

21. Yüzyılda



Fen ve Teknik

Journal of Science and Technology in the 21st Century

Cilt / Volume 10 - Sayı / Number 20 - 2023

ISSN : 2587-0327



Elektrikli Araçlar: Geçici bir Heves mi Yoksa Gelecek mi?

Electric Vehicles: A Fad or the Future?



21. YÜZYILDA FEN VE TEKNİK DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE 21st CENTURY

VOLUME: 10 ISSUE: 20 2023 ISSN: 2587-0327

Owner:

Talip GEYLAN
Chairman
of Turkish Education and Science Workers Trade Union, Türkiye

Responsible Editor:

Cengiz KOCAKAPLAN
Vice Chairman
of Turkish Education and Science Workers Trade Union, Türkiye

Editor in Chief:

Assoc. Prof. Dr. Mustafa KARABOYACI
Süleyman Demirel University, Türkiye

Co-Editors:

Asst. Prof. Dr. Abdullah BERAM
Pamukkale University, Türkiye

Asst. Prof. Dr. Serkan ÖZDEMİR
Isparta University of Applied Sciences, Türkiye

Statistics Editor:

Assoc. Prof. Dr. Hamza KANDEMİR, Isparta University of Applied Sciences, Türkiye

Technical Editor:

Res. Asst. Tunahan ÇINAR, Düzce University, Türkiye

Layout Editor:

Dr. Ahmet ACARER, Isparta University of Applied Sciences, Türkiye
Instructor Doğan AKDEMİR, Balıkesir University, Türkiye
Doctoral Oğuzhan ERFİDAN, Isparta University of Applied Sciences, Türkiye
Instructor Serdar AYDOĞAN, Isparta University of Applied Sciences, Türkiye

Cover Design:

Altuğ Ajans Fatih Taha AKALAN (f.taha@altugajans.com)
Bahçekapı Mh. 2477 Sk No:8 Şaşmaz / Etimesgut/Ankara, Türkiye

Contact:

Turkish Education and Science Workers Trade Union Talatpaşa Avenue
No:160/6 Cebeci-Ankara, Türkiye
Tel: 0312 424 09 60

Web: dergipark.org.tr/fenveteknik
E-mail: fenveteknik@turkegitimsen.org.tr

21. YÜZYILDA FEN VE TEKNİK DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE 21st CENTURY

CİLT: 10 SAYI: 20 2023 ISSN: 2587-0327

İmtiyaz Sahibi:

Talip GEYLAN
Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu Kamu Çalışanları Sendikası
(Türk Eğitim Sen) Genel Başkanı, Türkiye

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü:

Cengiz KOCAKAPLAN
Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu Kamu Çalışanları Sendikası
(Türk Eğitim Sen) Genel Bşk. Yrd., Türkiye

Baş Editör:

Doç. Dr. Mustafa KARABOYACI
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Yardımcı Editörler:

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah BERAM
Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Serkan ÖZDEMİR
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye

İstatistik Editörü:

Doç. Dr. Hamza KANDEMİR, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye

Teknik Editör:

Arş. Gör. Tunahan ÇINAR, Düzce Üniversitesi, Türkiye

Mizanpaj Editörleri:

Dr. Ahmet ACARER, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye
Instructor Doğan AKDEMİR, Balıkesir Üniversitesi, Türkiye
Doctoral Öğuzhan ERFİDAN, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye
Instructor Serdar AYDOĞAN, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye

Kapak Tasarım:

Altuğ Ajans Fatih Taha AKALAN (f.taha@altugajans.com)
Bahçekapı Mh. 2477 Sk No:8 Şaşmaz / Etimesgut/Ankara, Türkiye

İletişim:

Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu Kamu Çalışanları Sendikası Talatpaşa Bulvarı
No:160/6 Cebeci-Ankara, Türkiye
Tel: 0312 424 09 60

Web: dergipark.org.tr/fenveteknik
E-mail: fenveteknik@turkegitimsen.org.tr

Yayın Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

- Prof. Dr. Zulpuyev Abdivap Zupuyevich (Batken Devlet Üniversitesi – Kırgızistan)
Prof. Dr. Zulkhayir Mansurov (Institute of Combustion Problems- Kazakistan)
Prof. Dr. Tayirov Mitalip Tayirovich (Batken Devlet Üniversitesi – Kırgızistan)
Prof. Dr. Şıxəliyev Namiq Qürbət oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azərbaycan)
Prof. Dr. Qocayev Niftalı Mehralı oğlu (Bakü MÜhendislik Üniversitesi- Azərbaycan)
Prof. Dr. Pascal Nzokou (Michagan State University)
Prof. Dr. Neamullah Khan (NCEAC University of Sindlt)
Prof. Dr. Naoyuki Amemiya (Kyoto University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Najib Cheggour Florida State University)
Prof. Dr. Musayev Nağı Alməmməd oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azərbaycan)
Prof. Dr. Md Shahriar Hossain (University Of Wollongong Australia)
Prof. Dr. Marat Zhurinov (National Academy of Science of the Kazakhstan)
Prof. Dr. Luis Alberto Angurel (Zaragoza University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Kulyash Kaimuldinova (Kazak Ulusal Üniversitesi, Kazakistan)
Prof. Dr. Kareem Tahboub Mechanical Engineering
Prof. Dr. John Kinuthia (University Of South Wales, Engineering Faculty)
Prof. Dr. Jerzy Smardzewski (Pozman University)
Prof. Dr. Jamal Khatib (Beirut Arab University)
Prof. Dr. Ufuk Karadavut (Karabük Üniversitesi, Türkiye)
Prof. Dr. Halim Boussabaine, Project Management
Prof. Dr. Germán F. De La Fuente (Zaragoza University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Əlizadə Rasim İsmayıl oğlu (Azərbaycan Teknik Üniversitesi – Azərbaycan)
Prof. Dr. Əliyev Əli Binnət oğlu (Azərbaycan Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi – Azərbaycan)
Prof. Dr. Əhmədov Hikmət İnşalla oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azərbaycan)
Prof. Dr. Andres Seco (University Of Navarre, Urban And Agriculture)
Prof. Dr. Mehmet Ali Kırpık (Kafkas Üniversitesi, Türkiye)
Prof. Dr. Agron Bajraktari (Kosava Ferizaj University)
Prof. Dr. Adilkhan Zhangaziyev (Taraz State Pedagogical University – Kazakistan)
Prof. Dr. Adel ElKordi (Beirut Arab University)
Prof. Dr. Abdül Rezak Abu Tair (The British University in Dubai)
Prof. Dr. Abduvap Zulpuyev (Kırgızistan)
Prof. Dr. Abdıkalıkov Akılbek Abdıkalıkovich (Kırgız Devlet Üniversitesi-Kırgızistan)
Prof. Adel Elkordi (Beirut Arab University)
Doç. Dr. İsmail Demir (Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye)
Dr. Yasir Joya (GIK Enstitüsü, Pakistan)
Dr. Tahsin Öpöz, (John Moores Üniversitesi, İngiltere)
Dr. Sundar Marimuthu (Loughborough Üniversitesi, İngiltere)
Dr. Hakan Kır (Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye)
Dr. Shahin Jalili (Tebriz Üniversitesi, İran)
Dr. Salman Nisar (National University of Sciences and Technology, Pakistan)
Dr. Neriman Hasan (Ovidius Üniversitesi, Romanya)
Dr. Michael Lisyuk (Director for Development Georeconstruction Group of Companies)
Dr. Margaret Carter (Manchester University)
Dr. Mahsa Seyyedean Choobi (Technical University Of Denmark)
Dr. Hossam Kishawy (Ontario Teknoloji Üniversitesi, Kanada)
Dr. Giuseppe Loprencipe (Sapienza University of Rome)

21. YÜZYILDA FEN VE TEKNİK DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE 21st CENTURY

VOLUME/CİLT: 10 ISSUE/SAYI: 20 2023 ISSN: 2587-0327

A peer reviewed international journal, published biannually (June and December) by
Turkish Education and Science Workers Trade Union

“Reflects the views of the author of articles published in our journal. The opinions expressed in the articles do not express the
official views of the Turkish Education Union.”

The articles published in whole or in part without the written consent of the publisher of any be reproduced. The idea of Scripture
belongs to the author’s responsibility and choice of spelling. other taken from sources tables, figures, and similar writings the
author’s responsibility belongs.

Yılda iki sayı (Haziran ve Aralık) olarak yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir.
Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu Kamu Çalışanları Sendikası (Türk Eğitim Sen) tarafından yayımlanmaktadır.
“Dergimizde yayımlanan yazılar yazarının görüşlerini yansıtmaktadır. Makalelerde yer alan görüşler Türk Eğitim-Sen’in resmi
görüşünü ifade etmemektedir.”

Yayımlanan makaleler yayımcının yazılı izni olmadan tamamı veya bir kısmı herhangi bir yolla çoğaltılamaz. Yazıların fikri
sorumluluğu ve imla tercihi yazarlarına aittir. Başka kaynaklardan alınmış tablo, resim ve benzerlerinin yazılarda kullanım
sorumluluğu yazara aittir.

Year/Yıl: 2023, Volume/Cilt: 10, Issue/Sayı: 20

The journal is indexed in ROAD, Google Scholar, DRJI, CiteFactor and ESJI.

Dergimiz ROAD, Google Scholar, DRJI, CiteFactor ve ESJI’de taranmaktadır.



CONTENTS / İÇİNDEKİLER

Araştırma Makaleleri / Research Articles

- Yaban Keçisinin (*Capra aegagrus*, Erxleben) Popülasyon Büyüklüğü ve Yapısı: Göller Yöresi Örneği /
Population size and structure of Wild Goat (*Capra aegagrus*, Erxleben);
Example of Lakes Region
Harun Ekici, Halil Süel 40-46
- Yumuşak Zırh Üretiminde Kullanılan Kumaşların Balistik Koruma Özelliklerinin İncelenmesi /
Investigation of Ballistic Protection Features of Fabrics Used in Soft Armor Production
Adem Verdi, Şule Sultan Uğur..... 47-54
- Ethnobotanical study of the use of *Plectranthus glandulosus* in the Department of Lac-Lere-Chad
Dessenbe Théophile, Mbailao Mbaïguinam, Nukenine Elias N. 55-63
- Kuzey Kıbrıs'ta Üretilen Geleneksel Ev Yapımı ve Endüstriyel Hellim Peynirlerinin
Kimyasal Analizlerinin Karşılaştırılması /
Comparison of Chemical Analysis to Traditional Homemade and Industrial Halloumi
Cheese Produced in Northern Cyprus
İhsan Erol Özçil..... 64-72
- Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Memeli Faunası/
Mammals Fauna of Kasatura Körfezi Nature Reserve
Yasin Ünal, Özcan Şimşek, Nuran Kahveci 73-79
- Farklı Çalışma Akışkanları Ve Türbin İzotropik Verimleri İle Bir ORC Sisteminin
Performansının İncelenmesi
Investigation Of Performance Of An ORC System With Different Working Fluids And
Turbine Isentropic Efficiencies
Fatih Yiğit 80-87

Population size and structure of Wild Goat (*Capra aegagrus*, Erxleben); Example of Lakes Region

Harun Ekinci*¹ , Halil Süel² 

Abstract: Within the scope of this article, located in the Lakes Region; Wild goat inventory studies were conducted in Antalya, Isparta and Burdur provinces in 2017 and 2018. The population status, size and structure of wild goats, the gender, age and population distribution of the individuals in the population, the relationship between them, and how the density is shaped are discussed. During the study, the proximity and similarity of the observed places with each other were also taken into account, considering their habitats. The winter censuses were studied as the individuals in the protected areas increased during the breeding period (pairing season) and the population size could be compared in different hunting and wildlife development areas. A comprehensive field study was carried out in the state hunting grounds and wildlife development areas in the study area, and the population relationship of the age distribution of the individuals within the scope of the Lakes Region was investigated. It has been emphasized how the areas that are heavily used by people in the Lakes Region have an effect on the population size, what measures should be taken against the negative aspects of the effect, and the measures taken should be in a sustainable way. In addition, the population structure in different areas was examined. By prioritizing the process in which the daily life activities of wild goats can be observed, the study was carried out in dynamic populations within the scope of obtaining accurate data. It can be said that the results of the wild goat families for the 2017-2018 inventory are in a similar situation.

Keywords: Wildlife, Jamovi, Wild Goat, Population Size, Population Structure, Lake District

Yaban Keçisinin (*Capra aegagrus*, Erxleben) Popülasyon Büyüküğü ve Yapısı: Göller Yöresi Örneğı

Özet: Bu makale kapsamında, Göller Yöresinde yer alan; Antalya, Isparta ve Burdur illerinde 2017 ve 2018 yıllarında yaban keçisi envanter çalışması yapılmıştır. Yaban keçilerinin popülasyon durumu, büyüküğü ve yapısının, popülasyon içinde bireylerin cinsiyet, yaş ve grup içinde popülasyon dağılımının, nasıl bir ilişkisinin olduğu, yoğunluğun neye göre şekillendiğı ele alınmıştır. Yapılan çalışma sırasında habitatlarının göz önünde bulundurularak yoğun olarak gözlemlenebildiğı ve gözlemlenen yerlerin birbirleriyle yakınlık, benzerlik durumları da göz önünde bulundurulmuştur. Korunan alanlardaki yaban keçilerinin katım döneminde (çiftleşme dönemi) bireyleri gözlenebilmesi arttığı için ve popülasyon boyutunu farklı avlak ve yaban hayatı geliştirme sahalarında kıyaslayabilmesi sebebiyle kış sayımlarında çalışması yapılmıştır. Çalışma alanında yer alan devlet avlakları, yaban hayatı geliştirme sahalarında kapsamlı bir arazi çalışması yapılmış olup bireylerin yaş dağılımının Göller Yöresi kapsamında popülasyon ilişkisi araştırılmıştır. Göller Yöresinde insanlar tarafından yoğun olarak kullanılan alanların popülasyon büyüküğüne nasıl bir etkisi olduğu, etkinin olumsuz yönlerine karşı ne gibi önlemler alınması gerektiğı, alınan önlemlerin sürdürülebilir bir şekilde olması gerektiğı üzerinde durulmuştur. Ayrıca farklı alanlarda popülasyon yapısının nasıl olduğu incelenmiştir. Yaban keçilerinin günlük olarak yaşam aktivitelerinin gözlemlenebildiğı sürecin ön planda tutularak, doğru veri elde edilmesi kapsamında popülasyonlar arasında dinamik yapıda olanlarda çalışma yürütülmüştür. Yaban keçisi popülasyonların 2017-2018 yılları için envanter sonuçlarının benzer durumda olduğu söylenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaban Hayatı, Jamovi, Yaban Keçisi, Popülasyon Büyüklüğü, Popülasyon Yapısı, Göller Yöresi

¹**Adres:** Isparta University of Applied Sciences, Institute of Graduate Education, Isparta/Türkiye.

²**Adres:** Isparta University of Applied Sciences, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz VS, Isparta/Türkiye.

***Sorumlu Yazar:** harun.ekinci1994@gmail.com

Atıf: Ekinci, H., Süel, H. (2023). Population size and structure of Wild Goat (*Capra aegagrus*, Erxleben); Example of Lakes Region. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 10(20): 40-46.

1. GİRİŞ

Türkiye üç kıtanın birleştiği önemli bir coğrafi konuma ve topoğrafik yapıya sahip olması nedeniyle flora ve fauna açısından oldukça zengin bir ülkedir. Türkiye 154 memeli, 141 sürüngen ve 490 kuş türüne sahiptir (Resmî Gazete, 2022). Türkiye'nin sahip olduğu hayvan türleri 9 takım altında toplanmıştır. Bu takımlar sırasıyla; Böcekçiller (Insectivora), Yarasalar (Chiroptera), Tavşanlar (Lagomorpha), Kemiriciler (Rodentia), Deniz memelileri (Cetacea), Yırtıcılar (Carnivora), Sucul yırtıcı memeliler (Pinnipedia), Tek toynaklılar (Perissodactyla) ve Çift toynaklılar (Artiodactyla) şeklindedir (Başkaya, 1999; Yiğit ve ark., 2005).

Yaban hayvanları İnsanlığın var oluşundan beri yerleşik hayata geçinceye kadar avcılık faaliyetiyle yoğun bir şekilde varlığını sürdürmüştür. Yerleşik hayattan sonra kısmen avcılıkta azalmalar olduğu bilinmekte hatta Osmanlı zamanında avlanmayı padişahlar yapmışlardır. Osmanlı Devleti'nin yıkılmasıyla padişahların avlanmasının sona ermesiyle yerel halk avlanmaya başlamıştır. Bu durumla yoğun bir şekilde kaçak avcılık, düzensiz avlanma ortaya çıkmış bazı türlerin nesli yok olma derecesine gelmiştir. 1958 yılında Doğa Koruma ve Milli Parklar kurulup etkinliğini göstermeye başlamasıyla avcılık yavaş yavaş kontrol edilebilir boyuta gelmiştir (Çelik, 1987).

Avcılık için önemli yaban hayvanı türlerinden birisi olan yaban keçisinin (*Capra aegagrus*) tarihten bu yana insanlar için son derece önemli bir memeli tür olarak bilinmektedir. Dünyada Kafkasya ve Orta Doğu'nun bazı ülkelerinde yayılış gösteren yaban keçisine Türkiye'de Ege, Akdeniz, Güney Doğu Anadolu, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde deniz seviyesinden 4000-4500 m rakımlara kadar görülmektedir (Gündoğdu, 2006).

Yaban keçilerinin kendilerine uygun habitatlarda, envanter çalışması için belirtilen noktada beklenilerek sayma, yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir (Başkaya, 2000).

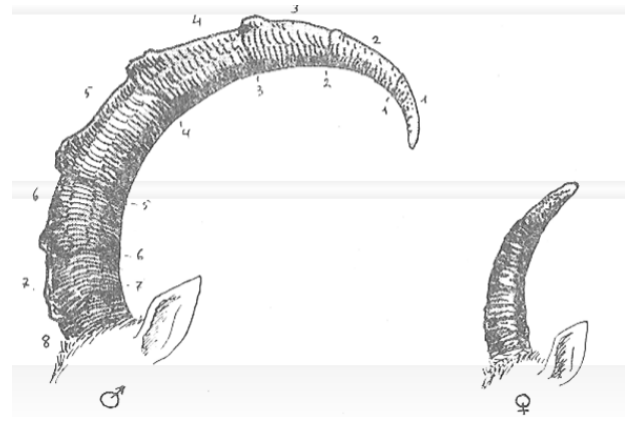
Belirlenen noktada bekleyip sayma yöntemiyle yaban keçisinin envanteri yıl içinde iki defa, yaz sayımı ve kış sayımı şeklinde yapılmaktadır. En sağlıklı sayımın kışın katım döneminde (çiftleşme dönemi) olması, dişi ve erkek bireylerin bir arada görülmesi ve Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün kış sayımlarının toplu şekilde

yapması sebebiyle kış envanterinde arazi çalışmasının yapılması uygun görülmüştür (Dkmp, 2018).

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma kapsamında arazide 1/25.000 (Antalya, Isparta, Burdur) ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanılmıştır. Gözlem yaparken Nikon 10-22x50, Nikon 20x56, Kova Prominar 8x42, Sawarovski Optic ATX30-70x95 teleskop, Sawarovski ATX Tripod (üç ayak), fotoğraf ve videoların çekimi için Nikon Colpix p600 Nikkor60x Wide Optical Zoom ED VR 4.3-258 mm fotoğraf makinesi ve Sony Xperia XA Ultra cep telefonu 1/2,4 inç 21,5 MP Exmor RS sensör'den yararlanılmıştır. Arazide koordinatların belirlenmesi için Garmin marka GPS kullanılmıştır.

Çalışma ile göller bölgesindeki Antalya, Isparta ve Burdur il sınırlarında yer alan yaban keçilerinin popülasyon durumu, büyüklüğü ve yapısının, popülasyon içinde bireylerin cinsiyet, yaş ve grup içinde popülasyon dağılımının, nasıl bir ilişkisinin olduğu, yoğunluğun neye göre şekillendiğinin belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları katım dönemi (çiftleşme dönemi) olan Aralık-Ocak ayları arasında DKMP' nin kış sayımları ile birlikte yapılmıştır. Gözlem için "Belirli Noktada Bekleyerek" Sayma metodundan yararlanılmıştır (Başkaya,2000). Sayımlarımız için tüm gözlem noktalarında sabah 07:30–17:30 arasında sessizce bekleyerek sayım ve gözlemler yapılmıştır. Yaban keçisinin cinsiyet ve yaş belirlemede en önemli morfolojik karakter boynuzlardır. Boynuz yapıları itibarıyla popülasyonların yaş ve cinsiyet dağılımları yapılabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Yaban Keçisinin cinsiyet ve yaş tahmini (Turan, 1984)

Arazi çalışmalarında yaban keçisinin envanter sonuçlarıyla oluşan yaş ve cinsiyet grupları arasındaki ilişkileri belirleme için Jamovi uygulaması ile korelasyon analizi yapılmıştır (R Core Team, 2021; The Jamovi Project, 2022).

3. BULGULAR

Bu araştırmada yapılan arazi çalışmaları yaban keçisinin habitatına uygun göller göresinde Burdur, Isparta, Antalya illerinde arazi üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır.

Göller Yöresinde yaban keçisi envanterleri için yapılan bu çalışmanın çoğunluğu Antalya il sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Isparta il sınırında sadece Yazılıkaya devlet avlağında veri alınabilmiş, Burdur il sınırından ise veri elde edilememiştir. 2017 yılı yaban keçisi envanter sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. 2018 yılı yaban keçisi envanter sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. 2017 Yılı yaban keçisi envanter sonucu

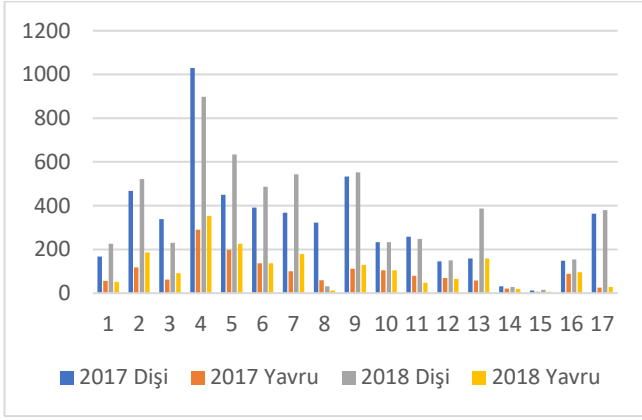
6.Bölge 2017 Kış Envanter Dökümü (Aralık 2017)								
				Erkek Bireyler				
Sıra No	Alan Adı	Dişi	Yavru	2-3 Yaş	4-5 Yaş	6-7 Yaş	8 Yaş ve Üzeri	Toplam
1	Sivridağ YHGS	167	56	23	18	13	7	284
2	Düzlerçamı YHGS	467	117	62	46	55	19	766
3	Kıbrısçayı YHGS	339	62	22	31	28	32	514
4	Finike D.A.-Sarıkaya YHGS	1029	290	104	93	82	65	1663
5	Dimçayı YHGS	450	198	81	56	21	5	811
6	Üzümdere YHGS	392	137	22	102	18	38	709
7	Gidengelm ez YHGS	368	100	37	32	20	18	575
8	Gündoğmuş YHGS	323	59	22	18	8	2	432
9	Termessos M.P.	534	112	31	25	29	19	750
10	Kaş D.A.	233	104	21	23	19	6	406
11	İbradı D.A.	258	79	32	54	12	25	460
12	Gündoğmuş D.A.	145	70	18	4	11	2	250
13	Akseki D.A.	158	57	17	12	5	0	249
14	Alanya D.A.	31	21	5	5	3	0	65
15	Güzelbağ D.A.	12	7	1	1	0	0	21
16	Gazipaşa D.A.	149	89	19	12	6	1	276
17	Isparta	364	26	44	42	27	11	514
Toplam		4575	1387	518	476	301	271	7527

Tablo 2. 2018 Yılı yaban keçisi envanter sonucu

6.Bölge 2018 Kış Envanter Dökümü (Aralık 2018)								
				Erkek Bireyler				
Sıra No	Alan Adı	Dişi	Yavru	2-3 Yaş	4-5 Yaş	6-7 Yaş	8 Yaş ve Üzeri	Toplam
1	Sivridağ YHGS	226	52	27	33	16	10	364
2	Düzlerçamı YHGS	521	186	54	59	25	12	857
3	Kıbrısçayı YHGS	231	91	30	42	31	34	459
4	Finike D.A.-Sarıkaya YHGS	898	353	121	112	91	102	1677
5	Dimçayı YHGS	634	226	76	68	28	2	1034
6	Üzümdere YHGS	487	136	47	50	33	21	774
7	Gidengelm ez YHGS	544	179	71	72	36	21	923
8	Gündoğmuş YHGS	31	12	7	4	2	0	56
9	Termessos M.P.	552	129	36	32	33	24	806
10	Kaş D.A.	233	104	21	25	19	6	408
11	İbradı D.A.	248	47	27	24	16	23	385
12	Gündoğmuş D.A.	150	65	20	16	7	1	259
13	Akseki D.A.	387	158	27	27	24	7	630
14	Alanya D.A.	28	19	7	7	4	1	66
15	Güzelbağ D.A.	15	6	3	2	0	0	26
16	Gazipaşa D.A.	154	95	17	15	7	2	290
17	Isparta	380	29	41	48	32	13	543
Toplam		5142	1738	564	564	361	263	8707

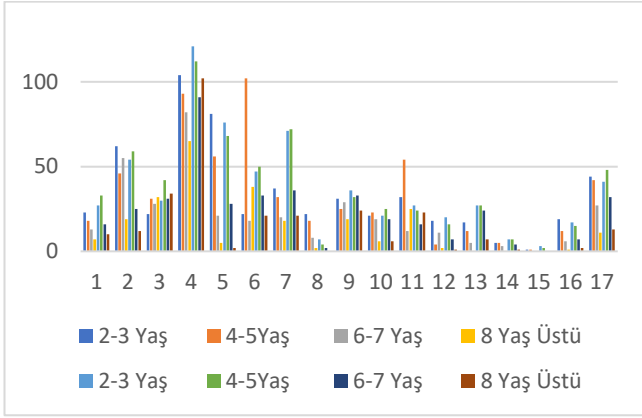
Göller Yöresinde 2017-2018 yıllarında sayım sonuçlarına göre yaban keçisi popülasyonunun en büyük olduğu alanın Antalya il sınırları içerisinde yer alan Sarıkaya Yaban Hayatı Geliştirme Sahası olduğu görülmektedir. Popülasyonun genel olarak en düşük olduğu alanın Güzelbağ devlet avlağı olduğu görülmektedir. 2018 yılında bu araştırma sahalarının genelinde hem dişi bireyler hem de yavrularda bir artış olduğu görülmektedir. Sarıkaya YHGS, Kıbrısçayı YHGS, İbradı devlet avlağında popülasyonlarda bir azalma görülmektedir. Kaş ve Gazipaşa devlet avlağında herhangi bir değişim görülmemektedir.

Yaban keçisi envanter çalışması yapılan devlet avlakları ve yaban hayatı geliştirme sahalarında erkek bireyler açısından durum incelenecek olursa, 2-3 yaş grubu ve 4-5 yaş grubundaki bireylerin sayısının birçok diğer gruplardan fazla olduğu görülmektedir. Gazipaşa devlet avlağında erkek bireyler açısından yaş strüktürünün bozuk olduğu görülmektedir (Şekil 2).



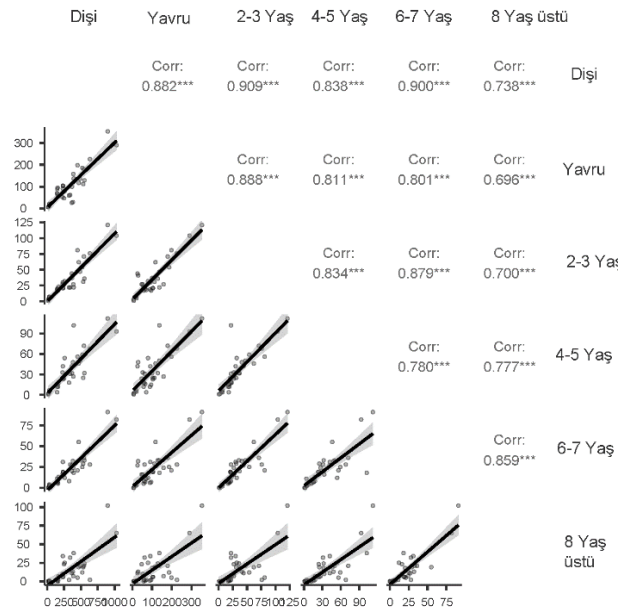
Şekil 2. Yaban keçisi dişi ve yavruların 2017-2018 yıllarındaki durumu

Gündoğmuş yaban hayatı geliştirme sahası ve devlet avlağı, Alanya ve Gazipaşa devlet avlaklarında 8 yaş üstü bireylerin sayısında azalma görülmektedir. Kıbrısçayı devlet avlağında bakıldığında yaşlı grupların daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Yaban keçisi erkek bireylerin 2017-2018 yıllarında dağılımı

Yaban keçisinin 2017-2018 envanter verilerine göre dişi bireylerin 2 ile 7 yaş arasında erkek bireylerle yüksek ilişkili olduğu, 8 yaş üstü tek dolaşan erkek bireylerle düşük ilişki gösterdiği belirlenmiştir. 8 Yaş üstü erkek bireylerin tek dolaşmakta bazen kendilerinden küçük rekabet halinde olmayan erkek bireylerle görülebilmektedir. Dişi bireyler ve 8 yaş üstü erkek tek dolaşan birey bir arada sadece katım dönemi (çiftleşme dönemi) görülebilmektedir, bu durum genç bireylerin yüksek ilişkili çıkabilmesi sonucunu verebilmektedir (Ekinci, 2019). Elde edilen tüm envanter verilerine göre, dişi bireylerle en yüksek ilişkinin tür içi rekabetin en az olduğu, 2-3 yaş grubunda olduğu görülmektedir. Dişi ve yavru bireylerin dağılımı arasında bir doğrusal ilişki görülmektedir. Juvenil bireylerde en yüksek ilişki 2-3 yaş grubundaki bireylerde görülmektedir. En düşük ilişki 8 yaş üstü bireylerle ve yavru grubu arasındaki ilişkidir (Şekil 4). Yüksek ilişki içinde olan bireylerin etkisiyle gelecekte popülasyonların doğum oranı artabileceği, juvenil bireylerle artan bu oranla birlikte yaş ortalamasının düşebileceği öngörülmektedir.



Şekil 4. Yaban keçisinin cinsiyet ve yaş dağılımı (p<0,05)

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Göller Yöresinde yer alan Antalya, Isparta ve Burdur illerinde yapılan bu çalışma ile Burdur ili sınırları içerisinde geçmişte yaban keçisi varlığı dair kayıtlar olsa gözlem noktalarında yaban keçisi tespit edilememiştir. Gözlemlenememesinin en büyük nedeni, Isparta-Antalya güzergahında yapılan asfalt yolun yaban keçisinin yaşama alanını sınırlaması ve bu hayvanların yolun diğer tarafında bulunan hayvanlarla irtibatın kesilmesi olduğu tahmin edilmektedir (Ünal, 2003; Gündoğdu, 2006). Fakat Burdur, Ağlasun ve Isparta güzergahında yüksek rakımlı yerlerde yaban keçisi geçtiğimiz yıllarda görülebilmisti (Gündoğdu ve Oğurlu, 2009). Doğa koruma ve milli parklar 6. bölge müdürlüğü ekibi tarafından arazide yapılan fotokapan çalışmalarıyla Burdur İli Bucak İlçesi sınırında tespit edilmiştir (Dkmp,2023).

Isparta ili sınırı için Sütçüler ilçesi, yazılı kaya devlet avlağı ilin güney-doğu kısmında yaban keçisinin habitatu için uygun yerlerdir (Ünal ve Oğurlu, 2022). 2017-2018 yılında yaban keçisi katım döneminde (çiftleşme dönemi) yapılan envanter sonucunda 1057 birey sayılmış 8 yaş ve üzeri 24 birey belirlenmiştir (Ekinci,2019).

Antalya ilinde yaban keçileri batı kısmından Kalkan, Kaş, Demre, Finike, Kumluca, Kemer, Beydağları Sahil Milli Parkından başlayarak doğu kısmına doğru Manavgat, İbradı, Akseki, Alanya, Gazipaşa hattı boyunca Toros dağları güzergahında görülmektedir. Antalya-Isparta sınırından da yaban keçileri geçiş yapabilmekte; geçmiş söylentilere göre ise Antalya, Isparta ve Burdur sınırlarında bulunduğu belirtilmektedir. Bu alanlar yaban keçisi habitatu için uygun alanlar olup, popülasyon yapsın da kritik bir değişme olmadığı görülmektedir. Toplum bilinçlendirilerek ve koruma sevgisi aşılanarak ileride yaban keçileri burada yayılış göstermesi sağlanabilir.

Antalya'nın doğusu ve kuzey doğusunun tür için uygun habitatlarda, avlakların kaçak avcılık için daha fazla mücadele verilmeli, denetimler arttırılmalı daha sık arazide

kontroller yapılmalıdır. Bilinçsiz ve kaçak avcılık için yeni gözlem noktaları oluşturulmalı, donanımlı personel sayısı artırılmalı, alanında uzmanlaşan personeller bu türün korunması, izlenmesi ve popülasyon durumunu izlemeli ve yerel halkın yaşadığı coğrafya açısından kıymetli olan bu tür ile ilgili bilinçlendirilmelidir.

Yaban keçilerinin göller bölgesinde genel olarak 2017-2018 yılları envanter sonuçlarına göre popülasyon büyüklüğü ve yapısının Sivridağ YHGS, Düzlerçamı YHGS, Kıbrısçayı YHGS, Sarıkaya YHGS, Üzümdere YHGS, Gidengelmez YHGS, Termesos MP, İbradı Devlet Avlağında bulunduğu görülmekle beraber bu alanlarda koruma faaliyetlerinin ve sayım çalışmalarının sürdürülebilir şekilde çalışmaya devam edilmesi, popülasyonun düşük olduğu Dimçayı YHGS, Gündoğmuş YHGS, Kaş Devlet Avlağı, Gündoğmuş Devlet Avlağı, Güzelbağ Devlet Avlağı, Gazipaşa Devlet Avlağında daha dikkatli çalışılmalıdır. Yaban keçilerinin bulunduğu ekosistemlerin planlanması ve yönetimi, popülasyonların yapısı açısından son derece hassastır.

Çalışma alanında yaban keçilerinin gün içinde daha çok gerek beslenme gerekse dinlenme amaçlı ormanda olduğu, etrafta tehlike olup olmadığını kontrol etmek için kayalıklara zirveye çıktığı, uyarı, ses, gürültü amaçlı taşları aşağıya düşürdüğü gözlemlenmiştir. Yaban keçilerinin gözlem noktalarında sabah erken saatlerde ve akşamüzeri gözlemlenmesi, popülasyon yapısını doğru belirlemektedir.

Gözlem noktalarında beklerken yaban keçilerini sabah saatleri ile akşam saatlerinde görülebilmektedir (Ünal, 2003). Öğlen saatlerinde orman içinde dinlenmede oldukları için görmek oldukça güçtür. Yaban keçisi dışında çalışma alanında kuzgun (*Corvus corax*), alakarga (*Garrulus glandarius*), kınalı keklik (*alactoris chukar*), karatavuk (*Turdus merula*), yaban tavşanı (*Lepus europaeus*), görülmektedir. Başlı boş yabanilemiş köpekler de görülmüş olup, yabani köpeklerin yavru yaban keçilerini kovaladıkları görülmüştür. Yaban keçilerinin ise kaçarken gruptan ayrıldıkları ve çok ürkek bir şekilde baktıkları tespit edilmiştir. Bu durumların popülasyonun büyüklüğü ve yapısı için bir tehdit olarak değerlendirilmiştir (Ekinci,2019)

Yaban keçileri için ormancılık faaliyetleri doğrudan ve dolaylı olarak etkileyebilmektedir, yapılacak olan ormancılık faaliyetinin yaban hayatının, türlerin biyolojik ve popülasyon dinamiğinin (yaş, cinsiyet, doğum ve ölüm oranları) göz önünde bulundurulup yapılması gerekmektedir (Oğurlu, 1988). Ormancılık faaliyetleri nedeniyle insan müdahalesinin fazla olduğu alanlar da git gide artmaktadır. Dolayısıyla yaban keçilerinin habitatları da git gide azalmaktadır. Yaban keçilerinin habitatlarını olumsuz etkileyebilecek ormancılık faaliyetleri ve insan baskısının az olması nedeniyle günümüzde popülasyon yoğunluğunu daha çok korunan alanlarda görmekteyiz. Popülasyonların sağlık bir şekilde sürdürülebilmesi için ekosistemlerde yapılacak olan, korunan alanların; gelişim planları, yönetim planları dikkatli bir şekilde çalışılıp göz önünde bulundurulmalıdır.

TEŞEKKÜR

DKMP 6. Bölge Müdürlüğü ve Antalya Şube Müdürlüğü ve çalışanlarına, 2019-YL1-0002 No'lu Proje ile destekleyen

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Bu yayını Yaban Keçisi (*Capra aegagrus* Erxleben, 1777)'nin Genetik Varyasyonu; Göller Yöresi Örneği isimli tezden elde edilmiştir.

Ethics Committee Approval

N/A

Peer-review /

Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding

The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Alkan, M. U. (2014). Antalya Bölgesinde Yaban Hayatı Açısından Av Turizmi Üzerine İncelemeler, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 118s, Kahramanmaraş.
- Başkaya, Ş. (2000). Çengel Boynuzlu Dağ Keçisi *Rupicapra rupicapra* L.'nin Doğu Karadeniz Dağlarındaki Yayılışı, Grup Büyüklükleri ve Habitat Kullanımı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 121s, Trabzon.
- Çanakçıoğlu, H., Mol, T., (1996). Yaban Hayvanları Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 440, 550, İstanbul.
- Çelik, O. (1987). Anadolu'da (Küçük Asya'da) Avcılığın Tarihi. Uluslararası Sempozyum, Türkiye ve Balkan Ülkelerinde Yaban Hayatı, 16-20 Eylül, İstanbul.
- D.K.M.P. (2018). 2018-2019 Av Sezonu Merkez Av Komisyonu Kararları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Avcılık ve Yaban Hayatı Şube Müdürlüğü, Ankara.
- D.K.M.P. (2019). Doğa Koruma ve Milli Parklar 6. Bölge Müdürlüğü, <http://bolge6.ormansu.gov.tr> (Erişim Tarihi 16.03.2019).
- D.K.M.P. (2023). Doğa Koruma ve Milli Parklar 6. Bölge Müdürlüğü Arşivi.
- Demirsoy, A. (1992). Yaşamın Temel Kuralları – Omurgalılar (Sürüngenler, Kuşlar ve Memeliler), Meteksan A.Ş., 942, Ankara.
- Ekinci, H. (2019). Yaban keçisi (*Capra aegagrus* Erxleben, 1777)'nin genetik varyasyonu; Göller yöresi örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ertuğrul, T. E. (2009). Yaban Keçisi *Capra aegagrus* Erxleben 1777 Envanterinde Alternatif Gözlem Tekniklerinin Karşılaştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 30s, Isparta.

- Gündoğdu, E. (2006). Isparta Yöresinde Yaban Keçisi *Capra aegagrus* Erxleben 1777' nin Popülasyon Ekolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 113s, Isparta.
- Gündoğdu, E. (2011). Population size, structure and behaviours of wild goat in Cehennemdere Wildlife Improvement Area. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(6), 555-563.
- Gündoğdu, E., Oğurlu, I. (2009). The distribution of Wild Goat *Capra aegagrus* Erxleben 1877 and population characteristics in Isparta, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(11), 2318-2324.
- Harison, D. L., Bates P. J. J. (1991). The Mammals of Arabiti, Harrison Zoological Museum Publication, 354, Kent-England.
- Huş, Ş. (1963). Av Hayvanları Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 91, 300, İstanbul.
- Huş, Ş. (1974). Av Hayvanları ve Avcılık, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 202, 406, İstanbul.
- I.U.C.N. (2018). IUCN Red List of Threatened Species www.redlist.org (accessed 30 June 2008).
- İnaç, S. (1994). Antalya-Düzlerçamı Adana Pozantı ve Kayseri-Yahyalı Ormanlarında Doğal Olarak Yaşayan Yaban Keçisini Koruma ve Üretim Olanakları Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 83s, İstanbul. (Yayınlanmamış).
- Kence, A., Özü, D., Balkız, Ö. (2002). Armenian Mouflon Survey in Eastern Turkey and Nakhticevan, *Caprinae News*, Canada.
- Korshunov, V. M. (1994). Ecology of the Bearded Goat *Capra aegagrus* Erxleben 1777' in Turkmenistan. *Biogeography and Ecology of Turkmenistan*, 231-246, Netherlands.
- Macar, O. (2004). Köprülü Kanyon Milli Parkı'ndaki *Capra aegagrus* Erxleben 1777 (Yaban Keçisi) Popülasyonu Üzerine Çalışmalar, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 55s, Ankara.
- Masetti, M. (2009). The wild goats *Capra aegagrus* Erxleben 1777 of the Mediterranean Sea and the Eastern Atlantic Ocean islands, Laboratories of Anthropology and Ethnology, Department of Evolutionistic Biology, University of Florence, Via del Proconsolo 12-50122 Florence, Italy.
- Nicholson, M. C., Husband, T. P. (1992). Diurnal Behavior of the Agrimi *Capra aegagrus*, *Journal of Mammalogy*, 73;1, Baltimore.
- O.G.M., (2019). Orman Genel Müdürlüğü, <http://www.ogm.gov.tr> (Erişim Tarihi 15.03.2019).
- Oğurlu, İ. (1988). İşletme ormanlarında yaban hayatı habitatlarının düzenlenmesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 38(2), 120-135.
- Oğurlu, İ. (2001). Yaban Hayatı Ekolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:4. Yayın No: 19, Isparta.
- Oğurlu, İ. (2003). Yaban Hayatında Envanter. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Av ve Yaban Hayatı Dairesi Başkanlığı Yayınları, 208, Ankara.
- Oğurlu, İ. (2008). Yaban Hayatı Kaynaklarımızın Yönetimi Üzerine. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Isparta.
- Okutucu, A. M. (2007). Oltu Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda Yaban Keçisi *Capra aegagrus* Erxleben 1777 Popülasyonları Üzerine Çalışmalar, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65s, Artvin.
- R Core Team. (2021). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
- Resmî Gazete (2022). Tarım ve Orman Bakanlığı Yaban Hayvanları Listesi, Sayı 31919, (Erişim Tarihi: 10 Ağustos 2022).
- Sarıbaşak, H., Başaran, A. M., Başaran, S., Kaçar, S. M. (2010). Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda Yaban Keçisi (*Capra aegagrus* Erxleben 1777) Popülasyonu ve Habitatının Değerlendirilmesi, Teknik Bülten No:42, Orman Genel Müdürlüğü Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Enstitü Yayın No: 57 ISBN: 978-605-393-106-5, Antalya.
- Süel, H. (2014). Isparta-Sütçüler Yöresinde Av Türlerinin Habitat Uygunluk Modellemesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 146s, Isparta.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2018). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Arşivi, Ankara.
- The Jamovi Project. (2022). Jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Tolunay, A. (1953). Özel Zooloji-Omurgalılar. (2), Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları: 64,840, İstanbul.
- Tramem.(2018).<http://www.tramem.org/memeliler/yabankeci> si (Erişim Tarihi 06 Şubat 2018).
- Turan, N. (1987a). Türkiye'nin Büyük Av Hayvanları ve Sorunları, Uluslararası Sempozyum, Türkiye ve Balkan Ülkelerinde Yaban Hayatı, 16-20 Eylül, 61-83, İstanbul.
- Turan, N. (1987b). Antalya-Termessos Yaban Keçisi (*Capra aegagrus* L.) Popülasyonunun Gelişimi, Bugünkü Durumu ve Sorunları, Uluslararası Sempozyum, Türkiye ve Balkan Ülkelerinde Yaban Hayatı, 16-20 Eylül, 83-105, İstanbul.
- Turan, N. 1984. Türkiye'nin Av ve Yaban Hayvanları-Memeliler, T.C. Orman Bakanlığı, 87, Ankara.

- Uçarlı, Y. (2016). Çoruh Vadisi ve Vergenik Dağı Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarındaki Barajların Yaban Keçisi Üzerine Etkileri, Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 130s, Artvin.
- Ünal, Y. (2003). Isparta Havalisinde Yaban Keçisi *Capra aegagrus* Erxleben 1777 Popülasyonu Üzerine Gözlemler, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 47s, Isparta.
- Ünal, Y. (2011). Isparta- Yazılıkaya'da Av-Yaban Hayatı Envanteri, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 151s, Isparta.
- Ünal, Y. (2017). (14.03.2017) “Yaban Keçileri Artık İnsanlarla İç İçe”, Milliyet Antalya Yerel Gazete, Antalya
- Ünal, Y., Oğurlu, İ. (2022). Population Status of Wild Goat (*Capra aegagrus* Erxl. 1777) in the Yazılıkaya State Reserve in Isparta: Isparta Yazılıkaya Devlet Avlağında Yaban Keçisi (*Capra aegagrus* Erxl. 1777)'nin Popülasyon Durumu. Journal of Protected Areas Research, 1(1), 24-33.
- Yiğit, N., Çolak, E. Özkurt., (2005). Memeli Hayvanlar ve avcılığı 111-133s Edt.: Bora, M. E.: Sürdürülebilir Avcılık için Temel Eğitim Kitabı 1. Cilt (Yasal Düzenlemeler ve Uluslararası Sözleşmeler) T.C. Çevre ve Ormanlık Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Eğitim Yayanları-1, Ankara.

Investigation of Ballistic Protection Features of Fabrics Used In Soft Armor Production

Adem VERDİ¹, Şule Sultan UĞUR^{1*}

Abstract: Three basic parameters such as firepower, ballistic protection, and mobility are very important in combat systems. The protection level of armor, one of the most important elements of the defense systems, has also been increased with the development of ballistic science. Armor materials are being developed to protect against various threats with minimum weight via advanced studies. Studies to reduce armor weight to increase the mobility of personnel are becoming more important day by day. Various institutions worldwide are working to develop materials that are low in cost while achieving their protection level/lightness factor targets. This study mentions the definition and types of ballistic protective body armor, the usage areas of soft armor textiles, and the advantages and disadvantages of the obtained products. The protection levels of para-aramid and ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) based ballistic protective soft armor fabrics with different properties against light weapons were tested. Unlike the experimental and simulation studies carried out to date, in this study, 6 types of soft armor fabrics were tested under appropriate laboratory conditions by firing a minimum of 6 shots at each sample by NIJ 01.01.04 Level IIIA and STANAG 2920 standards. In addition, unit consumption analysis of the fabrics was made under current production conditions. As a result of all these studies, advantageous and disadvantageous soft armor systems were determined according to the type of preference.

Keywords: Soft armor, ballistic protection, UHMWPE, para-aramid, V₅₀ test

Yumuşak Zırh Üretiminde Kullanılan Kumaşların Balistik Koruma Özelliklerinin İncelenmesi

Özet: Savaş sistemlerinde atış gücü, balistik koruma ve hareket kabiliyeti gibi üç temel parametre büyük önem arz etmektedir. Bu sistemin alt kolu olan savunma sistemlerinin en önemli unsurlarından zırhların koruyuculuk düzeyi aynı şekilde balistik biliminin gelişimi ile birlikte arttırılmıştır. İleri düzey yapılan çalışmalarla birlikte zırh malzemeleri çeşitli tehditlere karşı minimum ağırlık ile koruma sağlamak için geliştirilmektedir. Personelin hareket kabiliyetini arttırmak için zırh ağırlığını azaltmaya yönelik çalışmalar gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Dünya genelinde çeşitli kuruluşlar, koruma düzeyi/hafiflik faktörleri hedeflerine ulaşırken maliyeti düşük olan malzemeler geliştirmek için çalışmaktadır. Bu çalışmada balistik koruyucu vücut zırhlarının tanımı ve çeşitlerinden bahsedilmiş, yumuşak zırh tekstillerinin kullanım alanları ve elde edilen ürünlerin avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir. Farklı özelliklere sahip para-aramid ve ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen (UYMAPE) esaslı balistik koruyucu yumuşak zırh kumaşlarının hafif silahlara karşı koruma seviyeleri test edilmiştir. Günümüze kadar yapılan deneysel ve simülasyon çalışmalarından farklı olarak bu çalışmada 6 çeşit yumuşak zırh kumaşı uygun laboratuvar koşullarında NIJ 01.01.04 Seviye IIIA ve STANAG 2920 standartlarında her bir numuneye minimum 6'şar atış yapılarak test edilmiştir. Bunun yanında kumaşların mevcut üretim koşullarında birim tüketim analizi yapılmıştır. Tüm bu çalışmalar neticesinde avantajlı ve dezavantajlı yumuşak zırh sistemleri tercih türüne göre belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yumuşak zırh, balistik koruma, UYMAPE, para-aramid, V₅₀ testi

¹**Address:** Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

***Corresponding author (Sorumlu Yazar):** suleugur@sdu.edu.tr

Citation (Atıf): Verdi, A., Uğur, Ş.S. (2023). Yumuşak zırh üretiminde kullanılan kumaşların balistik koruma özelliklerinin incelenmesi. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 10(20): 47-54.

1. GİRİŞ

Vücut zırhı, insan vücudunun farklı türdeki saldırılara karşı korunması için hayati önem taşıyan koruyucu ekipmandır. Çeşitli saldırı kaynakları arasında merminin balistik etkisi ise önemli bir öğedir (Azrin Hani vd., 2012). Kurşun geçirmez yelek ile ilişkili balistik darbe, 50-200 µs içinde gerçekleşen dinamik bir olaydır. Bu nedenle, bu zaman dilimi içerisinde zırh yapılarının yüksek hızlı darbelerle etkili bir şekilde yanıt vermesi ve direnmesi gerekir (Crouch, 2019).

Balistik koruyuculuk biliminin gelişmesiyle birlikte kişisel koruyucu personel zırhları, yumuşak ve sert zırhlar olarak iki ana kategoriye ayrılabilir. Yumuşak zırh belirli düşük seviye tehditler için yeterli iken daha yüksek seviye tehditler için sert zırhlar gerekmektedir. Yumuşak zırhlar esnek yapısı nedeniyle personelin vücut hareketi ile birlikte şekil değiştirir ve daha hafiftir. Buna karşın sert zırhlar, belirli bir sürede, basınç ve sıcaklık altında istenilen nihai ürünün formunu alıp (koruyucu miğfer, göğüs plakası, helikopter taban zırhı, vb.) bu halde şeklini uzun yıllar boyunca muhafaza etmektedir. Sert zırhlar yumuşak zırhlara göre üst düzey koruma sağlar ancak daha ağır ve sabit şekillerinden nedeni ile kullanıcı personelin hareket kabiliyetini sınırlandırmaktadır.

Tekstil bazlı vücut zırhları, nasıl üretildiğine bağlı olarak hem yumuşak hem de sert olabilir. Tekstil bazlı vücut zırhında yumuşak vücut zırhı, yüksek performanslı kumaşların birden fazla katmanının dikilmesiyle üretilir. Öte yandan sert zırh, polimer matristeki yüksek performanslı kumaşın çoklu katmanlarının güçlendirilmesiyle üretilir (Anand vd., 2023).

Vücut zırhı söz konusu olduğunda performans ve hareket kabiliyeti son derece önceliklidir. Geleneksel olarak vücut zırhı, temel malzeme olarak ağır ve sert olan çelik ve seramikten üretilirdi. Ayrıca bu sert vücut zırhları insan vücudu kısımlarından boyun, omuz ve eklemlerini koruyamıyordu. Bu sınırlamaların üstesinden gelmek için araştırmacılar odaklarını tekstil bazlı vücut zırhına kaydırmışlardır (Abteu vd., 2019)

Balistik koruyucu zırhlarda sağlanan üstün özelliklerin yanında bu koruyuculuğu test etmek için birçok standart geliştirilmiştir; en yaygın olarak kullanılan standart NIJ (The US National Institute of Justice - Ulusal Adalet Enstitüsü) tarafından kabul edilen standartlardır (Bozdoğan vd., 2015). Ulusal Adalet Enstitüsü'nün (NIJ) standardına göre vücut zırhı, yumuşak vücut zırhı (koruma seviyeleri I, IIA, II ve IIIA) ve sert vücut zırhı (koruma seviyeleri IIIA, III ve IV) olarak sınıflandırılır (NIJ Standard-0101.06).

Birinci Dünya Savaşı sırasında yumuşak vücut zırhı, ipek kumaş kullanılarak üretilmiştir. Bu zırhlar, çok düşük darbe hızına (120 m/s'ye kadar) sahip mermilere karşı koruma sağlayacak kadar iyiydi ancak daha yüksek çarpma hızına (180 m/s) sahip mermilere karşı yeterince iyi değildi. İkinci Dünya Savaşı sırasında poliamid kumaştan hazırlanan ikinci tür yumuşak vücut zırhı piyasaya sürülmüş ve şarapnel parçacıklarına karşı daha güvenli olduğu görülmüştür. Ancak poliamid esaslı zırhlar tüfek ve tabancalardan çıkan kurşunlara dayanamamıştır (Mawkhlieng vd., 2019). 1990'lı yıllarda ultra-yüksek moleküler ağırlığa sahip polietilen (UHMWPE) lifleri balistik koruma amaçlı üretilen sistemlerde en hafif ve etkin bir çözüm sağlayarak yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Bozdoğan vd., 2015).

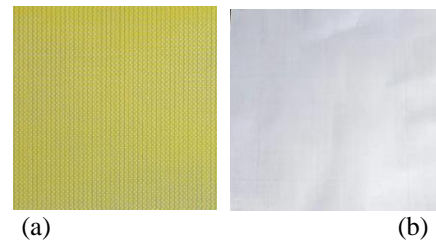
Yıllar geçtikçe yumuşak vücut zırhı sistemlerinin üretimi önemli ölçüde gelişmiştir, ancak bu zırhları iyileştirme ihtiyacı hala devam etmektedir. Yumuşak vücut zırhı sisteminin ağırlığını daha da azaltmak, aynı zamanda uyum ve konfor seviyelerini artırmak için araştırmalar devam etmektedir. Standart bir yumuşak vücut zırhı sisteminin maliyeti birkaç bin dolar civarında olduğundan, ticari açıdan maliyetin düşürülmesi şarttır. Bu zorlu gereksinimler, gelişmiş nano hibrit vücut zırhı yapılarının geliştirilmesiyle karşılanabilir (Crouch, 2019).

Bu çalışmada farklı özelliklere sahip para-aramid ve ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen (UYMAPE) esaslı balistik koruyucu yumuşak zırh kumaşlarının hafif silahlara karşı koruma seviyeleri test edilmiştir. 6 çeşit yumuşak zırh kumaşı uygun laboratuvar koşullarında NIJ 01.01.04 Seviye IIIA ve STANAG 2920 standartlarında her bir numuneye minimum 6'şar atış yapılarak test edilmiş, kumaşların mevcut üretim koşullarında birim tüketim analizi yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Malzeme özellikleri

Deneyisel çalışmalarda Şekil 1'de görülen para-aramid ve ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen (UYMAPE) esaslı farklı özelliklere sahip kumaşlar kullanılmıştır.



Şekil 1. (a) Para-aramid kumaş, (b) Ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen kumaş numuneleri

2.1.1. Para-aramid kumaş

Bu çalışmada kullanılan farklı dokuma türlerine sahip para-aramid esaslı kumaşların teknik özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Para-Aramid esaslı yumuşak zırh kumaşlarının teknik özellikleri

Sıra No.	Kumaş Kodu	Kumaş Örgüsü	Birim Alan Kütlesi (g/m ²)	Kumaş Kalınlığı (mm)	İplik Numarası (denye)	Çözgü Sıklığı (çözgü /cm)	Atkı Sıklığı (atkı /cm)
1	A1	1/1 Bezayağı	120	0,16	600	9	9
2	A2	3/1 Z Dimi	415	0,47	2800	6,4	7,2
3	A3	1/1 Bezayağı	400	0,45	3000	6	6

2.1.2. Ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen kumaş (UYMAPE-UHMWPE)

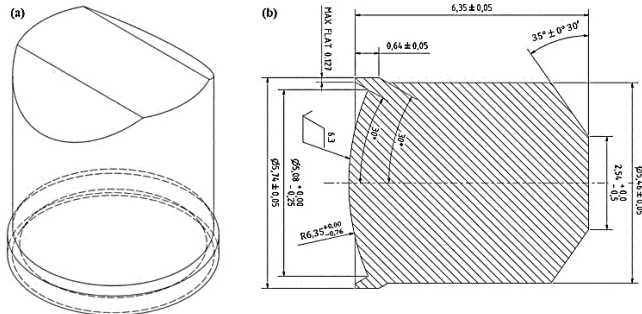
Bu çalışmada kullanılan polietilen esaslı kumaşların teknik özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. UYMAPE esaslı zırh kumaşlarının teknik özellikleri

Sıra No.	Kumaş Kodu	Kumaşın Birim Alan Kütlesi (g/m ²)	Kumaş Kalınlığı (mm)	Katman Sayısı	UD Lif Düzeni
1	SP1	70	0,08	2	0°-90°
2	SP2	165	0,21	4	0°-90°-0°-90°
3	SP3	216	0,25	4	0°-90°-0°-90°

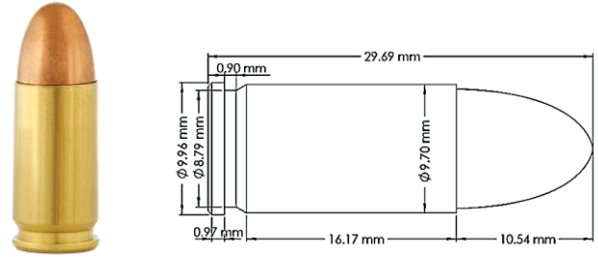
2.1.3. Atış testlerinde kullanılan mühimmatların özellikleri

Bu çalışmada atış testleri için farklı özelliklerde mühimmat kullanılmıştır. Atışlarda kullanılan şarapnel parçacıkları, NATO Standardı STANAG 2920’de A3 şarapneli olarak tanımlanmış olan ve boyutları Şekil 2’de görülen 1,1 g (17 grain) malzemedir (Gilson vd, 2023).



Şekil 2. (a) STANAG 2920 gereksinimlerine göre FSP parçacığın 3B morfolojisi ve (b) mm cinsinden boyutları

NIJ 0101.04 Seviye IIIA standardı kapsamında Şekil 3’te görülen ve Çizelge 5’te özellikleri belirtilen 9x19 mm kalibreye sahip tamamı metal gömlekle (FMJ) çekirdek delinme/çöküntü testlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 3. Delinme/çöküntü testlerinde kullanılan 9 mm FMJ RN mermi ve boyutları

Bu çekirdekler taban hariç metal gömlekle kaplanmaktadır. Bu nedenle hedefe ulaşıncaya genişlemezler ve tahribat güçleri yüksektir (Mermilerin Yapısı, 2017).

Çizelge 5. Atış testlerinde kullanılan 9 mm x 19 mm FMJ mermiminin teknik özellikleri

Fişek boyu	29,69 mm
Fişek ağırlığı	12-15 g
Basınç	2850 bar
Kuvvet	20,4 kgf
Çekirdek ağırlığı	8 g
Çekirdek çapı	9 mm
Hız	450 m/s
Kapsül	Küresel barut
Çekirdek tipi	Küresel uçlu

2.2. Numunelerin hazırlanması

Para-aramid ve UYMAPE esaslı zırh kumaşları 40 cm x 40 cm ebatlarında otomatik serim kesim makinesinde kesilmiştir. Kesilen kumaşlar Çizelge 6’da belirtilen kat sayılarında üst üste dizilip alansal yoğunlukları aşağıda belirtilen formüldeki gibi hesaplanmıştır:

$$\text{Alansal yoğunluk} = \frac{40 \times 40 \text{ cm}^2 \text{ ebatlarındaki yumuşak zırhın ağırlığı (kg)}}{0,16 \text{ (m}^2\text{)}}$$

Çizelge 6. Hazırlanan zırh kumaşlarının toplam kat sayıları ve hesaplanan alansal yoğunluk değerleri

Kumaş Kodu	Kat Sayısı	Alansal Yoğunluk (kg/m ²)
A1	44	5,25
A2	12	5,03
A3	13	5,19
SP1	55	3,81
SP2	25	4,09
SP3	19	4,11

Çizelge 6'da görüldüğü üzere NIJ 0101.04 Standardı Seviye IIIA düzeyinde tabanca/makineli tabanca mermisine karşı korumaya sahip yumuşak zırh elde etmek için;

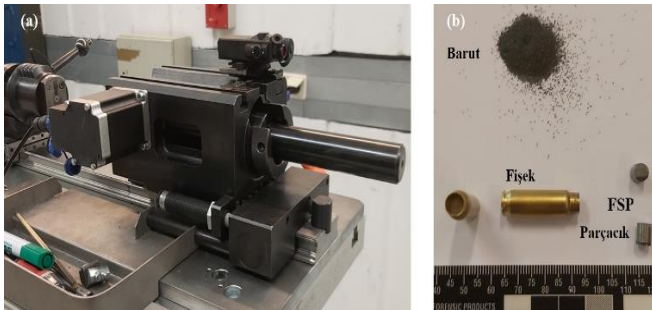
- Para-aramid esaslı zırhlar için 5,03-5,25 kg/m²
- UYMAPE esaslı zırhlar için 3,81-4,11 kg/m²

alansal yoğunluk aralığında ve kumaş birim alan kütlesine göre 12-55 kat sayısı aralığında zırh sistemleri oluşturulmuştur.

2.3. Balistik testlerin yapılışı

2.3.1. STANAG 2920 standardına göre V₅₀ testleri

Atışlarda NATO Standardı STANAG 2920'de A3 şarapneli olarak tanımlanmış olan ve 5,385 mm çapında 1,102 g (17 grain) şarapnel kullanılır. Belirli bir sayıda atış yapıldıktan sonra, V₅₀ değeri tam atışlardan en düşük değerli 3 tam delme atış ve en yüksek değerli 3 kısmi delme atışın aritmetik ortalaması alınarak bulunur. Testlerde ortalama almak için kullanılan hızların en yükseği ile en düşüğü arasındaki farkın en fazla 40 m/s olması istenmektedir. Çalışma kapsamında numunelere STANAG 2920'ye göre 1,1 g'lık fragmentlerle atışlar yapılmıştır.



Şekil 5. (a) Kullanılan namlu düzeneği ve (b) FSP parçacık ve ivmendirici malzemeleri

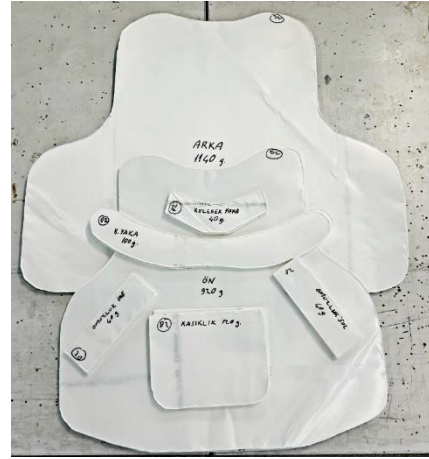
2.3.2. NIJ 0101.04 standardında Seviye IIIA testleri

Balistik test atışlarında kompozit yelek zırh plakasının dış bakan yüzüne, NIJ 0101.04 standardına göre IIIA koruma

seviyesinde 436 ±9,1 m/s hızlarda 5 metre mesafeden atış yapıldığında delinmemesi ve arka kısma yerleştirilmiş olan macun üzerinde en fazla 44 mm deformasyon (çöküntü) olması beklenir.

2.4. Kumaşların birim tüketim miktarlarının hesaplanması

Kumaş tüketimi hesaplanırken Şekil 6'da görülen ve balistik koruyucu yelek üzerinde bulunan ön-arka panel, kasıklık, omuzluk, ön-arka yaka bölgesi zırh parçalarının L bedeninde çizimi oluşturulmuştur.



Şekil 6. Balistik koruyucu yelek üzerinde bulunan yumuşak zırh parçaları

Daha sonra Şekil 7'de belirtilen pastal planı aşağıda belirtilen parametreler kullanılarak PolyPattern® CAD-CAM programı yardımıyla oluşturulmuştur.

Kumaşın kullanılabilir eni: Para-aramid için 127 cm; polietilen için 158 cm

Parçalar arası pay : 0,3 cm

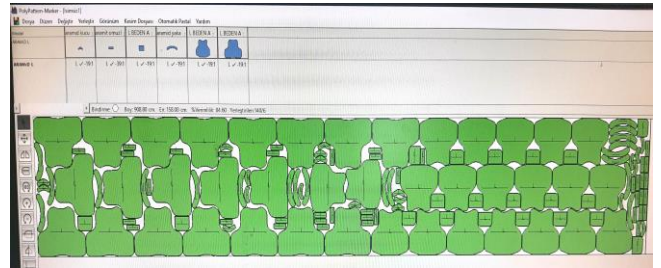
Pastal payı : 5 cm

Parça rotasyonu : 90°

Parça döndürme toleransı : 360°

Parça takım sayısı : 20 takım L beden

Pastal çalışma süresi : 120 dk



Şekil 7. L beden yumuşak zırh parçalarına ait pastal

3. BULGULAR

Bu çalışmada, farklı özelliklere sahip yumuşak zırh kumaşlarına Balistik Direnç Testi (NIJ 0101.04 standardında Seviye IIIA'ya göre delinme testi) ve STANAG 2920 standardına göre V_{50} testi yapılmış olup; sonuçlar ürün bazında kumaş tüketimleri de hesaplanarak kıyaslanmıştır.

3.1. Balistik direnç testi sonuçları

Testler aşağıda belirtilen koşullarda yapılmıştır. Laboratuvar şartlandırması: Numuneler $21 \pm 2,9$ °C sıcaklıkta $\%50 \pm 5$ bağıl nemli ortamda 24 saat bekletildikten sonra

23 ± 2 °C sıcaklıktaki su havuzuna 10 dk. süre ile daldırılarak şartlandırılmıştır.

Namlu tipi : 9 mm LUGER

Mühimmat : 9x19 mm FMJ RN

Mermi hızı : $436 \pm 9,1$ m/s

Atış mesafesi : 5 m

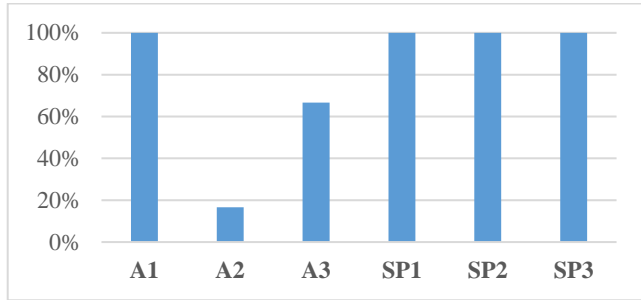
Atış açısı: 1., 2., 3. ve 6. atışlar numune yüzeyine dik açı ile; 4. ve 5. atışlar ise 30° açılı olarak yapılmıştır.

Çizelge 7'de yukarıda belirtilen şartlarda yapılan delinme testi sonuçları görülmekte olup D, atış sonrası zırhta tam delinme olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 7. NIJ 0101.04 standardı Seviye IIIA balistik direnç delinme testi sonuçları

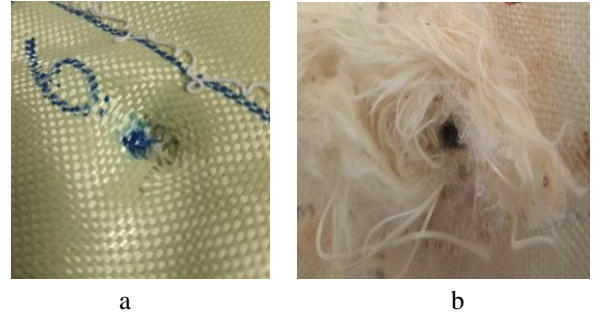
Kumaş Kodu	Mermi Hızı: V (m/s)							Çöküntü değeri: Ç (mm)						
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V _{ort}	Ç ₁	Ç ₂	Ç ₃	Ç ₄	Ç ₅	Ç ₆	Ç _{ort}
A1	433	431	437	438	437	438	435,7	25,8	26,5	25,8	22,2	23,2	26,3	25
A2	434	441	443	435	438	444	439,2	29,0	D	D	D	D	D	29,0
A3	436	440	441	435	438	444	439,0	35,7	38,7	40,1	D	D	35,6	37,5
SP1	428	430	428	431	433	438	431,3	27	29,9	30,1	23,2	22,2	27,7	26,7
SP2	435	432	427	430	428	433	430,8	22,5	24,9	25,2	16,4	17	18	20,7
SP3	435	432	427	430	428	433	430,8	25,6	24,6	23,8	20,2	21	17,2	22,1

Üsteki sonuçlara göre kumaşların 6 atışa göre balistik direnç delinme başarı yüzdesi (Şekil 8), enerji sönmeme ve bu değerlere göre Spesifik Enerji Absorpsiyon Değeri hesaplanmıştır (Şekil 11).



Şekil 8. 6/6 atış başarı yüzdesi

Şekil 8'de görüldüğü üzere A2 ve A3 dışındaki 4 yumuşak zırh kumaşı atışlarda %100 başarı göstermiştir. Başarı yüzdesi düşük olan A2 ve A3 para-aramid zırh kumaşlarının birim alan kütlesi 400 g/m^2 üzerinde olup bu kumaşlar diğer zırh kumaşlarına göre en ağır kumaşlardır.

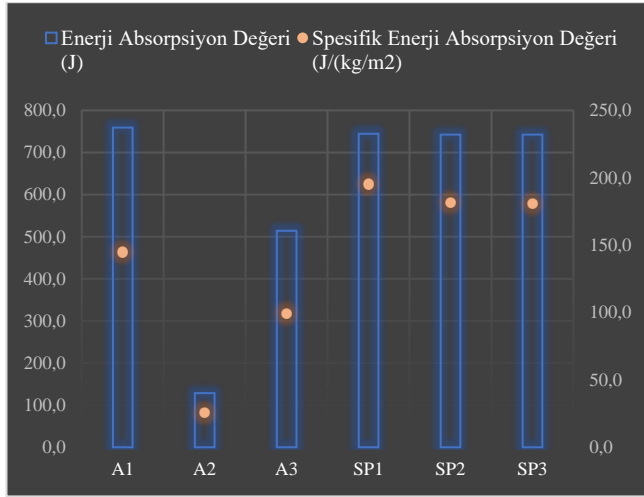


Şekil 9. (a) Delinme olan kumaşın ön yüzeyi ve (b) arka yüzeyi

Şekil 10 radar grafiğinde delinme olmayan yumuşak zırhların arka yüzey çöküntü değerleri incelendiğinde tüm polietilen esaslı zırhların ortalama çöküntü değerleri 20-30 mm aralığında iken; A1 hariç para-aramid esaslı zırhların çöküntü değerleri 25-40 mm aralığındadır. Polietilen esaslı yumuşak zırh grubunun burada daha üstün sonuçlar verdiği görülmektedir.



Şekil 10. Yumuşak zırhların ortalama arka yüzey çöküntü değerleri



Şekil 11. Zırh kumaşlarının enerji sönümlenme ve spesifik enerji absorpsiyon değerleri

Şekil 12'de belirtilen enerji sönümlenme ve Spesifik Enerji Absorpsiyon değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Enerji Sönümlenme Değeri:

$$E = \frac{1}{2} mV^2 \text{ (Joule)} \times 6/6 \text{ başarı yüzdesi}$$

Spesifik Enerji Absorpsiyon Değeri:

$$SEABS = \frac{\text{Enerji Sönümlenme Değeri}}{\text{Alansal Yoğunluk}} \text{ (J/(kg/m}^2\text{))}$$

Bu formülde;

m: 9 mm FMJ RN mermi çekirdeği kütlesi (0,008 kg)

V: Mermi çekirdeğinin ortalama hızı (V_{ort} : m/s)

Şekil 11'de bulunan SEABS değerleri incelendiğinde 195,2 J/(kg/m²) ile SP1 kodlu polietilen esaslı zırh kumaşı en yüksek değere sahiptir. 70 g/m² birim alan kütleli, 55 katlı ve 3,81 kg/m² alansal yoğunluğa sahip SP1 zırh sistemi

atışlarda %100 başarı göstererek 744,2 J enerji sönümlenmesi gerçekleştirmiştir. 180 J/(kg/m²) üzeri SEABS değerine sahip diğer tüm yumuşak zırh kumaşlarının polietilen esaslı olduğunu görmekteyiz.

Yüksek alansal yoğunluğu değerlerinden dolayı para-aramid zırh sistemlerinin SEABS değerleri polietilen esaslı zırhlara göre düşük kalmıştır.

3.2. STANAG 2920 standardına göre V₅₀ testi sonuçları

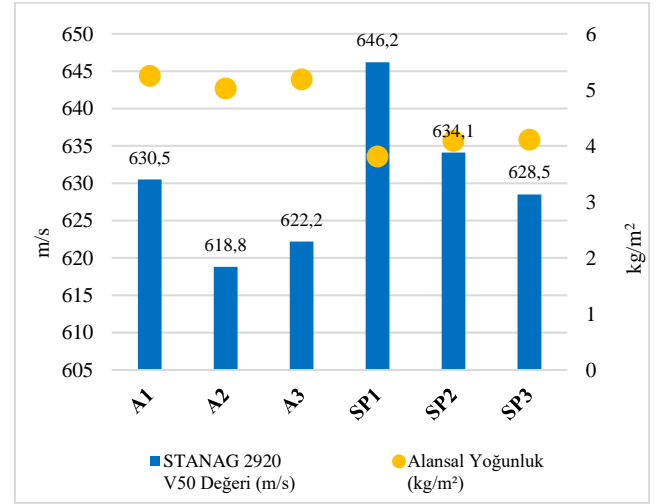
Testler aşağıda belirtilen koşullarda yapılmıştır.

Laboratuvar şartlandırması: Numuneler 20±2 °C sıcaklıkta %40-70 bağıl nemli ortamda 24 saat

Namlu tipi : 5,56 mm NATO

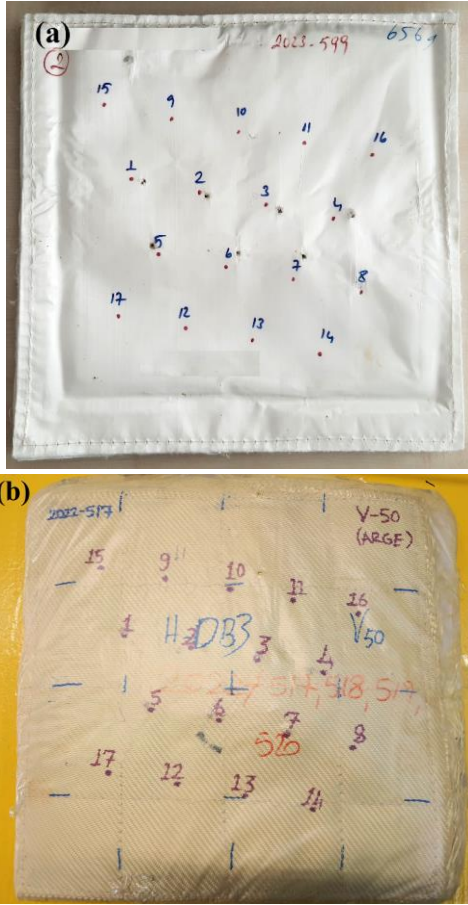
Mühimmat : 1,1 g FSP parçacık

Atış mesafesi : 5 m



Şekil 12. Zırh kumaşlarının V₅₀ hızları ve alansal yoğunluk değerleri

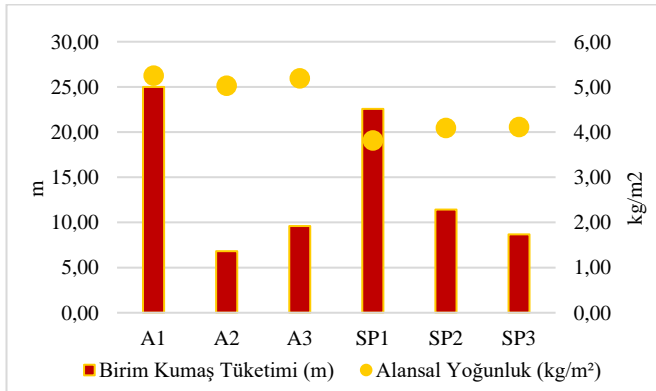
Şekil 12'de görüldüğü üzere polietilen esaslı zırh sistemlerinin V₅₀ değerleri aramid esaslı zırh sistemlerine göre daha yüksek çıkmıştır. 646,2 m/s V₅₀ değeri ile en yüksek şarapnel koruması SP1 zırh sisteminde sağlanabilmektedir. Ayrıca polietilen esaslı zırhların alansal yoğunluk değerleri aramid esaslı zırhların alansal yoğunluk değerinden daha düşüktür. Bu da polietilen esaslı zırhların daha hafif olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 13. STANAG 2920 V₅₀ testi yapılmış olan (a) polietilen esaslı ve (b) para-aramid esaslı zırh kumaşları

3.3. Kumaşların birim tüketim sonuçları

Şekil 14’te belirtilen ve koruyucu yelege göre hesaplanan birim kumaş tüketimleri incelendiğinde yüksek birim alan kütlesine sahip kumaşların daha az kat sayıda kullanılmasından dolayı zırh üretiminde tüketimlerinin de düşük olduğunu görebilmekteyiz. Ancak delinme testine göre başarılı olan kumaşları incelediğimizde en az kumaş gereksinimi olan zırhların sırasıyla SP3 ve SP2 olduğu görülmektedir. Alansal yoğunluk değerlerine bakıldığında yine polietilen grubunun hafiflik ve tüketim alanlarında avantajlı olduğu görülmektedir.



Şekil 14. Zırh kumaşlarının birim tüketim ve alansal yoğunluk değerlerinin kıyaslanması

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada 6 çeşit yumuşak zırh kumaşı uygun laboratuvar koşullarında NIJ 01.01.04 Seviye IIIA ve STANAG 2920 standartlarında minimum 6’şar atış yapılarak ve bu ürünlerin eğilme direnci açısından konfor düzeyleri belirlenerek test edilmiştir. Bunun yanında kumaşların mevcut üretim koşullarında birim tüketim analizi yapılmıştır.

Delinme/çöküntü değerleri açısından bakıldığında; uluslararası geçerliliği olan NIJ 01.01.04 Seviye IIIA standartlarına göre, 6 atışın tamamında tam delinmenin olmadığı ve vücut travma sınırı olan maksimum 44 mm çöküntü şartının altında veri kaydedilen zırh sistemleri A1, SP1, SP2 ve SP3’tür. Para-aramid kumaş grubunda tam delinme saptanan A2 ve A3 zırhlarına bakıldığında bu kumaşların birim alan kütlelerinin diğerlerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir (>400 g/m²). Başarılı sonuçlar daha çok birim alan kütlesinin 220 g/m²’den düşük ve kumaş kat sayısının daha çok olduğu durumlarda elde edilmiştir. Çöküntü değeri kıyaslaması yapıldığında polietilen (UHMWPE) esaslı yumuşak zırh grubunun daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Yumuşak zırhlar için V₅₀ hız değeri müşteri firma/birlik ihtiyacına göre değişkenlik göstermekte olup genelde talep edilen V₅₀ değerleri 620-650 m/s’dir. Minimum V₅₀ hız değeri olarak 620 m/s değerini baz alırsak çalışma yapılan kumaşlardan A1, A3, SP1, SP2, SP3 zırhlarının şarapnel parçalarına karşı koruyuculuğu uygundur. Genel olarak çalışma yapılan polietilen esaslı zırh sistemlerinin V₅₀ değerleri para-aramid esaslı zırh sistemlerine göre daha yüksektir.

Dokuma kumaş olan para-aramid zırh gruplarının alansal yoğunlukları dolayısıyla ağırlıkları polietilen esaslı zırhlara göre yüksektir. Polietilen esaslı zırh sistemleri daha hafiftir.

Birim kumaş tüketimi açısından bakıldığında, yüksek birim alan kütlesine sahip kumaşların daha az kat sayısında kullanılmasından dolayı zırh üretiminde tüketimleri daha düşüktür. Ancak bu ürünlerin kullanım rahatlığının daha düşük olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada bulunan tüm veriler incelendiğinde balistik koruyuculuğu olan bir yumuşak zırh kullanımı için aşağıdaki kriterlere göre tercih edilebilecek en uygun ürünler şunlardır:

- Ağırlık/hareket kabiliyeti/konfor/balistik değerler beraber düşünüldüğünde; SP1
- Balistik delinme testlerinde çöküntü değerleri en düşük; SP2
- V₅₀ değeri/şarapnel koruyuculuğu en yüksek: SP1
- Birim kumaş tüketimi en az olan; SP3

Bu çalışma kapsamında bir genelleme yapılması istenirse aynı koruma düzeyinde;

- ✓ En hafif zırh grubu polietilen (UYMAPE-UHMWPE) esaslı yumuşak zırh sistemleridir.
- ✓ En düşük maliyetli zırh grubu polietilen (UYMAPE) esaslı yumuşak zırh sistemleridir.
- ✓ Çevresel şartlara en dayanıklı ve en konforlu zırh grubu, para-aramid esaslı yumuşak zırh sistemleridir.

KAYNAKLAR

- Abteu MA, Boussu F, Bruniaux P, Loghin C, Cristian I. (2019). Ballistic impact mechanisms – a review on textiles and fibre-reinforced composites impact responses. *Compos Struct*, 223:110966.
- Anand B., S. Arulvel, Jayakrishna K, (2023). Significance of ballistic parameters and nanohybridization in the development of textile-based body armor: A review, *International Journal of Impact Engineering*, Volume 180, 104700, ISSN 0734-743X
- Azrin Hani AR, Roslan A, Mariatti J, Maziah M. (2012). Body armor technology: a review of materials, construction techniques and enhancement of ballistic energy absorption. *Adv Mater Res*:806–12.
- Crouch IG. (2019). Body armour - new materials, new systems. *Def Technol*;15:241–53.
- Gilson, L., Coghe, F., Bernardi, A., Imad, A., Rabet, L. (2023). Ballistic limit evolution of field-aged flexible multi-ply UHMWPE-based composite armour inserts, *Composite Structures*, Volume 322.
- Kędzierski, P., Andrzej Morka, A. (2022). A comprehensive approach to the modeling and simulation of ballistic textiles, *Composite Structures*, Volume 292.
- Mawkhlieng U, Majumdar A, Laha A. (2019). A review of fibrous materials for soft body armour applications. *RSC Adv*.10:1066–86.
- Mermilerin Yapısı, (2017). Tamamen metal gömlekli mermiler. <https://www.paganx.org/mermilerin-yapisi>. Erişim tarihi: 13 Ekim 2023.
- NIJ Standard-01.01.06 - Ballistic Resistance of Personal Body Armor.

Ethnobotanical study of the use of *Plectranthus glandulosus* in the Department of Lac-Lere-Chad

Dessenbe Théophile^{1,2}, Mbaïlao Mbaïguinam¹, Nukenine Elias N.¹

Abstract: The traditional use of plants has always occupied an important place in practices in Chad. The Mayo Kebbi Ouest region is a tangible example. Thus, an ethnobotanical survey was conducted in this region with the aim of highlighting the use of *Plectranthus glandulosus* in the department of Lac-Lere during the month of May to July 2018 with a global sample of 513 people answering our various questions based on information relating to their profiles and their knowledge of the plant. The identification of the plant was made with the help of a botanist. The analysis of the results showed that this plant is widely used in the department of Lac-Lere in insecticidal (76.4%), medicinal (64.3%) and culinary (55.02%) form. The foodstuffs most protected by this plant are, among others, maize (31.3%) and cowpea (30.6%). Its leaves are the most used (77.4%) and generally fresh (82.5%). *P. glandulosus* has a crop preservation power that can last more than three (3) months (67.2%) due to its insecticidal effects.

Keywords: Ethnobotanical survey, Insecticide, Lac-Lere, *Plectranthus glandulosus*, Traditional use.

¹**Address:** Department of Biological Sciences, University of Ngaoundere, PO B ox 454, Ngaoundere, Cameroon

²**Address:** Research Laboratory of Natural Substances, Faculty of Exact and Applied Sciences University of Ndjamena, Chad

***Corresponding author:** theophiledessenbe@gmail.com

Citation: Théophile, D., Mbaïguinam, M., Elias, N. (2023). Ethnobotanical study of the use of *Plectranthus glandulosus* in the Department of Lac-Lere-Chad. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 10(20): 55-63

1. INTRODUCTION

Insect pests of foodstuffs, mainly Coleoptera, can cause the total loss of stock. The methods used to limit damage and losses by farmers are generally synthetic chemical insecticides (Demessie *et al.*, 2008), which often leads to resistance, pollute the environment and harm health consumers (Nukenine *et al.*, 2007).

Plants produce active substances with insecticidal properties, aseptic or growth regulating. Most of the time, these active substances are secondary metabolites which originally protect plants herbivores (Deravel *et al.*, 2013). Plants are the main medicinal means for public health care. Phytotherapy was widespread, but today it is disappearing because of this new pharmacopoeia (Nacoulma, 1996).

Plectranthus glandulosus is a plant species of the genus *Plectranthus* found in West African flora (Hutchiton and Daziel, 1958), in Chadian flora (Dessenbe *et al.*, 2022) and in Cameroonian flora (Pele and Berre, 1966; Amvam zollo

et al., 1998). This plant species belongs to the *Lamiaceae* (*Labiaceae*) family. It is a strongly aromatic annual plant that can exceed more than 2 m in height (Nukenine *et al.*, 2011). The stem is covered with woolly hairs with opposite leaves that are less hairy, broadly ovate, acuminate at the apex, with crenate edges (Said *et al.*, 2011). It is characterized by holdfast roots which appear at the level of secondary ramifications at the base of the stem when the plant gains height. Each armpit carries a bud that can give rise to a secondary or tertiary branch. It bears two-lipped purple flowers when in bloom (Pamplona, 1999). Found mainly in sub-Saharan Africa and Madagascar, the genus *Plectranthus* extends to the south of the Arabian Peninsula, India and, for a few species, Malaysia, Indonesia, Australia and some Pacific islands (Forster *et al.*, 2002; Van Jaarsveld, 2006). It is also present in Chad.

In Chad, *P. glandulosus* is used in traditional medicine to treat various pathologies; this herbal drug is well known in Cameroon for its properties medicinal and especially its effectiveness against insect pests, especially beetles

e. Legal aspect

The persons surveyed are informed that the filling of the questionnaire is done anonymously and that the exploitation of the data is carried out in a strict framework of university research.

3. RESULTS

The ethnobotanical survey carried out in the field made it possible to question 513 people of all genders, made up of 89.08% men, 10.92% women, of whom 90.02% have in-depth knowledge of *P. glandulosus* and use them in the protection of crops in storage. The local name of *P. glandulosus* according to the population is "Vohn" in Moundang dialect and generally used by insertion in foodstuffs during conservation.

3.1. Distribution of respondents on knowledge of *Plectranthus glandulosus* according to general information

3.1.1. Breakdown by gender of respondents

Men, women and young people are concerned by the use of plants in crop protection. However, in the present survey, more men use plants with insecticidal effect in conservation. Thus, 89.08% of plant users are men, against 10.92% of women (Figure 2).

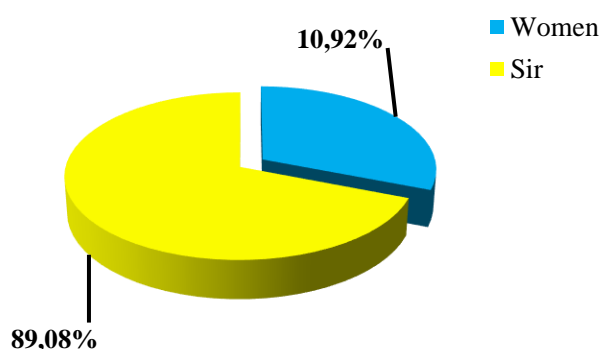


Figure 2. Frequency distribution of respondents according to gender.

3.1.2. Distribution of respondents by length of residence

Table 1 shows that 302 people out of 513, or 58.9% of our respondents, have lived for between 15 and 20 years in the Mayo-Kebbi Ouest region, mainly in the Department of Lac-Lere. Those having lasted between 5 to 10 years, 10 to 15 years and more than 20 years are represented respectively by 3.5%, 24.2% and 13.4%.

Table 1. Frequency of repair of respondents according to the duration of their residences in the region.

Duration of residence	Frequency(n)	Percentage (%)
5 to 10 years	18	3.5
10 to 15 years	124	24.2
15 to 20 years old	302	58.9
Over 20 years	69	13.4
Total	513	100%

3.1.3. Distribution of respondents according to their socio-professional activities

Figure 3 shows us that 432 out of 513, or 84.2%, of the people who use *P. glandulosus* in crop protection are farmers. Next come traders, represented by 7%, workers and retirees with 4.1% and 3.7% respectively.

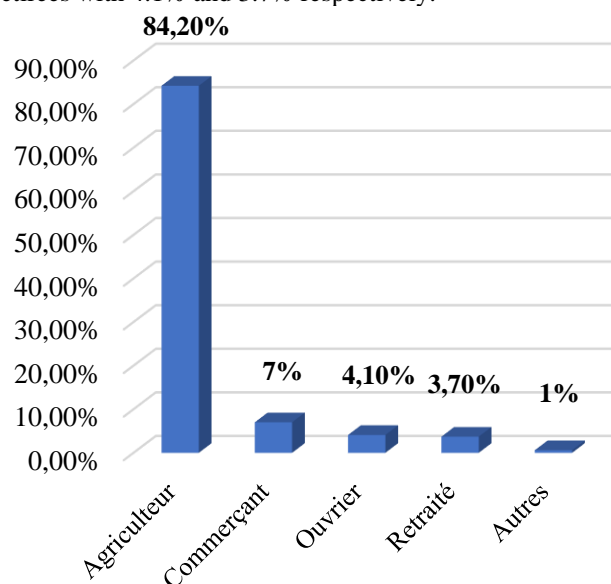


Figure 3. Frequency of distribution according to socio-professional categories of respondents

3.1.4. Distribution of respondents according to age groups of respondents

The results show that people aged between 46 and 65 are the most cited in the present study with a frequency of 60.8% (Table 2). Then come the age groups ranging from 25 to 45 years (19.5%). People over 65 and under 25 are represented with a rate of 15.6% and 3.7% respectively.

Table 2. Frequency of distribution according to age groups of respondents

Age group of respondents	Frequency (n)	Percentage (%)
Under 25	19	3.7
25 to 45 years old	100	19.5
46 - 65 years old	312	60.8
Over 65	82	15.6
Total	513	100%

3.2. Distribution of respondents on knowledge of *Plectranthus glandulosus* according to specific information related to the plant

3.2.1. Distribution of respondents according to knowledge of *P. Glandulosus*

Most of the local population of the department of Lac-Lere has a wide knowledge about *P. glandulosus*. 463 people out of 513, or 90.2% of our respondents, claim to know *P. glandulosus* against 9.8% having no knowledge (Figure 4).

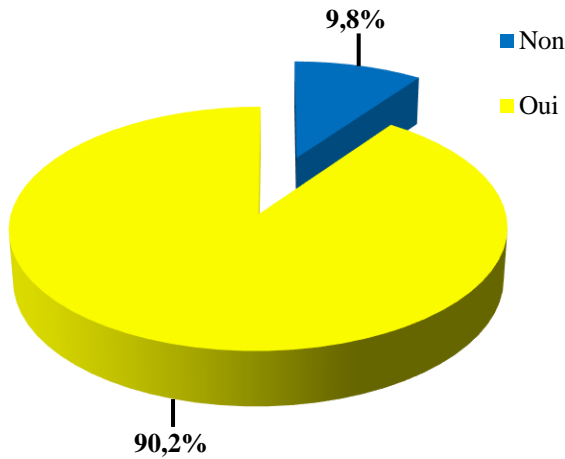
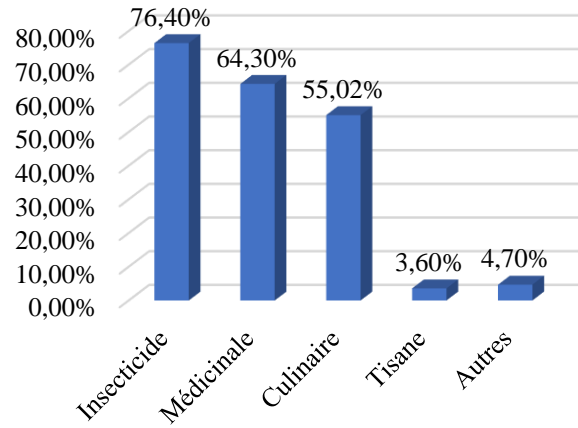


Figure 4. Frequency distribution of respondents according to their knowledge of *P. glandulosus*

3.2.2. Distribution of respondents according to the use of *Plectranthus glandulosus*

In total, 4 types of use of *P. glandulosus* were known in the Lac-Lere department, including culinary, medicinal, insecticidal and herbal tea use. The results show that *P. glandulosus* is used more as an insecticide with a rate of 76.4%; followed by culinary use with a rate of 55.02% (Figure 5). This plant is also used for medicinal purposes (64.3%) and in the form of herbal tea (3.6%). Other types of use, namely fumigation and inhalation, are cited with a rate of 4.7%.



NB: The Class of this studied variable is not exclusive but exhaustive to our questionnaire.

Figure 5. Frequency of distribution of respondents according to the types of use of *P. glandulosus*

3.2.3. Breakdown of respondents by use of *P. glandulosus* in crop protection

The different responses given by the local population show that *P. glandulosus* is widely used in crop protection. It appears that 87.7% of the population claim to use this plant to the detriment of other chemical insecticides against 12.3% who have no knowledge of the insecticidal use of this plant in the conservation of foodstuffs (Figure 6).

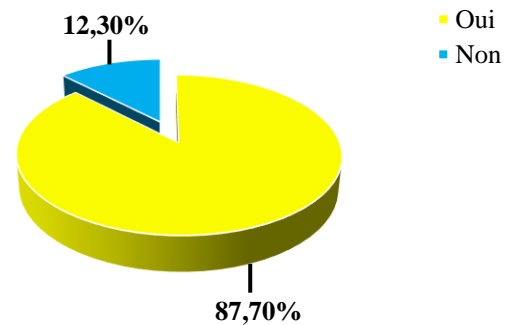


Figure 6. Frequency of distribution of respondents on the use of *P. glandulosus* in the protection of foodstuffs

3.2.4. Distribution of respondents according to the types of foodstuffs protected by *P. Glandulosus*

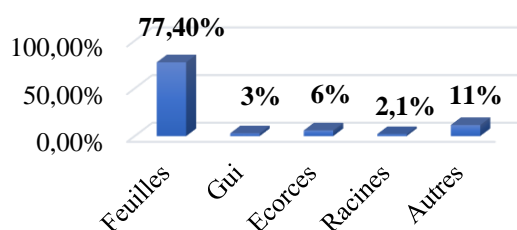
The use of *P. glandulosus* by the population is widespread in the department of Lac-Lere. This plant is used in the protection of several foodstuffs with varying rates of use. These are maize, peanuts, sesame, beans, sorghum and ground peas. This table shows that 31.3% of the population use this plant in the protection of maize against 30.6% in the protection of beans (Table 3). Sorghum, ground pea, peanut, and sesame, with a rate of 16.7% respectively; 6.9%; 6.8% and 1.7%.

Table 3. Frequency of distribution of respondents according to the types of foodstuffs protected by *P. glandulosus*

Food type	Frequency(n)	Percentage (%)
But	161	31.3
Peanut	35	6.8
Bean	157	30.6
ground pea	36	6.9
Sesame	9	1.7
Sorgo	8	16.7
Others	29	6
Total	513	100%

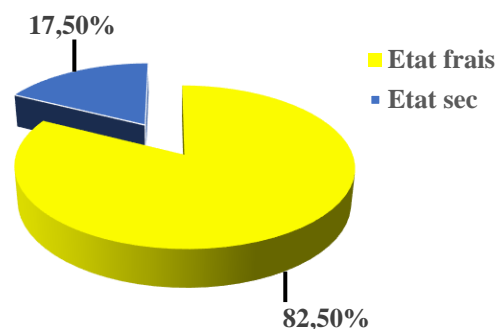
3.2.5. Distribution of respondents according to the parts used of *P. glandulosus* in crop protection

Respondents claim that 4 parts of *P. glandulosus* are used in the crop protection system, including leaves, roots, barks, and mistletoes. It appears that the leaves are used more (77.4%) than the other parts. Barks, roots and mistletoes are used less with a respective percentage of 6.0%; 3.0% and 2.1% (Figure 7). The other part being indicated in this figure is represented by 11% and indicates the entire use of the inflorescences of the plant in the protection of foodstuffs.

**Picture 7.** Frequency distribution of respondents on the parts used of *P. glandulosus* in crop protection

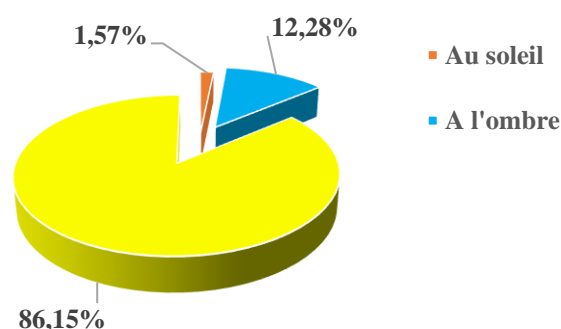
3.2.6. Distribution of respondents according to the state of use of *P. glandulosus* leaves in crop protection

The present study shows that the leaves of *P. glandulosus* are widely used fresh in storage. Thus, 82.5% of the local population preserve their foodstuffs by using *P. glandulosus* leaves in a fresh state against 17.5% in a dry state (Figure 8). This conservation is done by inserting fresh leaves into the commodity in storage (97.5%) until the end of the diffusion of its insecticidal effectiveness.

**Picture 8.** Frequency of distribution of respondents according to the state of use of *P. glandulosus*

3.2.7. Distribution of respondents according to the state of use of *P. glandulosus* leaves in crop protection

In the preservation system, some farmers use the dry leaves of *P. glandulosus* by proceeding through their own drying systems before any use. The figure below shows the different methods of drying *P. glandulosus* leaves. It appears from this result that *P. glandulosus* used in the dry state in the conservation of crops undergoes a drying procedure done in the shade (12.3%) than in the sun (1.6%) (Figure 9). 86.15% preserve their food with fresh leaves.

**Figure 9.** Frequency distribution of respondents according to methods of drying *P. glandulosus* leaves

3.2.8. Distribution of respondents according to the duration of insecticidal efficacy of *P. glandulosus* during storage

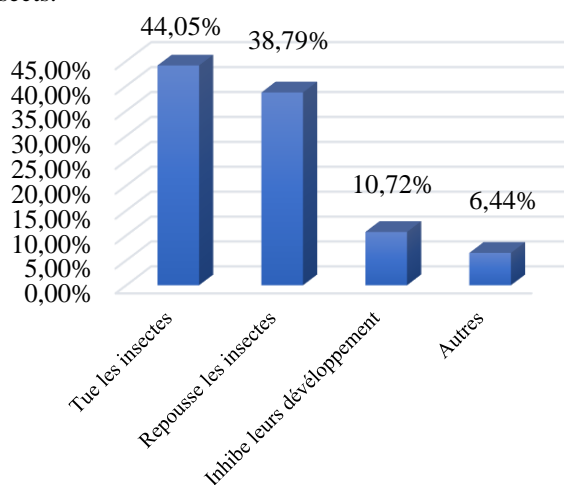
The plant inserted into the foodstuff in storage induces an effectiveness of variable duration depending on the people surveyed. 345 people out of 513, i.e. 67.2% of respondents, affirm that *P. glandulosus* can keep crops for between 2 to 3 months (Table 4). 11.5% of respondents claim that it protects between 1 to 2 months; 11% between 3 to 4 months and 8.2% at more than 4 months.

Table 4. Frequency of distribution of respondents according to the shelf life of foodstuffs by *P. glandulosus*

The duration of the conversation	Frequency (n)	Percentage (%)
Less than 1 month	11	2.1%
1 to 2 months	59	11.5%
2 to 3 months	345	67.2%
3 to 4 months	56	11%
More than 4 months	42	8.2%
Total	513	100%

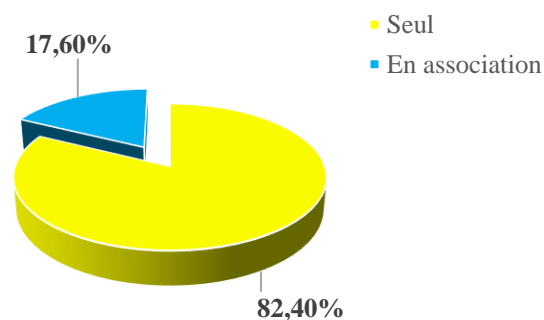
3.2.9. Distribution of respondents according to the insecticidal activity of *P. glandulosus*

The effects of plant leaves act on insects in several ways. They can be repellent i.e. repel insects, lethal i.e. kill insects and inhibitory i.e. inhibit the development of insects. In the present work, the results show that *P. glandulosus* is more insecticidal than repellent according to the responses of the people surveyed with a rate of 44.05% and 38.79% respectively (Figure 10). Only 10.7% of the surveyed population indicate that this plant inhibits the growth of insects.

**Picture 10.** Frequency of distribution of respondents according to their knowledge of the insecticidal activity of *P. glandulosus*

3.2.10. Distribution of respondents according to the insecticidal activity of *P. Glandulosus*

The use of this plant in the field of traditional medicine is variable with several methods and techniques. The present survey of the local population shows that this plant is less used in association with other plants with a rate of 6.3% against 82.4% indicating its use alone in the treatment of pathologies (Figure 11).

**Picture 11.** Frequency distribution of respondents according to their knowledge of the medicinal use of *P. glandulosus*

4. DISCUSSION

The ethnobotanical survey carried out on the whole of the department of Lac-léré, highlights the use of *Plectranthus glandulosus* by the population as an insecticide with a wide knowledge of elaborate use, i.e. 87.70%. The results showed that the people surveyed are mostly male, mostly over 46 years old. This is explained by the fact that in Chad, the sale of agricultural products is reserved for men. In addition, the use of plants in food preservation is an ancestral practice that is transmitted from generation to generation (Adjanohoun *et al.*, 1989; Klotoé *et al.*, 2013).

Most of the people responding to our questionnaire during this study are permanent residents of the mayo-kebbi west region, mainly from the department of Lac-Léré with an average duration of 15 to 20 years (58.9%) of life there. This confirms the fact that knowledge related to the use of medicinal plants in a locality is reserved for indigenous people with a close connection to their environment (Jayakumar *et al.*, 2010).

We note that farmers are the most cited in this study and represent 84.2%. This result corroborates with those of Benkhigui *et al.*, 2011, which states that farmers are the most exposed to crop enemies and through the active search for solutions, discover alternatives for the protection of their crops. The virtues of *P. glandulosus* are deferred. Respondents indicated that this plant has culinary, medicinal and insecticidal properties. *P. glandulosus* was found to be more insecticidal in the department of Lac-Lere (76.40%); this justifies its use in the protection of foodstuffs in storage. This result corroborates with those of Danga *et al.*, 2015, Nukenine *et al.*, 2011, Nukenine *et al.*, 2009, Tofel *et al.*, 2016 which confirm its insecticidal effect in storage thanks to the presence of its secondary metabolites put in evidence.

The parts most used in food preservation are the leaves of *P. glandulosus* (77.4%), followed by the bark (6%). Although the use of the leaves is represented by a large percentage, it was noticed during the survey that in the field the users tend to uproot the whole plant instead of focusing only on the desired part (mainly the leaves). On the other hand, there is a clear relationship between the part of the exploited plant used and the effects of this exploitation on its existence (Cunningham, 1996). Knowing that the leaves are the seat of

photosynthesis and sometimes of the storage of secondary metabolites responsible for the biological properties of the plant (Bigendako-polygenis and Lejoly, 1990), the ease and speed of harvesting (Bitsindou, 1986) may be the cause of the high rate of use of the foliage by the population of the region. These results corroborate with those of Tahri *et al.* 2012.

Plectranthus glandulosus is used more alone (82.4%) than in association in the preservation of crops. Its predominance is therefore monospecific. This predominance is to the advantage of the user. Indeed, associations of plants, not assorted, are sometimes dangerous (Kouadio *et al.*, 2016). In Africa, about 30% of fatal accidents are due to the use of mixtures (El-Said *et al.*, 1969).

In addition to the diversified virtues of *P. glandulosus*, its insecticidal effect is protective of several foodstuffs in storage, by acting on different types of insects, mainly beetles. The results indicate that *P. glandulosus* is widely used in the protection of maize (31.3%), beans (30.6%) and sorghum (16.7%) in Chad. These results can be explained by the fact that the insect enemies of these commodities are all weevils belonging to the same family (Coleoptera).

The forms of use of herbal drugs vary from one plant to another. After the ethnobotanical surveys, according to the people surveyed, *P. glandulosus* is used more in the fresh state than in the dry state in the conservation of foodstuffs in storage. These results can be explained by the fact that the fresh leaves of the plants have more properties than those which are dry which would have lost their properties and/or secondary metabolites under the effect of heat. This work corroborates with that of Sellami *et al.*, 2011 which indicates that plants belonging to the *Lamiaceae* family such as *P. glandulosus* are known to keep their volatile compounds on or near the surface of the leaves, then easily lose them when the temperature increases. This could explain the loss of hydrocarbon constituents from sun-dried leaves. It is widely reported that sun-drying plant materials has an effect on their chemical composition and therefore reduces their effectiveness when used as drugs or insecticides (Caboni *et al.*, 2009; Najafian and Agah 2012; Shahhoseini *et al.*, 2013). This result corroborates with those of Tofel 2016, which indicates that sun-dried leaves had lower levels of volatile compounds than shade-dried leaves.

Farmers having indicated that the plant was used in a dry state, inform that the leaves of *P. glandulosus* are dried in the shade. This result corroborates that of Nukenine *et al.*, 2007; which indicates that the secondary properties and/or metabolites of plant leaves volatilize under the effect of heat. Heat has a power to degrade the properties of plants.

The preservative power of *P. glandulosus* against insects remains persistent, averaging up to three (3) months (67.2%). This power would be due to the presence of secondary metabolites contained in the leaves which are released gradually during the storage period. These results confirm the work of Tofel, 2016 which states that *P. glandulosus* can preserve foodstuffs for up to three (3) months against pests, mainly beetle insects.

5. CONCLUSIONS

The ethnobotanical survey that we conducted confirms the use of *Plectranthus glandulosus* in the department of Lac-Lere in Chad by the local population. It made it possible to collect information on its use. This revealed multitudes of uses indicating that *P. glandulosus* is a plant widely used in the department of Lac-lere in insecticidal form (76.4%) in the protection of foodstuffs, medicinal (64.3%) and culinary (55.02%). This study showed that *P. glandulosus* is more used in the protection of maize (31.3%) and cowpea (30.6%) in storage compared to other foodstuffs. The most used parts were the leaves (77.4%), generally in the fresh state (77.3%), but dried in the shade when it comes to use in the dry state. It also shows that *P. glandulosus* could preserve the foodstuffs beyond three months of storage (67.3%). At the end of this study, we can say that *P. glandulosus* is promising in the protection of harvests and can constitute a track for the research of new alternatives to synthetic chemical insecticides if ever it constitutes a relevant in-depth research project.

Thanks

Our thanks go to the local authorities who agreed to allow this survey to take place in their constituency areas, to the 513 people who agreed to answer our questions, to Dr. Ali Brahim, Botanist at the University of Ndjamena d for agreeing to identify the plant before the study, to Pr. Nukenine Elias N. and Pr. Mbaïlao Mbaïguinam for helping to direct this research.

Peer-review

Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding

The authors declared that this study has received no financial support.

REFERENCES

- Adjanohoun, E. J., Adjakidje, V., Ahyi, M., Ake, A., Akoegnou, A., Almea, J., Apovo, F., Al Hadji, A., Boukef, K., Chadare, M., Chibon, P., Cusset, G., Dramane, K., Eymé, J., Gassita, J., Gbaguidi, M., Goudote, E., Guinko, S., Hounngnon, P., Lo I., Kéita, A., Kiniffo, H. V., Koné-Bamba, D., Musampa, Nseyya, A., Saadou, M., Sogodandji, T., Souza, S., Tchabi, A., Zinsou, C., Zohoun, T., (1989). Contribution aux études ethnobotaniques et floristique en République Populaire du Bénin. Collection « Médecine Traditionnelle et Pharmacopée ». Agence de Cooperation Culturelle et Technique. (pp. 111, 339-405).
- Anyinam, C., (1995). Ecology and ethnomedicine: exploring links between current environmental crisis and indigenous medical practices. *Social science and medicine*, 40(3), 321-329.
- Benkhniq, O., Zidane, L., Fadli, M., Elyacoubi, H., Rochdi, A., et Douira, A. (2010). Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la

- région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc). *Acta botánica barcinonensis*, 191-216.
- Bigendako, M., et Lejoly, J., (1990). La pharmacopée traditionnelle au Burundi. Pesticides et médicaments en santé animale. *Pres. Univ. Namur*, 45, 425-442.
- Bitsindou, M., (1986). Enquêtes sur la phytothérapie traditionnelle à Kindamba et Odzala (Congo) et analyse des convergences d'usages des plantes médicinales en Afrique Centrale. Doctoral dissertation, PhD thesis, Université Libre de Bruxelles, Belgique, (pp. : 98, 1-198).
- Caboni, P. L., Sarais, G., Angioni, A., Lai, F., Dedola, F., Cabras, P., (2009). Fate of azadirachtin A and related azadirachtoids on tomatoes after greenhouse treatment. *Journal of Environmental Science and Health*, 44: 598-605.
- Cheriti, A., Belboukhari, and Hacini, S. (2005). Phytochemical and antimicrobial screening of *Launaea arborescens* (Asteraceae). Séminaire international sur la valorisation des plantes médicinales dans les zones arides, Ouargla 1-3 février, pp : 12.
- Cunningham, B., (1996). Professional ethics and ethnobotanical research. *Advances in Economic Botany*, 10, 19-51.
- Danga, S., Nukenine, E. N., Younoussa, L., Adler, C., et Esimone C. O., (2015). Efficacy of *Plectranthus glandulosus* (Lamiaceae) and *Callistemon rigidus* (Myrtaceae) Leaf Extract Fractions to *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Insect Sciences*, 15 (1) : 139-148.
- Deravel, J., Krier, F., et Jacques, P., (2013). Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 18(2) : 220-232.
- Dessenbe, T., Nukenine, E. N., and Mbailao, M., (2022). Effect of hexane, acetone and methanol extracts of *Plectranthus glandulosus* on the mortality of the adults of *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus zeamais*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 10(2) : 20-27.
- El-Said, F., Sofowora, E. A., Malcolm, S. A., and Hofer, A., (1969). An investigation into the efficacy of *Ocimum gratissimum* as used in Nigerian native medicine. *Planta medica*, 17(02), 195-200.
- Fatima-Zahra, E., Fouzia, R. F., and Abdelilah, R., (2017). Ethnobotanical study of medicinal plants used in traditional medicine in the province of Sidi Kacem, Morocco. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(1), 121-130.
- Forster, P. L., Van, E. J., et Egli, U., (2002). Illustrated handbook of succulent plants. Dicotyledons. Berlin; New York, USA: Springer, III. XLVIII, 291-303.
- Hutchiton, J., et Daziell, J., (1958). Flora of West Africa, 2 (2): 459 - 460.
- Jayakumar, G., Ajithabai, M. D., Sreedevi, S., Viswanathan P., (2010). Ethnobotanical survey of the plants used in the treatment of diabetes. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 9(1), 100-104.
- Klotoé, J. R., Dougnon, T. V., Koudouvo, K., Atègbo, J. M., Loko F., Akoègninou A. and Gbeassor M., (2013). Ethnopharmacological survey on antihemorrhagic medicinal plants in South of Benin. *European Journal of Medicinal Plants*, 3(1), 40.
- Kouadio, B., Djeneb, C., Yvette, F., Yao, K., Basile, Y. A., Cynthia, Y. Y., et Noël, Z. G., (2016). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua, District du Zanzan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(2), 4230-4250.
- Nacoulma, O. G., (1996). Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso : cas du plateau central. *Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou*, 320, 42-53.
- Najafian, S., Agah, M., (2012). Essential oil content and composition of *Lippa citriodora* as affected by drying method before flowering stages. *European Journal of Experimental Biology*, 2: 1771-1777.
- Nukenine, E. N., Adler, C. et Reichmuth, C., (2007). Efficacy evaluation of plant powders from Cameroon as post-harvest grain protectants against the infestation of *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Plant Disease Protection*., 114 (1): 30-36.
- Nukenine, E. N., Tofel, H. K., et Adler, C., (2011). Comparative efficacy of Neem Azal and local botanicals derived from *Azadirachta indica* and *Plectranthus glandulosus* against *Sitophilus zeamais* on maize. *Journal of Pest Sciences*, pp. 8.
- Nukenine, E. N., Adler, C. and Reichmuth, C., (2009). Bioactivity of fenchone and *Plectranthus glandulosus* oil against *Prostephanus truncatus* and two strains of *Sitophilus zeamais*. *Journal of Applied Entomology*, 134 : 132-141.
- Pamplona, R., (1999). Guide des plantes médicinales. Encyclopédie vie et santé. Vol.1.407 p.
- Passinring, K., (2006). Milieux naturels et paysages du bassin-versant des lacs de Léré : Département du lac Léré, Tchad. Doctoral dissertation, Aix-Marseille 1.
- Pele, J. et Berre, S., (1966). Les aliments d'origine végétale au Cameroun. Le Cameroun agricole, pastoral et forestier, 110 : 49-65.
- Said, O. S. H., Badr, S., Mohamed, G., Nazik, M., Hayria, M. et Abdelaziz, C., (2011). Activité antimicrobienne et composition chimique de l'huile essentielle de *Plectranthus aromaticus* Roxb. De l'Ile de la Grande Comore. *Biotechnology of Agronomy Society and Environment*., 15 (2) : 251-258.
- Shahhoseini, R., Estaji, A., Hoseini, N., Ghorpanpour, M., Omidbaigi, R., (2013). The effect of drying methods on the content and chemical composition of essential

oil of Lemon verbena (*Lippia citriodora*). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16 : 474-481.

Tahri, N., El Basti, A., Zidane, L., Rochdi, A., et Douira, A., (2012). Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans La province De Settat (Maroc). *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(2), 192-208.

Tofel, H. K., (2016). Insecticidal effects of local products from *Azadirachta indica* and *Plectranthus glandulosus* for the protection of maize and cowpea against their major storage pests. Ph.D. thesis, University of Ngaoundere, Faculty of Science, Department Biological Sciences, Ngaoundere Cameroon, 170 p.

Van Jaarsveld, E., (2006). The Southern African *Plectranthus* and the art of turning shade to glade. Cape, South Africa: Fernwood Press. pp 44.

Comparison of Chemical Analysis to Traditional Homemade and Industrial Halloumi Cheese Produced in Northern Cyprus

İhsan Erol Özçil^{1*}

Abstract: Cyprus is a country with a strong cultural background and diversity due to its geographical features. In terms of cultural products, differences can be seen between geographical regions regarding the structural and sensory properties of foods. Halloumi is a semi-hard cheese made from goat, sheep or cow's milk. It is the most popular product in Cyprus with its sharp taste and hard, chewy texture. The production of Halloumi involves adding rennet to milk, employing the traditional method specific to this cheese. It was purchased from the Cyprus market to compare the chemical analyses between geographically indicated traditional halloumi cheese and industrial halloumi cheeses and to examine the differences between the production methods. Analysis of the chemical properties of foods is one of the main methods of ensuring their quality. These analyses determine the nutritional value of the food, check its compliance with the parameters requested by health institutions, and also play a very important role in investigating possible risks. Through these analyses, they play a pivotal role in ascertaining the nutritional profile of food, ensuring adherence to parameters stipulated by health institutions, and probing potential risks. For these studies, industrial and homemade halloumi cheeses purchased from markets and villages were subjected to dry matter, salt, pH, and fat content analyzes in an accredited laboratory. All of the halloumi cheese samples were analyzed in accordance with the TS EN ISO/IEC 17065:2012 standard. According to the analysis results, while the values of samples are found to be high relative to the maximum limits in dry matter analysis, the values of samples in fat analysis have not reached the maximum limits. In salt analysis, the values of fresh halloumi cheese samples are not high compared to the maximum limits, whereas ripe halloumi cheese samples, except for one sample, have not exceeded the maximum limit. In pH analysis, except for two samples, the products are found below the specified limit values. Formal analysis methods are critical to the analysis of foods and are crucial for determining the overall suitability of foods. Therefore, by ensuring that the traditional and industrially produced halloumi cheese, without losing its original properties, food safety is ensured under all conditions, it will provide easier access to the consumer and will satisfy the producer. This study holds significance for consumers, producers, scientific advisors, and the collection and analysis of necessary data on Halloumi cheese produced in Northern Cyprus, addressing emerging risks.

Keywords: Halloumi, Quality Features, Traditional production, Industrial production, North Cyprus

Kuzey Kıbrıs'ta Üretilen Geleneksel Ev Yapımı ve Endüstriyel Hellim Peynirlerinin Kimyasal Analizlerinin Karşılaştırılması

Özet: Kıbrıs, coğrafi özellikleri nedeniyle güçlü bir kültürel geçmişe ve çeşitliliğe sahip bir ülkedir. Kültürel ürünler açısından coğrafi bölgeler arasında gıdaların yapısal ve duyu özellikleri bakımından farklılıklar görülebilmektedir. Hellim, keçi, koyun veya inek sütünden yapılan yarı sert bir peynirdir. Keskin tadı ve sert, çignenebilir dokusuyla Kıbrıs'ın en popüler ürünüdür. Hellim üretimi, bu peynire özgü geleneksel yöntem kullanılarak süte peynir mayası eklenmesini içerir. Coğrafi işaretli geleneksel hellim peynirini ve endüstriyel hellim peynirleri arasında kimyasal analizlerinin karşılaştırılması ve üretim yöntemleri arasındaki farklar incelenmesi için Kıbrıs piyasasından satın alınmıştır. Gıdaların kimyasal özelliklerinin analizi, kalitelerini sağlamanın ana yöntemlerinden biridir. Bu analizler ile gıdanın besin değerinin belirlenmekte, sağlık

kurumlarının talep ettiği parametrelere uygunluğunun kontrol edilmekte ve ayrıca olası risklerin araştırılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışma için marketlerden ve köylerden satın alınan endüstriyel ve ev yapımı hellim peynirleri, akredite bir laboratuvarında kuru madde, tuz, pH, ve yağ içerik analizlerine tabi tutulmuştur. Hellim peyniri örneklerinin tamamı TS EN ISO/IEC 17065:2012 standardına göre özellikleri referans alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, kuru madde analizinde örneklerin değerleri maksimum limitlere göre yüksek bulunurken, yağ analizinde örneklerin değerleri maksimum limitlere ulaşmamıştır. Tuz analizinde ise taze hellim örneklerinin değerleri maksimum limitlere göre yüksek bulunmazken, olgun hellim değerleri bakımından bir örnek dışındaki ürünler maksimum limiti aşmamıştır. pH analizinde ise iki örnek dışındaki ürünler belirlenen limit değerlerinin altında bulunmuştur. Resmi analiz yöntemleri, gıdaların analizi için kritik öneme ve gıdaların yasalara uygunluğunu belirlemek için çok önemlidir. Bundan dolayı, geleneksel ve endüstriyel olarak üretilen hellim peynirinin, özgün özelliklerini kaybetmeden gıda güvenliğinin her koşulda sağlanması ile hem tüketicinin daha kolay ulaşmasını sağlayacak hem de üreticiyi memnun edecektir. Bu çalışma tüketiciler, üreticiler, bilimsel danışmanlar ve Kuzey Kıbrıs'ta üretilen Hellim peyniri ile ilgili ortaya çıkan risklere yönelik gerekli verilerin toplanması ve analiz edilmesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hellim, Kalite Özellikleri, Geleneksel üretim, Endüstriyel üretim, Kuzey Kıbrıs

¹Address: American University of Cyprus, Faculty of Business and Economics, Lefkoşa/Kıbrıs.

***Corresponding author:** e.ozcil@auc.edu.tr

Citation: Özçil, İ.E., (2023). Kuzey Kıbrıs'ta Üretilen Geleneksel Ev Yapımı ve Endüstriyel Hellim Peynirlerinin Kimyasal Analizlerinin Karşılaştırılması. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 10(20): 64-72.

1. GİRİŞ

Dünyada yaklaşık 4000 çeşidi olduğu tahmin edilen peynirin üretim tarihi uzun yıllara dayanmaktadır. Peynir çeşitliliği, kullanılan süt türü, maya veya bakteri kültürleri, işleme yöntemleri, olgunlaştırma süreleri ve coğrafi koşullara bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Her bölgenin kendine özgü iklimi, flora ve fauna yapısı peynir üretimine farklı tatlar ve özellikler katmaktadır. Bu çeşitlilik, coğrafi, kültürel ve geleneksel faktörlerin bir kombinasyonudur (Karaca, 2016). Yüzyıllardır Kıbrıs sofralarının vazgeçilmezi olan Hellim, Kıbrıs ile özdeşleşir ve Kıbrıs denilince akla gelen ilk peynir ürünüdür. Taze ve olgun olarak iki şekilde üretilen hellim peyniri, Kıbrıslıların en sevdiği peynir çeşididir. Ayrıca, geçmişten günümüze geleneksel köy yaşamını ve toplumsal dayanışmaya dayalı üretimi temsil edip, bu özellikleriyle Kıbrıslılar için peynirden çok daha fazlasını ifade etmektedir.

Hellim, Kıbrıs kültürünün en önemli simgesidir. Adada Hellim üretiminin ne zaman başladığına dair bilgiler zamanla kaybolursa da hem tarihi hem de arkeolojik araştırmalar Hellim peynirinin bin yıllık bir geçmişe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Florio Bustron, 1554 yılında Venedik dilinde yazdığı raporunda, Kıbrıs'ta yüzyıllardır "caloumi" adlı bir peynir üretildiğinden bahsetmiştir. Suyu içinde depolanan olgun hellim, soğutucuların olmadığı eski çağlarda beslenmesinde temel bir role sahip olmuştur (Théodoulou, 2016). Hellim yapımı eski çağlarda yerel halkın günlük yaşamında önemli bir etkinlikti ve beslenme ihtiyaçlarını karşılamının yanı sıra köy kadınları arasında

dayanışma ve sosyalleşme olanağı da sağlamıştır. Bu nedenle aileler, hayvanlarından topladıkları sütleri birleştirip, biriken sütlerden ortaklaşa hellim yapmışlardır. Zamanla Hellim ticari olarak sadece evlerde değil fabrikalarda da geleneksel üretim yöntemleri kullanılarak üretilmeye başlanmıştır. Günümüzde kurulan birçok süt fabrikası, geleneksel üretim tekniklerini teknoloji ile bütünleştirerek Hellim üretmektedir. Hellim, süte peynir mayası katılarak ve Hellim'e özgü üretim yöntemi uygulanarak elde edilen bir üründür. Kıbrıs'a özgü bitkilerle beslenen koyun-keçi, koyun-keçi-inek sütü karışımlarından veya ayrı ayrı koyun ve keçi sütünden yapılmaktadır (Erbay vd., 2010). Taze süt, peynir mayası, tuz, isteğe göre kurutulmuş veya taze nane hellimin içeriğini oluşturmaktadır. Hellim yapımında kullanılan sütü üreten küçük ve büyükbaş hayvanlar, çoğunlukla Kıbrıs'ın doğasında yetişen, keskin tat ve aromaya sahip bitkilerle beslenmektedir (Kaminarides vd., 2007). Tamamı Kıbrıs bitki örtüsü olan, bir kısmı endemik olan bu bitkilerin büyük bir kısmı keçi, koyun ve sığırların beslenmesinde önemli yer tutmaktadır. Hellim üretiminde kullanılan süt, kendine has aroma ve kokuyu bu bitkilerden almaktadır (Hastaoğlu vd., 2021). Hellim, Kuzey Kıbrıs ihracatında önemli bir paya sahiptir. Toplam ihracat rakamları içinde artan bir grafiği olan Hellim, istatistiklerine göre Kuzey Kıbrıs'ın en çok ihraç ettiği süt ürünüdür. Genel olarak, süt ürünleri toplam ihracatın %15'inden fazlasını oluşturmaktadır (Önge, 2002).

Hellim, yüksek sıcaklıklara dayanıklı bir yapısı olduğu için genellikle kızartma veya ızgara gibi yüksek ısıda pişirme yöntemleri için tercih edilmektedir. Hellim'in eşsiz lezzeti

bugün dünyaya ulaşmış ve gurme peynir olarak mutfaklarda yerini almaya başlamıştır (Papademas, 2006). Hellim, 2008 yılında KKTC'de Kıbrıs Türk Sanayi Odası, 2009 yılında ise Türkiye Türk Patent Enstitüsü tarafından Kıbrıs ürünü olarak tescillendi. Üretim yeri Kıbrıs Adası olan Hellim peyniri, "Korumalı Menşe Markası" olarak tescillenmiştir (Avrupa Komisyonu, 2021). Türk Patent Enstitüsü tescil metninde, hellim peynirinin "taze hellim" ve "olgun hellim" olmak üzere iki çeşit üretildiği belirtilirken, en önemli özelliğinin ise sade veya pişirme yöntemleriyle pişirilerek tüketilmesi olduğu belirtilmiştir. Kıbrıs Türk Sanayi Odası aynı zamanda Menşe-Uluslararası Coğrafi İşaretler Açı Teşkilatı üyesidir. Hellimlerin teknik özellikleri, Kıbrıs Türk Sanayi Odası bünyesinde oluşturulan Hellim Denetleme Kurulu tarafından denetlenmektedir. Hellimlerin tescile uygun yapıldığını denetlemekle görevli olan kurul, Hellim'in Kıbrıs Türk ve Rumlarına ait olduğunu vurgulamak ve Hellim'in sadece Kıbrıs coğrafyasında üretilebilmesini sağlamak için uluslararası platformlarda da çalışmalarını sürdürmektedir. Bu kapsamda Hellim Denetleme Kurulu, Hellim üretimi, depolanması, pazarlanması ve paketlenmesinde denetim, kontrol ve laboratuvar analizleri ve buna bağlı olarak raporların hazırlanması, gerekli analiz, kontrol ve denetimden sorumludur.

Avrupa Komisyonu, Kıbrıs'ın önemli bir mirası olan Kıbrıs αλλούμι / Halloumi / Hellim ile ilgili 29 Mart 2021 tarihinde iki tedbir paketini kabul etti. Komisyon, marka değeri yüksek olan Χαλλούμι / Halloumi / Halloumi adını ilk olarak AB çapında koruma ve Ürün Menşei Koruması (PDO) olarak yanılıcı ve sahte ürünlere karşı koruma olarak tescil ettirmiştir (Avrupa Komisyonu, 2021). Kıbrıs Türk toplumundaki Hellim üreticileri de bu koruma kapsamında olacaktır. Kıbrıs adasında hellim üretiminde geleneksel yöntemlerin uygulanmasının izlenmesi için uluslararası akredite bir sistem kurulacaktır. Hellim peyniri ve ondan yapılan sütün AB hayvan ve halk sağlığı standartlarına uyması gerekecektir. Buna göre, Kıbrıs adasının herhangi bir yerinde geleneksel yöntemlerle üretilen hellim peyniri, 1 Ekim 2021'den itibaren AB ülkelerindeki menşe statüsünden yararlanacak, Bundan sonra ürün şartnamesine göre sadece Kıbrıs'ta üretilen umιαλλούμι / Hellim / Hellim'e izin verilecektir (Avrupa Komisyonu, 2021). Artık Kıbrıs adasının en önemli ürünü olan ve uluslararası üne sahip olan hellim peyniri, son dönemde Avrupa Birliği'nin "Protected Name of Origin (PDO)" olarak tescillenmesiyle daha da popüler hale gelmiştir.

Kıbrıs, coğrafi özellikleri nedeniyle güçlü bir kültürel geçmişe ve çeşitliliğe sahip bir ülkedir. Kültürel zenginlik, çok çeşitli ürünlerle bir ülke inşa etmeye yardımcı olur. Kültürel ürünler açısından bölgeler arasında farklılıklar görülebilmekte ve bazen aynı ilin farklı bölgelerinde farklı ürünler görülmektedir. Kıbrıs Türk halkı olarak ülkenin kültürel yapısını, tarihini, günümüze kadar gelen ve hala halkımızın geleneklerine göre ürettiği ürünleri koruyor; Hem ekonomimiz için hem de adada varlığımızın ispatı için büyük önem taşımaktadır. Hellim peyniri, adada yaşayan her iki toplumun da sahip olduğu geleneksel bir ürün olmasının yanı sıra, şüphesiz ülkemiz ekonomisi için de hayati önem taşımaktadır. Kuzey Kıbrıs Türk

Cumhuriyeti'nin toplam ihracatının dörtte birini oluşturan hellim, nüfusumuzun yaklaşık yüzde 17'sine de iş imkanı sağlamaktadır. Bu çalışmada ülkemizde üretilen hellim peyniri yeni gıda güvenliği politikasının temelini oluşturacak; Tüketici, bilimsel tavsiye, gerekli verilerin toplanması ve analizi, kontrol ve ortaya çıkan riskler açısından büyük önem taşımaktadır.

Kıbrıs'ın en popüler ürünü olan hellim peynirinin coğrafi işaretili geleneksel ve endüstriyel hellim peynirleri arasında kimyasal analizlerinin karşılaştırılması için piyasadan satın alınan peynir numuneleri ile hellim peyniri üretim yöntemleri arasındaki farklar incelenecektir. Kimyasal analiz yapılarak numunelerin tamamı TS EN ISO/IEC 17065:2012 standardının özelliklerine göre analiz edilecektir (TSE, 2018). Hellim peyniri üretimi ve tüketimi ile bu aşamalarda karşılaşılan sorunlar belirlenecek ve bu sorunlara yönelik çözümler geliştirilecektir. Mühendislik alanlarında kimya analiz yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu yöntemin stratejilerini kullanmak, birden çok özelliği birden çok, daha iyi seçim seçeneğiyle karşılaştırmanıza olanak tanımaktadır. Bu çalışmanın amacı, geleneksel ve ev yapımı peynirlerde kimyasal analiz yapılmasının temel amacı, peynirin bileşimi, kalitesi ve besin değerleri hakkında bilgi sağlamaktır. Bu analizler, peynirin üretim sürecindeki önemli parametreleri belirlemede ve ürün kalitesini kontrol etmede yardımcı olur. İşte bu analizler, üretim sürecinde kritik kontrol noktalarını belirlemek, ürün kalitesini sağlamak, tüketici sağlığını korumak ve yasal düzenlemelere uygunluğu sağlamak için önemlidir. Ayrıca, geleneksel ve ev yapımı peynir üreticileri için ürünlerinin konsistansını sağlama ve pazarlama açısından da önemli bir rol oynamaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

Gıdaların kimyasal özelliklerinin analizi, kalitelerini sağlamanın ana yöntemlerinden biridir. Bu analizler ile gıdanın besin değerinin belirlenmekte, sağlık kurumlarının talep ettiği parametrelere uygunluğunun kontrol edilmekte ve ayrıca olası risklerin araştırılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Kuzey Kıbrıs'ın altı ilinden Hellim'e ait endüstriyel ve geleneksel ürünler pazarlardan toplanarak laboratuvara gönderildi. Hellim peynirlerinin kimyasal analizleri yapılarak coğrafi işaret ve bu açıdan tescilli hellim peynirlerinin standart ölçülerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.1 Kimyasal Analiz Malzemeleri

Validasyon deneyleri için farklı seviyelerde yağ değeri, pH değerleri, tuz değerleri ve kuru madde değerleri içeren Hellim örnekleri kullanılmıştır. Tüm numuneler ayrı ayrı akredite bir laboratuvar tarafından analiz edilmiştir. Bu değerler hesaplamalar için referans değerler olarak kullanılmıştır.

2.1.1 Hellim Örneklerinin Hazırlanması

6 bölgede market ve köylerden toplanan endüstriyel ve ev yapımı hellim peynirleri rendelenerek analize tabi tutulmuştur. Rendelenmiş peynirler yağ, pH, kuru madde ve tuz analizleri için hazırlanmıştır. Aynı üretim

numunesinden ayrı ayrı 18°C'de tekrar analiz yapmak için, duysal testler için dilimler halinde hazırlanmıştır.

2.1.2 Reaktifler ve Diğer Malzemeler / Ekipmanlar

Gerber Santrifüj (Nova Safety, Almanya): Santrifüj 65 °C'ye kadar ısıtmaya, 8 bölmeye ve bir zaman ayarına sahiptir. Döngü 1000-1200 rpm'dir (MEB, 2011).

Pipetler: Amil alkol, sülfürik asit ve örnekleri aktarmak için manuel ve otomatik pipetler kullanıldı (Demirci, 2004).

Numune Alma Kabı: Genellikle 40 ml'lik bir numune alma kabı yeterlidir (Dokuzlu, 2000).

Gerber Butirometre: Peynir butirometreleri veya süt butirometreleri olarak bilinen, süt ve süt ürünlerinde yağ tayini için kullanılmaktadır. Bütirometreler camdır ve lastik tapaları olmalıdır (MEB, 2011).

Sülfürik Asit: Gerber yönteminde kullanılacak asit %90-91 saflıkta olmalıdır. Asidin yoğunluğu ürün kalitesi için çok önemli bir parametredir. Asit yoğunluğu fazla ise yağ yakılır; düşüğe, yağ sindirilmmez. Peynir yağı analizi için yoğunluğu 1,5 g/mol olan %90-91 H₂SO₄ kullanılmıştır (Demirci, 2004).

Amil Alkol: Analiz için kullanılacak amil alkol saf olmalı ve yoğunluğu 132 °C'de 0,811 ± 0,003 g/mol olmalıdır (Dokuzlu, 2000).

Dönen Laboratuvar Çalkalayıcı (ASTORIA BR400, ABD): Deney öncesi veya deney sırasında birçok deney tüpünün veya kimyasal çözeltinin belirli bir hız ve yönde çalkalanmasını sağlayan cihazdır. Programlanabilir özelliği ile istenilen sürede durulanabilir (MEB, 2011).

Hassas Analitik Terazı (Precisa XB 220A, İsviçre): Kimya, biyoloji, test vb. laboratuvarlarda kullanılan çok hassas terazilerdir. 220 gr kapasiteli olup 0,0001 gr hassastır (Demirci, 2004).

Büret: Titrasyon işlemlerinde kullanılan ve belirli bir hacimde sıvı alan, alt kısmında musluk bulunan dereceli boru şeklindeki cam malzemedir. Özel bir tutuş şekli vardır (MEB, 2011).

Volumetric Flask: Volumetrik şişeler çok hassas yapılmış bilim şişeleridir. Son derece hassas sıvı miktarlarını ölçmek için kullanılır (Demirci, 2004).

Potasyum Kromat Çözeltisi (K₂CrO₄): Nötr veya çok alkali bir çözeltide, potasyum kromat %5 (K₂CrO₄) klorürün gümüş nitratla titrasyonunun dönüm noktasını belirtmek için gösterge olarak kullanılır. Mohr yönteminde, dönüm noktası renkli bir çökelti oluşumu ile belirlenir. Dönüm noktasında gümüş nitratın son damlası ve kiremit kırmızısı renkli bir gümüş kromat çökeltisi oluşur (MEB, 2011).

pH metre (HANNA Edge): pH metre, pH değerini ölçen laboratuvar cihazlarına verilen isimdir. Süt teknolojisinde pH büyük önem taşımaktadır (Çoban, 2016).

Nem Tayin Cihazı (PRECISA XM 60, İsviçre): Terazı ve ısıtıcı içeren nem tayin cihazı temel olarak numunenin başlangıç ağırlığını ve kurutma işlemi sırasındaki ağırlık kaybını kısa sürede hesaplar. Maddenin nem ve kuru madde oranını yüzde olarak veren laboratuvar cihazıdır (MEB, 2011).

2.2 Kimyasal Analiz Araştırmasının Amacı ve Önemi

Gıda analizleri, analiz sonuçlarına göre gerekli önlemlerin alınması ve çeşitli gıdalarda yapılan veya yapılacak kritik kalite kontrol çalışmalarının, gıdanın güvenliğinin incelenmesi amacıyla yapılmaktadır. Gıda kalite kontrol uygulamaları ile gıda analizlerinin bütünlüğü açısından, gıda ürününün kalitesi ve güvenilirliği açısından gıda üzerinde yapılan analizlerin sonuçları dikkatle incelenmelidir. Gıda ürünlerinin temel içerik analizleri hem kalite güvencesi hem de yasal açıdan yapılması gereken analizlerden biridir. Gıdaların kimyasal bileşimleri, ürünün duysal ve besleyici özelliklerini ortaya koymada önemlidir. Gıdalardaki kuru madde, protein, yağ, tuz ve pH analizlerinin gerçek değerlerini yansıtması için resmi analiz yöntemleri kullanılmalıdır. Resmi analiz yöntemleri, gıdaların analizi için kritik öneme sahiptir ve gıdaların yasalara uygunluğunu belirlemek için çok önemlidir. Gıdaların insan sağlığı üzerindeki etkileri nedeniyle "Güvenli Gıda" şartlarını sağlaması gerekmektedir. Gıdaların güvenliğini sorgulamanın tek yolu laboratuvar analizleri ve test sonuçlarıdır. Kıbrıs adasının şu anda en önemli ürünü olan ve uluslararası kabul görmüş Hellim peyniri, coğrafi işaretin gerekli standartlarını ve üretim prosedürlerini sağlamak için uluslararası bağımsız bir kurul denetimi yapacaktır. Bu nedenle kimyasal analizlerin her üretim yerinde aynı standartta olması için tüm hellim peyniri örneklerinin TS EN ISO/IEC 17065:2012 standardına göre analiz edilmesi gerekmektedir (TSE, 2018).

2.3 Kimyasal Analiz Yöntemi

2.3.1 Hellim Peynirinde Yağ Değerinin Belirlenmesi

3 gram rendelenmiş peynir tartılmıştır. Cam tabanlı bütirometre ünitesine yerleştirilmiştir. Numune üzerine 10 ml seyreltilmiş sülfürik asit dökülmüştür. Bütirometre 70°C banyo suyuna konmuş ve peynir çalkalanarak iyice eritilmiştir. Bütirometre de peynir parçaları kalmışsa 1 ml amil alkol ilave edilerek çalkalanmıştır. Bütirometre aynı sülfürik asitten 35. Sraya kadar doldurulmuş ve ağız lastik tıpa ile kapatılarak 10 dakika santrifüj edilmiştir. 65 °C'lik su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Santrifüj ısıtırsa bu işlem gereksizdir. Yağ miktarı bütirometre skalasından % olarak okunmuştur (Metin, 2012).

2.3.2 Hellim Peynirinde pH Değerinin Tayini

Peynir numunelerinin pH'ı her ürüne göre değişeceğinden, bu numuneler iyice öğütülerek veya ezilerek homojen hale getirilir. Homojenize edilen bu hellim peynirinden bir numune alınır ve elektrotun kolayca temas edebileceği küçük bir kaba konur. Elektrotların dikkatlice yerleştirilmesi için elektrotlar bir termometre ile peynir numunesi üzerine yerleştirilir. Peynir su ile seyreltilmemelidir. Bu işlem tuz dengesini bozacağı için pH'ı 0.3 birime yükseltecektir. Hellim peynirini test

etmeden önce pH metre açılır ve 5 dakika çalıştırılır. Daha sonra doğruluğu standart tampon çözeltilere göre kontrol edilir. Peynir için standart tampon solüsyonlarının pH aralığı 4-6 olmalıdır. Elektrot daha sonra peynir örneğine yerleştirilir ve pH değeri pH metreden okunur. Her belirlemeden sonra numune kabı hareket ettirilir ve aynı peynir numunesi üç farklı yerden ölçülür. Ardından, elektrotlar kurutma kağıdı ile iyice yıkanıp kurutulduktan sonra başka bir ölçüm yapılabilir. Başka bir ölçüm için uygun değilse elektrotlar değiştirilir (Metin, 2012).

2.3.3 Hellim Peynirinde Kuru Madde Değerinin Belirlenmesi

3 gram öğütülmüş hellim peyniri numunesi tartılır ve cam baget yardımıyla kumla karıştırılarak kabın dibine yayılır. Hellim numunesini içeren kaplar, 105°C'de nem tayin cihazı (PRECISA XM 60, İsviçre) içerisine yerleştirilir ve minimum 30 dakika kurutulmaktadır. Daha sonra dijital ekranda kuru madde yüzdesini göstermektedir (Metin, 2012).

2.3.4 Hellim Peynirinde Tuz Değerinin Belirlenmesi

5 gram Hellim peyniri rendelenip 60-70 °C sıcaklıktaki sıcak su yardımıyla dönen laboratuvar çalkalayıcısının (ASTORIA BR400) harç bölmesine konular ve sulu kısım iyice ezilerek balon jøjeye aktarılır. Aynı işlem 5-6 defa tekrarlanır ve her seferinde sulu kısım balon jøjeye alınmıştır. Bu şekilde peynirdeki tuzun tamamına yakını suya geçtikten sonra soğumaya bırakılmış ve distile su ile 500 ml çizgisine kadar tamamlanmıştır. Balonun içeriği filtre kağıdından süzülür ve süzütüden 25 ml erlenmeye alınmıştır. 0,1 N NaOH ile nötralize edilmiştir. Nötralizasyon sırasında birkaç damla fenolftalein indikatörü eşliğinde hafif pembe renge titre edilerek belirlenmiştir. Nötralize edilen numuneye 0,5 ml %5'lik potasyum kromat indikatör solüsyonu eklenmiş ve 0,1 N gümüş nitrat solüsyonu ile kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir (Metin, 2012).

3. BULGULAR

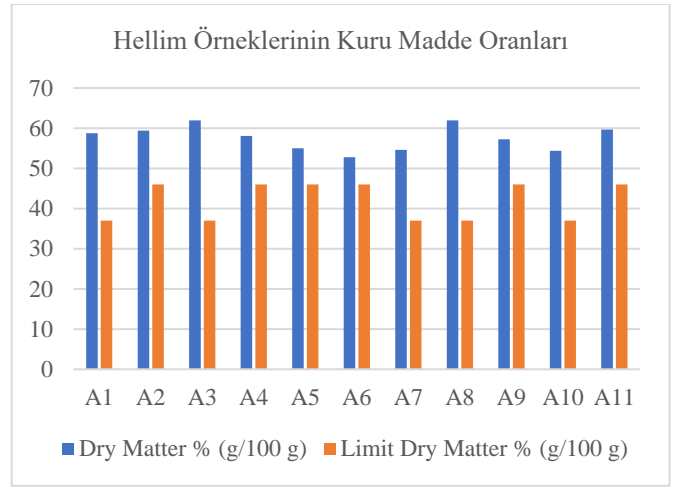
Bu çalışmada marketlerden ve köylerden satın alınan endüstriyel ve ev yapımı hellim peynirleri, akredite bir laboratuvarında kuru madde (Kurutma Metodu), tuz (Mohr Metodu), pH (HANNA Edge) ve yağ (Van Gulik Metodu) içerik analizleri yapılmıştır (Metin, 2012). Hellim peyniri örneklerinin tamamı TS EN ISO/IEC 17065:2012 standardına göre özellikleri referans alınarak analiz edilmiştir (TSE, 2018). Hellim peyniri örneklerinin kimyasal sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

3.1. Hellim Peynirinin Kuru Madde Analizi Sonuçları

Hellim peynirlerinin kuru madde değerleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Hellim peyniri örneklerinin kuru madde değerlerine bakıldığında %52,79 - %61,93 aralığında değişmektedir. Yapılan benzer çalışmalarda, Türkiye'de üretilen peynirlerde ortalama kuru madde içeriği % 55.02 olarak, KKTC örneklerinde ortalama değerler % 52.93 olarak belirlenmiştir (Gün & Şimşek, 2011). Peynirlerin kuru madde içerikleri Milci ve ark. (2004) ve Papademas ve Robinson (2000)'un bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 1: Hellim Örneklerinin Kuru Madde Oranları

Örnekler	Kuru Madde Değeri (g/100 g)	Limit Madde Değeri % (g/100 g)	Kuru Madde Değeri	Std. Sapma
A1	58,74	37,0		15,3725
A2	59,39	46,0		9,46816
A3	61,95	37,0		17,64231
A4	58,08	46,0		8,54185
A5	55,01	46,0		6,371032
A6	52,79	46,0		4,801255
A7	54,63	37,0		12,46629
A8	61,93	37,0		17,62817
A9	57,24	46,0		7,94788
A10	54,36	37,0		12,27537
A11	59,67	46,0		9,66615



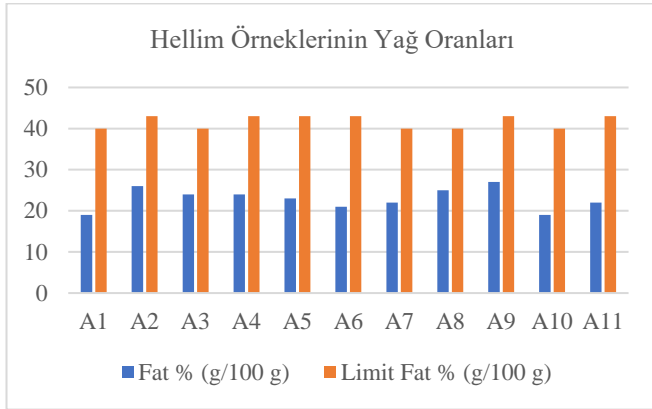
Şekil 1. Hellim Örneklerinin Kuru Madde Oranları

3.2. Hellim Peynirinin Yağ Analizi Sonuçları

Hellim peynirlerinin yağ değerleri Tablo 2'de özetlenmiştir. Hellim peyniri örneklerinin yağ değerlerine baktığımızda %19 - %27 aralığında değişmektedir. Peynirlerin yağ içerikleri Gün ve Şimşek (2011) Türkiye Hellim peynirlerinde ortalama % 27.32, KKTC peynirlerinde % 26.40 değerleri arasında benzer sonuçlar bulunurken, Sarı ve ark. (2018) ortalama %18.45 - %19.87 değerleri ile daha düşük olduğu görülmüştür.

Tablo 2: Hellim Örneklerinin Yağ Oranları

Örnekler	Yağ Değeri % (g/100 g)	Limit Yağ Değeri % (g/100 g)	Std. Sapma
A1	19	40,0	14,84924
A2	26	43,0	12,02082
A3	24	40,0	11,31371
A4	24	43,0	13,43503
A5	23	43,0	14,14214
A6	21	43,0	15,55635
A7	22	40,0	12,72792
A8	25	40,0	10,6066
A9	27	43,0	11,31371
A10	19	40,0	14,84924
A11	22	43,0	14,84924

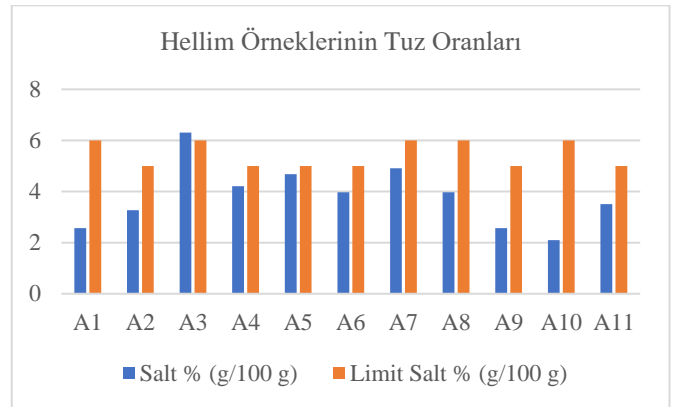
**Şekil 2.** Hellim Örneklerinin Yağ Oranları

3.3. Hellim Peynirinin Tuz Analizi Sonuçları

Hellim peynirlerinin tuz değerleri Tablo 3'te özetlenmiştir. Hellim peyniri örneklerinin tuz değerlerine baktığımızda %2,10-%6,31 aralığında değişmektedir. Benzer çalışmalarda, Gün ve Şimşek (2011) Türkiye'de üretilen peynirlerde tuz oranı % 4.76, KKTC örneklerinde % 4.79, Sarı ve ark. (2018) %1.63 – %2.40 değerleri arasında bulunmuştur.

Tablo 3: Hellim Örneklerinin Tuz Oranları

Örnekler	Tuz Değeri % (g/100 g)	Limit Tuz Değeri % (g/100 g)	Std. Sapma
A1	2,57	6,0	2,425376
A2	3,27	5,0	1,223295
A3	6,31	6,0	0,219203
A4	4,21	5,0	0,558614
A5	4,68	5,0	0,226274
A6	3,97	5,0	0,72832
A7	4,91	6,0	0,770746
A8	3,97	6,0	1,435427
A9	2,57	5,0	1,718269
A10	2,10	6,0	2,757716
A11	3,51	5,0	1,053589

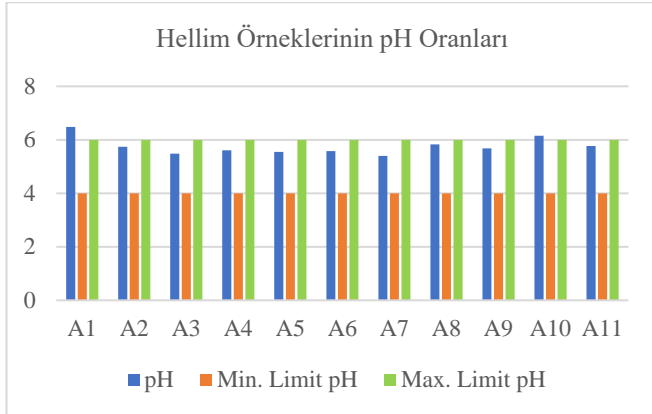
**Şekil 3.** Hellim Örneklerinin Tuz Oranları

3.4. Hellim Peynirinin pH Analizi Sonuçları

Hellim peynirlerinin pH değerleri Tablo 4.4'te özetlenmiştir. Hellim peyniri örneklerinin pH değerlerine baktığımızda %5,40 - %6,48 aralığında değişmektedir. Hellim peyniri üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda ürün pH değeri ortalama 4.79-6.12 (Gün & Şimşek, 2011), 5.97 (Güley & Akbulut, 2004), 4.50-4.90 (Papademas & Robinson, 2001), 6,16 ile 6,95 (İncili vd., 2019) olarak tespit edilmiştir. Hellim peynirlerinin pH değerleri bu araştırmacıların bulgularına benzer oranlar bulunmuştur.

Tablo 4.4: Hellim Örneklerinin pH Oranları

Örnekler	pH Değeri	Min. Limit pH Değeri	Mak. Limit pH Değeri	Std. Sapma
A1	6,48	4,0	6,0	0,339411
A2	5,74	4,0	6,0	0,183848
A3	5,48	4,0	6,0	0,367696
A4	5,61	4,0	6,0	0,275772
A5	5,55	4,0	6,0	0,318198
A6	5,58	4,0	6,0	0,296985
A7	5,40	4,0	6,0	0,424264
A8	5,83	4,0	6,0	0,120208
A9	5,68	4,0	6,0	0,226274
A10	6,15	4,0	6,0	0,106066
A11	5,77	4,0	6,0	0,162635

**Şekil 4:** Hellim Örneklerinin pH Oranları

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Somut incelemenin nihai amacına uygun stratejinin belirlenmesi ve kullanılması, somut sonuçlara ulaşmak için önem taşımaktadır. Buna göre, gıda çeşitlerinin alıcı tarafından kabul edilmesini etkileyen kalite kuralları, somut testlerle kontrol edilmelidir. Somut değerlendirmede en iyi örnek veya testlerin seçilmesi garanti edilmelidir. Çeşitli ham maddeler ve üretim yöntemleri kullanılarak teslim edilen hellim peynirlerinin kalite özellikleri, kalite ve standart ürün oluşturma açısından incelenmelidir. Bu çalışmada yerel marketlerden ve köylerden satın alınan endüstriyel ve ev yapımı hellim peynirlerinin, akredite bir laboratuvarında kuru madde (Kurutma Metodu), tuz (Mohr Metodu), pH (HANNA Edge) ve yağ (Van Gulik Metodu) analizleri yapılmıştır. Hellim peyniri örneklerinin tamamı TS EN ISO/IEC 17065:2012 standardına göre özellikleri referans alınarak analiz edilmiştir (TSE, 2018). -TS EN ISO/IEC 17065:2012 standardına göre kuru madde analizine göre taze hellimlerin maksimum nem yüzdesi %46, olgun hellimlerin maksimum nem yüzdesi %37 olarak

belirlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda, Türkiye’de üretilen peynirlerde ortalama kuru madde içeriği % 55.02 olarak, KKTC örneklerinde ortalama değerler % 52.93 olarak belirlenmiştir (Gün & Şimşek, 2011). Milci ve ark. (2004) ve Papademas ve Robinson (2000)’un bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bu açıdan kuru madde analizlerinde taze ve olgun hellim değerleri maksimum limitler açısından yüksek bulunmuştur. Genellikle yüksek yağ ve protein içeriğine sahip sütler daha yüksek kuru madde oranına sahip peynir üretimini sağlamaktadır. Örneğin, inek sütü genellikle yüksek kuru madde oranına sahiptir ve bu da peynirdeki kuru madde oranını arttırmaktadır. Ayrıca, üretim sürecinde peynir baskılanır veya preslenir ve peynirdeki suyun dışarı atılmasına ve kuru madde oranının artmasına yardımcı olmaktadır. Peynirin lezzeti ve kıvamı, içerdiği kuru madde miktarıyla doğrudan ilişkilidir. TSE (2018), standartlarına göre yağ analizi için taze hellim maksimum nem yüzdesi %43, olgun hellim maksimum nem yüzdesi %40 olarak belirlenmiştir. Yağ analizi yapılan örnekler bakımından taze ve olgun hellim değerleri maksimum limitler açısından yüksek bulunmamıştır. Peynirlerin yağ içerikleri Gün ve Şimşek (2011) Türkiye Hellim peynirlerinde ortalama % 27.32, KKTC peynirlerinde % 26.40 değerleri arasında benzer sonuçlar bulunurken, Sarı ve ark. (2018) ortalama %18.45 - %19.87 değerleri ile daha düşük olduğu görülmüştür. Peynir üretim sürecinde, süttten yağın ayrılması veya bazı peynir türlerinde yoğunlaştırılması gibi işlemler, peynirin yağ içeriğini belirgin bir şekilde etkileyebilmektedir. Ayrıca yağ, peynirin lezzetini de belirleyen önemli bir bileşendir. Bununla birlikte peynirdeki yağ oranının peynirin kıvamı, dokusu ve tadı üzerinde de büyük etkisi vardır. Dolayısıyla yağ analizinin, üreticilere belirli bir lezzet profili ve tekstür elde etmeleri için yardımcı olduğu bilinmektedir. Tuz analizi için yapılan standartlara göre taze hellim maksimum nem yüzdesi %5, olgun hellim maksimum nem yüzdesi %6 olarak belirlenmiştir (TSE, 2018). Taze hellim değerleri tuz analizlerinde maksimum limit açısından yüksek bulunmazken, limite yakın değerler olduğu tespit edilmiştir. Olgun hellim değerleri bakımından bir ürün maksimum limiti aşmış, diğer ürünler ise maksimum limiti aşmamıştır. Benzer çalışmalarda, Gün ve Şimşek (2011) Türkiye’de üretilen peynirlerde tuz oranı % 4.76, KKTC örneklerinde % 4.79, Sarı ve ark. (2018) %1.63 – %2.40 değerleri arasında benzerlikler görülmüştür. Tuz, peynirin tat profiline ve kalitesine önemli bir katkıda bulunur. Ayrıca, peynirin raf ömrü, doku, renk ve mikrobiyolojik stabilitesi üzerine de etkisi vardır. pH analizi yapılan örnekler için standartlara göre tuz oranı minimum %4, maksimum %6 olmalıdır. Hellim peyniri üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda ürün pH değeri ortalama 4.79-6.12 aralığında (Gün & Şimşek, 2011), 5.97 (Güley & Akbulut, 2004), 4.50–4.90 (Papademas & Robinson, 2001), 6,16 ile 6,95 (İncili vd., 2019) aralığında tespit edilmiştir. Hellim peynirlerinin pH değerleri bu araştırmacıların bulgularına benzer aralıkta bulunmuştur. pH analizi için iki hellim ürünü değeri limiti aştı. Diğer hellim ürün değerleri limitin altında bulunmuştur. Sütün protein içeriği, pH seviyelerini etkilemektedir. Farklı protein kaynakları veya protein içeriği değişiklikleri, pH seviyelerinde farklılıklara neden olabilir. Geleneksel ve endüstriyel coğrafi işaretli peynirlerimizin korunması ve bilinmeyen tatların gün yüzüne çıkarılması için yerel üretim firmalarına sahip

çıkılması gastronomi turizmi açısından oldukça önem arz etmektedir. Geleneksel ve endüstriyel boyutlarda üretilebilen, özgün özelliklerini kaybetmeden ülke genelinde tanıtılan coğrafi işaretli aromalar, hem tüketicinin daha kolay ulaşmasını sağlayacak hem de üreticiyi memnun edecektir. Ülkemiz geneline bakıldığında süt ve süt ürünleri coğrafi işaretli ürünler arasında geniş ürün yelpazesi ile dikkat çekmektedir. Kimya analizi uzmanlar tarafından iyi test edilmeli, bilimsel analiz eksiksiz olmalı ve denetimler sık sık yapılmalıdır.

Kuzey Kıbrıs'ta teslim edilen endüstriyel ve ev yapımı hellim peynirlerinin kimyasal özelliklerinin analiz edilmesi için piyasadan satın alınan peynir testleri ile yönlendirilen bu çalışmada, hellim peynirlerine yönelik yaratıcı tekniklerin niteliklerinin benzersiz olduğu görülmektedir. Bu ayrımların gerekçesi; inek, keçi, koyunların yetiştirilme yöntemi, kullanılan yem bitkileri, yörenin bitki örtüsü, canlı ırk çeşitliliğindeki farklılıklar ve özellikle inek sütü veya keçi, koyun, inek kombinasyonları ile özdeşleştirildiğine düşünülmektedir. Modern hellim peynirinin ideal düzeyde oluşturulması ülke ekonomisine ve harcama katkı sağlayacaktır. Yerli yapım hellim peyniri ise yine üreticilerin getirdiği peynirler ideal seviyeye geldiğinde yerli pazarda ekonomiye daha fazlasını sunacaktır. Hellim peynirlerinin oluşturulmasında tüm temel işaretlerde steril kontrol programları ile tutarlılığa ağırlık verilmesi avantajlı olacaktır. El yapımı ve mekanik olarak üretilen hellim peynirleri, incelemeleri ile birlikte, ülkenin sosyal yapısı ve tarihinin de gösterdiği gibi, genel olarak insanlar tarafından teslim edilmesi nedeniyle günümüze kadar yapılmış önemli bir ögedir. Hellim peynirinin yerli ve yabancı alışveriş yapanlar tarafından doğru algılanması ve hellim peyniri üretiminin yaygınlaştırması ile değerini ideal düzeye taşıyacaktır. Hellim peyniri üretiminde, ısıl işlem sonrasında temel oluşum yerlerinde düzenli kontrol programlarının uygulanması, özellikle üretim süreçlerini geliştirmek için faydalı olacaktır. Avrupa Birliği'nde Hellim/Hellim Menşe Adı ve Korunan Coğrafi İşaretler (PDO) Korunmalı Ürün olarak tescil edilmiştir. PDO gerekliliklerine uygunluğun denetimi, uluslararası akredite denetim kuruluşu Bureau Veritas tarafından yapılacaktır. Uygunluğa sahip üreticiler, tescilli isim ve PDO logosunu kullanma hakkını elde edeceklerdir. Gıda ürünlerinin temel bileşen analizleri, kalite güvencesi ve yasal uyumluluk için önemlidir. Bu analizler, gıdaların güvenliğini sağlamak amacıyla yapılmakta ve resmi analiz yöntemleri, gıdaların yasalara uygunluğunu belirlemek için önemlidir. Gıda güvenliği, üretimden satışa kadar olan süreçte temel hijyen ilkelerine dayanmaktadır. Kimyasal analiz sonuçlarına dikkat edilmeli ve üretim standartlara uygun olmalıdır. Hellim peyniri üretim süreci, ülkemizde gıda güvenliği politikasının temelini oluşturacaktır. Tüketicilerin eğitimi ve bilinçlendirilmesi, sağlıklı gıda seçimleri için önemlidir. Etiketler üzerinde ürün bilgilerinin detaylı bir şekilde bulunması ve denetimlerin eksiksiz yapılması gerekmektedir. Hellim peyniri konusunda coğrafi işaret elde etmek büyük bir başarıdır, ancak tanıtım, iç pazar entegrasyonu ve denetimler devam etmelidir.

Ethics Committee Approval

N/A

Peer-review

Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding

The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Avrupa Komisyonu. (2021). <https://www.abbilgi.eu/tr/avrupa-komisyonu-xalloymi/halloumi/hellimi-%E2%80%98mense-ismi-ko.html> (5 Mayıs 2021'de erişildi).
- Çoban, B. (2016). Gıdalarda pH ve toplam asitlik tayini. Gıda Analiz ve Teknoloji Laboratuvarı-I Dersi Modül, 3.
- Demirci, M. (2004). Süt teknolojisinin el kitabı. Hasad Yayıncılık.
- Dokuzlu, C. (2000). Gıda Kontrol Analizleri. Marmara Kitabevi Yayınları, Bursa.
- Erbay, Z., Nurcan, K. O. C. A., & Üçüncü, M. (2010). Hellim peynirinin bileşimi ile renk ve dokusal özellikleri arasındaki ilişkiler. Gıda, 35(5), 347-353.
- Güley, Z. ve Akbulut, N. 2004. Effects of Using Starter Culture on Some Properties of Halloumi Cheese. International Dairy Symposium, 24-28 May, Isparta, Turkey.
- Gün, İ., & Şimşek, B. (2011). Türkiye'de ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde Üretilen Hellim Peynirlerinin Bazı Özelliklerinin Karşılaştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 15(1), 43-53.
- Hastaoğlu, E., Erdoğan, M., & Işkın, M. (2021). Gastronomi turizmi kapsamında Türkiye peynir çeşitliliği haritası. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25(3), 1084-1113.
- Kaminarides, S., Stamou, P., & Massouras, T. (2007). Changes of organic acids, volatile aroma compounds and sensory characteristics of Halloumi cheese kept in brine. Food Chemistry, 100(1), 219-225.
- Sarı, K., Yaman, H., Coşkun, H., & Akoğlu, A. (2018). Geleneksel Mengen Peynirinin Mikrobiyal Kalitesi, Uçucu Bileşen Profili, Tekstürel ve Bazı Kimyasal Özellikleri. Gıda/The Journal of Food, 43(2).
- Metin, M. (2012). Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri, 10.baskı, Ege Üniversitesi Yayınları. ISBN:9789759784102.
- Milci, S. ve Yaygın, H. 2004. Hellim peynirinin üretimi ve özellikleri. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. 23-24 Eylül 2004, Van, 386-390 s.
- Karaca, O. B. (2016). Geleneksel Peynirlerimizin Gastronomi Turizmindeki Önemi (The Importance

of Our. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 17, 39.

- Önge, H. (2002). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'Nde tarım Ve hayvancılığın ülke Ekonomisindeki Yeri (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Papademas, P. (2006). Halloumi cheese. Brined Cheeses, 1, 117-138.
- Papademas, P. ve Robinson, R.K. 2001.The sensory characteristics of different types of halloumi cheese as perceived by tasters of different ages. International Journal of Dairy Technology 54, (3) 94- 99
- Papademas, P. ve Robinson, R.K. 2000. A Comparison of the Chemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Bovine and Ovine Halloumi Cheese. International Dairy Journal, 10, 761-768.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE), 2018. Türk Standartları Enstitüsü, Hellim Peyniri, TS: 12513 Ankara.
- T.C Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2011. Gıda Teknolojisi. Peynirlerde Yağ Tayini 541GI0069. Ankara
- T.C Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2011. Gıda Teknolojisi. Peynirlerde Tuz Tayini 541GI0085. Ankara
- T.C Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2011. Gıda Teknolojisi. Gıdalarda Nem ve Kuru Madde Tayini 541GI0082. Ankara
- Théodoulou, S. C. (2016). Halloumi: la propriété intellectuelle du fromage emblématique de Chypre. Revue Francophone de la Propriété Intellectuelle, (3), 101-108.

Mammals Fauna of Kasatura Körfezi Nature Reserve

Yasin Ünal¹, Özcan Şimşek², Nuran Kahveci³

Abstract: The Kasatura Bay Nature Reserve is located in the Marmara Region, within the boundaries of Kıyıköy neighborhood, Vize district, Kırklareli province, Turkey. It covers an area of 315 hectares and is one of the 31 Nature Reserves declared under Law No. 2873 on National Parks in Turkey. The Kasatura Nature Reserve gained protected area status on April 18, 1987, due to the valuable natural mature black pine forest it possesses, in accordance with the National Parks Law. This research was conducted within the scope of the Kasatura Bay Nature Reserve Resource Values Inventory Research and Monitoring Program in 2021. The aim was to identify large mammal species present in the area. The research utilized the camera-trapping method, which has become widespread globally and in Turkey in recent years, as part of wildlife inventory methods. Five camera traps owned by the Faculty of Forestry at Isparta Applied Sciences University were placed at opportune locations using the point method, and images were captured over a period of 7 months. In the area, 49 mammal species were identified. Among these species, 8 are classified as Endangered (EN) according to the 2021 IUCN data. Eighteen species are under definite protection in the Bern Convention (Bern B2 category), and 17 are under protected status in the Bern B3 category. One species is listed under CITES. The study identified important mammal species such as red deer (*Cervus elaphus*), roe deer (*Capreolus capreolus*), wolf (*Canis lupus*), fox (*Vulpes vulpes*), jackal (*Canis aureus*), badger (*Meles meles*), wild boar (*Sus scrofa*), Mediterranean horseshoe bat (*Rhinolophus euryale*), and Schreibers' long-fingered bat (*Miniopterus schreibersi*). Notably, the red deer (*C. elaphus*) was detected for the first time with camera trapping in the area, marking a significant aspect of the research. This study holds the distinction of being the first research on the Large Mammal Fauna of the Kasatura Bay Nature Reserve.

Keywords: Nature Reserve, Vertebrate fauna, Trakya Protected Areas, Kırklareli, Türkiye.

Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Memeli Faunası

Abstract: Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Marmara Bölgesi'nde, Kırklareli ili, Vize ilçesi, Kıyıköy mahallesi sınırları içinde yer almaktadır. 315 ha lık bir alanı kapsamaktadır. Kasatura Tabiatı Koruma alanı, Türkiye'de 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'na göre ilan edilmiş 31 adet Tabiatı Koruma Alanından bir tanesidir. Sahip olduğu doğal yaşlı karaçam meşceresi kaynak değeri nedeniyle 18.04.1987 tarihinde tabiatı koruma alanı ilan edilerek korunan alan statüsü kazanmıştır. Bu araştırma 2021 yılında Kırklareli İli Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Kaynak Değerleri Envanter-Araştırma ve İzleme Programının Geliştirilmesi Projesi kapsamında, alanda yayılış gösteren büyük memeli türlerinin tespiti amacıyla yapılmıştır. Araştırma kapsamında Yaban hayatı envanter yöntemleri içerisinde son dönemde Dünya'da ve Türkiye'de oldukça yaygın olan fotokapan yöntemi kullanılmıştır. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi'ne ait 5 adet fotokapan fırsat noktası yöntemiyle 7 ay boyunca çekim yapmıştır. Alanda, 49 memeli türü tespit edilmiştir. Memeli türlerinden; 8 tanesi IUCN 2021 verilerine göre tehlike altındaki türlerdir. Türlerin 18'i Bern B2 kategorisinde kesin koruma altında, 17 tanesi ise Bern B3 korunan kategorisindedir. 1 tür CITES türlerindedir. Çalışmada, kızıl geyik (*Cervus elaphus*), karaca (*Capreolus capreolus*), kurt (*Canis lupus*), tilki (*Vulpes vulpes*), çakal (*Canis aureus*), porsuk (*Meles meles*) ve yaban domuzu (*Sus scrofa*), Akdeniz nal burunlu yarasası (*Rhinolophus euryale*) ve Uzunkanatlı yarasası (*Miniopterus schreibersi*) gibi önemli memeli türleri tespit

edilmiştir. Bu türlerden kızıl geyik (*C. elaphus*) bugüne kadar alanda yürütülen araştırmalarda ilk kez olmak üzere fotokapanla tespit edilmiştir. Bu araştırma Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Büyük Memeli Faunasına yönelik ilk çalışma özelliğine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Tabiatı Koruma Alanı, Memeli faunası, Trakya korunan alanları, Kırklareli.

¹**Adres:** Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Wildlife Ecology and Management Department, Isparta/Türkiye.

²**Adres:** Çanakkale Onsekiz Mart University, Yenice Vocational School, Department of Forestry, Yenice-Çanakkale/Türkiye

³**Adres:** Isparta University of Applied Sciences, Postgraduate Education Institute, Isparta/Türkiye

***Sorumlu Yazar (Corresponding author):** yasinunal@isparta.edu.tr

Atf (Citation): Ünal, Y., Şimşek, Ö., Kahveci, N. (2023). Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Memeli Faunası. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 10(20): 73-79.

1. GİRİŞ

Türkiye; üç kıtanın geçiş bölgeleri olan İnan - Turan, Avrupa - Sibirya ve Akdeniz Biyocoğrafyalarının merkezinde konumlanmıştır (Akgündüz, vd., 2012, Ocak, A., 2012). Türkiye bitki ve yaban hayatı çeşitliliği, coğrafi yapısı ve habitat özellikleriyle Avrupa'nın en zengin ülkesidir (Paşalı, 2014, Gündoğdu, 2011). Türkiye'nin sahip olduğu doğal konumu ekolojik koşulların çeşitlenmesine, jeolojik yapının çok değişken olmasına, farklı iklim koşullarının oluşmasına ve buna bağlı olarak da çok zengin bir biyolojik çeşitliliğin ve memeli türünün ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Demirsoy, 1996; Hızal, 2008, Soyumert, 2010). Türkiye, sahip olduğu memeli tür zenginliği ile Avrupa ölçeğinde çok önemli bir konumda bulunmaktadır (Morrison et al., 2007). Avrupa kıtasında 200 adet memelinin yayılış gösterdiği bilinirken, Türkiye tek başına yaklaşık 170 (%85) memeli türünü bünyesinde barındırmaktadır (Burgin et al, 2018).

Büyük memeli yaban hayvanı türleri, çok iyi kamufle olmaları, çoğunlukla nokturnal yani gececil davranış göstermeleri veya ulaşılması zor alanlarda yaşamaları, vaşak, su samuru, kurt gibi türlerin genel popülasyon düzeylerinin düşük olması gibi nedenlerden dolayı araştırılması zor canlılardır (Soyumert, 2010; Ketten, 2016). Memeli yaban hayvanı araştırmalarında önemli bir kolaylık sağlaması sebebiyle son yıllarda özellikle fotokapan yöntemi ile yapılan çalışmalarla birlikte büyük memeli türler üzerinde araştırmalar hızlı bir artış göstermiştir. Harekete ve ısıya duyarlı bir sensör vasıtasıyla, sistemin algılayarak fotoğraf çektiği fotokapan sayesinde, doğrudan gözlenmesi zor olan büyük memeli türlerine ait fotoğraflar elde edilmektedir. Fotokapan yöntemi somut bir veri elde edilmesi nedeniyle güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Türlerin yakalanmasına gerek kalmadan dolaylı bir yöntem olan fotokapan yöntemi, canlılara zarar vermeyen ve rahatsız etmeyen bir yöntemdir (Uçarlı ve Sağlam, 2013). Büyük memeli türlerini hedef alan Türkiye'de yapılan önemli çalışmaları incelendiğinde, Ünal ve Çulhacı, (2019)'nın, Antalya ili Düzlerçamı YHGS'de alageyik (*Dama dama*) popülasyon araştırması, Özay, (2019)'ın, Eskişehir ilinde fotokapan yöntemi ile büyük memeli hayvanların tespiti ve popülasyon ekolojilerinin belirlenmesi çalışmaları örnek

gösterilebilir. Bunların yanı sıra Dünya literatüründe fotokapan yöntemiyle gerçekleşmiş olan çalışmalarda oldukça fazladır (Dheer, vd., 2022; Wearn vd., 2022; Chen vd., 2022).

Fotokapan yöntemi özellikle memeli yaban hayvanlarının tür ve birey tespiti çalışmalarında olduğu gibi aktivite desenleri, habitat tercihleri, dolaşma alanları (mobilite), hakimiyet alan tercihleri (teritori) belirlenmesinde önemli bir avantaj ortaya koymaktadır (Soyumert, 2010; McCallum, 2013; Davis vd., 2023). Yaban hayatı çalışmalarında fotokapan yöntemiyle yaban hayvanı popülasyonları hakkında bilgi elde etmek için fırsat noktası (random-opportunist) ve sistematik yöntemlerinin her ikisi de kullanılmaktadır. Sistematik fotokapan yöntemi, her bir fotokapan istasyonu arasında belirli bir mesafe alınarak yapılan fotokapan çalışmasıdır (Harmsen vd. 2010).

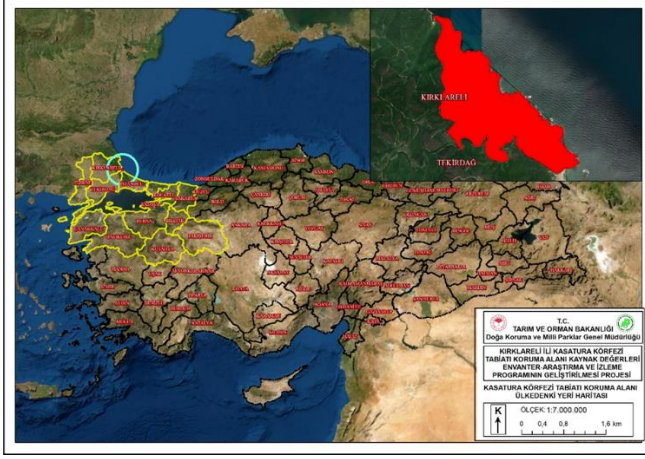
Ülkemizde bulunan 31 adet Tabiatı Koruma Alanı'ndan Trakya Bölgesi'nin tek Tabiatı Koruma Alanı statüsünde bulunan Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı, biyolojik çeşitliliğini oluşturan kızıl geyik (*Cervus elaphus*), karaca (*Capreolus capreolus*) ve kurt (*Canis lupus*) dışında, gerek flora ve fauna yapısı gerekse jeomorfolojik yapısı itibarıyla ayrıcalıklı bir konuma sahiptir (Sevgi, vd., 2013). Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma alanı, 315 ha lık bir alanı kapsamaktadır. Sahip olduğu doğal yaşlı karaçam meşçeresi kaynak değeri nedeniyle 18.04.1987 tarihinde tabiatı koruma alanı ilan edilerek korunan alan statüsü kazanmıştır (Kasatura TKA İzleme Projesi, 2021; Şimşek ve Ünal, 2022).

2.MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı

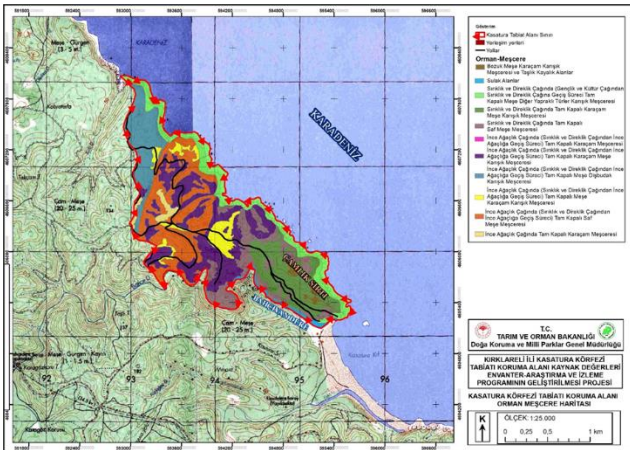
Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Marmara Bölgesi'nde, Kırklareli ili, Vize ilçesi, Kıyıköy mahallesi sınırları içinde yer almaktadır. Alan, Kırklareli ili 41°37' 2.67" Kuzey Enlemleri ile 28° 6'51.82" Doğu Boylamları arasında bulunmaktadır. İlin, kuzeyinde Bulgaristan; doğusunda Karadeniz, güneydoğusu ve güneyinde Tekirdağ (Saray, Çorlu, Muratlı ve Hayrabolu); batısında ise Edirne

(alanın güneyi ve güney batısında Uzunköprü, Havsa ve Lalapaşa ilçeleri) bulunmaktadır. Yüzölçümü 6550 km² olan Kırklareli ilinin 7 tane ilçesi (Babaeski, Demirköy, Kofçaz, Lüleburgaz, Pehlivan köyü, Pınarhisar ve Vize) bulunmaktadır. Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı'na İstanbul-Kırklareli Devlet karayolunun Vize sapağından ayrılan bir yol ile ulaşmakta olup, İstanbul 'a 223 km., Vize'ye 48 km. mesafededir (Kasatura TKA İzleme Projesi, 2021) (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanının Türkiye'deki konumu (Kasatura TKA İzleme Projesi, 2021)

Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanında karasal ve sucul ekosistem olmak üzere iki ana ekosistem tipi bulunmaktadır. Karasal ekosistem, orman ekosistemi ile kıyı kumul ekosisteminden oluşurken sucul ekosistemin büyük çoğunluğu akarsu ekosisteminden oluşmaktadır. Bunlardan orman ekosistemi alanın tamamına yakın kısmını temsil etmektedir. Alanın ana kaynak değerini oluşturan Karaçam türünün dahil olduğu toplum *Quercus petraea* subsp. *iberica* - *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica* ormanıdır. Bu ormanın ayırıcı türleri, *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*, *Quercus petraea* subsp. *iberica*; devamlı (constant) türleri, *Phillyrea latifolia*, *Rubus canescens* var. *glabratus*, *Smilax excelsa*, *Sorbus torminalis* var. *orientalis*; egemen türleri ise, *Arbutus unedo*, *Erica manipuliflora*, *Erica arborea*, *Calluna vulgaris*, *Cistus salviifolius* olarak belirlenmiştir (Oral, 2010).



Şekil 2. Orman meşcere haritası (Kasatura TKA İzleme Projesi, 2021)

Yöntem

Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı ve yakın çevresinde yayılış gösteren memeli türlerini tespit etmek amacıyla hangileri olduğu ve bu türlerin özelliklerini belirlemek amacıyla Koruma alanı ve yakın çevresinde dürbün, kamera ve fotoğraf makinesi ile 5 adet Cuddeback marka fotokapan kullanılmıştır. 2021 yılı Mart ayında araziye konuşlandırılmıştır. Alanda 7 ay boyunca çekim yapmıştır. Çalışma alanı sınırları içerisinde yaban hayvanlarına ait veriler elde etmek amacıyla fırsatçı yöntemle fotokapan çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Ünal vd., 2020; Ünal ve Eryılmaz, 2020).



Şekil 3. Fotokapan istasyonu

Fotokapan istasyonları için örnekleme dönemi boyunca her ay kontrol çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Kontrol işlemleri sırasında her fotokapan istasyonunun öncelikle aktif olarak çalışıp çalışmadığı test edilmiş, elde edilen fotoğraf kayıtları alınıp bilgisayar ortamına kaydedilmiştir. Pil ve hafıza kartlarının değiştirilmiş, gerekli ayarlar yapıldıktan sonra tekrar aktif hale getirilmiştir. Her fotokapan kurulmasında, fotokapanların saat ve tarih ayarları; fotokapan gün değeri ve aktivite desenlerinin sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için özellikle kontrol edilmiştir. Fotokapanda bir arıza tespit edilmesi durumunda gereği yapılmıştır.

3. BULGULAR

Kırklareli İli Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı içinde 49 memeli türü tespit edilmiştir. Memeli türlerinden; 8 tanesi IUCN 2021 verilerine göre tehlike altındaki türlerdir. Akdeniz Nal burunlu yarasası (*Rhinolophus euryale*), Uzunkanatlı Yarasa (*Miniopterus schreibersi*), Su Samuru (*Lutra lutra*) (NT-Neredeyse Tehdit Altında); Mehelye

yarasası (*Rhinolophus mehelyi*), Uzunayaklı Yarasa (*Myotis capaccinii*), Uzunkanatlı Yarasa (*Miniopterus schreibersi*), Gelengi (*Spermophilus citellus*) ise (VU-Hassas) kategorisinde olduğu görülmektedir. Türlerin 18'i Bern B2 kategorisinde kesin koruma altında, 17 tanesi ise Bern B3 korunan kategorisindedir. 1 tür CITES türlerindedir (Tablo 1).

Çizelge 1. Memeli (Mammalia) faunası

FAMİLYA	TÜR	TÜRKÇE AD	BERN	CITES	ULUSAL ÖLÇEKTE	IUCN	MAKK
Erinaceidae (Kirpiler)	<i>Erinaceus roumanicus</i>	Kirpi		-	LC	LC	-
Talpidae (Köstebekler)	<i>Talpa europaea</i>	Köstebek		-	LC	LC	-
Soricidae	<i>Sorex minutus</i>	Sivriburunlu Cücefare	B3	-	LC	LC	
	<i>Sorex araneus</i>	Orman Sivriburunfaresi	B3	-	LC	LC	-
	<i>Crocidura suaveolens</i>	Küçük Sivriburunlu Bahçefaresi	B3	-	LC	LC	-
	<i>Crocidura leucodon</i>	Sivriburunlu Bahçefaresi		-			-
Rhinolophidae	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Nalburunlu Büyükyarasa	B2	-	LC	LC	-
	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Nalburunlu Küçükyarasa	B2	-	LC	LC	-
	<i>Rhinolophus euryale</i>	Akdeniz Nalburunluyarasası	B2	-	NT	NT	-
	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Mehelye yarasası	B2	-	VU	VU	-
	<i>Rhinolophus blasii</i>	Nalburunlu Yarasa	B2	-	LC	LC	-
Vespertilionidae	<i>Myotis blythii</i>	Farekulaklı küçük yarasa	B2	-	LC	LC	-
	<i>Myotis capaccinii</i>	Uzunayaklı Yarasa	B2	-	VU	VU	-
	<i>Myotis emerginatus</i>	Kırpıklı Yarasa	B2	-	VU	VU	-
	<i>Myotis myotis</i>	Farekulaklı Büyük Yarasa	B2	-	LC	LC	-
	<i>Myotis nattereri</i>	Saçaklı Yarasa	B2	-	LC	LC	-
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Cüce Yarasa	B3	-	LC	LC	-
	<i>Eptesicus serotinus</i>	Genişkanatlı Yarasa	B2	-	LC	LC	-
	<i>Plecotus auritus</i>	Kahverengi Uzunkulaklı Yarasa	B2	-	LC	LC	-
	<i>Miniopterus schreibersi</i>	Uzunkanatlı Yarasa	B2	-	NT	NT	-
Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	Kır Tavşanı, Yabani Tavşan	B3	-	LC	LC	EK II
Sciuridae	<i>Sciurus vulgaris</i>	Kızıl sincap	B3	-	LC	LC	-
	<i>Spermophilus citellus</i>	Gelengi	B3	-	VU	VU	-
Cricetidae	<i>Cricetulus migratorius</i>	Cüce avurtlak		-	LC	LC	-
	<i>Arvicola amphibius</i>	Su Sıçanı		-	LC	LC	-
	<i>Microtus guentheri</i>	Tarla faresi		-			-
Spalacidae	<i>Spalax leucodon</i>	Körfare		-	DD	DD	-
	<i>Apodemus flavicollis</i>	Orman Faresi		-	LC	LC	
	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ahşap faresi		-	LC	LC	
	<i>Rattus rattus</i>	Ev Sıçanı		-	LC	LC	
	<i>Rattus norvegicus</i>	Göçmen Sıçan		-	LC	LC	
	<i>Mus macedonicus</i>	Makedonya Ev Faresi		-	LC	LC	
	<i>Mus domesticus</i>	Ev faresi		-	LC	LC	
Gliridae	<i>Glis glis</i>	Yeduiyur	B3	-	LC	LC	
	<i>Dryomys nitedula</i>	Ağaç Faresi, Cevizkırın	B3	-	LC	LC	
Canidae	<i>Canis lupus</i>	Kurt	B2	EK2	LC	LC	
	<i>Canis aureus</i>	Çakal		-	LC	LC	EK II
	<i>Vulpes vulpes</i>	Tilki		-	LC	LC	EK II
Mustelidae	<i>Martes foina</i>	Kaya Sansarı	B3	-	LC	LC	EK II
	<i>Martes martes</i>	Ağaç sansarı	B3	-	LC	LC	-
	<i>Meles meles</i>	Porsuk	B3	-	LC	LC	EK I
	<i>Lutra lutra</i>	Su Samuru	B2	-	NT	NT	-
	<i>Mustela nivalis</i>	Gelincik	B3	-	LC	LC	EK I
	<i>Mustela putorius</i>	Kokarca	B3	-	LC	LC	EK I

FAMİLYA	TÜR	TÜRKÇE AD	BERN	CITES	ULUSAL ÖLÇEKTE	IUCN	MAKK
	<i>Vormela peregusna</i>	Alaca Kokarca	B2	-	VU	VU	-
Felidae	<i>Felis silvestris</i>	Yaban Kedisi	B2	-	LC	LC	-
Suidae	<i>Sus scrofa</i>	Yaban Domuzu		-	LC	LC	EK II
Cervidae	<i>Cervus elaphus</i>	Kızıl Geyik	B3	-	LC	LC	-
	<i>Capreolus capreolus</i>	Karaca	B3	-	LC	LC	-

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı'nın faunasını oluşturan en önemli türlerden birisi memeliler sınıfı içerisinde yer alan geyik (*Cervus elaphus*)'tur. Park sahası içinde özellikle sık yaşlı ormanlık alan içerisinde yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Arazi çalışmaları sürecinde sahanın belli yerlerine kurmuş olduğumuz fotokapanlara kızıl geyik (*Cervus elaphus*), karaca (*Capreolus capreolus*), kurt (*Canis lupus*), tilki (*Vulpes vulpes*), çakal (*Canis aureus*), porsuk (*Meles meles*) ve yaban domuzu (*Sus scrofa*) gibi önemli memeli türlerine rastlanmıştır (Hızal, 2008;

Yorulmaz ve Arslan, 2022; İlemin, 2022). Alanda tespit edilen büyük memeli türlerden kızıl geyik (*C. elaphus*) bugüne kadar alanda yürütülen araştırmalarda ilk kez fotokapana takıldığı bilgisi alınmıştır. Arazi çalışmaları sırasında IUCN kırmızı liste kriterlerine göre tehlike sınırında (NT) olan su samuru (*Lutra lutra*) türünün varlığı alana ayrı bir önem katmaktadır (Güven, 2000). Fotokapanlara takılan büyük memeli türlerden kızıl geyik (*Cervus elaphus*), karaca (*Capreolus capreolus*), kurt (*Canis lupus*) ve çakal (*Canis aureus*) Şekil (4a, b, c ve d)'de görülmektedir (Özay, 2019).



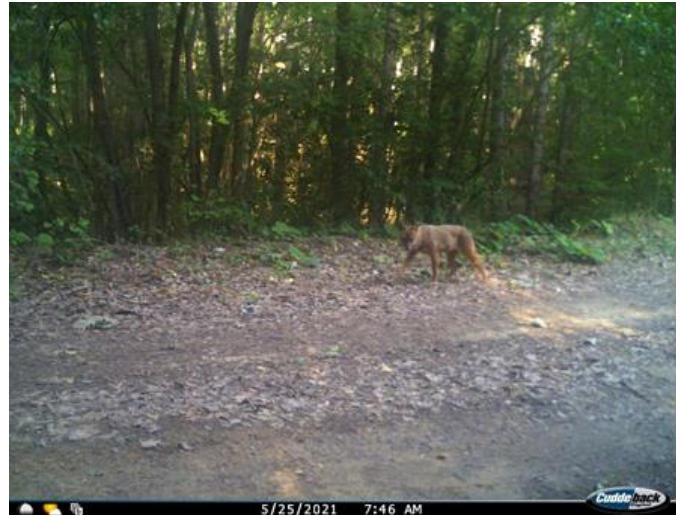
Şekil 4a. Kızıl geyik (*Cervus elaphus*)



Şekil 4b. Karaca (*Capreolus capreolus*)



Şekil 4c. Kurt (*Canis lupus*)



Şekil 4d. Çakal (*Canis aureus*)

Akdeniz Nalburunluyarasası (*Rhinolophus euryale*), Uzunkanatlı Yarasa (*Miniopterus schreibersi*) Su samuru (*Lutra lutra*), Gelengi (*Spermophilus citellus*) alanda yayılış gösteren tehlike altındaki türler arasındadır. Bu kritik türler

ve de diğer memeli türleri için hem geçiş hem de beslenme ve yuva alanının doğal yapısının korunması elzemdir.

Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı sınırları içerisinde balık türleri hariç toplam olarak 223 omurgalı türü

belirlenmiş olup, bu sayı tüm Türkiye'deki (Balıklar hariç) omurgalı tür sayısı (yaklaşık 750 tür) ile karşılaştırıldığında, Türkiye'deki omurgalı türlerinin %29 oranına sahiptir. Kırklareli İli Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı içinde tespit edilen memeli sayısı (n=49) ise, Türkiye habitatlarında yaşadığı bilinen toplam memeli tür sayısının %28,8 oranına sahiptir. Bu bulgular, alanın Türkiye ölçeğinde ne kadar önemli bir biyoçeşitlilik değerine sahip olduğunu göstermektedir (Kızıroğlu, 2023).

Alan içerisinde endemik memeli türü yayılış göstermemektedir. Tabiatı Koruma Alanı ve çevresindeki nesli tehlike altındaki türlerin belirlenmesinde, türlerin Türkiye'deki ve dünya genelindeki yayılışları ile popülasyon durumları veya IUCN değerlendirmeleri dikkate alınmıştır (Seyfi vd. 2021).

Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı'nın sahip olduğu bu biyoçeşitlilik zenginliği, alan bazında önemini bir kat daha artırmaktadır. Zira bu zenginlik ve popülasyon yoğunluğuyla, çevresindeki diğer doğal ve yarı kültürel ekosistemler için biyolojik rezerv alanı olma özelliği göstermektedir. Dolayısıyla, tabiatı koruma alanında yaşanacak her türlü olumsuz değişim, kısa ya da uzun vadede çevredeki diğer popülasyonları da etkileyecektir (Kasatura TKA İzleme Projesi, 2021).

Teşekkür: Bu çalışma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü Doğa Koruma ve Milli Parklar Kırklareli Şube Müdürlüğü'nün "Kırklareli İli Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Kaynak Değerleri Envanter-Araştırma ve İzleme Programının Geliştirilmesi Projesi" kapsamında gerçekleştirilmiştir. Proje süresince bize her türlü desteği sağlayan DKMP Kırklareli Şube Müdürlüğü yöneticisi ve uzmanlarına, proje yüklenicisi olan Turunç Peyzaj Ltd.Şti. yöneticileri ve çalışanlarına yardımları ve nezaketleri için teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

Tüm yazarlar ortak katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarların beyan edecekleri çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- Akgündüz, E., Karauz, E. S., Özüdoğru, E., Çekiç, A. O. ve Kalaycı, K. (2009). Türkiye biyolojik çeşitliliğinin coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla izlenmesi: nuh'un gemisi biyolojik çeşitlilik veritabanı. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, pp.02-06, Erişim Adresi (03.09.2021): https://www.researchgate.net/publication/325954365_turkiye_biyolojik_cestitliliğinin_coğrafi_bilgi_sistemleri_yardımiyla_izlenmesi_nuh'un_gemisi_bdyolojik_cestitlilik_veritabanı
- Burgin, Connor J; Colella, Jocelyn P; Kahn, Philip L; Upham, Nathan S (1 Şubat 2018). "How many species of mammals are there?". *Journal of Mammalogy*. 99 (1): 1-14. doi:10.1093/jmammal/gyx147. ISSN 0022-2372.

- Chen, C., Brodie, J. F., Kays, R., Davies, T. J., Liu, R., Fisher, J. T., ... & Burton, A. C. (2022). Global camera trap synthesis highlights the importance of protected areas in maintaining mammal diversity. *Conservation Letters*, 15(2), e12865.
- Davis, R. S., Gentle, L. K., Mgoola, W. O., Stone, E. L., Uzal, A., & Yarnell, R. W. (2023). Using camera trap bycatch data to assess habitat use and the influence of human activity on African elephants (*Loxodonta africana*) in Kasungu National Park, Malawi. *Mammalian Biology*, 103(1), 121-132.
- Demirsoy A (1996). Türkiye Omurgalıları, Memeliler, 292s., Meteksan A.Ş.. P.K. 105, 06572 Maltepe Ankara, TÜRKİYE. ISBN 975-7746-24-X
- Dheer, A., Samarasinghe, D., Dloniak, S. M., & Braczkowski, A. (2022). Using camera traps to study hyenas: challenges, opportunities, and outlook. *Mammalian Biology*, 102(3), 847-854.
- Gündoğdu, E. (2011). Population Size, Structure and Behaviours of Wild Goat in Cehennemdere Wildlife Improvement Area. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 6: 555-563. Erişim Adresi (03.09.2021): <https://docsdrive.com/pdfs/academicjournals/ajava/2011/555-563.pdf>
- Güven, N. (2000). Türkiye Su samuru (*Lutra lutra*) projesi. *Tabiat ve İnsan Dergisi*, Ankara, 34(1), 32-36.
- Harmsen, B.J., Foster, R.J., Silver, S., Ostro, L., Doncaster, C.P. (2010). Differential use of trails by forest mammals and the implications for camera-trap studies: a case study from Belize. *Biotropica* 42(1), 126-133.
- Hızal, E. (2008). Kapıdağ Yarımadası memeli (mammalia) faunası. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(14), 22-32.
- İlemin, Y. (2022). Manisa Memeli Faunası Üzerine Bir Araştırma. *Commagene Journal of Biology*, 6(1), 6-10.
- Kasatura TKA İzleme Projesi, 2021. Kırklareli İli Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Kaynak Değerleri Envanter-Araştırma Ve İzleme Programının Geliştirilmesi Projesi, Analitik Etüt ve Sentez Raporu, Turunç Peyzaj Tasarım Planlama Uygulama Proje İnşaat Organizasyon ve Danışmanlık Hizm. Ltd. Şti., Kırklareli
- Keten, A. (2016). Düzce ilinde yarıctı memeli türlerin zamansal ve mekânsal dağılımı. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2), 566-574.
- Kızıroğlu, İ. (2023). Türkiye biyoçeşitliliği; etkilenme neden ve koruma önlemleri, <http://earsiv.ostimteknik.edu.tr:8081/xmlui/handle/123456789/344>
- McCallum, J. (2013). Changing use of camera traps in mammalian field research: habitats, taxa and study types. *Mammal Review*, 43(3), 196-206.

- Morrison, J. C., Sechrest, W., Dinerstein, E., Wilcove, D. S., & Lamoreux, J. F. (2007). Persistence of large mammal faunas as indicators of global human impacts. *Journal of mammalogy*, 88(6), 1363-1380.
- Ocak, A. (2012). Eskişehir, Afyon ve Kütahya'nın Floristik Çeşitliliği, Türkiye Biyolojik Çeşitliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla İzlenmesi: Nuh'un Gemisi Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı, Biyolojik Çeşitlilik Sempozyumu 22 - 23 Mayıs 2012, Ankara. Erişim Adresi (03.09.2021): <https://docplayer.biz.tr/3585282-Bildiri-ozetleri-kitabi.html>
- Oral, D. 2010. Kasatura Körfezi ile Çevresinin (Kırklareli-Tekirdağ-İstanbul) Flora ve Vejetasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. Özenoğlu Kiremit H. Keçeli T. 2009. An Annotated Check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Turkey. *Cryptogamie Bryologie*. 30:3, 343-356
- Özay, E. (2019). Eskişehir ilinde foto kapan yöntemi ile büyük memeli hayvanların tespiti ve popülasyon ekolojilerinin belirlenmesi (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Paşalı, H. (2014). Türkiye'de Yaban Keçisi *Capra aegagrus aegagrus*. *Animal Health Production and Hygiene*, 3(1), 245-247. Erişim Adresi (03.09.2021): <https://dergipark.org.tr/en/pub/aduveterinary/issue/58863/849026>
- Sevgi, O., Sert, H., Sarıbaşak, H., Karacan, V.A., Mert, A. (2013). Alageyik Tür Koruma Eylem Planı, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma Ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü VI. Bölge Müdürlüğü Antalya Şube Müdürlüğü, Antalya, 81 s.
- Seyfi, E., Bulut, Ş. & Karataş, A. (2021). TÜRKİYE'NİN TEHLİKE ALTINDAKİ MEMELİ TÜRLERİ. *Doğanın Sesi*, (7) , 54-72 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dosder/issue/63364/960418>
- Soyumert, A. (2010). Determining large mammal species and their ecology via the camera trap methods in Northwestern Anatolian forests. PhD, Hacettepe University, Ankara, Turkey. (Theses in Turkish with an abstract in English), 2010.
- Şimşek, Ö. & Ünal, Y. (2022). Kasatura Körfezi Tabiatı Koruma Alanı Ciğerotları (Marchantiophyta) Florası. *Anatolian Bryology*, 8(2), 123-130.
- Uçarlı, Y., & Sağlam, B. (2013). Yaban hayatı çalışmalarında fotokapan kullanımı, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14:2, 321-331.
- Ünal, Y., & Çulhacı, H. (2019). Antalya Düzlerçami Eşenadası Alageyik Üretim İstasyonu'nda fotokapan yöntemiyle alageyik (*Cervus dama* L.) popülasyon yoğunluklarının araştırılması.
- Ünal, Y., & Eryılmaz, A. (2020). Jungle cat (*Felis chaus schreber, 1777*) population density estimates, activity pattern and spatiotemporal interactions with humans and other wildlife species in Turkey. *Applied Ecology & Environmental Research*, 18(4).
- Ünal, Y., Pekin, B. K., Oğurlu, İ., Süel, H., & Koca, A. (2020). Human, domestic animal, Caracal (*Caracal caracal*), and other wildlife species interactions in a Mediterranean forest landscape. *European Journal of Wildlife Research*, 66(1), 5.
- Wearn, O. R., Bell, T. E., Bolitho, A., Durrant, J., Haysom, J. K., Nijhawan, S., ... & Rowcliffe, J. M. (2022). Estimating animal density for a community of species using information obtained only from camera-traps. *Methods in Ecology and Evolution*, 13(10), 2248-2261.
- Yorulmaz, T., & Arslan, N. (2020). Yozgat ili memeli faunası (Classis: Mammalia). *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 194-203.

Investigation Of Performance Of An ORC System With Different Working Fluids And Turbine Isentropic Efficiencies

Fatih Yiğit^{1*} 

Abstract: The Organic Rankine Cycle (ORC) is the thermodynamic cycle commonly used to convert low-grade heat sources into useful work. To maximize the efficiency of the ORC system, it is important to select a suitable working fluid and turbine. This study aims to investigate the effect of turbine isentropic efficiency and different coolants on the overall performance and efficiency of ORC. In this context, a thermodynamic analysis including various parametric studies has been carried out to compare the coolant performance under different operating conditions. In line with the findings, the parametric studies revealed that the highest efficiency was 13.79% when R123 was used at 85% turbine isentropic efficiency and the lowest efficiency was 8.42% when R365mcf was used at 60% turbine isentropic efficiency. However, the highest turbine power was calculated to be 5.506 kW at 85% turbine isentropic efficiency using R1233zd(E) fluid. In addition, the highest and lowest exergy dissipation is 4.065 kW at 60% turbine isentropic efficiency using R1233zd(E) fluid and 2.196 kW at 85% R123 fluid, respectively.

Keywords: Organic Rankine Cycle, working fluid, thermodynamic analysis, efficiency.

Farklı Çalışma Akışkanları Ve Türbin İzentropik Verimleri İle Bir ORC Sisteminin Performansının İncelenmesi

Özet: Organik Rankine Çevrimi (ORC), düşük dereceli ısı kaynaklarını faydalı işe dönüştürmek için yaygın olarak kullanılan termodinamik çevrimdir. ORC sisteminin verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için uygun bir çalışma akışkanı ve türbinin seçimi önemlidir. Bu çalışmada, türbin izentropik verimliliğinin ve farklı soğutucu akışkanlarının ORC'nin genel performansı ve verimliliği üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlanmaktadır. Bu kapsamda farklı çalışma koşulları altında soğutucu performansını karşılaştırmak için çeşitli parametrik çalışmalar içeren bir termodinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, yapılan parametrik çalışmalarda en yüksek verimin %13.79 ile R123 akışkanının %85 türbin izantropik veriminde kullanıldığı durumda, en düşük verim ise %8.42 ile %60 türbin izantropik veriminde R365mcf akışkanının kullanıldığı durumda gerçekleştiği ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte en yüksek türbin gücünün R1233zd(E) akışkanın kullanıldığı %85 türbin izantropik veriminin olduğu durumda 5.506 kW hesap edilmiştir. Ayrıca en yüksek ve en düşük ekserji yıkımı sırasıyla %60 türbin izantropik veriminde R1233zd(E) akışkanını kullanıldığı durumda 4.065kW, %85 R123 akışkanın kullanıldığı durumda 2.196 kW olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik Rankine Çevrimi, çalışma sıvısı, termodinamik analiz, verimlilik.

¹**Address:** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Isparta/Türkiye

***Sorumlu Yazar:** fatihyigit@isparta.edu.tr

Atf: Yiğit, F., (2023). Farklı Çalışma Akışkanları Ve Türbin İzentropik Verimleri İle Bir ORC Sisteminin Performansının İncelenmesi. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 10(20): 80-87

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir enerji çözümlerine yönelik artan talep, enerji üretimi için düşük dereceli ısı kaynaklarının kullanılmasına yönelik ilginin artmasına neden olmuştur (Thangavel vd., 2021). Organik Rankine Çevrimi (ORC), düşük sıcaklık ısıll kaynaklardan elektrik üretimi için kullanılan bir termodinamik süreçtir. Geleneksel Rankine Çevrimi'nden farklı olarak, ORC'de etkili çalışma akışkanı olarak su yerine organik bileşikler kullanılır. Organik akışkanlar, daha düşük kaynama noktalarına ve daha yüksek moleküler ağırlıklara sahiptir, bu da ORC'nin daha düşük sıcaklık farklarıyla çalışabilmesini ve daha basit ve uygun maliyetli türbinlere kullanılabilmesini sağlar (Quoilin vd., 2011). ORC teknolojisi, atık ısı geri kazanımı, jeotermal enerji, güneş enerjisi ve biyokütle gibi yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynakları için uygun bir seçenektir.

ORC sistemlerinde çalışma akışkanının seçimi kritiktir ve kullanılan akışkan ORC'nin termodinamik verimliliği, net güç çıkışı, ekserji kaybı ve çevresel etki üzerinde doğrudan etkilidir (Tümen Özdil vd., 2016). ORC için çalışma akışkanının seçimi, tasarım ve işletme parametreleri ile uyumlu olmalıdır. Birçok organik bileşik çalışma akışkanı olarak kullanılabilir, ancak bunlar farklı termodinamik, fiziksel, kimyasal ve çevresel özelliklere sahiptir. ORC için en uygun çalışma akışkanını belirlemek için çok kriterli bir optimizasyon yaklaşımını benimsemek gereklidir (Özdemir ve Kılıç, 2017). Bir ORC sisteminde, uygun bir çalışma akışkanının seçimi ve türbinin verimliliği, sistemin genel performansını ve verimliliğini önemli ölçüde etkileyen kritik faktörlerdir.

Literatürde, ORC sisteminin performansını ve verimliliğini etkileyen çeşitli faktörlerin analizi için farklı yöntemler ve modeller kullanılmıştır. Örneğin, Wang ve ark. (2010) ORC sisteminin verimliliğini artırmak için R245fa çalışma akışkanının deneysel termodinamik analizini yapmışlardır. Chen ve ark. (2010) 35 farklı çalışma akışkanı özelliklerinin ORC sisteminin performansını üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Ayrıca termodinamik ve fiziksel özellikler, kararlılık, çevresel etkiler, güvenlik ve uyumluluk ile bulunabilirlik ve maliyet gibi bir çalışma akışkanı seçerken dikkate alınması gereken önemli ortaya koymuşlardır. Zhang ve ark. (2011) ORC sisteminin verimliliğini artırmak için farklı soğutucu akışkanlarının etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, farklı sıcaklık aralıklarına ve ısı kaynaklarına uygunluklarını değerlendirmek için çeşitli çalışma akışkanlarının kaynama noktası, kritik sıcaklık ve özgül ısı kapasitesi gibi termodinamik özelliklerini değerlendirmişlerdir. Hu vd., (2022) Düşük sıcaklıklı jeotermal enerji santralinde kullanılan organik Rankine çevrimi için çalışma sıvısı seçimi konusunda çalışmıştır. Ge vd., (2022) ise Düşük dereceli atık ısı geri kazanımı için farklı akışkanlara sahip iki organik Rankine çevriminin performans analizi ve çok amaçlı optimizasyonu konusunda araştırmalar yapmıştır. Thangavel vd., (2021) ve Méndez-Cruz vd., (2022) farklı çalışma akışkanlarının termal verimlilik, net güç çıkışı ve ısı transferi özellikleri açısından performansı analiz edilmiştir. Ayrıca türbin izantropik verimimin sistem performansı üzerine etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur. İbrahim ve Rahman 2015 yılında yapmış oldukları çalışmada, izentropik verimlerin

kombine çevrim enerji santrallerinin performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında İzentropik verimliliklerin gerçek bir kombine çevrim enerji santralinin (CCGT) performansı üzerindeki etkisini ortaya koymuşlardır. Rahman ve arkadaşları (2011), gaz türbinli güç santralının termodinamik performans analizi konusunda yaptıkları çalışmada sıkıştırma oranı ve izentropik türbin verimliliğindeki artışın, ısıll verimlilikte artışa neden olduğunu ifade etmişlerdir. Sarkar (2009) yaptığı çalışmada, izentropik verim, reküperatör etkinliği ve bileşen basınç düşüşünün ikinci yasa verimi üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Elde ettiği sonuçlara göre, türbinin izentropik verimliliğinin etkisinin kompresörlere göre ikinci yasa verimliliğine yaklaşık 2,5 kat daha fazla etkilediğini ifade etmiştir. Zang ve arkadaşları (2018) düşük sıcaklıklı jeotermal kaynak için hava soğutmalı bir organik Rankine sisteminin türbin izentropik verimliliğinin etkilerini dikkate alarak parametrik optimizasyonu ve performans analizini yapmışlardır. Sistem ekserji verimliliğini R245fa ve iki çevre dostu çalışma sıvısı R1234ze(E) ve R1234ze(Z) ile karşılaştırmışlardır. Türbin izantropik verimleri için türbin boyut parametresi ve hacim oranı kavramlarını içeren bir izantropik verim grafiği ortaya koymuşlardır. R1234ze(E) akışkanının izantropik verimliliğinin R245fa'dan daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

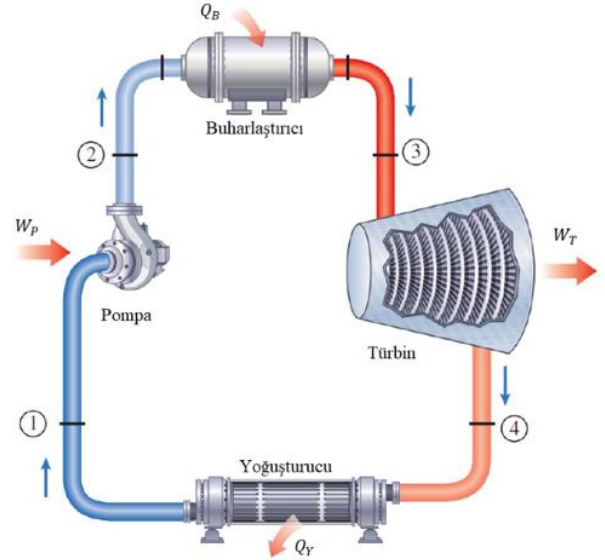
Önceki çalışmalar incelendiğinde farklı çalışma akışkanları ve türbinin izentropik verimliliğinin, ORC'nin performansını doğrudan etkilediği görülmektedir. Ancak literatürde yer alan çalışmaların çoğunlukla sabit bir izantropik verim kabulü ile yapıldığı, yada akışkan türüne göre farklı izantropik verimlerin etkisinin ortaya koyulduğu görülmüştür. Türbinin izentropik verimliliği, türbinin gerçek ve ideal durumları arasındaki farkı ölçen bir parametredir ve türbin tasarımı, boyutu, hızı, basınç oranı ve çalışma akışkanı özellikleri gibi faktörlere bağlıdır. Pan ve Wang (2013) yılında Radyal akış türbinine dayalı Organik Rankine Çevriminin geliştirilmiş analizi konusunda çalışmışlardır ve ORC analizinde genleştiricinin (veya türbinin) sabit bir izentropik verim yerine hesaplamalı optimum verimin uygulanması önemini ifade etmiştir. Bu bağlamda incelenen literatürde türbin izentropik verimliliğinin ORC sisteminin performansını etkilediği bilinmekle birlikte, farklı çalışma akışkanları ile birleşik etkisi sınırlı ilgi görmüştür. Türbin izentropik verimliliği ile çalışma sıvısı özellikleri arasındaki etkileşimi araştıran az sayıda çalışma vardır ve bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerektiğinin altı çizilmektedir (Li vd., 2019). Ancak, ORC sisteminin performansını ve verimliliğini etkileyen faktörlerin kapsamlı bir şekilde incelenmesi ve optimize edilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın amacı, Pan ve Wang'ın önerdiği gibi sabit bir izantropik verim yerine farklı izantropik verimlerde çalışma durumunu ortaya koyabilmek için ORC türbininin farklı izantropik verimlerdeki performansı incelemektir. Ayrıca farklı izantropik verime sahip türbinin kullanıldığı ORC için R245fa, R123, R365mfc ve R1233zd (E) akışkanların performansı araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı türbin izantropik verimlerinde akışkanların ORC sistemindeki elemanların kapasiteleri, sistemin ısıll verimi, entropi üretimi, ekserji yıkımı ve ikinci yasa verimleri üzerindeki etkileri ortaya koyulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada farklı çalışma akışkanları ve farklı türbin izantropik verimlerinde ORC sisteminin genel performansını ve verimini belirlemek için termodinamik analiz gerçekleştirilmiştir. ORC sisteminin elemanları ve sistemin genel gösterimi Şekil 1.'de verilmiştir. ORC sisteminde temelde pompa, buharlaştırıcı, türbin ve yoğuşturucu olmak üzere dört eleman bulunmaktadır. Yoğuşturucudan gelen sıvı halde ve düşük basınçtaki soğutucu akışkan (1 noktası) pompa ile yüksek basınçta çıkarılarak (2 noktası) buharlaştırıcıya sevk edilir. Soğutucu akışkan, buharlaştırıcıda atık ısı veya başka bir kaynaktan alınan düşük sıcaklıklı ısı ile buharlaştırılarak kızgın buhar fazında (3 noktası) türbine gönderilir. Türbinde genişleyerek iş yapan soğutucu akışkan düşük basınç ve sıcaklıkta tekrar sıvı forma döndürülmek üzere yoğuşturucuya aktarılır (4 noktası). Yoğuşturucuda ısı atarak sıvı hale gelen akışkan yeniden pompaya gönderilerek çevrim sürekli olarak devam ettirilir.

Yapılan çalışmada, farklı çalışma sıvılarının ORC performansı üzerindeki etkisini değerlendirmek için R123, R245fa, R365mcf, R1233zd(E), olmak üzere dört farklı sıvı seçilmiştir. Akışkanların tercih edilmesindeki temel olarak düşük GWP ve düşük ODP özelliklerine sahip olmalarının yanı sıra termodinamik özelliklerine, çevresel etkilerine, kullanılabilirliklerine ve güvenlik hususlarına önem verilmiştir. Çizelge 1'de tercih edilen çalışma sıvılarına ilişkin özellikler verilmiştir.



Şekil 1. ORC Çevrimi genel gösterimi (Çengel ve Boles, 2015)

Sistemin termodinamik analiz gerçekleştirmek amacıyla ORC sisteminin matematiksel modelini oluşturmak için Çizelge 2'de yer alan denklemler kullanılmıştır. Bu çalışmada, sistemdeki her bir bileşen için enerji denklemleri ve termodinamik denklemler kullanılarak ORC sistemi modellenmiştir. Termodinamik analiz için, Mühendislik Denklem Çözücü (EES) yazılımından faydalanılmıştır (Klein, 2013). Bu yazılımda, ORC sisteminin matematiksel modelini çözmek ve performans parametrelerini hesaplamak amacıyla, çalışma sıvılarının termodinamik özelliklerini içeren literatürden elde edilen veriler, simülasyon ve analiz için giriş parametreleri olarak kullanılmıştır.

Sistemin analizini gerçekleştirmek amacıyla Çizelge 3'de gösterilen türbin giriş-çıkış sıcaklığı, türbin giriş basıncı, çalışma akışkanının kütleli debisi, türbin izantropik verim ve yoğuşturucu basıncı gibi ORC sisteminin performansını etkileyen önemli parametreler belirlenmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan akışkanlar ve özellikleri (Pan vd., 2013, Tchance vd., 2009, Klein 2013)

Akışkan	Moleküler Ağırlık	Kritik Sıcaklık	Kritik Basıncı	GWP	ODP	Atmosferik ömür* (yıl)	Güvenlik (ASHREA 34)
R245fa	134.05	426	3610	950	0	7.2	B1
R123	152.93	456	3660	77	0.02	1.3	B1
R365mfc	148.07	459.9	3266	895	0	8.7	-
R1233zd (E)	130.5	438.8	3573	1	0	0.11	A1

Atmosferik ömür* söz konusu akışkanın atmosferdeki konsantrasyonunda ani bir artış veya azalmanın ardından atmosferdeki dengenin yeniden sağlanması için gereken süreyi ölçer.

Çizelge 2. ORC Termodinamik analiz denklemleri

	Kütle Dengesi	Enerji Dengesi	Entropi Üretimi	Ekserji Yıkımı
Genel Denklemler	$\dot{m}_g - \dot{m}_ç = 0$	$E_g - E_ç = 0$	$S_g - S_ç + S_{ür} = 0$	$Ex_g - Ex_ç - Ex_y = 0$
Pompa	$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = 0$	$\dot{m}_1 h_1 + W_p - \dot{m}_2 h_2 = 0$	$\dot{m}_1 s_1 - \dot{m}_2 s_2 + S_{ür,P} = 0$	$\dot{m}_1 h - \dot{m}_2 h_2 + W_p - Ex_{y,P} = 0$
Buharlaştırıcı	$\dot{m}_2 - \dot{m}_3 = 0$	$\dot{m}_2 h_2 + Q_B - \dot{m}_3 h_3 = 0$	$\dot{m}_2 s_2 + \frac{Q_B}{T_B} - \dot{m}_3 s_3 + S_{ür,B} = 0$	$\dot{m}_2 h_2 + Q_B \left(1 - \frac{T_0}{T_B}\right) - \dot{m}_3 h_3 + Ex_{y,B} = 0$
Türbin	$\dot{m}_3 - \dot{m}_4 = 0$	$\dot{m}_3 h_3 - W_T - \dot{m}_4 h_4 = 0$	$\dot{m}_3 s_3 - \dot{m}_4 s_4 + S_{ür,T} = 0$	$\dot{m}_3 h_3 - W_T - \dot{m}_4 h_4 - Ex_{y,T} = 0$
Yoğuşturucu	$\dot{m}_4 - \dot{m}_1 = 0$	$\dot{m}_4 h_4 - Q_Y - \dot{m}_1 h_1 = 0$	$\dot{m}_4 s_4 - \frac{Q_Y}{T_Y} - \dot{m}_1 s_1 + S_{ür,Y} = 0$	$\dot{m}_4 h_4 - Q_Y \left(1 - \frac{T_0}{T_Y}\right) - \dot{m}_1 h_1 - Ex_{y,Y} = 0$

Çizelge 3. ORC termodinamik analizi için kabul edilen parametreler

Parametre	Kabuller
Kütleli Debi (kg/s)	0.167
Türbin Giriş Basıncı (kPa)	1800
Türbin Çıkış Basıncı (kPa)	250
*Türbin Giriş Sıcaklığı (°C)	$T_{doyma} + 5$
Türbin İzentropik Verimi (%)	%80
Yoğuşturucu çıkışı kurulum değeri (-)	0

*Türbin giriş sıcaklığı, Türbin giriş basıncındaki doyma sıcaklığının 5 °C aşırı kızdırması olarak kabul edilmiştir.

ORC sisteminin performansı, termal verimlilik, net güç çıkışı ve ısı transferi özellikleri dahil olmak üzere temel termodinamik parametreler kullanılarak değerlendirilmiştir. Değişen türbin izentropik verimlerinde farklı çalışma sıvıları için genel sistem performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sıvıları ve türbin izentropik verim arasındaki etkileşimi değerlendirmek için farklı senaryolar simüle edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

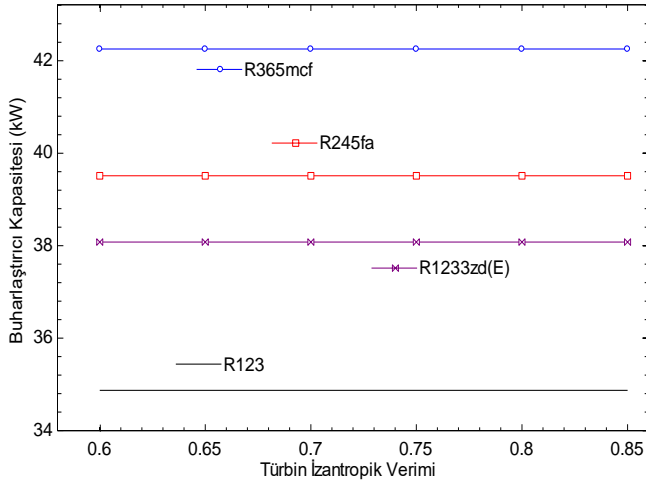
Çalışma akışkanı seçimi ve türbinin izentropik verimliliği, Organik Rankine Çevrimi (ORC) sisteminin performansını en üst düzeye çıkarmada önemli faktörlerdir. Bu çalışmada, türbin izentropik verimliliğinin ve farklı çalışma akışkanlarının ORC performansı üzerindeki birleşik etkisinin analizi yapılmıştır. Çalışmada Çizelge 3'te yer alan çalışma parametreleri kullanılarak ve Çizelge 2'de verilen denklemlerin mühendislik denklem çözücü yazılımında çözümlenmiş ve her bir akışkan için elde edilen sonuçlar Çizelge 4'te gösterilmiştir. Kabul edilen çalışma şartları altında en yüksek güç üretimi 5.182 kW ile R1233zd(E) akışkanının kullanıldığı durumda gerçekleşirken, en düşük güç üretimi 4.703 kW ile R123 akışkanının kullanıldığı durumda gerçekleşmiştir. Öte yandan en yüksek verim R123 akışkanının kullanıldığı durumda meydana gelmiştir. Benzer şekilde en yüksek ikinci yasa verimi, R123 akışkanında gerçekleşmiştir.

Yapılan hesaplar sonucunda aynı çalışma şartları altında yapılan incelemede R365mfc akışkanının kullanıldığı durumda buharlaştırıcı ve yoğuşturucu kapasitesinin diğer akışkanlara kıyasla daha yüksek ve ekserji yıkımının en fazla olduğu ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4. Farklı akışkanlar için kabul edilen şartlar altında termodinamik sonuçlar

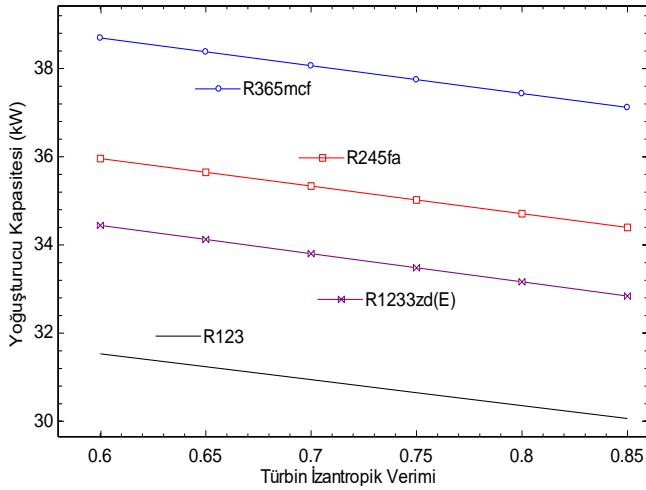
	R245fa	R123	R365mfc	R1233zd(E)
Kütleli Debi (kg/s)	0.167	0.167	0.167	0.167
Türbin Giriş Basıncı (kPa)	1800	1800	1800	1800
Türbin Çıkış Basıncı (kPa)	250	250	250	250
Türbin Giriş Sıcaklığı (°C)	121.5	146.2	158.3	131.9
Yoğuşturucu Sıcaklığı (°C)	40	55.4	67.9	44.7
Pompa Gücü (kW)	0.1996	0.1872	0.2231	0.2133
Buharlaştırıcı Kapasitesi (kW)	39.51	34.87	42.25	38.96
Türbin Gücü (kW)	4.999	4.703	5.042	5.182
Yoğuşturucu Kapasitesi (kW)	34.71	30.36	37.43	33.99
Toplam Ekserji Yıkımı (kW)	2.816	2.463	3.18	2.85
Toplam Entropi Üretimi (kJ/K)	0.009449	0.008266	0.01067	0.009562
Isıl Verim (-)	0.1215	0.1295	0.114	0.1275
II. Yasa Verimi (-)	0.5882	0.5974	0.5446	0.5923

Şekil 2'de farklı akışkanlar için türbin izentropik veriminin 0.6 – 0.85 arasında değiştiği parametrik çalışmada buharlaştırıcı kapasitelerinin değişimi verilmiştir. En yüksek buharlaştırıcı kapasitesi ihtiyacı R365fc akışkanının kullanıldığı durumda gerekirken, en düşük buharlaştırıcı kapasitesi ihtiyacı R123 akışkanında olduğu belirlenmiştir.



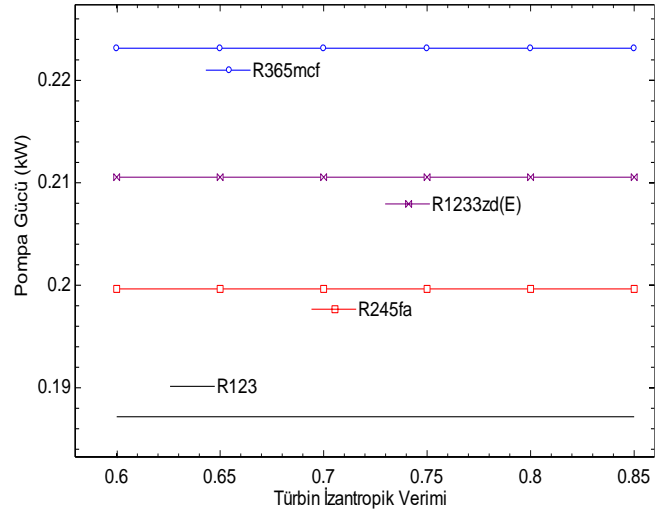
Şekil 2. Farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre buharlaştırıcı kapasitesinin değişimi

Şekil 3'te farklı türbin izantropik verimlerinde akışkan türüne göre sistemde ihtiyaç duyulan yoğuşturucu kapasiteleri görülmektedir. Türbin izantropik verimi arttıkça ihtiyaç duyulan yoğuşturucu kapasitesinin incelenen tüm akışkanlar için azalmakta olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun türbin izantropik veriminin artmasıyla akışkanın enerjisinin daha büyük bir kısmının işe dönüşmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Türbin girişinde sahip olduğu enerjinin daha büyük bölümünün işe dönüşmesi ile daha düşük bir yoğuşturucu kapasitesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte yine en yüksek yoğuşturucu kapasitesi ihtiyacının R365mcf akışkanının kullanıldığı durumda, en düşük yoğuşturucu kapasitesi ihtiyacının ise R123 akışkanında olduğu görülmektedir.



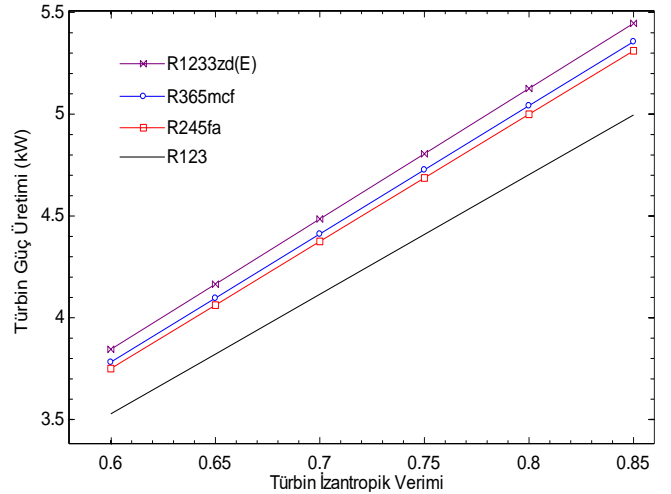
Şekil 3. Farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre yoğuşturucu kapasitesinin değişimi

Şekil 4'te farklı akışkanlar için ihtiyaç duyulan pompa kapasiteleri verilmiştir. Akışkan türüne göre ihtiyaç duyulan pompa gücünün büyükten küçüğe doğru sırasıyla R365mcf, R1233zd(E), R245fa ve R123 olduğu görülmektedir.



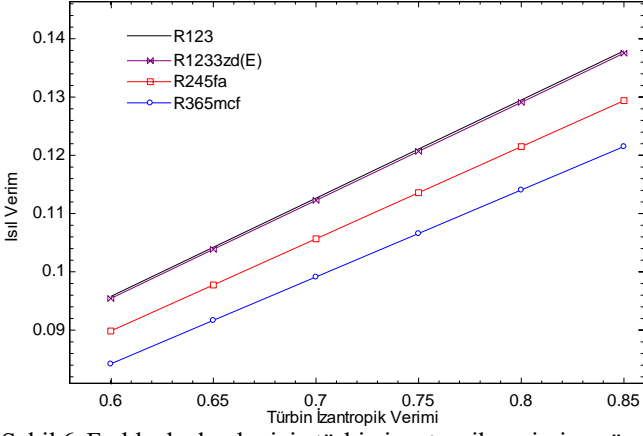
Şekil 4. Farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre pompa gücünün değişimi

Türbin izantropik veriminin değişimine göre farklı akışkanların türbin güç üretimi Şekil 5'te verilmiştir. İncelenen tüm akışkan türleri için türbin izantropik veriminin artmasıyla türbin güç üretiminin de arttığı görülmektedir. İzantropik verim türbinin Akışkan türüne göre türbin gücü kapasitesi büyükten küçüğe sırasıyla R1233zd(E), R365mcf, R245fa ve R123 olarak hesap edilmiştir.



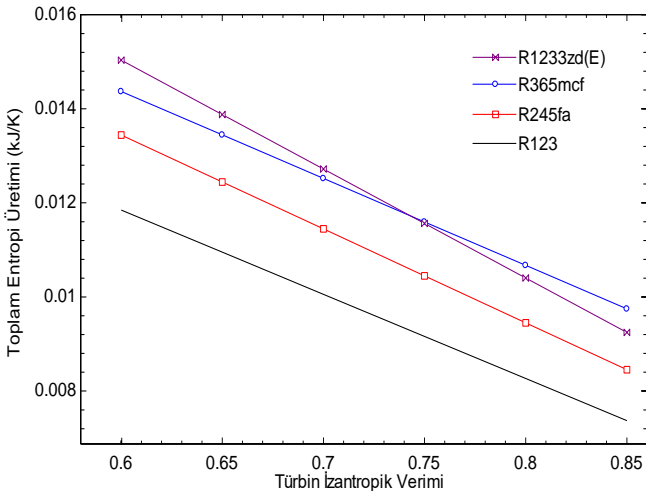
Şekil 5. Farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre türbin güç üretiminin değişimi

Farklı akışkan türlerinin kullanıldığı durumlar için değişen türbin izantropik verimlerinde sistemin verim değişimi Şekil 6'da gösterilmiştir. Rahman ve arkadaşlarının (2011) çalışmalarında ifade ettiğine benzer şekilde türbin izantropik verimindeki artışın sistemin ısı verimini arttırdığı gözlemlenmiştir. İncelenen akışkanlar için ORC sisteminin verimi türbin izantropik verimin artışı ile yükselmektedir. Bu durumun temel sebebinin artan izantropik verim sayesinde türbinde üretilen güç miktarının artması (Şekil 5'te ifade edildiği gibi) olduğu düşünülmektedir. İncelenen akışkanlar arasında en yüksek verim R123 akışkanını kullanıldığı durumda ortaya çıkmaktadır. Ancak R1233zd(E) akışkanı, R123 akışkanına oldukça yakın bir verime sahiptir. En düşük verim R365mcf akışkanının kullanıldığı durumda ortaya çıkmaktadır.

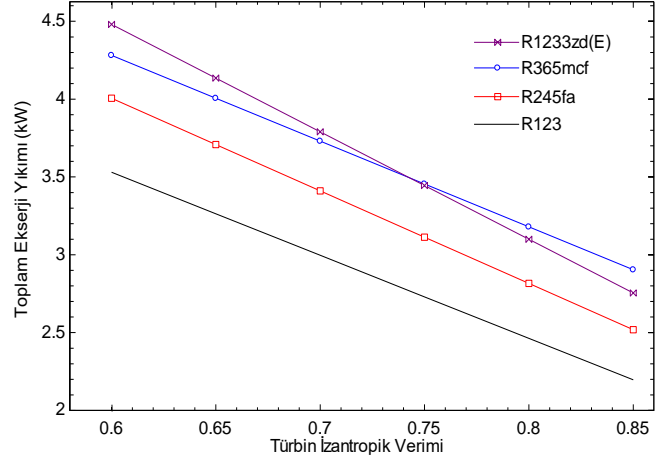


Şekil 6. Farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre ORC sistemi ısı veriminin değişimi

Akışkan türleri ver türbin izantropik verimine göre sistemin toplam entropi üretimi ve ekserji yıkımı sırasıyla Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda türbin izantropik verimi artışı ile toplam entropi üretimi ve ekserji yıkımının azaldığı ortaya koyulmuştur. Bunun yanı sıra türbin izantropik veriminin 0.6'dan 0.75'e kadar artışı incelendiğinde en yüksek toplam entropi üretimi ve ekserji yıkımının R1233zd(E) akışkanında olduğu gözlenirken, 0.75'ten sonra R365mcf akışkanının en yüksek toplam entropi üretimi ve ekserji yıkımına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun temel nedeninin R365mcf akışkanın aynı basınçta daha yüksek buharlaşma sıcaklığına sahip olması olduğu düşünülmektedir. Tüm türbin izantropik verimi durumlarında en düşük toplam entropi üretimi ve ekserji yıkımı R123 akışkanının kullanıldığı durumda gerçekleşmiştir.

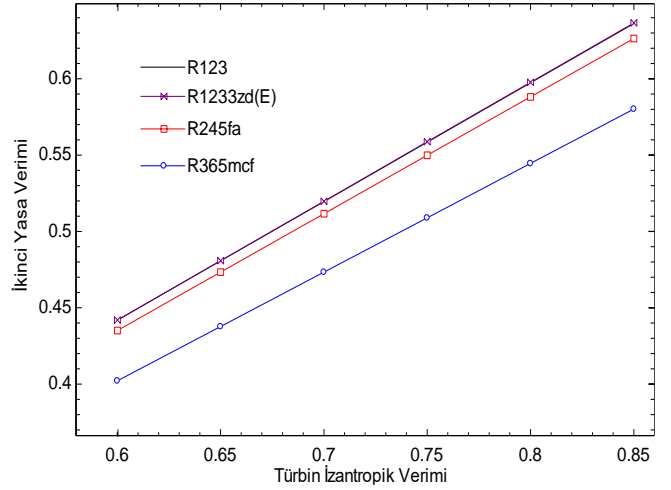


Şekil 7. Farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre toplam entropi üretiminin değişimi



Şekil 8. Farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre toplam ekserji yıkımının değişimi

ORC sisteminin ikinci yasa verimi farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre hesap edilmiş ve Şekil 9'da gösterilmiştir. R123 ve R1233zd(E) akışkanlarının kullanıldığında ORC'nin en yüksek ikinci yasa verimine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Şekil 9'da türbin izantropik veriminin artışı ile R123 ve R1233zd(E) akışkanlarının ikinci yasa verimi değişimi çakışık olarak görülmektedir. En düşük ikinci yasa verimini R365mcf akışkanının kullanıldığı ORC sisteminde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9. Farklı akışkanlar için türbin izantropik verimine göre ORC sisteminin II. Yasa verimi değişimi

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Organik Rankine Çevrimi (ORC) sisteminin verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için uygun bir çalışma akışkanının seçimi çok önemlidir. Bu çalışma, ORC sistemlerindeki farklı çalışma akışkanlarının kapsamlı bir termodinamik analizini sunmaktadır. Bulgular, çalışma sıvısı özelliklerinin ORC'nin genel performansı ve verimliliği üzerindeki önemli etkisini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte ORC'de kullanılan türbinin izantropik veriminin sistemin genel performansı ve her bir elemanın kapasiteleri üzerindeki etkisi detaylıca incelenmiştir. Sonuçlar, ORC uygulamaları için çalışma akışkanları ile türbin izantropik veriminin bileşik etkisini ortaya koymuştur.

İncelenen çalışma akışkanları arasında en yüksek verim %13.79 ile R123 akışkanının %85 türbin izantropik veriminde kullanıldığı durumda ortaya çıkmıştır. En düşük verim ise %8.42 ile %60 türbin izantropik veriminde R365mcf akışkanının kullanıldığı durumda gerçekleşmiştir.

Yapılan parametrik çalışmalarda, incelenen aralık ve şartlar için en yüksek türbin gücünün R123zd(E) akışkanın kullanıldığı %85 türbin izantropik veriminin olduğu durumda 5.506 kW, en düşük türbin gücünün ise R123 akışkanın kullanıldığı türbin izantropik veriminin %60 olduğu durumda 3.527 kW olduğu belirlenmiştir.

Parametrik çalışmalarda türbin izantropik veriminin değişiminin buharlaştırıcı ve pompa kapasitelerini etkilemediği görülmüştür. Ayrıca yoğunlaştırıcı kapasitesinin en yüksek ve en düşük olduğu durumların sırasıyla %60 türbin izantropik veriminde R365mcf için 38.69 kW ve %85 türbin izantropik veriminde R123 için 30.06 kW olduğu tespit edilmiştir.

Sistemde en yüksek ve en düşük ekserji yıkımı sırasıyla %60 türbin izantropik veriminde R123zd(E) akışkanını kullanıldığı durumda 4.065kW, %85 R123 akışkanını kullanıldığı durumda 2.196 kW olarak hesap edilmiştir.

Sistemin ikinci yasa verimi değişimleri incelendiğinde en yüksek ikinci yasa veriminin %63.62 ile R123 akışkanın kullanıldığı ve türbin izantropik veriminin %85 olduğu durumda, en düşük ikinci yasa veriminin ise %40.21 ile R365mcf akışkanın için türbin izantropik veriminin % 60 olduğu durumda gerçekleştiği görülmüştür.

Yapılan çalışmada termodinamik analiz sonuçları, türbin izentropik verimliliğinin ve çalışma sıvısı özelliklerinin ORC performansı üzerindeki birbirine bağlı etkisini göstermektedir. Daha yüksek türbin izentropik verimlilik seviyelerinin ORC sisteminin genel verimliliğini ve güç çıkışını iyileştirdiği tespit edilmiştir. Çalışma akışkanının seçimi, sistem verimi ve güç üretimi üzerinde önemli rol oynamaktadır. Elde edilen bulgular, yüksek türbin izentropik verimliliği ve uygun bir çalışma sıvısı kombinasyonunun ORC performansını ve verimliliğini artırdığını göstermektedir. Ortaya koyulan tüm sonuçlar ORC sistemleri için en uygun soğutucu akışkan ve türbin seçiminde araştırmacılar ve mühendisler için referans görevi görmekte ve düşük dereceli ısı kaynaklarından sürdürülebilir enerji üretiminin ilerlemesine katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

Badr, O., Probert, S. D., & O'callaghan, P. W. (1985). Selecting a working fluid for a Rankine-cycle engine. *Applied Energy*, 21(1), 1-42.

Chen, H., Goswami, D. Y., & Stefanakos, E. K. (2010). A review of thermodynamic cycles and working fluids for the conversion of low-grade heat. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 513059-3067.

Çengel Y. A., Boles A. M., (2015). *Thermodynamics: An Engineering Approach*, Eighth Edition. McGraw-Hill Education, New York.

Ge, Y., Han, J., & Zhu, X. (2022). Performance analysis and multi-objective optimization of two organic Rankine cycles with different fluids for low grade waste heat recovery. *Journal of Thermal Science*, 31(3), 650-662.

Hu, B., Guo, J., Yang, Y., & Shao, Y. (2022). Selection of working fluid for organic Rankine cycle used in low temperature geothermal power plant. *Energy Reports*, 8, 179-186.

Ibrahim, T. K., & Rahman, M. M. (2013). Effects of isentropic efficiency and enhancing strategies on gas turbine performance. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 4, 383-396.

Klein, S. (2013). *Engineering equation solver: F-chart Software*.

Li, P., Han, Z., Jia, X., Mei, Z., Han, X., & Wang, Z. (2019). Comparative analysis of an organic Rankine cycle with different turbine efficiency models based on multi-objective optimization. *Energy Conversion and Management*, 185, 130-142.

Méndez-Cruz, L. E., Gutiérrez-Limón, M. Á., Lugo-Méndez, H., Lugo-Leyte, R., Lopez-Arenas, T., & Sales-Cruz, M. (2022). Comparative Thermodynamic Analysis of the Performance of an Organic Rankine Cycle Using Different Working Fluids. *Energies*, 15(7), 2588.

Özdemir, E., & Kılıç, M. (2017). Energy and exergy analysis of an organic Rankine Cycle Using different working Fluids from Waste Heat Recovery. *International Journal of Environmental Trends (IJENT)*, 1(1), 32-45.

Özdil, N. F., Tantekin, A., & Seğmen, M. R. (2016). Investigation of different working fluid effects on exergy analysis for Organic Rankine Cycle (ORC). *Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture*, 31(1), 441-449.

Pan, L. & H. Wang (2013). Improved analysis of Organic Rankine Cycle based on radial flow turbine. *Applied Thermal Engineering* 61(2): 606-615.

Quoilin, S., Declaye, S., Tchanche, B. F., & Lemort, V. (2011). Thermo-economic optimization of waste heat recovery Organic Rankine Cycles. *Applied thermal engineering*, 31(14-15), 2885-2893.

Rahman, M. M., Ibrahim, T. K., & Abdalla, A. N. (2011). Thermodynamic performance analysis of gas-turbine power-plant. *International journal of the physical sciences*, 6(14), 3539-3550.

Sarkar, J. (2009). Second law analysis of supercritical CO2 recompression Brayton cycle. *Energy*, 34(9), 1172-1178.

- Tchanche, B. F., Lambrinos, G., Frangoudakis, A., & Papadakis, G. (2011). Low-grade heat conversion into power using organic Rankine cycles—A review of various applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), 3963-3979.
- Thangavel, S., Verma, V., Tarodiya, R., & Kaliyaperumal, P. (2021). Comparative analysis and evaluation of different working fluids for the organic rankine cycle performance. *Materials Today: Proceedings*, 47, 2580-2584.
- Wang, X., Zhao, L., Wang, J., Zhang, W., Zhao, X., & Wu, W. (2010). Performance evaluation of a low-temperature solar Rankine cycle system utilizing R245fa. *Solar Energy*, 84(3), 353-364.
- Zhang, C., Fu, J., Kang, J., & Fu, W. (2018). Performance optimization of low-temperature geothermal organic Rankine cycles using axial turbine isentropic efficiency correlation. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 40, 1-11.
- Zhang, S., Wang H., & Gou, T., (2011). Performance comparison and parametric optimization of subcritical Organic Rankine Cycle (ORC) and transcritical power cycle system for low-temperature geothermal power generation. *Applied Energy*, 88 (8), 2740-2754.



Türk Eğitim-Sen, Türkiye Kamu-Sen Üyesidir

