültülerin giderilmesi, kalp seslerinin daha net bir şekilde incelenmesini sağlar. Gürültülerin giderilmesinin ardından, kalp sesinin bileşenlerini belirlemek amacıyla bir zarf çıkartma işlemi gerçekleştirilir. Bu zarf, kalp sesinin farklı bileşenlerini ayırt etmek için kullanılır ve genellikle enerji odaklı yöntemlerle belirlenir.

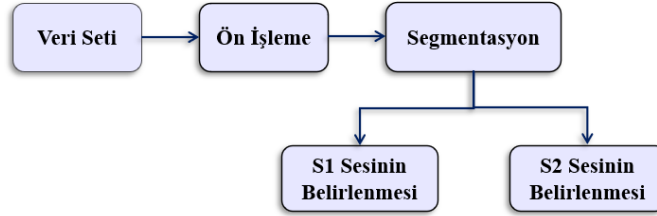
Çizelge 1, Shannon Enerjisi kullanılarak gerçekleştirilen zarf çıkartma çalışmaları ile yaygın olarak kullanılan eşikleme yöntemlerini içermektedir.

**Çizelge 1. İncelenen Segmentasyon Yöntemlerinin Özeti**

Referans	Eşikleme Yöntemleri			Envelope (Zarf) Çıkartma
	Otsu	Adaptif	Diğer	Shannon Energy
[6]	✓			
[7]		✓		✓
[8]	✓			
[9]			✓	✓
[10]		✓		✓
[11]			✓	✓
[12]			✓	✓
[13]		✓		✓
[14]			✓	✓
Bu Çalışma	✓	✓	✓	✓

## 2. MATERYAL VE METOT

Kalp seslerinin analizi için, Görsel 1'de blok diyagramda da gösterildiği gibi öncelikle veri seti alınır ve ardından ön işlem uygulanmaktadır. Ön işlem adımından sonra, Shannon Enerji eğrisindeki maksimum veya zarf, bir kalp sesi olayının olasılığını gösterir. S1 ve S2'nin konumlarını önceden tespit edilebilmesi ve optimal tepe değerini elde etmek için Otsu, Adaptif ve yeni eşikleme yöntemleri uygulanarak karşılaştırılma yapılmaktadır.



Görsel 1. Kalp Sesi Analizinin Blok Diyagramı

### 2.1. Veri Seti

Bu çalışmada, PhysioNet Computing in Cardiology 2016 [15] veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti, farklı araştırma grupları tarafından farklı konumlarda ve zamanlarda oluşturulan dokuz farklı veri setinin birleşimidir. Bu veri setinde 2435 etiketli kalp sesi bulunmakta olup 2000Hz örnekleme frekansına sahiptir [14]. Normal olarak belirtilmiş örnekler sağlıklı kalp seslerini temsil etmek için kullanılmakta, yalnızca ilk (S1) ve ikinci (S2) kalp seslerini içermektedir. Anormal olarak belirtilmiş örnekler, doğrulanmış kalp hastalarından gelen sağlıklı kalp seslerini temsil etmek için kullanılmaktadır. Toplam 121 denekten elde edilen 409 PCG kaydı içeren eğitim-a veri setinde, 292 anormal ve 117 normal kalp sesi bulunmaktadır. Bu çalışmada ise 4 anormal ve 4 normal kalp sesi kullanılmıştır.

### 2.2. Ön İşleme

Verinin ön işlemesi olarak öncelikle çentik (Notch) filtresi uygulanarak 50 Hz'lik güç hattı gürültüsünün giderilmesi ile başlamaktadır. Bu filtre, güç hattı frekansındaki gürültüyü zayıflatarak kalp sesi sinyalini daha saf hale getirmektedir. Ardından, eliptik bir filtre uygulanmaktadır ve 1000Hz'lik frekansta istenen kalp sesi bileşenlerini korurken, diğer frekanstaki gürültüyü bastırır. Bu yöntemle eliptik filtreler bant geçiren filtre olarak kullanılarak daha temiz ve net bir kalp sesi sinyali elde edilmektedir. Son olarak, filtrelenen kalp sesi sinyali normalizasyona tabi tutulur. Denklem 1'deki filtrelenen sinyalin normalizasyonu veriyi standart bir formata getirmektedir.

$$x_{\text{norm}}[\text{filtrelenen\_ses}] = \frac{x[\text{filtrelenen\_ses}]}{\max(|x[\text{filtrelenen\_ses}]|)} \quad (1)$$

Bu, verinin daha kolay karşılaştırılabilir ve analiz edilebilir olmasını sağlar. Bu işlem sonucunda, veri üzerindeki gürültü azaltılırken istenen kalp sesi bileşenleri vurgulanır ve veri daha sonraki analiz veya segmentasyon aşamaları için uygun hale getirilmektedir.



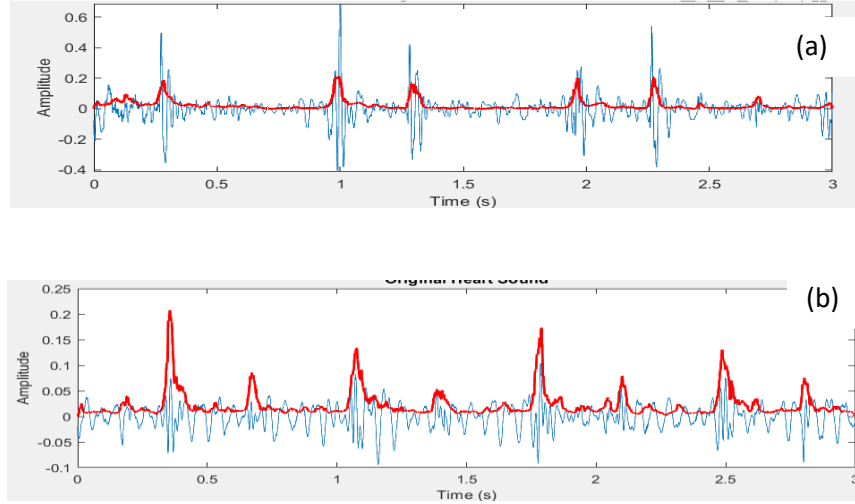
### 2.3. Segmentasyon

#### 2.3.1. Shannon Enerji Zarfi

Shannon enerjisi, sinyalin anlık genlik değerlerinin mutlak değeri olarak hesaplanır ve bu sayede yüksek yoğunluktaki alanlardaki vurguyu artırarak düşük değerli gürültünün etkisini azaltmaktadır [12]. Kalp sesi üzerinde hesaplanan Shannon enerjisi Görsel 2 'de gösterilmiştir. Shannon enerjisi hesaplaması aşağıdaki formülle gerçekleştirilir:

$$E(t) = -s(t)^2 \cdot \log s(t)^2 \quad (2)$$

Daha sonra, zarf (envelopogram) hesaplanmaktadır. Envelopogramlar, genellikle sinyalin yüksek enerji yoğunluğuna odaklanır. Bir PCG sinyalinde, S1 ve S2 bölgeleri yüksek enerji içerir. Bu nedenle, S1 ve S2'nin başlangıç ve bitiş anlarını tespit etmek için zarfın bant geçiren filtreleme ile saptanması gerekmektedir [16].



#### 2.3.2. Eşikleme (Thresholding) Yöntemleri

Otsu'nun yöntemi, bilgisayar görüşü ve görüntü işleme alanında yaygın olarak kullanılan bir otomatik histogram tabanlı görüntü eşikleme yöntemidir. Bu yöntem, Nobuyuki Otsu tarafından geliştirilmiştir [17]. Otsu eşikleme yöntemi, bir veri kümesini iki sınıfa bölmek için eşik seçer, böylece sınıf içi varyansı minimize eder. Bu otomatik eşikleme yöntemi, segmentasyon algoritmasını basitleştirir ve önerilen algoritmanın hesaplama karmaşıklığını azaltır.

Zirveler tespit edildikten sonra, yanlış tespit edilen zirveler ve gürültülü zirveler varsa, bunlar daha fazla analiz için elenir. Son aşamada, tanımlanan zirveler, her birinin enerjisine dayalı olarak S1 ve S2 olarak sınıflandırılır.

Adaptif eşikleme yöntemi, genellikle ortalama ve standart sapma gibi istatistiksel özelliklere dayanarak hesaplanmaktadır. Bu yöntem, bir sinyalin yerel istatistiksel özelliklerini kullanarak eşik değerini otomatik olarak ayarlar. Ortalama Temelli Adaptif Eşikleme, her pikselin etrafındaki bir bölge içindeki ortalama değeri hesaplar ve sonrasında bu ortalama değer, arka plan ile nesne arasındaki kontrast farkını belirlemek için etkilidir. Standart Sapma Temelli Adaptif Eşikleme, her pikselin etrafındaki bir

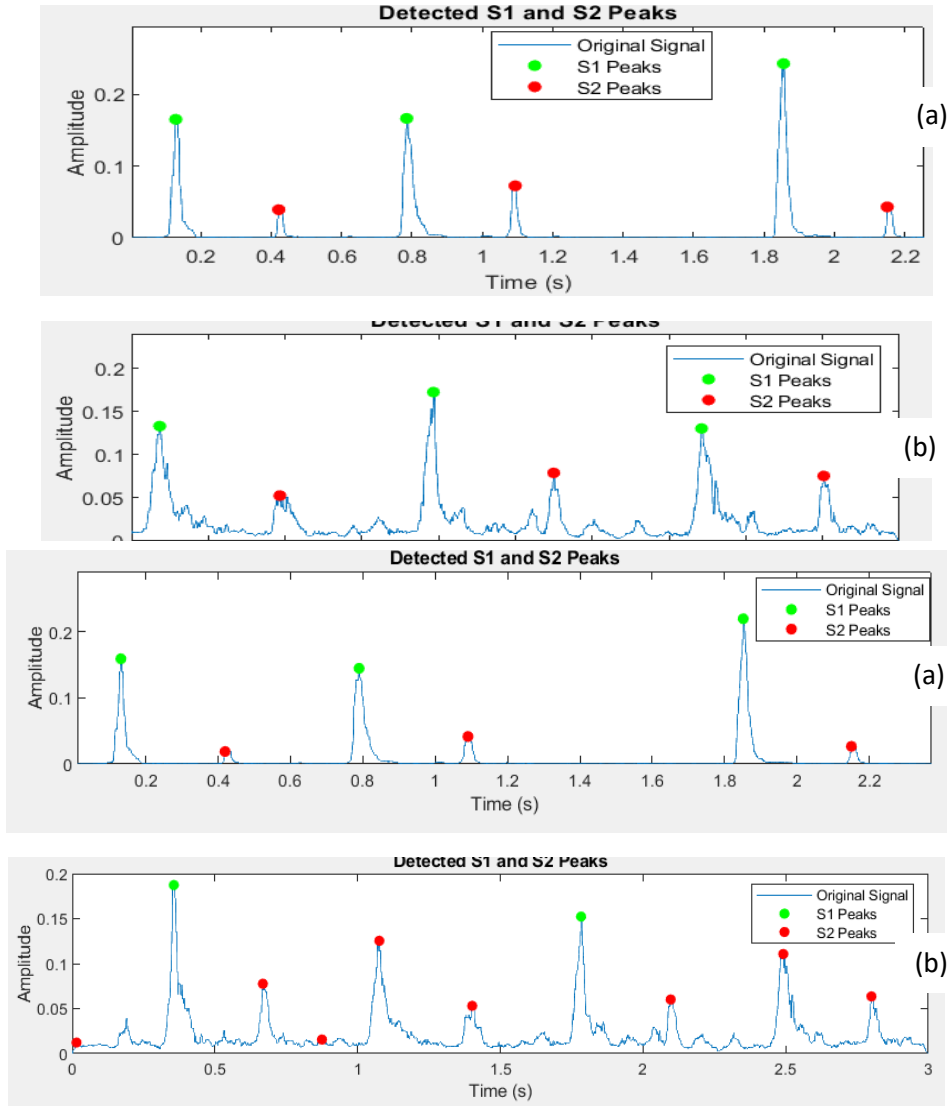
bölge içindeki standart sapma değeri hesaplanır. Standart sapma, piksel değerlerinin değişkenliğini ifade eder. Yüksek standart sapma değerleri, nesnelerin daha belirgin olduğu bölgeleri göstermektedir.

Adaptif eşikleme, özellikle görüntü işleme uygulamalarında gürültünün azaltılması ve nesnelerin kesin bir şekilde ayrılması gereken senaryolarda önemli bir yardımcı araç olarak kullanılmaktadır.

Diğer eşikleme teknikleri, bazı araştırmalarda deneme-yanılma yaklaşımı ile uygulanırken, diğer araştırmalarda tamamen yeni geliştirilen eşikleme yöntemleri tercih edilmektedir. Bu çalışmada ise deneme-yanılma yöntemi benimsenmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

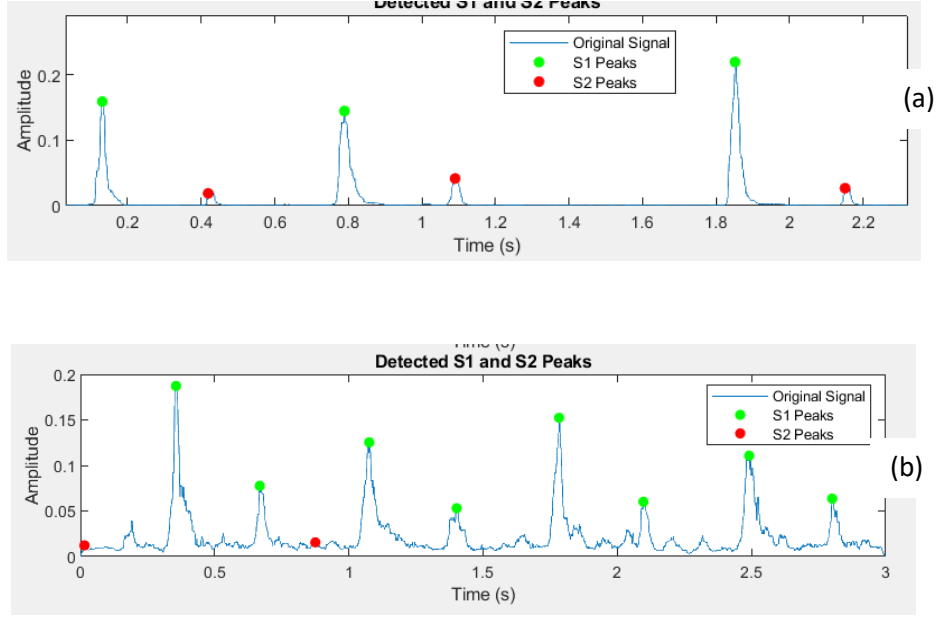
Üç tane eşikleme yönteminin karşılaştırılması sonucunda bu çalışmada, Otsu eşikleme yönteminin S1 ve S2 kalp seslerini daha belirgin bir şekilde ayırdığını göstermektedir.



**Görsel 4. Kalp Sesinde Adaptif Yöntemi: (a) Normal Kalp Sesi (b) Anormal Kalp Sesi**

Görsel 3'te Otsu eşikleme yöntemi ile normal ve anormal kalp sesleri için S1 ve S2 sesleri belirtilmiştir. Görsel 4'te Adaptif eşikleme yöntemi ile normal ve anormal kalp sesleri için S1 ve S2 sesleri belirtilmiştir.

Görsel 5'te Deneme-yanılma eşikleme yöntemi ile normal ve anormal kalp sesleri için S1 ve S2 sesleri belirtilmiştir.



#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Otsu yöntemi, Shannon enerji zarfı ile kullanıldığında daha hassas ve doğru sonuçlar elde edilmesine yardımcı olmuştur. Adaptif ve deneme-yanılma yöntemleri ise bu açıdan Otsu yöntemine göre daha az performans göstermiştir. Bu çalışma, kalp seslerinin analizi için farklı eşikleme yöntemlerinin performansını değerlendirmektedir. Bu bulgular, kalp hastalıklarının teşhisinde ve takibinde kullanılan kalp sesi analizi tekniklerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ancak, daha fazla araştırma ve farklı veri setleri üzerinde deneyler yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] “Cardiovascular diseases, 2022.” Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases>
- [2] S. Yuenyong, A. Nishihara, W. Kongprawechnon, and K. Tungpimolrut, “A framework for automatic heart sound analysis without segmentation,” *Biomed Eng Online*, vol. 10, Feb. 2011.
- [3] S. W. Deng and J. Q. Han, “Towards heart sound classification without segmentation via autocorrelation feature and diffusion maps,” *Future Generation Computer Systems*, vol. 60, pp. 13–21, Jul. 2016.
- [4] W. Zhang and J. Han, “Towards heart sound classification without segmentation using convolutional neural network,” in *Computing in Cardiology*, IEEE Computer Society, 2017, pp. 1–4.
- [5] W. Zhang, J. Han, and S. Deng, “Heart sound classification based on scaled spectrogram and partial least squares regression,” *Biomed Signal Process Control*, vol. 32, pp. 20–28, Feb. 2017.
- [6] P. K. Jain and A. K. Tiwari, “An Algorithm for Automatic Segmentation of Heart Sound Signal Acquired Using Seismocardiography”. IEEE, 2016.
- [7] M. Nath and S. Srivastava, “4th Order Shannon Energy Envelope Approach for Localization of S1 and S2 for Early-Stage Detection of Heart Valve Dysfunction” *Traitement du Signal*, vol. 40, no. 2, pp. 479–490, Apr. 2023.
- [8] H. Chen and R. Gururajan, “A De-Noising Method For Heart Sound Signal Using Otsu’s Threshold Selection.”
- [9] F. Zannat, M. M. Khan, and S. Al Sohad, “Automated System for Features Extraction from PCG Signal,” in *Proceedings - 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication*, ICCMC 2021, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Apr. 2021.
- [10] X. Xu, X. Geng, Z. Gao, H. Yang, Z. Dai, and H. Zhang, “Optimal Heart Sound Segmentation Algorithm Based on K-Mean Clustering and Wavelet Transform,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 2, Jan. 2023.
- [11] O. Deperlioglu, “Segmentation of Heart Sounds by Re-Sampled Signal Energy Method.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/334536799>
- [12] S. Kumari, D. Jyotishi, S. Das, and S. Dandapat, “Analyzing the Effect of Segmentation on PCG Based Biometric System,” *19th India Council International Conference*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022.
- [13] P. K. Jain and A. K. Tiwari, “An adaptive thresholding method for the wavelet based denoising of phonocardiogram signal,” *Biomed Signal Process Control*, vol. 38, pp. 388–399, Sep. 2017.
- [14] M. Guven and F. Uysal, “A New Method for Heart Disease Detection: Long Short-Term Feature Extraction from Heart Sound Data,” *Sensors*, vol. 23, no. 13, Jul. 2023.
- [15] “PhysioNet/CinC Challenge 2016.” Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://physionet.org/content/challenge-2016/1.0.0/>
- [16] S. K. Ghosh, R. N. Ponnalagu, R. K. Tripathy, G. Panda, and R. B. Pachori, “Automated Heart Sound Activity Detection From PCG Signal Using Time-Frequency-Domain Deep Neural Network,” *IEEE Trans Instrum Meas*, vol. 71, 2022.

## 'PERSPECTIVE OF HEALTH VOCATIONAL SCHOOL CLASSES ON CADAVER AND ORGAN DONATION'

Asst. Prof. Dr. Erençül BODUÇ<sup>1</sup>, Assoc. Prof. Dr. Tülay Diken ALLAHVERDİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kafkas University, Medicine Faculty, Department of Anatomy,  
ORCID ID: 0000-0001-8872-1993

<sup>2</sup> Kafkas University, Medicine Faculty, Department of General Surgery,  
-ORCID ID: 0000-0001-7723-7338

### ABSTRACT

Cadaver and organ donation is a very important issue that is becoming more and more important day by day and requires public awareness. Cadaver serves as the first patient in the training of physicians and healthcare professionals, which will reduce possible professional practice errors in the future. Today, cadavers have become an indispensable element not only in undergraduate and associate degree education but also in postgraduate surgical training courses. However, especially in our country, availability and donations are very low. Organ donation is literally a second chance at life given to people. Increasing public awareness about organ donation and increasing donors saves a life every second. In this study, the opinions of the anesthesia and paramedic classes of the health vocational school were taken about organ and cadaver donation. The results obtained were compared with the chi-square test and the significance ratio of the answers given by two different classes was examined. Raising people's awareness about the theme of organ and cadaver donation, especially starting from health schools, will increase the level of awareness on this issue and make great contributions to the field of health.

**Key words:** Cadaver, Donation, Organ donation, Organ transplantation, Students' perspective

### 1.INTRODUCTION

Cadaver and organ donation is one of the most intense topics in health research today (1). Raising awareness for both cadaver and organ donation is actually necessary in every educational unit of society (2). Increasing this awareness, especially in health faculties, is one of the most important duties of health educators and academicians. However, some religious beliefs in organ donation and the storage conditions of the cadaver in cadaver donation may push donors one step further (3,4). Since both issues carry mysterious situations in themselves, a lot of training for donors can actually prevent the issue of holding back on donating (4,5).

In this study, the opinions of paramedic and anesthesia department students of vocational high school of health about cadaveric organ donation were taken. It was aimed to transfer the study to the literature and raise awareness on this subject.

## 2. EXPERIMENTAL STUDIES

The participants of this study were students of the anesthesia and paramedic department of Kafkas University Vocational School in the 2022-2023 academic year. The data collection forms used in the research were prepared on the web and their links were sent to the students by e-mail. 102 students (58 from the anesthesia department, 44 from the paramedic department) responded to the questions asked. Data collection items were prepared as a 5-point Likert scale (5 = completely agree %, 4 = completely disagree %, 3 = undecided %, 2 = agree %, 1 = disagree %). The answers given by the students were automatically analyzed via the web system and the results were obtained through the software. The frequencies and percentages of the selected answer options were automatically calculated in the system and compared statistically by gender with the  $\chi^2$  test (Table 1, Table 2, Table 3).

### 2.1. Statistical analysis

Anesthesia and paramedic department students were compared according to their answers. Statistical analysis was performed using SPSS 22.0 software program for Windows (IBM SPSS Inc, Armonk, NY). Descriptive statistics for categorical variables were expressed as frequency and percentage values (Table 1-2).  $\chi^2$  test was used to analyze categorical data. The results were evaluated within the 95% confidence interval and a P value of  $0 < 0.05$  was considered significant (Table 3).

## 3. RESULTS AND EVALUATION

According to students' opinions, emphasizing the importance of organ donation in the first questions is ahead of cadaver donation. In the next question, those who want to donate their organs are more than those who want to donate their bodies to cadavers. The anesthesia class gave a higher rate of 'disagree' than the paramedic class regarding the statement 'I do not donate my organs for religious reasons'. The situation is the same for the opinion 'I do not donate my body for religious reasons', the anesthesia class responded 'disagree' at a higher rate than the paramedic class. The number of 'undecided' and 'disagree' students in both paramedic and anesthesia classes is quite high regarding the opinion 'I will not donate my organs and cadavers because I believe in life after death'. But in addition, there is a majority in both classes that agrees with this view. In the ninth question, factors such as using the body as a cadaver, drugging it, and preserving it in tanks after the body was donated emotionally disturbed most students in both classes. On the other hand, in organ donation, the excision or disruption of the integrity of the organs does not disturb students emotionally as much as cadaver donation. Although most students are both indecisive and disagree with the idea of the body being a cadaver instead of rotting in the grave, students have a more positive view of organs being donated instead of rotting in the grave. In the fourteenth question, most of the student opinions regarding the conditions under which my body will be preserved after donating it are 'undecided' and 'disagree' (table 1-2). In the sixth question, there is a statistically significant difference between the anesthesia and paramedic classes in the comment 'I do not donate my body because of religious factors' ( $p=0.03$ , table 3).

## 4. GENERAL EVALUATION AND RESULTS

Organ and cadaver donation are two important issues in the field of health that need to be clarified day by day and conveyed to large masses (6,7,8). Unfortunately, both issues do not



receive the necessary attention in our country (2,6). This is delaying the training of qualified physicians and the second chance of life given to people day by day (8,9,10).

In this study, students in the anesthesia and paramedic department were selected for public information and data collection forms were sent to these students. Considering the results, what is needed before raising public awareness about cadaver and organ donation issues is to first raise awareness in health schools.

The students participating in the study viewed the importance of cadaver and organ donation positively, but there were inadequacies in the answers given to the questions. Although the answer to the statement 'I do not donate my body and organ for religious reasons' is overwhelming in both schools, there are also students who are undecided and agree with this statement. In addition, most students are hesitant to donate their bodies, especially in cadaver donation. The reason for this is that donors are uncomfortable seeing their naked bodies and all procedures, from cadaver preservation solutions to cadaver storage tanks, can irritate donors. Therefore, perhaps the infrastructures of anatomy departments are technological and well-maintained, and the storage procedures may be ethically attractive to donors.

Most students generally have a positive view of organ donation. But religious reasons should be overcome regarding this. People's belief in the afterlife can prevent this. Additionally, the cutting of organs during transfer can affect donors emotionally.

As a result, organ and cadaver donation is one of the most important health issues of the society (1,2,6). But considering the responses we received from the study, society's awareness really needs to be raised in a very effective way. In addition, hospital and university infrastructures for cadaver and organ donation should be highly developed and encouraging (1,8,10).

**Table 1. Percentage values given by the anesthesia class to the questions**

Class of Anesthesia N: 58	Absolutely Agree %	Agree %	Undecided %	Absolutely Disagree %	Disagree %
<b>1- Organ transplantation is important.</b>	48,3	36,2	13,8		1,7
<b>2- Cadaver donation is of great importance for the education of health faculties.</b>	63,8	24,1	8,6	3,4	
<b>3- The idea of donating my body,</b>	13,8	6,9	53,4	10,3	15,5
<b>4- The idea of donating my organs,</b>	31	19	36,2	3,4	10,3
<b>5- I do not donate my organs for religious reasons.</b>	8,6	6,9	24,1	13,8	46,6
<b>6- I do not donate my body for religious reasons.</b>	13,8	13,8	22,4	10,3	39,7
<b>7- I do not donate my organs because of my belief in life after death.</b>	8,6	6,9	27,6	17,2	39,7
<b>8- I do not donate my body because I believe in life after death.</b>	13,8	8,6	25,9	17,2	34,5
<b>9- I do not donate my body because donating my body</b>	20,7	19	25,9	17,2	17,2

<b>disturbs me emotionally. (Embalming with formalin, keeping in tanks, cutting off the body, etc.)</b>					
<b>10- Receiving my organs through donation after death and losing them disturbs me emotionally. I don't donate my organs (cutting off my organ, cutting my body, etc.)</b>	12,1	15,5	24,1	22,4	25,9
<b>11- I would prefer my body to be used as a donation instead of rotting in the grave.</b>	27,6	8,6	39,7	5,2	19
<b>12- I would prefer my organs to be donated and used instead of rotting in the grave.</b>	31	19	32,8	5,2	12,1
<b>13- I will not donate my body because students and educators will see my body naked.</b>	8,6	24,1	25,9	19	22,4
<b>14- Under what conditions will my body be preserved when I donate my body? Don't donate my body according to this thought. on the subject (will I just be thrown away, will my private parts be covered, will the solutions used affect my body? Will I burn it or freeze it because all of these affect me emotionally)</b>	15,5	20,7	32,8	12,1	19

**Table 2. Percentage values given by the paramedic class to the questions**

<b>Class of Paramedic N:44</b>	<b>Absolutely Agree %</b>	<b>Agree %</b>	<b>Undecided %</b>	<b>Absolutely Disagree %</b>	<b>Disagree %</b>
<b>1- Organ transplantation is important.</b>	59,1	22,7	13,6		4,5
<b>2- Cadaver donation is of great importance for the education of health faculties.</b>	45,5	36,4	13,6	4,5	
<b>3- The idea of donating my body,</b>	11,4	11,4	34,1	18,2	25
<b>4- The idea of donating my organs,</b>	18,2	25	29,5	11,4	15,9
<b>5- I do not donate my organs for religious reasons.</b>	15,9	11,4	34,1	20,5	18,2
<b>6- I do not donate my body for religious reasons.</b>	22,7	11,4	43,2	9,1	13,6
<b>7- I do not donate my organs because of my belief in life after death.</b>	20,5	11,4	25	15,9	27,3
<b>8- I do not donate my body because I believe in life after death.</b>	25	13,6	31,8	6,8	22,7
<b>9- I do not donate my body because donating my body disturbs me</b>	36,4	20,5	27,3	2,3	13,6

emotionally. (Embalming with formalin, keeping in tanks, cutting off the body, etc.)					
10- Receiving my organs through donation after death and losing them disturbs me emotionally. I don't donate my organs (cutting off my organ, cutting my body, etc.)	29,5	20,5	18,2	9,1	22,7
11- I would prefer my body to be used as a donation instead of rotting in the grave.	13,6	11,4	38,6	15,9	20,5
12- I would prefer my organs to be donated and used instead of rotting in the grave.	22,7	18,2	36,4	6,8	15,9
13- I will not donate my body because students and educators will see my body naked.	20,5	18,2	25	9,1	27,3
14- Under what conditions will my body be preserved when I donate my body? Don't donate my body according to this thought. on the subject (will I just be thrown away, will my private parts be covered, will the solutions used affect my body? Will I burn it or freeze it because all of these affect me emotionally)	27,3	6,8	36,4	13,6	15,9

**Table 3. 'P' values**

QUESTIONS	'p' VALUES
1- Organ transplantation is important.	<b>0,436</b>
2- Cadaver donation is of great importance for the education of health faculties.	<b>0,329</b>
3- The idea of donating my body,	<b>0,284</b>
4- The idea of donating my organs,	<b>0,261</b>
5- I do not donate my organs for religious reasons.	<b>0,059</b>
6- I do not donate my body for religious reasons.	<b>0,03</b>
7- I do not donate my organs because of my belief in life after death.	<b>0,364</b>
8- I do not donate my body because I believe in life after death.	<b>0,207</b>
9- I do not donate my body because donating my body disturbs me emotionally. (Embalming with formalin, keeping in tanks, cutting off the body, etc.)	<b>0,104</b>
11- I would prefer my body to be used as a donation instead of rotting in the grave.	<b>0,246</b>
12- I would prefer my organs to be donated and used instead of rotting in the grave.	<b>0,892</b>
13- I will not donate my body because students and educators will see my body naked.	<b>0,301</b>
14- Under what conditions will my body be preserved when I donate my body? Don't donate my body according to this thought. on the subject (will I just be thrown away, will my private parts be covered, will the solutions used affect my body? Will I burn it or freeze it because all of these affect me emotionally)	<b>0,265</b>

**Ethical Approval:** Ethics committee approval was received for this study from Ethics Committee of Kafkas University Faculty of Medicine, in accordance with the World Medical Association Declaration of Helsinki, with the approval number: 26.04.2023/04

## REFERENCES

- [1] Boduç E, Allahverdi TD. Medical students' views on cadaver and organ donation. *InTransplantation Proceedings* 2022 Oct 1 (Vol. 54, No. 8, pp. 2057-2062). Elsevier.
- [2] Boduç E, Allahverdi TD. Medicine Faculty Students' Perspective on Cadaver and Organ Donation in the COVID-19 Pandemic. *InTransplantation Proceedings* 2023 Apr 1 (Vol. 55, No. 3, pp. 508-513). Elsevier.
- [3] Söylemez BA, Ordin YS. Attitudes of the third-year nursing students toward organ donation: cross-sectional study. *InTransplantation proceedings* 2017 Oct 1 (Vol. 49, No. 8, pp. 1698-1701). Elsevier.
- [4] Tsubaki M, Tougo S, Kobayashi M, Arakawa S, Yoshida K. Narrative review on attitudes toward organ donation of undergraduate nurse students. *Japan Journal of Nursing Science*. 2020 Jan;17(1):e12291.
- [5] Boulware LE, Ratner LE, Cooper LA, LaVeist TA, Powe NR. Whole body donation for medical science: A population-based study. *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists*. 2004;17(7):570-7.
- [6] Şehirli ÜS, Saka E, Sarıkaya Ö. Attitudes of Turkish anatomists toward cadaver donation. *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists*. 2004;17(8):677-81.
- [7] Cantwell M, Clifford C. English nursing and medical students' attitudes towards organ donation. *Journal of advanced nursing*. 2000 Oct;32(4):961-8.
- [8] Halou H, Chalkias A, Mystrioti D, Iacovidou N, Vasileiou PV, Xanthos T. Evaluation of the willingness for cadaveric donation in Greece: A population-based study. *Anatomical sciences education*. 2013 Jan;6(1):48-55.
- [9] Sakallı GD, Dağ GS. Organ transplantation and donation from the point of view of college students. *InTransplantation Proceedings* 2020 Jan 1 (Vol. 52, No. 1, pp. 26-31). Elsevier.
- [10] Lima CX, Lima MV, Cerqueira RG, Cerqueira TG, Ramos TS, Nascimento M, Andrade CR, Cunha DG, Garcia SL. Organ donation: cross-sectional survey of knowledge and personal views of Brazilian medical students and physicians. *InTransplantation proceedings* 2010 Jun 1 (Vol. 42, No. 5, pp. 1466-1471). Elsevier.

## AMATÖR LİGLERDEKİ FUTBOLCULAR VE UYKU DÜZENİNİN ÖNEMİ

**Prof. Dr. Mahmut AÇAK<sup>1</sup>, Arş. Gör. Hakan BÜYÜKÇELEBİ<sup>2</sup>,  
Arş. Gör. Mehmet AKARSU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi,  
0000-0002-2843-4834

<sup>2</sup> İnönü Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, [mehmet\\_akarsu@inonu.edu.tr](mailto:mehmet_akarsu@inonu.edu.tr) -  
0000-0002-8149-801X, [hakan.buyukcelebi@inonu.edu.tr](mailto:hakan.buyukcelebi@inonu.edu.tr) - 0000-0002-5504-6917

### ÖZET

Uyku, en temel biyolojik aktivitelerden bir tanesi olarak tanımlanabilir. Vücut dokularının gün boyunca işleyen metabolik süreçlerden yoksun kaldığı ve vücudu ertesi güne hazırladığı bir süreçtir. Spor performansı çok yönlüdür ve etkilenebilen bir süreçtir. Yapılan bu çalışmada ise 2022-2023 sezonunda Süper Amatör ve Bölgesel Amatör Ligde oynayan sporcuların uyku davranışlarının incelenerek bu durumun oynadıkları liglere göre etkisini tespit etmek amaçlanmıştır.

Çalışmanın örneklemini, 2022-2023 sezonunda Süper Amatör ve Bölgesel Amatör Ligde oynayan sporcu grubu oluşturmaktadır. Araştırmada verileri toplamak için nicel veri toplama yöntemi olan anket tekniği uygulanmıştır. Anket iki bölümden oluşmaktadır. Buna göre, birinci bölümde, katılımcıların demografik özellikleri hakkında bilgi elde etmek için 12 soru sorulmuştur. İkinci bölüme ise, Driller ve ark. (2018) tarafından geliştirilen, Darendeli ve ark. (2019) tarafından Türkçeye çevrilmiş ‘Sporcu Uyku Davranış Anketi’ isimli, 17 maddelik anket uygulanmıştır. Çalışmada ilişkisel tarama yöntemi uygulanmıştır. Verilerin analizi için ise SPSS 25 programı kullanılmıştır.

Çalışmada, lig ve yaş değişkenine göre sporla ilişkili faktörlerde, uyku kalitesinde, verimli uyku alışkanlığında ve uyku bozukluğunda anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Eğitim durumları değişkeninde ise sporla ilişkili faktörler alt boyutunda anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Söz konusu alt boyut dışındaki tüm alt boyutlarda anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Ayrıca alt seviyedeki sporcuların uyku davranış düzeylerinin üst seviyedeki liglerdeki sporculara oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Alt seviyedeki sporcuların üst seviyedeki sporculara göre uyku davranış düzeylerinin daha düşük olması, düşük seviyedeki liglerde oynayan sporcuların yaşlarının daha düşük olmasıyla açıklanabilir. Yaşı küçük sporcuların uykunun önemi hakkında daha az bilgiye sahip olduğu ve uykuya daha az önem verdiği düşünülmektedir. Sporcuların uyku davranış düzeylerindeki düzensizlik ve yeterli uykuyu alamamaları sonraki müsabakaya hazırlanmalarını zorlaştırır. Bununla birlikte sportif performansları da olumsuz yönde etkilenir. Özellikle genç yaştaki

sporcuların gelişiminde uykunun rolü daha iyi açıklanmalı ve sporcular tarafından benimsenmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Futbol, uyku, amatör, antrenör.

## **SOCCER PLAYERS IN AMATEUR LEAGUES AND THE IMPORTANCE OF SLEEP**

### **ABSTRACT**

Sleep can be defined as one of the most fundamental biological activities. It "s a process in which the body tissues are deprived of the metabolic processes that operate during the day and prepare the body for the next day. Sports performance is multifaceted and can be affected. In this study, it was aimed to examine the sleep behaviors of the athletes playing in the Super Amateur and Regional Amateur League in the 2022-2023 season and to determine the effect of this situation according to the leagues they play.

The sample of the study consists of athletes group of playing in the Super Amateur and Regional Amateur League in the 2022-2023 season. The survey technique, which is a quantitative data collection method, was applied to collect data in the study. The questionnaire consists of two parts. Accordingly, in the first part, 12 questions were asked to obtain information about the demographic characteristics of the participants. In the second part, a 17-item questionnaire called 'Athlete Sleep Behavior Questionnaire' developed by Driller et al. (2018) and translated into Turkish by Darendeli et al. (2019) was applied. Relational screening method was applied in the study. SPSS 25 program was used for data analysis.

In the study, significant differences were found in sports-related factors, sleep quality, productive sleep habits and sleep disturbance according to league and age variables ( $p < 0.05$ ). No significant difference was found in the sub-dimension of sport-related factors in the variable of educational status ( $p > 0.05$ ). Significant differences were found in all sub-dimensions except the sub-dimension in question ( $p < 0.05$ ). In addition, it was determined that the sleep behavior levels of the lower level athletes were lower than the athletes in the upper level leagues.

The lower sleep behavior levels of lower level athletes compared to higher level athletes can be explained by the lower age of athletes playing in lower level leagues. It is thought that younger athletes have less knowledge about the importance of sleep and give less importance to sleep. The irregularity in the sleep behavior levels of athletes and their inability to get enough sleep make it difficult for them to prepare for the next competition. In addition, their sportive performance is also negatively affected. The role of sleep in the development of young athletes should be better explained and adopted by athletes.

**Keywords:** Football, sleep, amateur, coach.



## 1. GİRİŞ

Uyku, en temel biyolojik aktivitelerinden biridir. Vücut dokularının gün boyunca işleyen metabolik süreçlerden kurtulduğu ve vücudu ertesi güne için hazırladığı bir süreçtir (Aldabal ve ark., 2011). Uykunun çeşitli fizyolojik sistemler üzerindeki etkisi olduğu uzun zamandır kabul edilen bir durumdur (Coote, 1982). Son yıllarda uykunun fizyolojik ölçümünde de teknolojik ilerlemelerden faydalanılmaktadır (Signal ve ark., 2005). Elit sporcuların performansı nöromotor performans, etkin kortikal kontrol, entelektüel, motor hafıza, koordinasyon, görsel işaretleme, denge, odaklanma, hormonal kontrol ve etkin enerji metabolizmasına bağlıdır (Chandrasekaran, 2020; Gorman ve ark., 2015). Tüm bunlarla birlikte, uykusuz geceler ve seyahatlerle aşırı antrenman yapma, uykunun, uyku kayıplarının, duygusal davranışların, uykuyu bölebileceği veya yoksun bırakabileceği söylenebilir (Chandrasekaran, 2020). Bu da spor performansını etkileyebilir.

Sporcular üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda, 16-20 yaş aralığındaki çeşitli dallarda spor yapan kız sporcuların yaptığı düşük ve yüksek düzeydeki egzersizler araştırılmış ve bu araştırma neticesinde düşük veya yüksek egzersizin uyku kalitesi üzerinde olumlu veya olumsuz bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra spor yapan ve sedanter grup üzerinde yapılan çalışmada ise, spor yapan grubun sedanter gruba göre uykuda daha uzun süre kaldıklarına rastlanmaktadır (Vardar ve ark., 2005).

Spor aktivitelerinin şiddeti ve yoğunluğu arttıkça uyku kalitesinde de pozitif yönde bir artış gözlemlenmektedir (Dworak ve ark., 2008). Ancak, düşük ve orta şiddetteki fiziksel aktivitelerin uyku kalitesini etkilediğini gösteren herhangi bir veriye rastlanmamaktadır (Foti ve ark., 2011). Benzer çalışmalarda göz önüne alındığında uyku ile sportif aktiviteler arasında bağlantı olduğu söylenebilir.

Yapılan bu çalışmada ise 2022-2023 sezonunda Süper Amatör ve Bölgesel Amatör Ligde oynayan sporcuların uyku davranışlarının incelenerek bu durumun oynadıkları liglere göre etkisini tespit etmek amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Amatör liglerde mücadele eden erkek futbolcuların uyku davranışlarının değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden “ilişkisel tarama” modeli kullanılmıştır.

Çalışmanın örneklemini, 2022-2023 sezonunda Süper Amatör ve Bölgesel Amatör Ligde oynayan sporcu grubu oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan anket iki bölümden ve 29 sorudan oluşmaktadır. Anketin birinci bölümünde katılımcıların kişisel bilgilerini belirlemek amacıyla “Kişisel Bilgi Formu” ve ikinci bölümünde ise farklı futbol liglerinde oynayan erkek futbolcuların 8 uyku davranışlarının incelenmesi amacıyla “Sporcu Uyku Davranış Anketi (SUDA-TR)” yer almaktadır.

Verilerin analizleri yapılmadan önce normallik sınaması kapsamında verilerin çarpıklık-basıklık analizleri yapılmıştır. Bu doğrultuda verilerin uç değerlerinin 1,244 ile -0,434 arasında yer aldığı görülmüştür. Dolayısıyla verilerin normal dağılım gösterdiği anlaşılmıştır (Tabachnik ve ark., 2007). Üçlü ve daha fazla kategorik değişken olan grupların karşılaştırılmasında varyans analizi (One WAY ANOVA) kullanılmıştır. Çoklu karşılaştırma (post hoc) testlerinde ise homojen dağılan grupların

karşılaştırılmasında Tukey HSD, homojen dağılmayan gruplarda ise Tamhane T2 testleri yapılmıştır. Veri analizinde SPSS 25 paket programı kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Çalışmanın bulguları ölçeğin puan ortalamasının lig değişkenine göre anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır ( $p<0.05$ ). Ölçeğin alt boyutlarına yönelik bulgular incelendiğinde ise, uyku kalitesi, verimli uyku alışkanlığı ve uyku bozukluğu alt boyutlarında anlamlı farklılıklar görülmüştür ( $p<0.05$ ). Eğitim durumları değişkeninde ise sporla ilişkili faktörler alt boyutunda anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Ölçekte görülen sporcuların günde uyuduğu uyku saatlerinde anlamlı bir fark görülmüştür ( $p<0.05$ ). 2 ligden katılım sağlayan futbolcuların günde uyuduğu uyku saatleri hemen hemen birbirine yakın olup, lig farkının uyku saatlerine etkisinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Bir diğer ölçek alt boyutu olan uyku bozukluğu alt boyutunun da yaş gruplarına göre anlamlı farklılıklar içerdiği görülmektedir ( $p<0.05$ ).

### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada, lig ve yaş değişkenine göre sporla ilişkili faktörlerde, uyku kalitesinde, verimli uyku alışkanlığında ve uyku bozukluğunda anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Eğitim durumları değişkeninde ise sporla ilişkili faktörler alt boyutunda anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Söz konusu alt boyut dışındaki tüm alt boyutlarda anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca alt seviyedeki sporcuların uyku davranış düzeylerinin üst seviyedeki liglerdeki sporculara oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Yoka ve ark. (2021), Covid-19 pandemi sürecinde sporcuların korona virüs anksiyete durumu ve uyku kalitesinin incelenmesine yönelik yaptıkları araştırmada uyku kalitesi alt boyutunda uyku davranışları düzeyinde yaş değişkenine göre anlamlı farklılıklar görülmektedir. Bu sonuç, araştırmamızdaki bulgular ile paralellik göstermektedir.

Öte yandan Demiralay (2021), amatör ve profesyonel futbolcuların beslenme bilgi düzeyinin, uyku davranışlarının ve tükenmişlik durumlarının incelenmesi üzerine gerçekleştirdikleri çalışma da ise, uyku kalitesi, verimli uyku alışkanlığı ve uyku bozukluğu alt boyutlarında yaş değişkenine göre anlamlı farklılıklar görülmediği tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmadaki sonuç da araştırmamızdaki bulgular ile paralellik göstermektedir.

Alt seviyedeki sporcuların üst seviyedeki sporculara göre uyku davranış düzeylerinin daha düşük olması, düşük seviyedeki liglerde oynayan sporcuların yaşlarının daha düşük olmasıyla açıklanabilir. Yaşı küçük sporcuların uykunun önemi hakkında daha az bilgiye sahip olduğu ve uykuya daha az önem verdiği düşünülmektedir. Sporcuların uyku davranış düzeylerindeki düzensizlik ve yeterli uykuyu alamamaları sonraki müsabakaya hazırlanmalarını zorlaştırır. Bununla birlikte sportif performansları da olumsuz yönde etkilenir. Bu durum sporcunun yalnızca verimsiz olmasına değil aynı zamanda sakatlık riskinin artmasına da sebep olabilir.

Hücrelerin, enerji ve sinir sisteminin yenilenmesi için gerekli olan uykunun karşılanması oldukça önemlidir.

Uyku üzerine sadece yeterli süre değil aynı zamanda uyku düzeninin oluşturulması gerekliliğine dair çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar ile bireylerin uyuması gereken optimum saat aralıkları tespit edilmeye çalışılmaktadır. Yalnızca sürenin değil, sirkadiyen ritme bağlı olarak uyku aralıklarının da önemli olduğu bir konu da genç yaştaki sporculara uykunun rolü daha iyi açıklanmalıdır. Bu durum sporcunun gelişimini ve potansiyeline ulaşma ihtimalini doğrudan etkileyebilir.

## KAYNAKÇA

- Aldabali L. (2011). Bahammam AS. Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. *Open Respir Med J*;5:31—43.
- Coote, J. H. (2021). Respiratory and circulatory control during sleep. *J Exp Biol* 1982, 100:223—44.
- Chandrasekaran, B., Fernandes, S., Davis, F. (2020). Science of sleep and sports performance – a scoping review, *Science & Sports*, 35, 1, 3-11.
- Demiralay, A. G. (). Amatör ve profesyonel futbolcuların beslenme bilgi düzeyinin, uyku davranışlarının ve tükenmişlik durumlarının incelenmesi (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Dworak, M., Wiater, A., Alfer, D., Stephan, E., Hollmann, W. (2008.) Increased slow wave sleep and reduced stage 2 sleep in children depending on exercise intensity. *Sleep Medicine*, 9(3): 266-272.
- Foti, K. E, Eaton, D. K, Lowry, R., McKnight-Ely, L. R. (2011). Sufficient sleep, physical activity, and sedentary behaviors. *American journal of preventive medicine*, 41(6): 596-602.
- Gorman, A. D., Abernethy, B., Farrow, D. (2015). Evidence of different underlying processes in pattern recall and decision-making. *Q J Exp Psychol (Hove)*;68(9):1813—31.
- Karadağ, M. (2007). Uyku bozuklukları sınıflaması (ICSD-2). *Türkiye Klinikleri Archives of Lung*; 8(3): 88-91.
- Signal, T. L., Gale, J., Gander, P. H. (2005). Sleep measurement in flight crew: comparing actigraphic and subjective estimates to polysomnography. *Aviat Space Environ Med*, 76(11):1058—63.
- Vardar, S. A., Öztürk, L., Vardar, E., Kurt, C. (2005). Ergen sporcu kızlarda egzersiz Yoğunluğu ve öznel uyku kalitesi ilişkisi\*/The relation between exercise intensity of adolescent girl athletes and subjective sleep quality. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 6(3): 154.
- Veasey, S., Rosen, R., Barzansky, B., Rosen, I., Owens, J. (2002). Sleep loss and fatigue in residency training: a reappraisal. *Jama*, 288(9): 1116-1124.
- Yoka K., Yoka O., Turan MB., Atalayın S. (2021). Covid-19 Pandemi Sürecinde Sporcuların Koronavirüs Anksiyete Durumu ve Uyku Kalitesinin İncelenmesi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 15(3), 454-469.

## AMATÖR LİGLERDEKİ FUTBOLCULARIN SAKATLANMAYA YÖNELİK KAYGI DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

**Doç. Dr. Serkan DÜZ<sup>1</sup>, Prof. Dr. Mahmut AÇAK<sup>2</sup>, Arş. Gör. Mehmet AKARSU<sup>2</sup>,  
Arş. Gör. Hakan BÜYÜKÇELEBİ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> İnönü Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, [serkan.duz@inonu.edu.tr](mailto:serkan.duz@inonu.edu.tr) -  
0000-0001-7611-4838, [mehmet\\_akarsu@inonu.edu.tr](mailto:mehmet_akarsu@inonu.edu.tr) - 0000-0002-8149-801X,  
[hakan.buyukcelebi@inonu.edu.tr](mailto:hakan.buyukcelebi@inonu.edu.tr) - 0000-0002-5504-6917

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, [m.acak@hotmail.com](mailto:m.acak@hotmail.com)  
0000-0002-2843-4834

### ÖZET

Sportif başarının artırılabilmesi için fiziksel kapasitenin yüksek olması tek başına yeterli değildir. Günümüz şartları göz önünde bulundurulduğunda sporcuların psikolojik durumları en az fiziksel kapasiteleri kadar önemlidir. Sporcuların içsel ve dışsal faktörlere maruz kalarak sakatlanmaya yönelik kaygılarını etkileyen unsurlar da merak konusudur. Yapılan bu çalışmada da amatör futbol kulüplerinde oynayan oyuncuların yaralanma kaygı düzeylerinin belirli demografik değişkenlere göre incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma, genel tarama modellerinden, nedensel karşılaştırma modeliyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın evrenini, Avrupa yakasındaki amatör futbol kulüplerinde forma giyen amatör futbolcular oluşturmaktadır. Örnekleme ise Çorlu, Kapaklı ve Çerkezköy ilçelerinde faal 5 futbol kulübünde lisanslı 88 sporcu yer oluşturmaktadır. Örneklem grubu basit tesadüfi yöntemle belirlenmiştir. Sporcuların yaralanma kaygı düzeylerinin tespitinde, Rex ve Metzler'in (2016) geliştirdiği, uyarlamasını Caz vd. (2019) tarafından Türkçeye çevrilerek yapılan Spor Yaralanması Kaygı Ölçeğinden faydalanılmıştır. SPSS 24.0 istatistik programıyla yapılan inceleme sonucunda verilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir. Veri analizinde ise non-parametrik testlerden Mann-Whitney U ve Kruskal Wallis Testi kullanılmıştır.

Çalışma sonucuna göre, amatör futbolcuların yaralanma kaygı düzeylerinin eğitim düzeyi, yaş, mevki ve futbol oynama yaşına göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Ancak, sakatlık geçmişi olan sporcularda kaygı düzeyinde anlamlı farklılık olduğu, sakatlanma süresinin de söz konusu kaygı düzeyini arttıran faktörlerden olduğu ortaya konmuştur ( $p<0.05$ ). Geçmişte yaşanan sakatlıklar da kaygı düzeylerini anlamlı olarak farklılaştırmaktadır ( $p<0.05$ ).

Bu bilgiler ışığında futbolcuların yaşamış olduğu sakatlık geçmişinin kaygı düzeylerini de arttırdığı, bu durumun sporcunun performansına olumsuz etkilerinin olabileceği söylenebilir. Dolayısıyla futbolcuların spor yaralanmaları konusunda bilinçli hale gelmesi ve güncel

gelişmeleri yakından takip etmesi önerilmektedir. Bununla birlikte sakatlık yaşayan bir sporcunun rehabilitasyon ve sahaya dönüş sürecinde antrenörlerin de sorumluluğu büyüktür. Antrenör, zihinsel olumsuzlukların önüne geçme amacıyla sporcuyla yakından ilgilenmeli ve gerekli durumlarda spor psikologlarından yardım alınması konusunda teşvik edici rol üstlenmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Futbol, sakatlık, kaygı, antrenör.

## EXAMINATION OF AMATEUR LEAGUE FOOTBALL PLAYERS ANXIETY LEVELS TOWARDS INJURY

### ABSTRACT

In order to increase sportive success, it is not enough to have a high physical capacity alone. Considering today's conditions, the psychological state of athletes is at least as important as their physical capacity. The factors that affect the anxiety of athletes towards injury by being exposed to internal and external factors are also a matter of curiosity. In this study, it was aimed to examine the injury anxiety levels of players playing in amateur football clubs according to certain demographic variables.

The study was conducted with the causal comparison model, one of the general survey models. The population of the study consists of amateur football players playing in amateur football clubs on the European side. The sample consists of 88 athletes licensed in 5 football clubs active in Çorlu, Kapaklı and Çerkezköy districts. The sample group was determined by simple random method. In determining the injury anxiety levels of the athletes, the Sports Injury Anxiety Scale developed by Rex and Metzler (2016) and adapted and translated into Turkish by Caz et al. (2019) was used. As a result of the examination with the SPSS 24.0 statistical program, it was determined that the data were not normally distributed. Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis Test were used in data analysis.

According to the results of the study, it was determined that injury anxiety levels of amateur football players did not differ significantly according to education level, age, position and age of playing football ( $p>0.05$ ). However, it was revealed that there was a significant difference in the level of anxiety in athletes with a history of injury, and the duration of injury was one of the factors that increased the level of anxiety ( $p<0.05$ ). Past injuries also significantly differentiate anxiety levels ( $p<0.05$ ).

Based on this information, it can be said that the injury history of football players increases their anxiety levels and this situation may have negative effects on the performance of the athlete. Therefore, it is recommended that football players should become aware of sports injuries and follow current developments closely. In addition, coaches have a great responsibility in the rehabilitation and return to the field process of an injured athlete. The coach should take a close interest in the athlete in order to prevent mental negativities and should take an encouraging role in getting help from sports psychologists when necessary.

**Keywords:** Football, injury, anxiety, coach.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde futbol dünyanın en popüler spor dallarından biri olarak kabul edilmektedir (Almeida ve ark., 2004). Bütününde bir temas sporu olan futbol, günümüzde daha agresif ve daha hızlı oynanmaya çalışılmaktadır. Dolayısıyla futbolda oyuncular, “tekrarlı sprint, sıçrama, top çalma, topa ayakla vurma ve hızlı yön değiştirme” gibi temel hareketleri gerçekleştirebilmek adına yüksek dayanıklılığa sahip olmak zorundadırlar (Manna ve ark., 2011). Bu hareketlerin gerçekleştirilmesi sırasında ihtiyaç duyulan fizyolojik istekler, ikili mücadeleler sırasındaki vücut temasına bağlı olarak ve fiziksel etkileşim gibi sebeplerden dolayı futbol antrenmanları veya müsabakaları sırasında oyuncuların sakatlanma riski de haliyle yüksek olabilmektedir (Ekstrand, 2011).

Sportif performansta ve sportif başarının elde edilmesinde fiziksel kapasitenin yüksek olması tek başına yeterli değildir. Fiziksel kapasitenin yüksekliği kadar sporcunun psikolojik açıdan hazır bulunma durumu da önem arz etmektedir. Psikolojik olarak kendini hazır veya yeterli seviyede hissetmeyen bir sporcunun daha hazır rakiplerine karşı başarı elde etme şansı da bir o kadar azalır. Dolayısıyla, başarının elde edilebilmesi için fiziksel ve psikolojik anlamda hazır olma durumu bir arada ele alınmalıdır. Sporcuların psikolojik olarak hazır olma durumunu etkileyen birçok unsur bulunmaktadır. Bu unsurlardan bir tanesi de sporcunun yaralanmaya karşı duymuş olduğu kaygıdır.

Sporcuların içsel ve dışsal faktörlere maruz kalarak sakatlanmaya yönelik kaygılarını etkileyen unsurlar da merak konusudur. Futbol ile ilgili sakatlıkların ele alındığı çalışmalarda sakatlık türleri, sakatlıkların olduğu bölgeler ve sakatlıkların şiddeti ele alınmıştır (Bjordal, 1997).Yapılan bu çalışmada da amatör futbol kulüplerinde oynayan oyuncuların yaralanma kaygı düzeylerinin belirli demografik değişkenlere göre incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada, amatör futbol kulüplerinde forma giyen futbolcuların sporda yaralanma kaygı düzeylerini araştırmak adına, nicel araştırma yöntemlerin genel tarama modellerinden biri nedensel karşılaştırma modeli kullanılmıştır. Nedensel tarama modellerinde, belli bazı değişkenler incelenerek farklılaşan grupları ya da kümeleri birbirleriyle karşılaştırmak amaçlanmaktadır (Karasar, 2007). Örneklem grubunda Çerkezköy,Kapaklı ve çorlu ilçelerinde faaliyet gösteren 5 futbol kulübündeki 88 amatör futbolcu yer almaktadır.

Araştırmada amatör futbolcuların demografik özelliklerinin tespiti için Kişisel Bilgi Formu’ndan faydalanılmıştır. Kişisel Bilgi Formu’nda sporcuların yaşı, eğitim düzeyleri, futbol yaşları, mevkileri, sakatlık geçmişleri ve geçirdikleri sakatlık türleri sorulmuş ve tanımlayıcı istatistiklerin ortaya konulmasına yönelik sorular yöneltilmiştir. Bunun yanında Spor Yaralanması Kaygı Ölçeği’nden faydalanılmıştır.

Veri analizinde SPSS 24.0 istatistik programı kullanılmıştır. Analiz sonucunda verilerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir ve non-parametrik testlerden Mann-Whitney U ve Kruskal Wallis Testi kullanılmıştır.

## 3. BULGULAR



Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, amatör futbolcuların yaralanma kaygı düzeylerinin eğitim düzeyi, yaş, mevki ve futbol oynama yaşına göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Ancak, sakatlık geçmişi olan sporcularda kaygı düzeyinde anlamlı farklılık olduğu, sakatlanma süresinin de söz konusu kaygı düzeyini arttıran faktörlerden olduğu ortaya konmuştur ( $p<0.05$ ). Geçmişte yaşanan sakatlıklar da kaygı düzeylerini anlamlı olarak farklılaştırmaktadır ( $p<0.05$ ).

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Futbolcuların yaş değişkenine göre ölçek sorularına verdikleri cevaplarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ). Literatürdeki araştırmalar incelendiğinde, sportif müsabakalarda yaralanma kaygılarının yaş değişkenine göre farklılaşmadığını belirtilen çalışmalar mevcuttur. Karabulut ve ark. (2019), taekwondocular üzerinde yaptıkları araştırmada yaş değişkeni ile kaygı düzeyleri arasında bir ilişki kurulamadığını ifade etmişlerdir (Karabulut ve ark., 2019).

Futbolcuların yaralanma kaygı düzeylerinin eğitim değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ). Ancak eğitim düzeyinin arttıkça ölçek puan ortalamalarında düşüş saptanmıştır. Literatürde Budak ve ark. (2020), Spor Yaralanmasının Kaygı Üzerindeki Etkileri adlı çalışmalarında sporcuların eğitim düzeyleri değişkenine göre sakatlanma kaygıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edemedikleri çalışma, araştırmanın bu bulgusunu destekler niteliktedir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, mevkilere göre sakatlık türlerinin araştırıldığı birçok çalışmada defans ve orta saha oyuncularının daha çok sakatlık yaşadığı (Hagglund, 2007), diğer bazı çalışmalarda ise defans ve forvet oyuncularının en çok sakatlık geçiren mevkiler olduğuna ilişkin bulgulara yer verilmektedir (Twizere, 2004). Mevkiler arasında sakatlık sayılarının farklılaştığı çalışmalar, modern futbolda her mevkide sakatlık tehlikesi bulunduğunu ve oyuncularında eşit düzeyde kaygı yarattığını düşündürmektedir.

Sporcuların karşılaştıkları sakatlık ve yaralanmalarıyla ilgili kaygı düzeyi, müsabaka düzeylerine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin, sağlıklı yaşam için spor yapan bireylerde sakatlık ciddi bir endişe ve kaygı sebebi olmayabilir ancak performans sporcusunun sakatlık ve tedavi süresince kaybedeceği süre, eski performansını yeniden yakalayamama korkusu, başarıdan uzaklaşma korkusu veya maddi kayıpları, sporcularda aşırı stres ve kaygıya neden olabilmektedir (Ergün, 2006). Dolayısıyla sakatlık süresinin artması durumunda, sporcularda stres ve kaygı düzeylerinin de yükseldiği söylenebilir.

Elde edilen sonuçlara göre, futbolcularda yaralanma ve sakatlık yaşama kaygısının, sporcularda performans kayıplarına sebep olabileceği görülmektedir. Bu nedenle antrenörlerin, sporcu sakatlıklarında sadece fiziksel performans kayıplarına değil aynı zamanda sakatlanan ve tedavi gören sporcuların zihinsel kayıplarına da odaklanmaları gerekmektedir. Bunun için antrenörlerin bilinçli bir şekilde güncel çalışmaları takip etmeleri ve sporcularına destek olmaları önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Almeida, C.H.; António, P.F.; Anna, V. Effects of Match Location, Match Status and Quality of Opposition on Regaining Possession in UEFA Champions League. *J. Hum. Kinet.* 2014, 41, 203–214.
- Bjordal, J. M., Arnly, F., Hannestad, B., & Strand, T. (1997). Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *The American journal of sports medicine*, 25(3), 341–345. <https://doi.org/10.1177/036354659702500312>
- Budak, H., Sanioğlu, A., Keretli, Ö., Durak, A., & Barış, Ö. Z. (2020). Spor Yaralanmasının Kaygı Üzerindeki Etkileri. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 38-47
- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American journal of sports medicine*, 39(6), 1226–1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Ergün, N. (2006). Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi. Hipokrat Kitap Evi, Ankara.
- Häggglund, M. (2007). Epidemiology And Prevention Of Football Injuries (Thesis) Linköping University Medical Dissertations, Sweden.
- Karabulut, E. O., & Sevde, M. V. (2019). Taekwondocuların Durumluk Ve Sürekli Kaygılarının Müsabaka Performansı Ve Yaralanma Durumu İle İlişkisi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 47-54
- Karasar, N. (2007). Bilimsel araştırma yöntemleri (17. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Manna, I., Khanna, G.L., & Dhara, P.C.2011. Effect of Training on Morphological, Physiological and Biochemical Variables of U-19 Soccer Players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 3(4): 237-27
- Twizere, J. (2004). Epidemiology Of Soccer Injuries In Rwanda: Need For Physiotherapy Intervention (Thesis) Department Of Physiotherapy, University Of The Western Cape, Rwanda.

## SİĞIRLARIN FEMUR'UNDA FORAMEN NUTRICIUM'LARIN ANATOMİK ÖZELLİKLERİ VE YERLEŞİMLERİ

**Prof.Dr. Ş. HAKAN ATALGIN<sup>1</sup>, Prof.Dr. ZEKERİYA ÖZÜDOĞRU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi ABD,  
ORCID ID 0000-0001-9436-6270

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi, ABD,  
ORCID ID 0000-0002-0789-3628

### ÖZET

Bu çalışmada evcil memeli hayvanlardan olan sığırların femur'undaki foramina nutricia (NF) sayısını, yönlerini, lokalizasyonlarını, çaplarını, morfometrik değerlerini belirlemek ve hayvan türleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amaçlandı. Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda 7 adet sığır femur'u incelendi. Kullanılan kemiklerin sağlıklı olanlardan seçilmesine dikkat edildi. İncelenen kemiklerin yaş ve cinsiyet özellikleri göz ardı edilmiştir. Kemikler üzerinde foramen nutricia çıplak göz ile gözlemlendi. Kemiklerin diyafizinde yalnızca iyi tanımlanmış olan foramen nutricium'lar kabul edildi. Hayvan materyallerinde femurun toplam uzunluğu (TLH), foramen nutricium (NF) ile femurun proksimal ucu arasındaki mesafe (NFP), foramen nutricium (NF) ile femurun distal ucu arasındaki mesafe (NFD), FI gibi morfometrik ölçümler alındı. Çalışmada incelenen femur'ların %100'ünde tek NF saptandı. İncelenen sığır femurlarındaki foramen nutricium'lardan 5 adet femurda distale, 2 tanesinde ise proksimale yönelmiş durumda olduğu görüldü. FI'ya göre foramen nutricium'lar 2 adet femurda proximal 1/3 konumunda ve geri kalan 5 adet femurda ise orta 1/3 konumunda tespit edildi. Çalışmamızda 7 hayvana ait femur'dan 4'ünde facies caudalis'te ve 3 adet femur da ise facies cranialize lokalize olarak bulunduğu gözlemlendi. Evcil memelilerin sağ ve sol femurunda NF'lerin morfolojik ve morfometrik farklılıkları olduğu tespit edildi. Ayrıca bu hayvanlarda femur NF'sine bağlı patolojik durumların değerlendirilmesinde ve bu bölgede yapılacak operatif uygulamaların planlanmasında çalışmanın veteriner hekimlere yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Anatomi, Femur, Foramen nutricium, Sığır.

### GİRİŞ

Ossa membri pelvini'yi oluşturan kemiklerden biri olan femur, coxa'ya proximal'den articulatio coxa ile distalden ise tibia'ya articulatio genu ile bağlanan uzun bir kemiktir (Dursun, 2002; Dyce et al., 2002; Bahadır and Yıldız, 2008). Çoğu dokular gibi kemikler de damarlar vasıtasıyla beslenir. Uzun kemiklere gelen besleyici kanın ana kaynağı a. nutricia'dır. Bu damar kemik içinde dahi dallanma gösterir ve kemik iliğini de besler. A. nutricia'nın kemiğin embriyonik dönemlerinde hatta büyüme dönemlerinde dahi kemiği beslemesi gerekmektedir (Levis, 1956; Brookes, 1963; Patake and Mysorekar, 1977). Kemiklerde foramen nutricium'ların buldukları bölgelerin bilinmesi önemlidir. Özellikle dolaşım sistemini ilgilendiren cerrahi müdahalelerde lokasyonun bilinmesi açısından önem arz etmektedir (Trueta, 1974; Mckee et al., 1984; Osterman and Bora, 1984; Forriol et al., 1987). Foramen nutricium'ların lokalizasyonunu tanımlamak için kullanılmakta olan Foramial İndeks (FI), kemiğin proximal ucu ile foramen nutricium arasındaki mesafenin toplam kemik uzunluğuna

bölünmesi ile elde edilmektedir (Hughes, 1952; Gümüşburun et al., 1994; Kizilkanat et al., 2007; Kara et al., 2011).

Foramen nutricium'ların klinik ve morfolojik önemi göz önüne alındığında, büyük ruminantlarda foramen nutricium'ların özelliklerinin araştırılması tıbbi açıdan önemlidir.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile büyük ruminantların foramen nutricium'larının sayılarını, yönlerini, lokalizasyonlarını ve morfometrik değerlerini belirleyerek diğer hayvan türleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen veriler ile anatomik çalışmalara ve bölgenin yapısının bilinmesi ile de cerrahi işlemlere yardımcı olacağı düşünülmektedir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda 7 adet büyük ruminant femur'u incelendi. Kullanılan kemikler herhangi bir anatomik kusura sahip olmayanlar arasından seçilmiştir. İncelenen kemiklerin yaş ve cinsiyet özellikleri göz ardı edilmiştir. Kemikler üzerinde foramen nutriciumlar çıplak göz ile gözlemlendi. Kemiklerin diyafizinde yalnızca iyi tanımlanmış olan foramen nutricium'lar kabul edildi. Kemiklerin her iki ucunda bulunan foramen nutricium'lar göz ardı edildi.

### Humerus Diafizindeki NF'lerin Morfolojik ve Morfometrik Değerlendirilmesi

Büyük ruminantlarda femur diyafizindeki foramen nutricium (Görsel 1.) aşağıdaki ölçümler kullanılarak değerlendirildi:

**Kemiğin yönü:** Önce femurun sağ ve sol yönleri belirlendi.

**Foramen nutricium'ların sayısı:** Kemiklerin diyafizindeki Foramen nutricium 'lar sayıldı.

**Foramen nutricium'ların yönü:** Aşağıya, yukarıya ve yatay olarak ayrılmıştır.

**Foramen nutricium'ların yerleşimi:** Foramen nutricium'ların yerleşimi, FI kullanılarak hesaplandı. Tüm NF'lerin lokalizasyonunu hesaplamak için;  $FI = (NFP / TLF) \times 100$  formülü kullanıldı. TLF: femurun toplam uzunluğu, NFP: NF ile femurun proksimal ucu arasındaki mesafe (Hughes, 1952; Gümüşburun at al., 1994; Kizilkanat et al., 2007; Kara et al., 2011).

**FI'ye göre Foramen Nutricium'ların yerleri şu şekilde belirlendi:** Proksimal 1/3-Tip1 (FI 33.33'e kadar), orta 1/3-Tip2 (FI 33.33'ten 66.66'ya kadar) ve distal 1/3-Tip3 (FI 66.66'nın üzerinde).

**Foramen Nutricium'ların lokalize yüzeyleri şu şekilde dört tipe ayrıldı:** Facies cranialis, facies caudalis, margo lateralis ve margo medialis.

**Femurun toplam uzunluğu (TLF):** Femurun proksimal ucu ile distal ucu arasındaki mesafe.

**NFP:** Foramen Nutricium ile femurun proksimal ucu arasındaki mesafe.

**NFD:** Foramen Nutricium ile femurun distal ucu arasındaki mesafe.

Çalışmada terminolojik olarak Nomina Anatomica Veterinaria (2017) kullanılmıştır. Dijital kumpas (Mitutoyo SR44 1.5V) kullanılarak morfometrik ölçümler yapılmıştır. Çalışma materyallerinin resimleri Sony Digital DSC-W830 ile çekilmiştir.

## BULGULAR

### Femurun yönü ve Foramen Nutricium sayısı

Büyük ruminantların sağ ve sol femur sayıları Çizelge 1'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre 4 adet femur sol 3 adet femur ise sağ extremiteye ait olarak bulunduğu gözlenmiştir. Bütün extremitelere ait femur'larda 1 adet foramen nutricium bulunduğu görüldü.

### Foramen nutricium'ların yönü:

İncelenen büyük ruminant femurlarındaki foramen nutricium'lardan 5 adet femurda distale 2 tanesinde ise proksimale yönelmiş durumda olduğu görüldü.

### FI' ya göre Foramen Nutricium'ların konumları

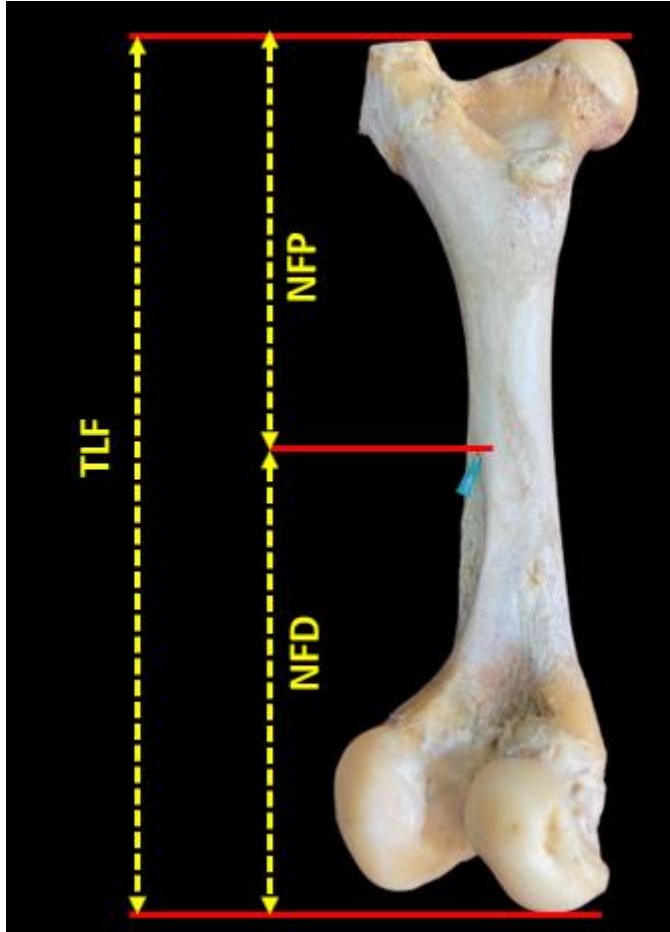
FI'ya göre foramen nutricium'lar 2 adet femurda Tip 1 (Proximal 1/3) konumunda ve geri kalan 5 adet femurda ise Tip 2 (Orta 1/3) konumunda bulunmaktadır.

### Foramen Nutricium'ların yerleşim yüzeyleri

Çalışmamızda 7 hayvana ait femur'dan 4'ünde facies caudalis'te ve 3 adet femur da ise facies cranialise lokalize olarak bulunduğu gözlemlendi

**Çizelge 1.** Foramen Nutricium'a ait özelliklerin karşılaştırılması.

Femur	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	ORTALAMA	STANDART SAPMA	EN BÜYÜK	EN KÜÇÜK
YÖN	SOL	SOL	SOL	SAĞ	SAĞ	SOL	SAĞ				
TLF	386,1	471,3	385,1	436,1	392,1	471,6	425,4	430,26	37,27	471,6	385,1
NFP	121,5	278,2	201,2	257,2	125	258,2	246,2	227,66	56,46	278,2	125
NFD	256,3	192,8	182,2	178,6	265,2	211,3	178,3	201,4	33,65	265,2	178,3
FI	31,46	59,02	52,24	40,95	31,87	54,74	57,87	49,44	10,76	59,02	31,87



**Görsel 1.** Büyük Ruminant Femur Foramen Nutricium (TLF: Femurun toplam uzunluğu, NFP: FN ile femurun proksimal ucu arasındaki mesafe, NFD: FN ile femurun distal ucu arasındaki mesafe).

## TARTIŞMA

İnsanlarda da uzun kemikler üzerindeki foramen nutricium'ların anatomik karakterizasyonu ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Shulman, 1959; Kawahara et al., 1967; Mysorekar, 1967; Longia et al., 1980; Ajmani, 1982; Campos et al., 1987; Skawina and Wyczolkowski, 1987; Gümüşburun et al., 1994; Kizilkanat et al., 2007; Kumar et al., 2013; Xue et al., 2016; Uzuner et al., 2018; Zahra et al., 2018; Sukumar, 2019). Evcil memeli hayvanlarda ise bu konu üzerine daha az ve yüzeysel çalışılmıştır. Veterinerlik alanında, Hughes (2016) memeli ve kuşlara ait bazı uzun kemiklerin foramen nutricium ve canalis nutricium'larının yönleri üzerine çalışma gerçekleştirmiştir. Daniel ve ark. (2008), tazıların susam kemikleri üzerindeki foramen nutricium'ları ve hastalıklar ile ilişkisi üzerine araştırma yapmıştır. Payton (1934) domuzlarda foramen nutricium'ların yönü gelişimi ve konumu ile ilgili çalışması literatürde bulunmaktadır. Ahn (2013), Evans ve de Lahunta (2013) ve Sim ve Ahn (2014) köpeklerin ön ve arka extremitelerindeki uzun kemiklerde yapmış oldukları çalışmalarda foramen nutricium'ların ve foramen nutricium'lardan geçen damarların yönünü ve lokalizasyonunu incelemiştir. Bunların dışında Garita ve Rapoff (2003), Bassage ve Ross (1998) tek tırnaklı kemikleri üzerinde; Siddiqui et al. (2008) keçi kemikleri üzerinde ve Rohlan et al. (2018) ise boğa kemikleri üzerinde foramen nutricium'lardan bahsetmiştir. Johnson ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmada insan, koyun ve domuzlara ait humerus ve femurlar üzerindeki foramen nutricium'ların morfolojik ve morfometrik özellikleri ve arasındaki farkları ortaya koymuştur. Gerçekleştirilen bu çalışma adli antropoloji açısından önem arz etmektedir. Yapılan bu çalışmalar, çalışma ile temel anlamda uyumludur.

İncelenen femurların tamamında diyafiz bölgesinde tek foramen nutricium saptandı. Bu durum literatür bilgileri ile uyumluluk göstermektedir. Femurun diyafiz bölgesinde foramen nutricium'lar sıklıkla tek olarak bulunmaktadır (Hughes, 1952; McLeod et al., 1958; Getty, 1975; Kizilkanat et al., 2007).

Genel olarak, femur üzerindeki foramen nutricium'ların facies medialis ve kemiğin orta 1/3 segmentlerine lokalize olduğu bildirilmiştir (Sisson, 1911); koyunlarda kemiğin orta 1/3 segmentleri (Sisson, 1911); domuzlardaki kemiğin proximal 1/3 segmentlerinde (Sisson, 1911); köpeklerde caudal ya da proximal 1/3 segmentlerine (Sisson, 1911; Miller ve ark., 1964) saptanmıştır. Bizim çalışmamızda 7 hayvana ait femur'dan 4'ünde facies caudalis'te ve 3 adet femur da ise facies cranialis'te lokalize olarak bulunduğu gözlemlendi. Ayrıca foramen nutricium'ların lokalizasyonu FI hesaplama yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre 2 hayvana ait femur'da foramen nutricium'lar proksimal 1/3-Tip1 (FI 33.33'e kadar) ve 5 adet femur'da ise orta 1/3-Tip2 (FI 33.33'ten 66.66'ya kadar) bölgesinde lokalize olduğu gözlemlenmiştir (Mysorekar, 1967; Longia et al., 1980).

Literatür verilerine göre büyümeye devam eden ucunun diğer ucuna göre iki kat daha hızlı büyüme gösterdiği bilinmektedir. Foramen nutricium'ların ve canalis nutricium'ların eğikliği büyüyen uçtan uzak bölgeye yönlendirilmektedir. Bu, 'Berard kuralı' olarak açıklanmaktadır (Hughes, 1952). Bu çalışmada İncelenen büyük ruminant femurlarındaki foramen nutricium'lardan 5 adet femurda distale 2 tanesinde ise proksimale yönelmiş durumda olduğu saptandı.

Sonuç olarak, evcil memelilerin sağ ve sol femurlarındaki foramen nutricium'ların morfolojik ve morfometrik farklılıklarının olduğu bulundu. Ayrıca bu hayvanlarda çalışmanın veteriner klinisyen ve cerrahlara femurlara ait foramen nutricium'lar ile ilgili patolojik durumların değerlendirilmesinde ve bu bölgede yapılacak operatif uygulamaların planlanmasında yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

### Kaynaklar

Ahn, D., Anatomical study on the diaphyseal nutrient foramen of the femur and tibia of the German shepherd dog. Journal of Veterinary Medical Science, 75, 803-808, 2013.



- Ajmani, M.L., A study of diaphysial nutrient foramen in human long bones. *Anatomischer Anzeiger*, 151, 305-314, 1982.
- Bahadır, A., Yıldız, H., *Veteriner Anatomi: Hareket Sistemi & İç Organlar*. Turkey: Bursa, Ezgi Kitabevi, 2008.
- Bassage, L.H., Ross, M.W., Enostosis-like lesions in the long bones of 10 horses: scintigraphic and radiographic features. *Equine Veterinary Journal*, 30(1), 35-42, 1998.
- Brookes, M., Cortical vascularization and growth in foetal tubular bones, *Journal of Anatomy*, 97, 597-609, 1963.
- Campos, F.F., Pellico, L.G., Alias, M.G., Valencia, R.F., A study of the nutrient foramina in human long bones. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 9, 251-255, 1987.
- Daniel, Ai, Read, RiAi, Cake, MiA., Vascular foramina of the metacarpophalangeal sesamoid bones of Greyhounds and their relationship to sesamoid disease. *American journal of veterinary research*, 69, 716-721, 2008.
- Dursun, N., *Veteriner Anatomi I*. Turkey: Ankara, Medisan Yayınevi, 2002.
- Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G., *Textbook of veterinary anatomy*, 3rd ed. United States: Philadelphia, Saunders, 2002.
- Evansi H.E., de Lahunta, A., *Miller's Anatomy of the Dog*. 4th ed. St. Louis, Saunders, pp: 129-136, 2013.
- Forriol, F., Gomez, L., Gjannonatti, M., Fernandez, R., A study of the nutrient foramina in human long bones, *Surgical and Radiologic Anatomy*, 9, 251-255, 1987.
- Garita, B., Rapoff, A.J., Osteon trajectories near the equine metacarpus nutrient foramen. *Proc ASME Summer Bioeng Conf.*, USA: Florida, 2003.
- Gümüşburun, E., Yücel, F., Ozkan, Y., Akgün, Z., A study of the nutrient foramina of lower limb long bones, *Surgical and Radiologic Anatomy*, 16, 409-412, 1994.
- Gümüşburun, E., Yücel, F., Ozkan, Y., Akgün, Z., A study of the nutrient foramina of lower limb long bones. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 16, 409-412, 1994.
- Hughes, H., The factors determining the direction of the canal for the nutrient artery in the long bones of mammals and birds, *Acta Anatomica*, 1952; 15, 261-80.
- Kara, M.E., Sevil-kilimci, F., Onar, V., Foraminal index on the dog femora. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 58, 229-232, 2011.
- Kawahara, G., Matsuda, M., Kitai, T., Sugiyama, K., Aihara, A., Anatomical observations on the foramen nutricium of the long bone (tubal bone) of the Japanese (further study) its location number and direction in the bone. *Kaibogaku Zasshi*, 42, 132-145, 1967.
- Kizilkanat, E., Boyan, N., Ozsahin, E.T., Soames, R., Oguz, O., Location, number and clinical significance of nutrient foramina in human long bones. *Annals Anatomy*, 189, 87-95, 2007.
- Kumar, R., Mandloi, R.S., Singh, A.K., Kumar, D., Mahato, P., Analytical and morphometric study of nutrient foramina of femur in Rohilkhand Region, *International Journal of Mental Health Systems*, 52-54, 2013.
- Kumar, R., Mandloi, R.S., Singh, A.K., Kumar, D., Mahato, P., Analytical and morphometric study of nutrient foramina of femur in Rohilkhand Region. *International Journal of Mental Health Systems*, 3, 52-54, 2013.
- Lewis, O.J., Blood supply of developing long bones with special reference to petaphuses, *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 38B: 928-933, 1956.
- Longia, G.S., Ajmani, M.L., Saxena, S.K., Thomas, R.J., Study of diaphyseal nutrient foramina in human long bones. *Acta Anatomica (Basel)*, 107, 399-406, 1980.
- Mckee, N., Haw, P., Vettese, T., Anatomic study of the nutrient foramen in the shafts of the fibula, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 184, 141-144, 1984.

- Mysorekar, V.R., Diaphysial nutrient foramen in human long bones. *Journal of Anatomy*, 101, 813–822, 1967.
- Nomina Anatomica Veterinaria. Prepared by the international committees on veterinary gross anatomical nomenclature and authorized by the general assembly of the world association of veterinary anatomists (6th Edition). The Editorial Committee Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil), 2017.
- Osterman, A.L., Bora, F.W., Free vascularized bone grafting for large-gap non-union of long bones, *Orthopedic Clinics of North America*, 15, 157-163, 1984.
- Patake, S.M., Mysorekar, V.R., Diaphysial nutrient foramina in human metacarpals and metatarsals. *Journal of Anatomy*. 124, 299-304, 1977.
- Payton, C.G., The position of the nutrient foramen and direction of the nutrient canal in the long bones of the Madder-fed pig. *Journal of Anatomy*, 68, 500-510, 1934.
- Shulman, S.S., Observations on the nutrient foramina of the human radius and ulna. *Anatomical Record*, 134, 685-697, 1959.
- Siddiqui, M.S.I., Khan, M.Z.I., Sarma, M., Islam, M.N., Jahan, M.R., Macro-anatomy of the bones of the forelimb of Black Bengal Goat (*Capra hircus*). *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 6(1), 59-66, 2008.
- Sim, J., Ahn, D., Anatomy of the diaphyseal nutrient foramen in the long bones of the pectoral limb of German Shepherds. *Korean Journal of Veterinary Research*, 54(3), 179-184, 2014.
- Sisson, S., A textbook of veterinary anatomy. Рипол Классик, 1911.
- Skawina, A., Wyczolkowski, M., Nutrient foramen of humerus, radius and ulna in Human Fetuses. *Folia Morphologica*, 46, 17–24, 1987.
- Sukumar, C.D., A study on the anatomical variations in diaphyseal nutrient foramina of humerus and its clinical implications. *International Journal of Current Research and Review*, 11(15), 16-22, 2019.
- Trueta, J., Blood supply and the rate of healing of fractures of the tibia, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 105, 11-26, 1974.
- Uzuner, M.B., Ocak, M., Geneci, F., Kocabıyık, N., Sargon, M.F., AlShouk A. Quantitative and morphometric evaluation of the foramina nutricia in the long bones of the upper and lower extremities in anatolian population. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 8(1), 39–44, 2018.
- Wavreille, G., Dos, Remedios, C., Chantelot, C., Anatomic bases of vascularized elbow joint harvesting to achieve vascularised allograft, *Surgical and Radiologic Anatomy*, 28, 498–510, 2006.
- Xue, Z., Ding, H., Hu, C., Xu, H., An, Z., An anatomical study of the nutrient foramina of the human humeral diaphysis. *Medical Science Monitor*, 22, 1637–1645, 2016.
- Zahra, S.U., Kervancioğlu, P., Bahşi, İ., Morphological and topographical anatomy of nutrient foramen in the lower limb long bones. *European Journal of Therapeutics*, 24, 36-43, 2018.

