

ŞIRNAK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

Sayı: 8 • Yıl: 2025

ISSN: 2667-7083

e-ISSN:2687-3796



SIRNAK UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCES



e-ISSN: 2687-3796

Yayıncı	Publisher
Şırnak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	Şırnak University, Graduate School of Education
Yayımlandığı Ülke	Broadcast Country
Türkiye	Türkiye
Yayın Modeli	Release Model
Açık Erişim	Open Access
Yayın Periodu	Published Period
Haziran - Aralık	June - December
Hedef Kitlesi	Target Audience
Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisinin hedef kitlesi, Fen bilimleri alanında araştırmalarını sürdüren profesyoneller ile bu alana ilgi duyan öğrenciler, okurlar ve kurumlardır.	The target audience of Şırnak University Journal of Sciences is professionals who continue their research in the field of Science and students, readers and institutions who are interested in this field.
Yayın Dili	Publication Language
Türkçe / İngilizce	Turkish / English
Ücret Politikası	Price Policy
Hiçbir ad altında yazar veya kurumundan ücret alınmaz.	No fee is charged from the author or institution under any name.
Hakemlik Türü	Type of Arbitration
En az iki uzman hakem tarafından çift taraflı kör hakemlik sistemine uygun olarak değerlendirilir.	It is evaluated by at least two expert referees in accordance with the double-blind refereeing system.
Telif Hakkı	Copyright
Yazarlar, Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisinde yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler. Fakat yazıların hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.	The authors hold the copyright of their works published in Şırnak University Journal of Sciences. They have the right. But the legal responsibility of the articles belongs to their authors.
İntihal Kontrolü	Plagiarism Check
Ön kontrolden geçirilen makaleler, Turnitin ya da Ithenticate yazılımı kullanılarak intihal için taranır.	Pre-checked articles are scanned for plagiarism using Turnitin or Ithenticate software.
Yönetim Yeri	Administration Place
Şırnak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mehmet Emin Acar Yerleşkesi, 73000 Tel: +90 486 216 40 08, Şırnak / TÜRKİYE	Şırnak University Institute of Science, Mehmet Emin Acar Campus, 73000 - +90 486 216 40 08 Şırnak / TÜRKİYE
Yayın Tarihi	Publishing Date
29 Haziran 2025	29 June 2025

e-mail: sufbd@sirnak.edu.tr

Sahibi / Owner

(Şırnak Üniversitesi adına / On behalf of Şırnak University)
Prof. Dr. Abdurrahim ALKIŞ | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE

Şırnak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Adına Sahibi / Owner on behalf of Şırnak University Graduate School of Education

Doç. Dr. İbrahim HÜSEYİNİ | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE

Baş Editörler / Editors in Chief

Doç. Dr. Mustafa RÜSTEMOĞLU | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Dr. Öğr. Üyesi Cemil SADULLAHOĞLU | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE

Editör Yardımcısı / Editor Asistant

Dr. Öğr. Üyesi Metin ERTAŞ | Hakkari University, Hakkari, TÜRKİYE
Doç. Dr. Esengül ERDEM | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE

Alan Editörleri / Field Editors

Prof. Dr. Emre EREZ | Van Yüzüncü Yıl University, Van, TÜRKİYE
Prof. Dr. Seyyid IRMAK | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Prof. Dr. Mehmet FİDAN | Siirt University, Siirt, TÜRKİYE
Doç. Dr. Nevzat SEVGİN | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Doç. Dr. Asaf Tolga ÜLGİN | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Dr. Öğr. Üyesi Muslih ÜRÜN | Van Yüzüncü Yıl University, Van, TÜRKİYE
Dr. Öğr. Üyesi Emrah ÇELİK | Iğdır University, Iğdır, TÜRKİYE
Dr. Öğr. Üyesi Metin ERTAŞ | Hakkari University, Hakkari, TÜRKİYE
Doç. Dr. Esengül ERDEM | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ | Çukurova University, Adana, TÜRKİYE
Prof. Dr. Mahmut ÇETİN | Çukurova University, Adana, TÜRKİYE
Prof. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK | A. Türkeş Sciences and Technology University, Adana TÜRKİYE
Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU | Kırşehir Ahi Evren University, Kırşehir, TÜRKİYE
Prof. Dr. Serpil TANGOLAR | Çukurova University, Adana, TÜRKİYE
Prof. Dr. Ahmet İNCE | Çukurova University, Adana, TÜRKİYE
Prof. Dr. Gülfeza KARDAS | Çukurova University, Adana, TÜRKİYE
Prof. Dr. Elçin KENTEL ERDOĞAN | Middle East Technical University, Ankara, TÜRKİYE
Prof. Dr. Sinan ERDOĞAN | Middle East Technical University, Ankara, TÜRKİYE
Prof. Dr. Ali GENCER | Ankara University, Ankara, TÜRKİYE
Prof. Dr. Abdullah SESSİZ | Dicle University, Diyarbakır, TÜRKİYE
Prof. Dr. Erol BAYHAN | Dicle University, Diyarbakır, TÜRKİYE
Prof. Dr. Uğur SERBESTER | Çukurova University, Adana, TÜRKİYE
Prof. Dr. Mehmet Emin ERKAN | Dicle University, Diyarbakır, TÜRKİYE
Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Prof. Dr. Seyyid IRMAK | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Prof. Dr. Celal YÜCEL | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Prof. Dr. Derya YÜCEL | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Doç. Dr. Ali Ersin DİNÇER | Abdullah GÜL Üniversitesi, Kayseri, TÜRKİYE

Yazım ve Dil Editörü / Writing Editor

Dr. Öğr. Üyesi Cemil SADULLAHOĞLU | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE

Yabancı Dil Editörü / Foreign Language Editor

Doç. Dr. Esengül ERDEM | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE

Yayın Kurulu / Editorial Board

Doç. Dr. Mustafa RÜSTEMOĞLU | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Dr. Öğr. Üyesi Cemil SADULLAHOĞLU | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE
Dr. Öğr. Üyesi Metin ERTAŞ | Hakkari University, Hakkari, TÜRKİYE

Mizanpaj Editörü / Layout Editor

Dr. Öğr. Üyesi Cemil SADULLAHOĞLU | Şırnak University, Şırnak, TÜRKİYE



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

- 1-19 **Uzungöl (Trabzon, Türkiye) Halkında Amfibi Farkındalığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma / Araştırma makalesi**
A Study on Determining Amphibian Awareness in Uzungöl (Trabzon, Türkiye) Residents / Research Article
Cantekin Dursun*, Enes Kurban, Nurhayat Özdemir
- 20-36 **İnci Darısı (Pennisetum glaucum (L.) R.Br.) Popülasyonlarının Tane Verimi ile İlişkili Özelliklerin Saptanması / Araştırma makalesi**
Determination of Grain Yield Related Characteristics of Pearl Millet (Pennisetum glaucum (L.) R. Br.) Populations / Research Article
Veyisi BAHŞİŞ, Celal YÜCEL*
- 37-54 **Güçlükonak İlçesi Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı ve İşletme Yapılarının Analizi / Araştırma makalesi**
Cattle and Small Ruminant Population and Farm Structures' Analysis in the Güçlükonak District / Research Article
Muzaffer ÇEVİK
- 55-75 **Meyve Bazlı Şekerleme Ürünlerinde Yenilikçi Teknolojiler / Derleme**
New and emerging technologies in fruit based-confectionery products / Review
Ahsen Rayman Ergün*, Taner Baysa, Özlem Pazarlı, Melike Erdoğan
- 76-94 **Robotic Livestock Breeding: A Historical and Technological Review / Review**
Robotik Hayvan Yetiştiriciliği: Tarihsel ve Teknolojik Bir Derleme / Derleme
Ayşe Özge Demir*, Sinan HAKAN

Araştırma makalesi

Uzungöl (Trabzon, Türkiye) Halkında Amfibi Farkındalığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

A Study on Determining Amphibian Awareness in Uzungöl (Trabzon, Türkiye) Residents

Cantekin Dursun^{1*}, Enes Kurban², Nurhayat Özdemir²

¹ *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Rize, 53100, Türkiye;
cantekin.dursun@erdogan.edu.tr

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Trabzon, 61080, Türkiye;
kurbanenes11@gmail.com, nurhayat@ktu.edu.tr

* Sorumlu Yazar; cantekin.dursun@erdogan.edu.tr

Article Information / Makale Bilgisi

Citation / Atıf: Dursun, C., Kurban, E., Nurhayat, Ö (2025). Uzungöl (Trabzon, Türkiye) Halkında Amfibi Farkındalığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 01-19. / Dursun, C., Kurban, E., Nurhayat, Ö (2025). A Study on Determining Amphibian Awareness in Uzungöl (Trabzon, Türkiye) Residents. *Sırnak University Journal Of Science*, 8, 01-19.

Date of Submission (<i>Geliş Tarihi</i>)	24. 11. 2024
Date of Acceptance (<i>Kabul Tarihi</i>)	21. 05. 2025
Date of Publication (<i>Yayın Tarihi</i>)	29. 06. 2025
Article Type (<i>Makale Türü</i>)	Research Article (<i>Araştırma Makalesi</i>)
Peer-Review (<i>Değerlendirme</i>)	Double anonymized – At Least Two External (<i>Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem</i>).
Ethical Statement (<i>Etik Beyan</i>)	It is declared that scientific, ethical principles have been followed while carrying out and writing this study, and that all the sources used have been properly cited. (<i>Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.</i>)
Plagiarism Checks (<i>Benzerlik Taraması</i>)	Yes (Evet) – Ithenticate/Turnitin.
Conflicts of Interest (<i>Çıkar Çatışması</i>)	The author(s) has no conflict of interest to declare (<i>Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.</i>)
Complaints (<i>Etik Beyan Adresi</i>)	sufbd@gmail.com
Grant Support (<i>Finansman</i>)	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research. (<i>Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.</i>)
Copyright & License (<i>Telif Hakkı ve Lisans</i>)	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work (<i>Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler.</i>)

ÖZET

Amfibiler, balıklar ile sürüngenler arasında yer alan oldukça geniş yayılış gösteren omurgalı sınıftır ve dünyada yaklaşık 9000 tür ile temsil edilmektedir. Son yıllarda amfibi popülasyonlarında belirgin şekilde bir azalma görülmektedir. Bu azalmanın nedenleri; iklim değişiklikleri, habitat tahribatları, bilinçsiz şekilde yapılan dere-göl kenarı ve yol çalışmaları, yol ölümleri, istilacı türlerin ortamdaki varlığı, tarım ilaçlarının aşırı kullanımı ve çeşitli patojenik hastalıklar olduğu rapor edilmiştir. Trabzon ili Uzungöl bölgesinde yaşayan *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) türünün ilkbahar ve yaz dönemlerinde artan insan ve araç sayısından dolayı yol ölümü görülme sıklığının yüksek olduğu literatürde belirtilmiştir. Bu çalışmada Uzungöl halkının ve bölgedeki turistlerin amfibi türleri ile *B. bufo* hakkındaki bilgilerinin ölçülmesi, tür ve popülasyon sayısındaki azalma nedenlerinin belirlenmesi, göl etrafındaki yoğun yol ölümlerinin bölgedeki halk tarafından bilinip bilinmediğinin tespiti üzerine planlanmıştır. Bu amaçla 93 kişiye (36 kadın ve 57 erkek) iki bölümden oluşan kesitsel bir anket çalışması yapılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda amfibi farkındalığının eğitim düzeyi, ikamet durumu ve yaş ile ilişkili olduğu fakat cinsiyet ile ilişkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca yerel halkın türü tanıma açısından turistlere göre daha fazla bilgi sahibi olduğu görülmüştür. Sonuç olarak turizmin yoğun olduğu Uzungöl bölgesinde amfibilere ve özellikle *B. bufo* türünün korunmasına yönelik önlem maddeleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Koruma; Yol Ölümü; Yol Ekolojisi

ABSTRACT

Amphibians are a class of vertebrates situated between fish and reptiles, displaying a widespread distribution and represented by approximately 9000 species worldwide. In recent years, a significant decline in the number of amphibian populations has been observed. The causes of this decline have been reported as climate changes, habitat destruction, unregulated river-lake shoreline and road construction, road mortality, the presence of invasive species, the excessive usage of agricultural pesticides, and various pathogenic diseases. In the Uzungöl region, Trabzon, the species *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) exposing to a high frequency of road mortality due to the increased number of people and vehicles during the spring and summer seasons, as noted in the literature. In this study, it is aimed to assess the knowledge of Uzungöl local people and tourists about different amphibian species and *B. bufo*, to identify the causes behind the decline in species and population numbers, and to determine whether local people are aware of the high road mortality rates around the lake. To achieve this, a cross-sectional survey consisting of two parts was conducted with 93 participants (36 women and 57 men), and the results were statistically analysed. The analyses showed that amphibian awareness was related to education level, residence status, and age but not to gender. Additionally, the local people were found to have more knowledge about the species compared to tourists. As a result, preventive measures aimed at protecting amphibians, especially *B. bufo*, were identified for the tourism-intensive Uzungöl region.

Keywords: Conservation; Road Mortality; Road Ecology

1. GİRİŞ

Oldukça geniş yayılış gösteren omurgalıların Amfibi sınıfı, 3 takım altında Dünya’da yaklaşık 9000 tür ile temsil edilmektedir (AmphibiaWeb, 2024; Frost 2024). Amfibiler yaşamları boyunca suya ihtiyaç duyarlar ve karadan suya geçerken ya da sudan karaya geçişte birçok zorlukla karşılaşmaktadırlar. Bu zorluklar çoğunlukla ölümle sonuçlandığından amfibilerin popülasyon sayısında azalmalar görülür. Amfibi popülasyonlarının azalması ya da yok olması konusu son yıllarda küresel bir sorun haline gelmiştir (Alford ve Richards, 1999; Stuart ve ark., 2004; Beebee ve Griffiths, 2005; Green ve ark., 2020; Toledo ve ark., 2023; Luedtke ve ark., 2023). Türlerle ait popülasyonlardaki bireylerin sayısındaki azalmanın nedenleri iklim değişiklikleri, habitat tahribatları, bilinçsiz şekilde yapılan dere-göl kenarı ve yol çalışmaları, yol ölümleri (Tok ve ark., 2011; Bülbül ve ark., 2019; Dursun ve ark., 2023), istilacı türlerin ortamdaki varlığı, tarım ilaçlarının bilinçsiz-aşırı kullanımı ve çeşitli patojenik hastalıklar (Springborn ve ark., 2022; Thumsová ve ark., 2024) olduğu rapor edilmiştir.

Siğilli kurbağa *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) Bufonidae familyasına ait en yaygın kara kurbağalarından biridir. Bu tür geniş bir coğrafi dağılıma sahiptir: Avrupa’nın büyük bir kısmında (Birleşik Krallık, Norveç, İsveç ve Finlandiya dahil), doğuya doğru Çin, Kuzey Kazakistan ve Doğu Sibirya’ya kadar uzanan çoğu bölgede bulunur ve batıda Fransa’nın ortasından doğuda Ural Dağları’na kadar geniş bir alanda yaşamaktadır. Ayrıca, bu tür Kuzey Afrika’nın bazı bölgelerinde ve Asya’nın batısında da görülmektedir (Recuero ve ark., 2012). Literatüre göre, *B. bufo* özellikle ormanlık alanlar, çayırlar ve tarım arazileri gibi çeşitli habitatlarda ve deniz seviyesinden 3.000 m yüksekliğe kadar yaşamını sürdürebilmektedir (IUCN, 2024). Türkiye’de ise özellikle Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde yaygın olarak bulunan geniş bir coğrafi alanda yaşamaktadır (Özdemir ve ark., 2020).

Bufo bufo, IUCN Kırmızı Listesi’nde " Düşük Riskli " (Least Concern) kategorisinde yer almaktadır (IUCN, 2024) ve amfibiler küresel çapta yok olma tehlikesi altındadır (Luedtke ve ark., 2023). Bu yok olma tehlikesi daha önce de belirtildiği üzere iklimde meydana gelen değişimler ve insan etkisine bağlı olarak doğada meydana gelen tahribatların bütünsel etkisi ile oluşan nedenlere bağlıdır. Siğilli kurbağanın yüksek geçirgenlikteki deri yapısı, gece aktif olmaları ve kısıtlı hareket yeteneklerinden dolayı yukarıdaki nedenlerden en fazla etkilenmektedir. Örneğin, yapılan araştırmalar, Avrupa’daki popülasyonların bu tehditlerden olumsuz etkilendiğini ve bazı bölgelerde azalma gösterdiğini ortaya koymaktadır (Beebee ve Griffiths, 2005; Sillero, 2008; Rassati, 2016).

Olumsuz etkilenen *B. bufo* popülasyonlarından birisi de Trabzon ili Uzungöl popülasyonudur. En önemli nedeni habitatlarının bilinçsiz şekilde tahribatı, betonlaşma ve binalaşma, insan fazlalığı, göl kenarına yüksek duvarların yapılması sonucu türlerin suya yumurtalarını bırakamaması ve yol ölümleridir. Özellikle ilkbahar ve yaz dönemlerinde artan insan ve araç sayısından dolayı yol ölümü görülme sıklığının yüksek olduğu literatürde belirtilmiştir (Brzeziński ve ark., 2012; Anđelković ve Bogdanović, 2022; Dursun ve ark., 2023)

Bu çalışma; Uzungöl halkının ve bölgedeki turistlerin amfibilerin genel özellikleri ve *B. bufo* türü hakkındaki bilgilerinin ölçülmesi, tür ve popülasyon sayısındaki azalma nedenlerinin belirlenmesi, göl etrafındaki yoğun yol ölümlerinin bölgedeki halk tarafından bilinip bilinmediğinin tespiti ve yaşam alanlarında sayılarını korumaya yönelik alınabilecek önlem maddeleri belirlemek üzere anket çalışması olarak planlanmıştır. Ayrıca bilgi düzeylerinin yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, ikamet gibi değişkenlerle ilişkili olup olmadığı incelenmiştir.

2. MATERYALLER VE METOTLAR

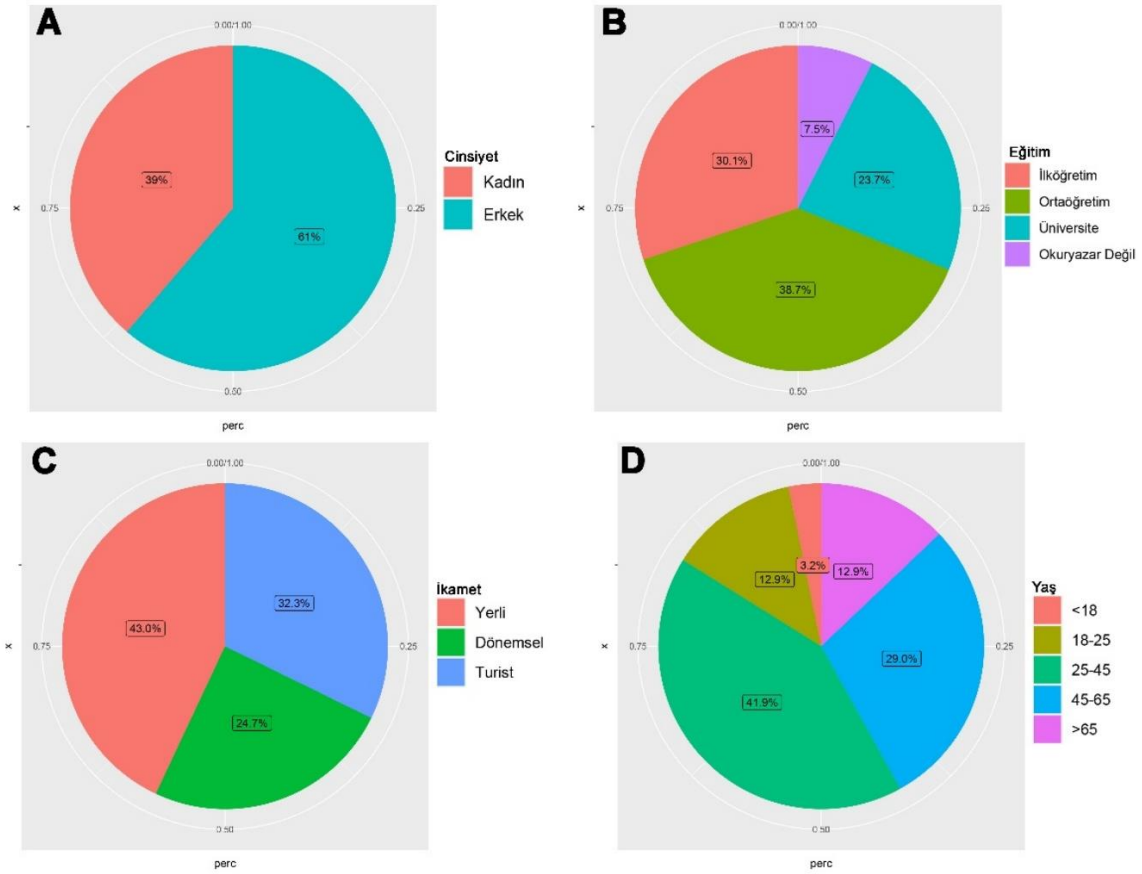
Bu çalışma kapsamında Nisan-Mayıs 2024 tarihleri arasında Uzungöl’de 93 kişilik bir örneklem grubundan (57 erkek, 36 kadın) kesitsel bir anket çalışması yüz yüze uygulanarak veri toplanmış ve gözlem yapılmıştır. Uzungöl, Trabzon iline bağlı Çaykara ilçesinde yer alan ve Haldizen vadisinin bir heyelan ile kapanması sonucunda biriken su ile oluşmuş bir göldür (Enlem: 40.619123 N; Boylam: 40.294669 E). Göl yaklaşık 1 km uzunluğunda ve 500 metre genişliğinde olup uzun ve eliptik bir yapı gösterir (Verap ve ark., 2010). Uzungöl çevresinde nemli orman yapısı 800-1000 m arasında kışın yapraklarını döken Doğu kayını, gürgen, kızılğaç ve kavak gibi yayvan yapraklı ağaçlardır. Artan yükseltilerde ise bu topluluklar yerini Doğu ladini ve Doğu Karadeniz Göknarı gibi her dem yeşil konifer ormanlara bırakır (İnkaya ve Avcı, 2013). Anket Uzungöl mahallesi sınırları içerisinde uygulanmıştır. Uzungöl nüfusu 1650 kişi olup, nüfusun %52’si kadın, %48’i erkektir. Gençlerin nüfus içindeki oranı %26, orta yaş grubunun %46, yaşlıların ise %28’dir. Uzungöl’de turizm sezonu Nisan ayında başlayarak Kasım ayına kadar sürmektedir. Bölge, yaz ve sonbahar döneminde daha yoğun bir ilgi görmektedir. Uygulanan ankette kişileri tanımaya yönelik 4, amfibiler ile *Bufo bufo* türü hakkında bilgi ve farkındalık düzeylerini ölçmeye yönelik 21, toplamda ise 25 soru sorulmuştur (Tablo Ek-1). Anket sorularından alınan cevaplara göre tür ve popülasyon sayısındaki azalma nedenleri (yol ölümleri, habitat tahribatı, suya ulaşmadaki zorluklar vb.) yerinde gözlemlenmiştir. Çalışma için gereken etik kurul izni Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu tarafından verilmiştir (Karar No: 2024/52).

Verilerin dağılımı tek örneklem Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiş ve normal dağılıma tabi olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Toplanan verilerin gruplar üzerinden frekansa dayalı olarak karşılaştırılması için Custom Tables modülü içerisinde Ki-kare testi kullanılmıştır. Bahsedilen testlerde anlamlılık tespit edilen sorular için grup bazlı farklılıklar tek değişkenli istatistiksel analiz metodu olan Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve sayısal değeri korelasyon testi ile belirlenmiştir. Faktör analizi uygulamak için Temel Bileşenler Analizi (PCA) adlı faktör çıkarma metodu kullanılmıştır. Rotasyon tekniği olarak Varimax tekniği seçilmiştir. Faktör analizi, veriler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok değişkenli bir istatistiksel analiz türüdür. PCA ise veri setindeki varyasyonu en iyi açıklayan soruları belirlemek amacıyla yapılmıştır. Oluşturulan matristen temel bileşen analizi yoluyla her değişkeni en iyi tanımlayan özdeğerleri belirlenmiştir. Daha sonra incelenen bireylerdeki varyasyonu en iyi açıklayan bileşenler ve bu bileşenler üzerinde en etkili olan sorular belirlenmiştir. Veriler IBM SPSS Statistics v22 paket programı (IBM, Corporation, 2013) ile analiz edilmiş ve R Programlama Dili v4.1.2 kullanılarak görselleştirilmiştir (R Core Team, 2022).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Tanımlayıcı İstatistik Değerleri

Ankete katılan toplam 93 kişiden 57'si erkek (%61), 36'sı kadın olup (%39), okur-yazar olmayan 7 kişi (%7,5), ilköğretim 28 (%30,1), ortaöğretim 36 (%38,7) ve yükseköğretim mezunu olanlar ise 22 kişidir (%23,7). Ankete katılan kişilerden 40'ı (%43) yerli, 23'ü (%24,7) dönemsel olarak ikamet ederken 30'u (%32,3) ise turisttir. 18 yaş altında katılanların oranı %3,2; 18-25 yaş arası %12,9; 25-45 yaş arası %41,9; 45-65 yaş arası %29 ve 65 yaş üstü %12,9'dur.



Şekil 1. Anket kapsamındaki sorulara verilen cevapların alt gruplardaki dağılımı ve yüzdelere gösteren pasta grafikler (A: Cinsiyet; B: Eğitim Durumu; C: İkamet; D: Yaş)

3.2 İstatistiksel Analiz

Ankete katılan kişilerin cinsiyet, eğitim durumu, ikamet ve yaş dağılımları Şekil 1’de verilmiştir. Anket kapsamında sorulan 20 soru için 3’lü likert ölçeği kullanılmıştır. Sorulara verilen cevaplar “1=Hayır”, “2=Fikrim Yok” ve “3=Evet” şeklinde kodlanarak sayısallaştırılmıştır ve açıklayıcı istatistikler hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Anket verilerine ait açıklayıcı istatistikler (N: Örneklem sayısı; Ort: Ortalama; Min: Minimum değer; Maks: Maksimum değer)

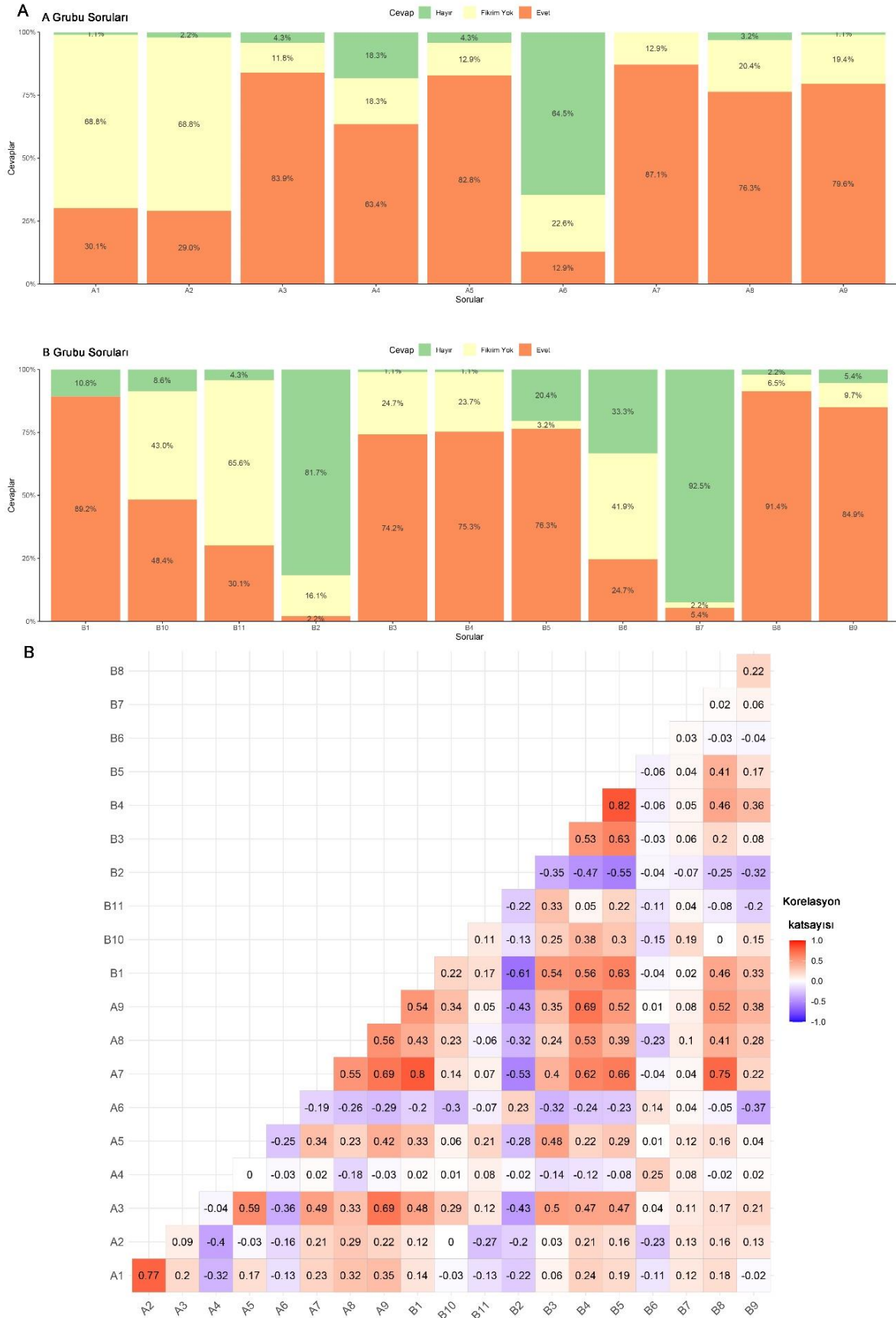
Soru	N	Ort. ± St.hata	Min	Maks	Soru	N	Ort. ± St.hata	Min	Maks
A1	93	2,29±0,04	1	3	B1	93	2,78±0,06	1	3
A2	93	2,26±0,05	1	3	B2	93	1,20±0,04	1	3
A3	93	2,79±0,51	1	3	B3	93	2,73±0,04	1	3
A4	93	2,45±0,08	1	3	B4	93	2,74±0,04	1	3
A5	93	2,78±0,05	1	3	B5	93	2,55±0,08	1	3
A6	93	1,48±0,07	1	3	B6	93	1,91±0,07	1	3
A7	93	2,87±0,03	2	3	B7	93	1,12±0,04	1	3
A8	93	2,73±0,05	1	3	B8	93	2,89±0,03	1	3
A9	93	2,78±0,04	1	3	B9	93	2,79±0,05	1	3
					B10	93	2,39±0,06	1	3
					B11	93	2,25±0,05	1	3

Tüm sorulara verilen cevapları gösteren oransal bar grafikleri ve verilen cevaplara göre oluşan korelogram beraberce görselleştirilmiştir (Şekil 2). Oluşan korelogram grafiğine göre pozitif yönde en yüksek ilişki B4-B5 ($r=0,82$), A7-B1($r=0,80$) ve A1-A2 ($r=0,77$) soruları arasında, negatif yönlü en yüksek ilişki ise B1-B2 ($r= -0,61$), B2-B5($r= -0,55$) ve A7-B2($r= -0,53$) soruları arasında tespit edilmiştir. Yapılan Ki-kare analizine göre cinsiyetler arasında verilen cevaplar için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Eğitim durumuna göre A1, A2, B3, B6, B10 ve B11 numaralı sorularda; ikamet durumuna göre A1, A2, A3, A5, A7, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B8, B9, B10, B11 numaralı sorularda; yaş durumuna göre ise A1, A2, A3, A5, A7, B1, B3, B5, B6, B8, B10 ve B11 numaralı sorularda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Analize dair istatistiki veriler tablo şeklinde sunulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Anket kapsamında oluşturulan kategorik değişkenler için Ki-kare testi sonuçları (Sd: Serbestlik derecesi)

Eğitim Durumu				İkamet				Yaş			
Soru	Ki-kare	Sd	p	Soru	Ki-kare	Sd	p	Soru	Ki-kare	Sd	p
A1	37,64	3	<0,001	A1	11,28	2	<0,01	A1	15,76	4	<0,01
A2	40,92	6	<0,001	A2	14,56	4	<0,01	A2	19,63	8	<0,05
B3	17,01	6	<0,01	A3	16,97	4	<0,01	A3	17,42	8	<0,05
B6	13,75	6	<0,05	A5	18,50	4	<0,01	A5	20,51	8	<0,01
B10	17,78	6	<0,01	A7	11,52	2	<0,01	A7	10,05	4	<0,05
B11	24,16	6	<0,001	A9	9,72	4	<0,05	B1	17,18	4	<0,01
				B1	17,84	2	<0,001	B3	20,83	8	<0,01
				B2	32,79	4	<0,001	B5	22,05	8	<0,01
				B3	28,55	4	<0,001	B6	17,31	8	<0,05
				B4	33,49	4	<0,001	B8	22,04	8	<0,01
				B5	37,86	4	<0,001	B10	22,68	8	<0,01
				B6	17,24	4	<0,01	B11	29,85	8	<0,001
				B8	15,91	4	<0,01				
				B9	11,75	4	<0,05				
				B10	48,52	4	<0,001				
				B11	32,15	4	<0,001				

Eğitim durumu bakımından A grubu sorularında üniversite mezunları ve diğer gruplar arasında, B grubu soruları bakımından ise üniversite ve ortaöğretim mezunları ile diğer gruplar bakımından bariz bir farklılık olduğu görülmüştür. İkamet durumunda ise her iki soru grubunda turistler ve diğer gruplar bakımından farklılık oluşmuştur ve yerli halkın verdiği cevaplardaki ortalama değerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yaş bakımından daha üst yaş kategorilerini temsil eden 45-65 ve 65> yaş gruplarının diğer üç gruptan ayrıştığı tespit edilmiştir. Her bir grup için sorulara verilen cevapların dağılımını ve gruplar arası ikili farklılıkları içeren tablolar ise Tablo Ek-2 içerisinde verilmiştir.



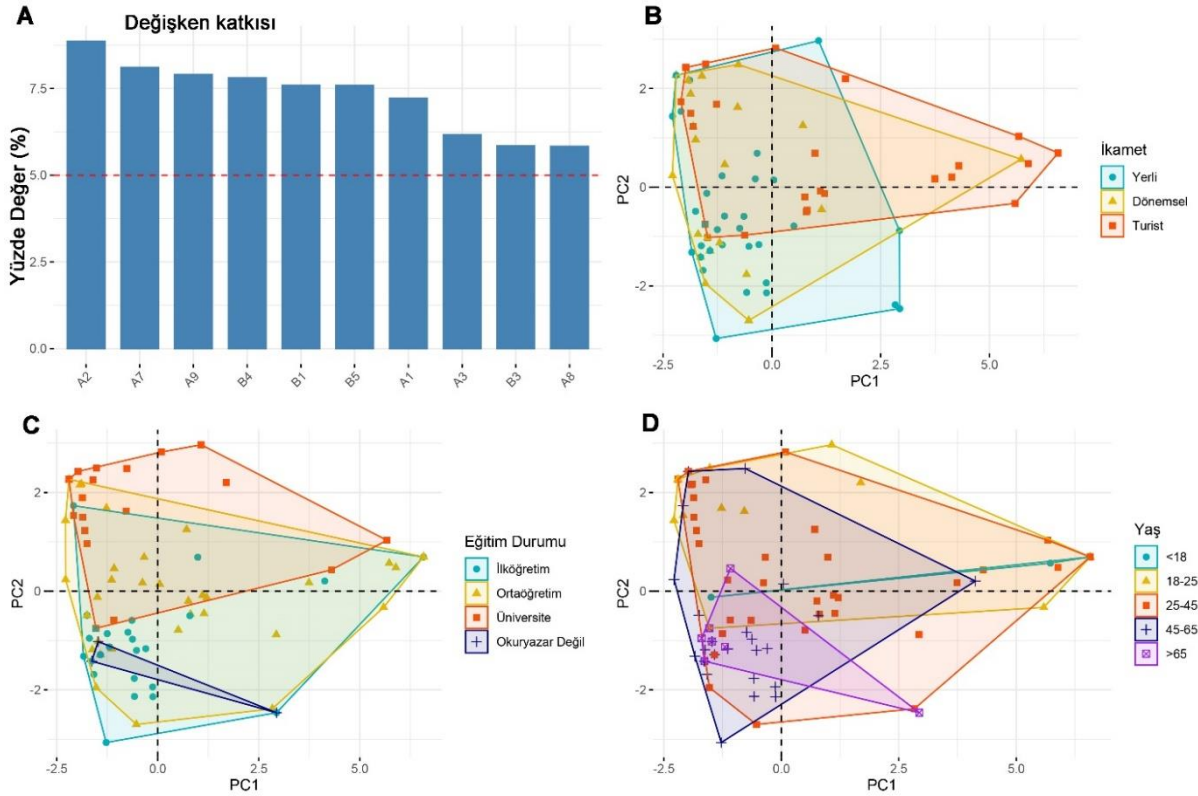
Şekil 2. Anket kapsamındaki sorulara verilen cevapların oranını gösteren bar grafikler (A) ve her bir soru arasındaki korelasyonun matematiksel gösterimi için oluşturulan matris (B)

Faktör analizinden önce değişkenlerin güvenilirliği ölçülmüş ve güvenilirlik katsayısı eşik değeri olan 0,60'ın üstünde bulunmuştur (Cronbach'ın alfası = 0,66). Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett küresellik testleri sonuçlarına göre verilerin faktör analizi uygulamak için uygun olduğu belirlenmiştir (KMO= 0,722; Bartlett Ki-kare= 1008,298; $p<0,001$). Kural olarak özdeğeri 1'den daha büyük olan 6 faktörün çıkarımı yapılmıştır. Bu 6 ana faktör toplam varyansın %69,66'sını açıklamaktadır. Birinci ana faktör toplam varyansın %32,07'sini, ikinci ana faktör %11,13'ünü açıklamaktadır. Her değişkene ait bileşen yükleri, varyans ve eklemeli varyans değerleri tablo olarak sunulmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Anket sorularına verilen cevaplar ile yapılan faktör analizi sonucunda oluşan bileşenler ve her bir bileşene ait parametreler. Kalınlaştırılmış değerler eşik değeri olan 0,50 üzerini göstermektedir.

Soru	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
A7	0,909	0,173	0,092	0,031	0,073	-0,019
B8	0,802	-0,159	0,097	-0,027	0,124	-0,078
B1	0,776	0,313	-0,045	0,098	-0,027	-0,028
B4	0,761	0,197	0,076	0,212	-0,231	0,138
B5	0,742	0,359	0,001	-0,011	-0,247	0,061
A9	0,673	0,315	0,189	0,329	0,088	0,173
A8	0,557	0,033	0,300	0,268	-0,184	0,120
B2	-0,554	-0,364	-0,064	-0,133	-0,059	-0,032
A5	0,176	0,770	0,106	0,047	0,197	0,024
A3	0,357	0,691	0,116	0,298	0,117	0,137
B3	0,396	0,673	-0,056	-0,011	-0,257	-0,004
B11	0,044	0,514	-0,345	-0,366	-0,328	0,063
A1	0,166	0,138	0,869	-0,023	0,034	0,102
A2	0,151	-0,066	0,869	0,107	-0,110	0,081
A4	0,015	-0,039	-0,578	0,093	0,432	0,208
B9	0,308	-0,106	-0,026	0,764	0,048	0,012
A6	-0,030	-0,399	-0,055	-0,699	0,200	0,047
B6	-0,024	0,087	-0,194	-0,054	0,736	0,047
B7	0,015	0,038	0,118	-0,088	0,119	0,880
B10	0,161	0,144	-0,176	0,347	-0,463	0,535
Özdeğer	6,41	2,27	1,56	1,39	1,25	1,07
Varyans (%)	32,07	11,13	7,86	6,98	6,25	5,38
Eklemeli Varyans (%)	32,07	43,21	51,04	58,02	64,28	69,66

İlk iki bileşenin oluşmasında en fazla katkı veren ilk beş sorunun sırasıyla A2, A7, A9, B4 ve B1 olduğu tespit edilmiştir. Gruplara için oluşan saçılım grafiklerine göre gruplar arasında kısmi bir ayrışım gözlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Faktör analizi için oluşturulan görseller (A: PC1-PC2 bileşenleri üzerinde en yüksek katkıda bulunan değişkenler; B: İkamet için oluşan saçılım grafiği; C: Eğitim durumu için oluşan saçılım grafiği; D: Yaş için oluşan saçılım grafiği)

A grubu soruları değerlendirildiğinde katılımcıların amfibilerin biyolojisine dair yüksek seviyede bilgiye sahip olduğu görülmüştür. Özellikle yerel katılımcı oranı (%63) dikkate alındığında, halkın amfibilere dair bilincinin yansımaları görülmektedir. En yüksek doğruluk oranına sahip olan sorular sırasıyla A7 (Üreme mevsimi: İlkbahar), A3 (Hem karasal hem de sucul yaşam), A9 (Üremede suya bağımlılık) ve A5 (Bahar ve yaz mevsiminde aktif olma) numaralı sorulardır. Ayrıca korelasyon testi sonuçları da A9 sorusunun A3 ve A7 sorularına, A7 sorusunun da A3 ve A5 sorularına verilen cevaplar bakımından en yüksek pozitif matematiksel ilişkinin varlığını kanıtlamıştır. Temel bileşenler analizinde oluşan faktörlere bakıldığında ise A7-A9 soruların birinci faktör, A3-A5 sorularının ise ikinci faktörde beraberce yer almıştır. Franch ve ark., (2015) İber yarımadasındaki amfibi yol ölümlerini ele aldıkları çalışmada 105 katılımcıya ölü birey fotoğraflarını göstererek, bireylerin ait oldukları takımları teşhis ettirmeye çalışmışlardır. Elde edilen bulgular, çalışmamızdaki veriyi doğrulayacak

şekilde en yüksek doğruluk oranının anurlar için tespit edildiğini işaret etmiş, bu grubun insanlar tarafından daha çok tanındığını ortaya koymuştur.

Vergara-Ríos ve ark., (2021) Kolombiya Karayipleri içerisinde yerel halkın amfibi farkındalığını ele aldığı çalışmada 401 katılımcıdan anket yöntemi ile cevap toplamış ve kuyruksuz kurbağaların (Anura) %90'nın üzerinde tanınma oranı olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, kırsal alanlarda yaşayan yerel yerleşimcilerin şehirli nüfusa kıyasla daha yüksek bir bilgiye sahip olduklarını ve bu erken yaşlardan beri bu canlılar ile karşılaşmalarıyla ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Yaş grubu olarak ise yetişkinlerin ve yaşlıların (>30), çocuklar ve gençlere kıyasla daha doğru cevaplar verdikleri bulunmuştur. Çalışmamızda da A7 sorusu için üst ve alt yaş grupları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiş ve en yüksek doğruluğa sahip sorular için verilen cevaplara dayanarak yerli halkın turistler ve dönemsel ikamet edenlere kıyasla daha yüksek bilgiye sahip olduğu doğrulanmıştır. Öte yandan, yüksek pozitif korelasyon gösteren A1 ve A2 sorularına verilen cevaplarda ise eğitim durumunun doğruluk oranını etkilediği görülmüş ve en yüksek skorun yükseköğretim grubuna ait olduğu çıkarılmıştır. Tarrant ve ark., (2016), Güney Afrika'da amfibiler üzerine var olan algıları, inançları ve mitleri araştırdığı anket çalışmasında, eğitim seviyesinin artmasına bağlı olarak amfibiler üzerine daha doğru bilgilerin elde edildiğini, düşük eğitim seviyesinde ise olumsuz algıların ve mitlerin daha inanılır kılındığını raporlamışlardır ve bulguları anket çalışmamızı destekleyici veriler sunmuştur.

B grubu soruları değerlendirildiğinde en yüksek doğru cevap oranına sahip soruların B8 (*B. bufo* yol ölümü), B9 (Turizm ve artan araç sayısına bağlı ölüm), B1 (*B. bufo* türü fotoğrafı), B4 (Yumurtaları göle bırakma) ve B3 (Gece aktif olma) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, B8 sorusunun A7 sorusuyla, B4 sorusunun A7 ve A9 sorularıyla, B3 sorusunun B1 ve A3 sorularıyla, B1 sorusunun ise A7 ile pozitif ve B2 (yalnız suda yaşama) sorusuyla negatif yüksek korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda A grubu sorularında gözlemlendiği üzere anurların yüksek tanınma oranı, *B. bufo* türü ile ilgili biyolojik özelliklerin bilinmesi bakımından etkin bir rol oynamaktadır. Ayrıca A9 ve A7 sorularının ve B4 sorusu arasındaki ilişkide türe ait üreme biyolojisinin de halk tarafından iyi bir şekilde gözlenmiş ve kanıksanmış olduğunu yansıtmaktadır. B6 sorusunda elde edilen düşük skor türün zararlı olduğunu düşünme oranının oldukça düşük seviyede olduğunu göstermiş ve insanların karşılama esnasında hayvana zarar vermediğini, aksine türe ait koruma kültürünün yerel halk tarafından benimsenmiş olduğunu doğrulamaktadır. B grubu sorularında gruplar arası farklara bakıldığında ise yerli olarak sayılacak daimî ve dönemsel yerleşiklerin turistler ile B7 sorusu

hariç bütün cevaplar bakımından ayrıştığı, özellikle de turistlerin türün aktif periyodu, zararlı olma durumu ve geçmişe kıyasla popülasyondaki azalma eğilimi hakkında daha düşük skorlu cevaplar verdiği çıkarsanmıştır. Eğitim durumu ise B grubu sorularında esas belirleyici bir nitelik olarak öne çıkmamıştır. Seger ve ark., (2019) Brezilya Atlantik Ormanı'nda Bufonidae familyasına dahil kara kurbağaları hakkındaki yerel bilgileri topladığı araştırmada, yerli halkın kurbağalar hakkında koruyucu bir tutumu olduklarını ifade etmiş ve halk arasında özellikle bu canlıları öldürmenin kişilere kötü şans ve bela getireceği şeklinde yaygın bir inanışın var olduğuna dikkat çekmiştir. Selvaraj ve ark., (2020) tehdit altındaki amfibiler için lokal ve geleneksel ekolojik bilgilerin koruma biyolojisi açısından önemini ele aldığı çalışmada, yerel halkların türlerin ekolojisi ve davranışları hakkında detaylı bilgiye sahip olduklarını, bu bilginin ise yaş ve eğitim seviyesine göre de dereceli olarak değiştiğini belirlemişlerdir. Türlerin ise genelde göze çarpan morfolojik karakterler ile tasvir edildiğini de eklemişlerdir. Literatür verileri ve çalışmamızdaki sonuçlar beraber değerlendirildiğinde kırsal alanlarda yerleşik yaşam süren grupların spesifik türler hakkında fazla gözlem şansına erişmesine bağlı olarak türün biyolojisine ait dinamiklere daha hâkim olduğu anlaşılmaktadır.

Anket sonuçlarında dikkat çeken en önemli bulgu ise türe ait yol ölümleri üzerine verilen cevaplardır. Buna göre, türlerin özellikle bahar ve erken yaz aylarında, üreme göçü yaptıkları esnada artan turizm potansiyeli ve yoğun trafiğe bağlı olarak sıklıkla ezilmesi ciddi bir sorun olarak ifade edilmekte (soru B9), özellikle 65 yaş üstü grupta Uzungöl popülasyonunda azalma algısının daha yaygın olduğu görülmektedir. Yerli halkın %67,5'i de popülasyonun azaldığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Yerli halk, turistlerin bu türleri yolda göz ardı ettiklerini belirterek, turistlerin bu türlerle ilgili dikkatlerinin yetersiz olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, ölü gözlemlene sorusuna (B8) verilen cevaplarına bakınca yerli halkın %95'i (38 kişi) "evet" cevabını verirken, sadece %5'i (2 kişi) "hayır" demiştir. Dönemsel ikamet eden 23 kişinin tamamı (%100) "evet" cevabı vermiştir, "hayır" veren olmamıştır. Turistler arasında ise %80 (24 kişi) "evet" cevabı verirken, %20 (6 kişi) "hayır" demiştir. Bu veriler, yerli halk ve dönemsel ikamet edenlerin bölgede *B. bufo* türünü ölü halde görme olasılığının oldukça yüksek olduğunu, turistlerin ise bu durumu diğer gruplardan nispeten daha az oranda gördüklerini işaret etse de yerli halk, yol ölümlerinin sebebinin turizm sezonundaki kalabalığa bağladığı anlaşılmaktadır. Karunarathna ve ark., (2017) Sri Lanka'da bulunan Yala tabiat parkı civarındaki omurgalı yol ölümlerini araştırdıkları anket çalışması kapsamında en fazla etkilenen grubun amfibiler olduğunu, yol ölümleri gözlemleri ve tür tanıma açısından ise en bilinçli grubu ise safari gezilerine katılan yerli ve yabancı turistlerin aksine yerli halkın

oluşturduğunu kanıtlamışlardır. Ayrıca yerel halkın yol ölümüne maruz kalan türlere karşı hassasiyetinin diğer gruplardan fazla olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda yapılan anket çalışmalarında benzer şikayetlerin farklı coğrafyalarda dahil benzer sebeplerden ötürü kaynaklandığı görülmektedir.

Amfibiler, omurgalı yol ölümleri üzerine yapılan çalışmalarının büyük bir kısmına konu olan gruptur. Yaşam öykülerinin bir karakteristiği olarak, amfibiler belli periyotlarda üreme alanları ve kış uykusuna yatacakları alanlar arasında hareket etmektedirler. Bundan ötürü, yapılan göçler sırasında ana yollar ile kesişen göç rotaları üzerinde toplu ölümler gözlenmektedir (Hartel ve ark., 2009; Matos ve ark., 2012). Hatta bu oran bir popülasyon içerisinde üreyen erginlerin yüzde kırkına kadar çıkabilmektedir (Langton, 1989). Ayrıca, memeli ve kuşlara kıyasla küçük bir vücuda sahip olan amfibiler daha az çeviktirler ve kendilerine yaklaşan araçlara karşı hareketsiz kalma davranışı sergiledikleri için daha fazla ölüme maruz kalmaktadırlar. Sıcaklık, yağmur ve yol kenarlarında bulunan sulak alanların varlığı amfibilerin aktivitesini etkilemektedir (Clevenger ve ark., 2003; Morelli ve ark., 2023; Pinto ve ark., 2024).

Anket çalışmasına konu olan *B. bufo* türü için Avrupa sınırları dahilinde içerisinde fazla sayıda yol ölümü raporu mevcuttur (Cooke, 1988; Santos ve ark., 2007; Elzanowski ve ark., 2009; Meek, 2012; Beebe, 2013). Orłowski (2007) Polonya'daki amfibilerin yol ölümlerini ve boyutsal dağılımlarını incelediği çalışmada, kayıt altına alınan yol ölümü vakalarının %57'sini *B. bufo* türünün oluşturduğunu bildirmiştir. Brzeziński ve ark., (2012) Romanya içerisinde amfibi yol ölümleri üzerine yaptıkları araştırmada, en yüksek ölüm oranı belirlenen türü *B. bufo* olarak kaydetmiş, vücut büyüklüğü ve ağırlığının da bu durum ile pozitif bir korelasyon gösterdiğini vurgulamıştır. Avrupa'nın yanı sıra, ülkemiz sınırları içerisinde de *B. bufo* türünün yol ölümleri üzerine yapılmış çalışmalar literatür içerisinde yer almaktadır. Tok ve ark., (2011) 2005 ve 2009 yılları arasında Anadolu içerisinde yaptıkları herpetolojik geziler esnasında ezilmiş kurbağaları not ettikleri çalışmada Rize ili içerisinde 5 birey kaydetmişlerdir. Koç-Gür ve ark., (2020) Rize ili içerisinde Pazar-Hemşin ve Hemşin-Gito karayolları hattında uzun mesafeli üreme göçü davranışına bağlı olarak yol ölümüne maruz kalmış 59 birey gözlemlemişlerdir. Sarıkurt ve Bülbül (2023) Trabzon ilinde Atasu-Kuşçu karayolu (TR D885-01) ve Arpalı köyü/ Köprübaşı yolu (TR D01/61.28) üzerinde 95 noktadan ve Rize ilinde Pazar-Hemşin karayolu (TR D010/53-04) üzerindeki 64 noktadan *B. bufo* türünü de içeren yol ölümlerini kayıt altına almışlardır. Dursun ve ark., (2023) ise Rize ve Artvin illerinde *Bufo* cinsine dahil olan türler için 213 yol ölüsü gözlemlemişlerdir. Bahsedilen çalışmalar

içerisindeki kayıtların çoğu özellikle türün üreme periyodu olan Nisan ve Haziran ayları içerisine denk düşmektedir. Öte yandan kitle ölümlerinin kaydedildiği bu alanlar, anket çalışması sahasına yakın coğrafik konumdadır. Uzungöl bölgesinde gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada, amfibiler ve özellikle *B. bufo* türünün popülasyonlarındaki azalma nedenleri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre, en fazla ölüm nedeni, türlerin üreme dönemlerinde karadan suya göç etmek için tercih ettiği yol üzerinde artan insan ve araç sayısından kaynaklanan yol ölümleri olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR

Uzungöl ekosisteminin bir parçası olan *B. bufo* türü, gece aktif olması ve kısıtlı hareket yeteneklerinden dolayı yukarıdaki nedenlerden çokça etkilenmektedir. Bölgede yapılan gözlemler sonucunda, en büyük sorunun yol ölümlerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Anket kapsamında alınan cevapların analizleri sonucunda amfibilerin ve *B. bufo* türünün bölgedeki tanınırlığı, türler hakkında doğru bilinen yanlışlar ve tür sayısındaki azalmaların nedenleri gibi birçok etken belirlenmiş olup ekosistem için kritik öneme sahip bu canlıların doğal yaşam alanlarında sayılarını korumaya yönelik alınabilecek önlemler belirlenmiştir:

- 1- Bölgede türlerin bilinmeyen ve yanlış bilinen özellikleri hakkında bilgilendirici afiş ve eğitim çalışması yapılmalı, amfibi farkındalığı arttırılmalıdır.
- 2- Üreme dönemlerinde amfibilerin suya ulaşımını kolaylaştırmak ve yol ölümlerini önlemek için, türlerin karadan suya güvenli bir şekilde ulaşabileceği mazgal, tünel gibi alternatif yollar yapılmalıdır.
- 3- Yol ölümlerini önlemek amacıyla, sürücülerin dikkatini çekecek (reflektörlü levhalar) ve farkındalık oluşturabilecek uyarıcı trafik levhaları, ölümlerin fazla görüldüğü bölgelere yerleştirilmelidir.
- 4- Uzungöl içerisinde sıkça görülen yol ölümlerine karşı, öncelikle yol üzerinde sınırlı sayıda araç geçişine izin verilmeli, bu önlemler yetersiz kalırsa milli park içerisindeki yollar, türlerin üreme dönemlerinde araç geçişine tamamen kapatılmalıdır.
- 5- Bölgede yapılacak yol, dere ve göl kenarı çalışmaları, türlerin üreme dönemleri dikkate alınarak, yumurtalarına zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirilmelidir.
- 6- Yapılan çalışmalar sırasında türlerin suya ulaşımını zorlaştıracak yüksek duvarlardan kaçınılmalı, türlerin habitatları tahrip edilmeden bilinçli bir şekilde yapılmalıdır.

- 7- Düzenli çevre denetimleri yapılmalı ve kirliliğe neden olanlara caydırıcı cezalar uygulanmalıdır.

Belirlenen bu önlem maddeleri, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Orman Genel Müdürlüğü gibi kuruluşlarla iş birliği yapılarak, ekosistem için önemli olan amfibilerin doğal yaşam alanlarındaki sayılarının korunması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Alford, R. A., & Richards, S. J. (1999). Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual review of Ecology and Systematics*, 30(1), 133-165.
- Amphibia Web. (2024). Information on amphibian biology and conservation, [web application], Berkeley, California: AmphibiaWeb. <https://amphibiaweb.org/>. Accessed 13 January 2025.
- Andelković, M., & Bogdanović, N. (2022). Amphibian and reptile road mortality in special nature reserve Obedska Bara, Serbia. *Animals*, 12(5), 561.
- Beebee, T. J. (2013). Effects of road mortality and mitigation measures on amphibian populations. *Conservation Biology*, 27(4), 657-668.
- Beebee, T. J. C., & Griffiths, R. A. (2005). The amphibian decline crisis: A watershed for conservation biology? *Biological Conservation*, 25, 271-285.
- Brzeziński, M., Eliava, G., Żmihorski, M. (2012). Road mortality of pond-breeding amphibians during spring migrations in the Mazurian Lakeland, NE Poland. *European Journal of Wildlife Research*, 58, 685-693.
- Bülbül, U., Eroğlu, A.İ., Kutrup, B., Kurnaz, M., Koç, H., and Odabaş, Y. (2019). Road kills of amphibian and reptile species in Edirne and Kırklareli Provinces of Turkey, *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 109-121.
- Clevenger, A. P., Chruszcz, B., Gunson, K. E. (2003). Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*, 109(1), 15-26.
- Cooke, A. S. (1988). Mortality of toads (*Bufo bufo*) on roads near a Cambridgeshire breeding site. *Bulletin of the British Herpetological Society*, 121, 789-824.
- Dursun, C., Özdemir, N., Gül, S. (2023). Road mortality report of the genus *Bufo* in northeastern Türkiye. *Biology Bulletin*, 50(4), S746-S755.
- Elzanowski, A., Ciesiołkiewicz, J., Kaczor, M., Radwańska, J., Urban, R. (2009). Amphibian road mortality in Europe: a meta-analysis with new data from Poland. *European Journal of Wildlife Research*, 55, 33-43.
- Franch, M., Silva, C., Lopes, G., Ribeiro, F., Trigueiros, P., Seco, L., Sillero, N. (2015). Where to look when identifying roadkilled amphibians? *Acta Herpetologica*, 10(2), 103-110.
- Frost, D. R. (2024). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2. Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. Accessed 13 January 2025
- Green, D. M., Lannoo, M. J., Lesbarrères, D., Muths, E. (2020). Amphibian population declines: 30 years of progress in confronting a complex problem. *Herpetologica*, 76(2), 97-100.
- Hartel, T., Moga, C. I., Oellerer, K., Puky, M. (2009). Spatial and temporal distribution of amphibian road mortality with a *Rana dalmatina* and *Bufo bufo* predominance along the middle section of the Târnava Mare basin, Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 5(1), 130-141.
- IBM Corporation (2013). IBM SPSS statistics for Windows, version 21.0. IBM Corporation, New York.
- IUCN (2024). The IUCN Red list of threatened species Web: www.iucnredlist.org, (Erişim 24 Kasım 2024).
- İnkaya, S., & Avcı, M. (2013). Uzungöl Çevresinde Bitki Örtüsünün Dağılışı. 1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi, 20-22 Haziran, İstanbul, S: 1039-1048.
- Karunarathna, S., Ranwala, S., Surasinghe, T., Madawala, M. (2017). Impact of vehicular traffic on vertebrate fauna in Horton Plains and Yala national parks of Sri Lanka: some implications for conservation and management. *Journal of Threatened Taxa*, 9(3), 9928-9939.

- Koç-Gür, H., Bülbül, U., Öztürk, İ., Kutrup, B. (2020). High mortality of amphibians and reptiles on Pazar-Hemşin highway in Black Sea Region of Turkey: Contemporary Studies in Natural Sciences. S. Benzer, S., B. Topuz, (Eds.), 1-11, *Akademisyen Kitabevi*, Ankara.
- Langton, T. E. S. (1989). Tunnels and temperature: results from a study of a drift fence and tunnel system at Henley-on-Thames, Buckinghamshire, England. *Amphibians and Roads, Proceedings of the Toad Tunnel Conference*, 1 January 1989, Shefford, England: pp: 145-152.
- Luedtke, J.A., Chanson, J., Neam, K. (2023). Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*, 622, 308-314
- Matos, C., Sillero, N., Argaña, E. (2012). Spatial analysis of amphibian road mortality levels in northern Portugal country roads. *Amphibia-Reptilia*, 33(3-4), 469-483.
- Meek, R. (2012). Patterns of amphibian road-kills in the Vendée region of western France. *The Herpetological Journal*, 22(1), 51-58.
- Morelli, F., Benedetti, Y., Szkudlarek, M., Abou Zeid, F., Delgado, J. D., Kaczmarek, M. (2023). Potential hotspots of amphibian roadkill risk in Spain. *Journal of Environmental Management*, 342, 118346.
- Orłowski, G. (2007). Spatial distribution and seasonal pattern in road mortality of the common toad *Bufo bufo* in an agricultural landscape of south-western Poland. *Amphibia-Reptilia*, 28(1), 25-31.
- Özdemir, N., Dursun, C., Üzümlü, N., Kutrup, B., Gül, S. (2020). Taxonomic assessment and distribution of common toads (*Bufo bufo* and *B. verrucosissimus*) in Turkey based on morphological and molecular data. *Amphibia-Reptilia*, 41(3), 399-411.
- Pinto, T., Sillero, N., Mira, A., Santos, S. M. (2024). Using the dead to infer about the living: Amphibian roadkill spatiotemporal dynamics suggest local populations' reduction. *Science of the Total Environment*, 927, 172356.
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria.
- Rassati, G. (2016). Road mortality of amphibians and reptiles along two roads in the carnic alps (Friuli, north-eastern Italy) before and after asphaltting. *Atti del museo civico di storia naturale di Trieste*, 58, 161-170.
- Recuero, E., Canestrelli, D., Vörös, J., Szabó, K., Poyarkov, N. A., Arntzen, J. W., ... & Martínez-Solano, I. (2012). Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 62(1), 71-86.
- Santos, X., Llorente, G. A., Montori, A., Carretero, M. A., Franch, M., Garriga, N., Richter-Boix, A. (2007). Evaluating factors affecting amphibian mortality on roads: the case of the Common Toad *Bufo bufo*, near a breeding place. *Animal Biodiversity and Conservation*, 30(1), 97-104.
- Sarı Kurt, S., Bülbül, U. (2023). Effects of roadkill on breeding of some amphibian species in Türkiye: International Research and Evaluations in the Field of Biology. A. Aksoy, H. Akgül (Eds.), 100-112, *Serüven Yayınevi*, Ankara.
- Seger, K. R., Solé, M., Martínez, R. A., Schiavetti, A. (2019). Of people and toads: Local knowledge about amphibians around a protected area in the Brazilian Atlantic Forest. *Neotropical Biology and Conservation*, 14(4), 439-457.
- Selvaraj, R. R., Murray, C., Owen, N., Turvey, S. T. (2020). Are local and traditional ecological knowledge suitable tools for informing the conservation of threatened amphibians in biodiversity hotspots? *Herpetological Bulletin*, 153, 3-13.
- Sillero, N. (2008). Amphibian mortality levels on Spanish country roads: descriptive and spatial analysis. *Amphibia-Reptilia*, 29(3), 337-347.

- Springborn, M. R., Weill, J. A., Lips, K. R., Ibáñez, R., Ghosh, A. (2022). Amphibian collapses increased malaria incidence in Central America. *Environmental Research Letters*, 17(10), 104012.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L., Waller, R. W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306(5702), 1783-1786.
- Tarrant, J., Kruger, D., Du Preez, L. H. (2016). Do public attitudes affect conservation effort? Using a questionnaire-based survey to assess perceptions, beliefs and superstitions associated with frogs in South Africa. *African Zoology*, 51(1), 13-20.
- Thumsová, B., Alarcos, G., Ayres, C., Rosa, G. M., Bosch, J. (2024). Relationship between two pathogens in an amphibian community that experienced mass mortalities. *Conservation Biology*, e14196.
- Tok, C. V., Ayaz, D., Cicek, K. (2011). Road mortality of amphibians and reptiles in the Anatolian part of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 35(6), 851-857.
- Toledo, L. F., de Carvalho-E-Silva, S. P., de Carvalho, A. M. P. T., Gasparini, J. L., Baêta, D., Rebouças, R., ... & Carvalho, T. (2023). A retrospective overview of amphibian declines in Brazil's Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 277, 109845.
- Verap, B., Şahin, C., Çiloğlu, E., & İmamoğlu, H. O. (2010). Uzungöl'ün İklimi ve Çevresel Sorunları Üzerine Bir Çalışma/A Study on The Climate and Environmental Problems of Uzungöl. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(4), 353-358.
- Vergara-Ríos, D., Montes-Correa, A. C., Urbina-Cardona, J. N., De Luque-Villa, M., Cattán, P. E., Granda, H. D. (2021). Local community knowledge and perceptions in the Colombian Caribbean towards Amphibians in urban and rural settings: tools for biological conservation. *Ethnobiology and Conservation*, 10, 24.

Araştırma makalesi / Research Article

İnci Darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) Popülasyonlarının Tane Verimi ile İlişkili Özelliklerin Saptanması

*Determination of Grain Yield Related Characteristics of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Populations*

Veysi BAHŞIŞ¹ , Celal YÜCEL^{2*} 

¹ Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şırnak

² Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şırnak; celalyucel@sirnak.edu.tr

* Sorumlu Yazar celalyucel@sirnak.edu.tr

Article Information / Makale Bilgisi

Citation / Atıf: Bahşiş, V., & Yücel, Y. 2025. İnci Darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) Popülasyonlarının Tane Verimi ile İlişkili Özelliklerin Saptanması. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 20-36. / Bahşiş, V., & Yücel, Y. 2025. Determination of Grain Yield Related Characteristics of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Populations. *Sirnak University Journal of Science*, 8, 20-36.

Date of Submission (<i>Geliş Tarihi</i>)	17. 04. 2025
Date of Acceptance (<i>Kabul Tarihi</i>)	31. 05. 2025
Date of Publication (<i>Yayın Tarihi</i>)	29. 06. 2025
Article Type (<i>Makale Türü</i>)	Research Article (<i>Araştırma Makalesi</i>)
Peer-Review (<i>Değerlendirme</i>)	Double anonymized – At Least Two External (<i>Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem</i>).
Ethical Statement (<i>Etik Beyan</i>)	It is declared that scientific, ethical principles have been followed while carrying out and writing this study, and that all the sources used have been properly cited. (<i>Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.</i>)
Plagiarism Checks (<i>Benzerlik Taraması</i>)	Yes (Evet) – Ithenticate/Turnitin.
Conflicts of Interest (<i>Çıkar Çatışması</i>)	The author(s) has no conflict of interest to declare (<i>Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.</i>)
Complaints (<i>Etik Beyan Adresi</i>)	sufbd@gmail.com
Grant Support (<i>Finansman</i>)	The data in this study were provided by the TÜBİTAK 1001 project number 219O103 supported by TÜBİTAK. (<i>Bu çalışma yer alan veriler, Tübitak tarafından desteklenen 219O103 nolu TÜBİTAK 1001 projesinde sağlanmıştır.</i>)
Copyright & License (Telif Hakkı ve Lisans)	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0. (<i>Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.</i>)

ÖZET

Araştırma, inci darısında tane verimi ile ilişkili özelliklerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, 2021 yılında Şanlıurfa ili Akçakale ilçesi ikinci ürün koşullarında yürütülmüştür. 22 adet inci darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) popülasyonu materyal olarak kullanılmıştır. Populasyonların çiçeklenme gün süresinin 71.00-86.50 gün, bitki başına fertil sap sayısının 2.83-6.50 adet, salkım uzunluğunun 18.50-28.16 cm, salkım çapının 15.62-26.19 mm, salkım tane veriminin 1.63-28.23 g, bin tane ağırlığının 5.67-14.10 g ve tohum çimlenme oranının %92.66-100.00 arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca çiçeklenme gün sayısı hariç, diğer özelliklerin tamamı ile başaktaki tane verimi arasında önemli ve olumlu ilişkiler göstermişlerdir. 1834, 5581, 8288, 8562 ve 9157 popülasyonların salkımdaki tane verimi bakımından diğer popülasyonlardan daha iyi olduğu ve bu genotiplerin ıslah programlarında değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. İnci darısında tane verimi için yapılacak seleksiyonlarda; erkenci, fertil sap sayısı fazla, uzun salkım ve kalın salkım çapına sahip ve bin tane ağırlığı yüksek genotiplerin seçilmesi önemli olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İnci darısı; korelasyon; popülasyon; tane; verim

ABSTRACT

The research was carried out to determine the traits related to grain yield of pearl millet. The research was conducted in 2021 under second crop conditions in Akçakale district of Şanlıurfa province. 22 pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) populations were used as material. An average of flowering days of populations varied between 71.00 and 86.50 days, the number of fertile stems between 2.83 and 6.50 number per plant, spike length between 18.50 and 28.16 cm, spike diameter between 15.62 and 26.19 mm, spike grain weight between 1.63 and 28.23 g, thousand grain weight between 5.67 and 14.10 g and seed germination rate between 92.70 and 100.00%. In addition, except the number of days to flowering, all other traits showed significant and positive relationships with grain yield per spike. It was concluded that 1834, 5581, 8288, 8562 and 9157 populations were better than other populations in terms of grain yield per spike and these genotypes could be evaluated in breeding programs. For grain yield, early, high number of fertile stems, long spike and diameter and high thousand grain weight genotypes should be selected.

Keywords: Pearl millet; correlation; population; grain; yield

1. GİRİŞ

İnci darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), yabancı döllenen küçük taneli sıcak iklim C4 bitkisidir. Kısa gün bitkisi olan inci darısı, çiçeklenmesini kısa günde tamamlamaktadır. Bu bitki, kuraklığa dayanıklılık bakımından tahıllar içerisinde ilk sıralarda yer almasına rağmen, verim düşüklüğü nedeniyle susuz koşullarda yetiştirilmesi mümkün olmamaktadır (Taylor ve ark., 2006; Lee ve ark., 2012). İnci darısının, zararlılara ve hastalıklara karşı toleranslı olması (Mason ve ark., 2015), tuzluluğa toleranslı olmasının yanı sıra çok hızlı büyüyen bir türdür (Makarana ve ark., 2018). İnci darısı, kuraklık, tuzluluk, düşük yağış ve verimlilik gibi olumsuz koşullar altında da gelişebilmektedir (Kumawat ve ark., 2019).

Son yıllarda küresel ölçekte etkisinin hissedildiği iklim değişiklikleri neticesinde, kuraklığa ve yüksek sıcaklığa daha toleranslı yeni bitki tür ve çeşitlerin üretim deseninde yer alması zorunlu hale gelmiş bulunmaktadır. Küçük taneli olarak adlandırılan sıcak iklim tahıllarından olan darıların, hem yem ve hem de insan gıdası olarak tane amaçlı kullanılmalarının yanı sıra yüksek sığa, kurağa ve olumsuz çevre koşullarına adaptasyonun, diğer tarla ürünlerinde daha iyi olması ve güney bölgelerimizde biyokütle verimlerinin yüksek olması nedeniyle (Saygıdar ve ark., 2024; Dönmez ve Hatipoğlu, 2024), ileriki yıllarda ülkemizde de üzerinde yoğun çalışılması gereken türlerinin başında gelmektedir (Yücel ve Yücel, 2022).

Dünya ortalama darı tane veriminin ise 103 kg/da olduğu (FAO, 2014), Hindistan'ın uygun yetiştirme koşullarında bu verimin 467 kg/da'a kadar çıkabildiği de bildirilmektedir (Nayak ve ark., 2020). Tanesinin insan gıdası olarak kullanılmasının yanı sıra özellikle kümes ve diğer hayvan rasyonlarına da ilave edilerek değerlendirilmektedir.

İnci darısı taneleri demir, çinko, kalsiyum, lipids ve proteinler bakımından daha yüksek besleme değerine sahiptir (Klopfenstein ve Hosney, 1995). Ayrıca, tanelerinin içerdiği protein bakımından buğdaya eşdeğer olduğu, çeltik ve mısırdan ise daha yüksek olduğu bilinmektedir (Hulse ve ark., 1980). İnci darısı, buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahılların aksine tanelerinin glutensiz olması nedeniyle özellikle çölyak hastalığı sorunu olan insanların beslenmesinde önemli temel gıda olmaktadır. Darı tanelerinin besleyici değerinin yanı sıra, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi, tümörün azaltılması, kan basıncının düşürülmesi, kalp hastalığı riski, kolesterol ve yağ emiliminin hızı, gastrik boşalmayı geciktirme ve gastrointestinal toplu sağlama gibi bazı potansiyel sağlık faydaları olduğu bilinmektedir (Truswell, 2002; Gupta ve ark., 2012). İnci darısı tanesindeki ham protein içeriğinin %8-24 arasında değiştiği bildirilmektedir (Hulse ve ark., 1980; Rooney ve McDonough, 1987).

Bu araştırma, Türkiye'nin yarı kurak, yüksek sıcaklık ve düşük nispi nem özelliklerine sahip GAP bölgesinde (Şanlıurfa), bazı inci darısı popülasyonlarının (*Pennisetum glaucum* L.) tane verimi ile ilişkili bazı özelliklerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERİYAL VE METOT

2.1. Materyal

Araştırmada yurtdışı uluslararası araştırma olan ICRISAT'tan sağlanan 22 inci darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) popülasyonu bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Popülasyonların sıra numarası ve kodları; 1536 (1), 1834 (2), 4177 (3), 5581 (4), 5711 (5), 6193 (6), 7259 (7), 7675 (8), 7860 (9), 8155 (10), 8276 (11), 8288 (12), 8350 (13), 8259 (14), 8540 (15), 8562 (16), 8707 (17), 8818 (18), 8863 (19), 9157 (20), 9464 (21), 10632 (22). Bu tezde yer alan veriler, Şırnak Üniversitesi tarafından yürütülen TÜBİTAK 219O103 nolu projeden sağlanmıştır.

Araştırma Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri

Ekimden önce araştırmanın yürütüleceği alanda 0-15 ve 15-30 cm toprak derinliğinde alınan toprak örneklerinin yapılan kimyasal analizleri sonucunda; pH'nın 7.62-7.81, toplam tuz içeriğinin (EC) %0.29-0.38, organik maddenin %0.85-0.98, fosfor içeriğinin (P_2O_5) 0.98-1.04 kg/da, potasyum içeriğinin (K_2O) 94.86-101.33 kg/da, kireç içeriği ($CaCO_3$) %38.43-41.54 olarak saptanmıştır. Ayrıca, toprak örneklerinin %28-30 kum, %27-29 silt, %46-51 kil içeriğine sahip olduğu ve toprak tekstür sınıfının killi tın (CL) yapıda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmanın yürütüldüğü alanın topraklarının, organik maddesinin düşük, tuzsuz, K içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırmanın alanı toprakların bazı kimyasal analizleri (Anonim, 2021a).

Toprak Özellikleri										
Toprak Derinliği (cm)	pH	Tuzluluk (EC) %	OM (%)	K_2O (kg/da)	P_2O_5 (kg/da)	$CaCO_3$ (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstur Sınıfı
0-15	7.62	0.29	0.85	94.86	0.98	38.43	28	27	46	CL
15-30	7.81	0.38	0.98	101.33	1.04	41.54	30	29	51	CL

Araştırmanın yürütüldüğü 2021 yılı haziran-ekim dönemini kapsayan yetiştirme sezonundaki Şanlıurfa ilinin bazı iklim değerleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü haziran-ekim aylarına ait ortalama sıcaklığın 23.0-33.0 °C arasında olduğu, temmuz ayında 32.40 °C ve ağustos ayına ait ortalama sıcaklığın ise 33.00 °C olduğu ve yetiştirme dönemi ortalama sıcaklığının ise 30.02 °C olarak tespit edilmiştir. Söz konusu dönemdeki nispi nemin % 27.50-41.00 arasında olduğu, en yüksek nemin ekim ayında ve en

düşük nispi nemin ise temmuz ayında olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca araştırmanın yürütüldüğü dönemdeki sıcaklık parametrelerin uzun yıllar ortalamalarından daha düşük olduğu, nispi nemin ise daha yüksek olduğu ve yağış miktarının ise daha düşük olduğu (yağışın olmadığı görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Akçakale/Şanlıurfa ilinin haziran-ekim dönemi ve uzun yıllara ait bazı iklim parametreleri (Anonim, 2021b).

İklim Faktörleri	Yıllar	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Ort./ Toplam
Ortalama Sıcaklık (°C)	2021	31.50	32.40	33.00	30.10	23.90	30.02
	Uzun Yıllar	28.10	32.00	31.60	27.70	20.60	28.00
En Yüksek Sıcaklık Ort. (°C)	2021	39.20	39.00	41.70	36.90	30.70	37.50
	Uzun Yıllar	34.70	38.80	38.40	34.00	28.10	34.80
En Düşük Sıcaklık Ort. (°C)	2021	23.00	25.40	23.70	22.20	18.80	22.62
	Uzun Yıllar	20.50	24.30	24.00	20.00	14.60	20.68
Ortalama Nisbi Nem (%)	2021	29.30	27.50	31.20	32.60	41.00	32.32
	Uzun Yıllar	33.20	30.50	33.30	66.44	34.30	39.54
Toplam Yağış (kg/m ²)	2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Uzun Yıllar	1.37	0.30	0.23	0.79	25.90	5.72

2.2. Metot

Tarla denemeleri, GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Talat Demirören İstasyonu deneme alanında (Akçakale/Şanlıurfa), buğday hasadından sonra ikinci ürün koşullarında yürütülmüştür. Ekimler, her bir populasyon 2 sıra olarak, sıra arası 70.0 cm ve sıra üzerinin ise 25.0 cm olacak şekilde iki tekrarlamalı yapılmıştır. Ekimler, 2021 yılında temmuz ayının ilk haftasında elle yapılmıştır. Ekim işlemi yapılmadan önce dekara 5.0 kg saf azot ve 8.0 kg saf fosfor olacak şekilde gübre verilmiş ve ağustos ayının ilk haftasında ise dekara saf 5 kg N, sıra arasına üst gübre olarak verilmiştir. Çıkışlar için ilk birkaç sulama yağmurlama şeklinde yapılmış olup diğer sulamalar salma sulama olarak yapılmıştır. Her popülasyonun hasadı, salkımdaki tanelerin olgunlaştığı dönemde yapılmış ve her sıradan 3'er bitki, bitkisel özellikleri saptamak için alınmıştır.

İncelenen Bitkisel Özellikler

Araştırmada her popülasyona ait sıralarda, incelenen bitkisel özellikler aşağıda belirlenen yöntemlerle saptanmıştır (Kameswara ve Bramel, 2000; Upadhyaya ve ark., 2008; Upadhyaya ve Gowda, 2009).

Çiçeklenme Gün Sayısı (gün): Ekimin yapıldığı tarihten itibaren her parseldeki bitkilerin %50'sinin salkım çıkardığı döneme kadar geçen süre, gün sayısı olarak saptanmıştır.

Fertil Sap Sayısı (adet/bitki): Hasat sırasında bitki de salkım veren saplar sayılarak saptanmıştır.

Başak Uzunluğu (cm): Hasat edilen bitkinin her birinde ana saptaki salkım uzunluğunun cm cinsinden ölçümü ile saptanmıştır.

Başak Kalınlığı (cm): Hasat edilen ve başak uzunluğu ölçülen ana saptaki başağın kalınlığının kumpas ile mm olarak ölçülmesi ile saptanmıştır.

Bin Tane Ağırlığı (g): Her başakta alınan tanelerden 4x250 tohum sayılarak hesaplanmıştır.

Tohum Verimi (g/salkım): Hasat edilen her bitkideki ana saptaki bir salkımın el ile harmanlanması ile elde edilen tohumların tartımı ile belirlenmiştir.

Çimlenme Yüzdesi (%): Aşağıda belirtilen formülle saptanmıştır.

Çimlenme Yüzdesi = (Çimlenen tohum sayısı / ekilen toplam tohum sayısı) * 100 (İlori ve ark., 2012).

Başak (Salkım) Şekli: Hasat döneminde yapılan gözlemler ile aşağıda şekilleri verilen başak şekilleri saptanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. İnci Darısı Salkım (Başak) Şekilleri

Başak ve taneleme ile ilgili işlemler: her bir bitkide ana bitkiyi temsil edecek şekilde 1 salkım alınmış, salkımların başak yaş ağırlığı, başak kuru ağırlığı, başak uzunluğu, başak çapı ölçümü yapıldıktan sonra salkımlar serada kurutulduktan sonra, taneleme işlemi yapılmıştır. Taneleme işleminden sonra tohumlar, temizlenerek tartılmış ve salkımdaki tane ağırlığı saptanmıştır. Takiben aynı örneklerden bin tane ağırlığı ve çimlenme testleri yapılmıştır. Çimlenme için her petri kutusuna 25 tohum konularak 20-25 °C'deki oda sıcaklığında bekletilip 4 gün sonra çıkışlar sayılarak çimlenme yüzdeleri hesaplanmıştır.

İstatistiksel analizler: Araştırmada elde edilen verilerin düzenlemesi yapıldıktan sonra, varyans analizleri JMP istatistik paket programında yapılmıştır. Araştırmada bitki başına

incelenen özellikler için her popülasyonun her tekrarlamasında alınmış olan 3 bitkide ölçümler ayrı ayrı yapılarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilip, önemli çıkan özelliklere ait ortalamaların gruplandırması TUKEY %5 testi ile yapılmıştır. Ayrıca tane verimi ve verimle ilişkili korelasyon katsayıları belirlenmiştir (Yurtsever, 2011).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hasat olum döneminde yapılan gözlemler başak şekillerinin tamamının silindirik yapısında olduğu saptanmıştır.

Araştırmada inci darısı popülasyonlarından elde edilen verilere uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre, çiçeklenme gün sayısı, fertil sap sayısı, başak uzunluğu, başak çapı (kalınlığı), bin tane ağırlığı ve bitki başına tane verimi bakımından popülasyonları arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Ancak, çimlenme oranları bakımından popülasyonlar arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık belirlenmemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İnci darısı popülasyonların tane verimi ve verimle ilişkili özellikler ile oluşan gruplar.

No	Pop. Adı	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)	Fertil Sap Sayısı (adet/bitki)	Başak Uzunluğu (cm)	Başak Çapı (mm)	Başakta Tane Verimi (g)	Bin Tane Ağırlığı (g)	Çimlenme Oranı (%)
1	1536	73.7 efg*	4.00 a-d*	26.16	18.20 bc*	18.38 a-d*	9.68 b-f*	97.33
2	1834	74.0 ef	5.50 abc	26.00	20.85 abc	24.09 ab	8.86 c-f	100.0
3	4177	84.0 bc	4.66 a-d*	18.50	20.42 abc	17.14 a-e	10.91 a-e	97.33
4	5581	79.5 d	5.00 a-d*	22.41	23.92 ab	22.73 ab	11.25a-d	93.33
5	5711	73.0 e-h	4.33 a-d*	25.00	22.19 abc	15.99 b-e	10.71 a-e	96.67
6	6193	74.6 e	2.83 d	25.16	15.62 c	5.62 ef	5.67 f	92.66
7	7259	84.5 ab	3.33 cd	18.50	22.44 abc	15.11 b-e	8.06 def	96.0
8	7675	74.0 ef	4.00 a-d*	28.16	25.16 ab	17.87 a-d	12.68 abc	98.67
9	7860	73.5 efg	4.33 a-d*	20.33	18.79 abc	12.63 b-f	10.30 a-e	96.67
10	8155	71.0 h	5.00 a-d*	25.16	22.45 abc	16.47 b-e	12.63 abc	98.83
11	8276	71.5 gh	3.83 bcd	25.50	25.20 ab	28.23 a	13.40 ab	100.0
12	8288	71.5 gh	6.50 a	22.33	25.14 ab	21.01 abc	14.10 a	99.33
13	8350	82.5 bc	4.33 a-d*	21.50	20.66 abc	17.90 a-d	10.98 a-e	98.67
14	8259	82.5 bc	5.66 abc	22.16	21.45 abc	13.74 b-e	10.13 a-e	99.33
15	8540	71.5 gh	4.50 a-d*	22.00	20.31 abc	10.42 c-f	10.47 a-e	95.33
16	8562	72.0 fgh	5.83 abc	23.16	21.97 abc	20.73 abc	11.38 a-d	98.66
17	8707	82.0 c	4.00 a-d*	19.66	20.14 abc	6.84 def	8.47 def	99.33
18	8818	83.5 bc	5.00 a-d*	22.08	23.89 ab	12.35 b-f	10.11a-e	97.33
19	8863	86.5 a	4.66 a-d*	21.50	21.06 abc	1.63 f	7.00 ef	93.33
20	9157	71.0 h	6.16 ab	19.83	22.18 abc	23.65 ab	12.02 a-d	97.33
21	9464	71.0 h	5.33 a-d*	18.50	24.42 ab	16.49 a-e	11.46 a-d	98.0
22	10632	79.5 d	4.16 a-d*	23.60	26.19 a	17.38 a-d	10.56 a-e	100.0
Ortalama		76.7	4.68	22.60	21.94	16.20	10.50	97.37
F (Populasyon)		169.13**	3.234**	1.821*	2.8598**	7.8883**		

*) Aynı sütun içerisinde aynı harf ile gösterilen ortalamalar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak aynıdır.

Çiçeklenme Gün Sayısı (gün): İnci darısı popülasyonlarında saptanan çiçeklenme gün sayısı 71.00 ile 86.50 gün arasında değişmiş ve popülasyon ortalaması 76.67 gün olarak gözlemlenmiştir. Çalışmada en yüksek çiçeklenme gün sayısı 86.50 gün ile 8863 nolu popülasyonunda saptanırken, 8155, 9157 ve 9464 nolu popülasyonları 71.00 gün ile daha düşük çiçeklenme gün sayısına sahip olmuşlardır. Farklı çevrelerde ve farklı genotiplerle yapılan çalışmalarda, yıllara ve yetiştirme yöntemlerine göre değişmekle birlikte genotiplerin %50 çiçeklenme süresinin; Nijerya'nın kuzeydoğu koşullarında 53.5 ile 129.0 gün arasında olduğu (Izge ve ark., 2007; Angarawai ve ark., 2016), Pakistan koşullarında 67-77 gün arasında olduğu (Shah ve ark., 2012), Hindistan'da yürütülmüş olan çalışmada 37-86 gün arasında (Khairwal ve ark., 2007; Nayak ve ark., 2020), Cezayir şartlarında 83-105 gün arasında değiştiği (Rahal-Bouziane ve Semiani, 2016) bildirilmektedir. Bulgularımızın önceki çalışmalarda elde edilen çiçeklenme süresi değerleri arasında yer aldığı, materyallerin sayıca ve genetik yapı olarak farklı olması nedeniyle çiçeklenme gün sayısı değerleri bakımından da önemli varyasyonların olduğu görülmektedir.

Bitkideki Fertil Sap Sayısı (adet): İncelenen inci darısı popülasyonlarında saptanan bitki başına fertil (salkımlı) sap sayısı değerlerinin 2.83 ile 6.50 adet aralığında olduğu ve ortalaması ise 4.68 adet olarak belirlenmiştir. En yüksek sap sayısı 8288 nolu popülasyonda ve en düşük sap sayısı ise 6193 nolu popülasyonda saptanmıştır. Önceki çalışmalarda bitkideki saptanan fertil sap sayısının; Nijer'de 1.6 adet olduğunu (Winkel ve ark., 1997), Hindistan koşullarında 0.99-19.0 adet aralığında olduğu (Khairwal ve ark., 2007; Pattanashetti ve ark., 2016; Anuradha ve ark., 2018), Batı ve Orta Afrika orijinli bazı genotiplerin fertil kardeş sayısının 2.0-6.5 adet aralığında olduğunu (Pucher ve ark., 2015), Gana koşullarında 3.0-5.0 adet arasında olduğu (Asungre, 2014) bildirilmektedir. Donmez ve Hatipoglu (2024) Çukurova ikinci ürün koşullarında çeşitlere göre değişmekle kardeş sayısının 3.4-9.0 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Önceki çalışmalarda fertil sap sayısının, çalışmada saptanan sap sayılarında farklı olmasının en önemli nedeni önceki çalışmalarda kullanılan materyal sayısının çok fazla olmasının yanı sıra, yetiştirme koşullarının da farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Başak Uzunluğu (cm): İnci darısı popülasyonlarında saptanan başak uzunluğu değerleri 18.50-28.16 cm arasında değişmiş ve ortalamasının ise 22.60 cm olduğu belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek başak uzunluğu 7675 nolu popülasyonda saptanırken, 4177 ve 7259 nolu popülasyonların başak uzunluğu değerleri diğer popülasyonlardan daha düşük bulunmuştur. Farklı ekolojilerdeki, uygulamalar ve genotiplerle yapılan çalışmalarda; genotiplerin başak

uzunluğunun 22.67-66.25 cm arasında (Abdulhakeem ve ark., 2019), 8.3-48.6 cm arasında (Khairwal ve ark., 2007) ve 15.0-31.0 cm arasında (Shah ve ark., 2012), Gana’da 6-53 cm arasında (Rao ve ark., 1985), Nijerya’nın kuzeydoğusu bölgesinde 11.8-77.25 cm arasında olduğu (Izge ve ark., 2007; Abdulhakeem ve ark., 2019), Hindistan’da 12.9-43.75 cm arasında değiştiği (Govindaraj ve ark., 2011; Athoni ve ark., 2016; Anuradha ve ark., 2018) bildirilmiştir. Önceki çalışmalarda görüldüğü gibi başak uzunluğu bakımından genotipler arasında büyük bir varyasyonun olduğu görülmektedir.

Başak Çapı (mm): İnci darısı popülasyonlarında saptanan başak çapı 15.62-26.19 mm arasında değişmiş ve ortalaması 21.94 mm olarak saptanmıştır. Çalışmada en yüksek başak çapı 26.19 mm ile 10632 kodlu popülasyonunda saptanırken, 6193 kodlu popülasyonunda ise 15.62 mm ile daha düşük değer elde edilmiştir. İnci darısı ile farklı genotip ve farklı ekolojilerde yapılan önceki çalışmalarda; başak çapının 1.09-3.75 cm aralığında (Abdulhakeem ve ark., 2019), 5.0-13.0 cm aralığında (Angarawai ve ark., 2016), 0.8-3.7 cm arasında (Khairwal ve ark., 2007), 1.16-3.29 cm aralığında olduğu (Anuradha ve ark., 2018) bildirilmektedir. Önceki çalışmalarda saptanan başak uzunluğu ortalamalarının, çalışmada belirlenen değerlerden daha düşük oldukları belirlenmiştir. Bu durumun, yetiştirme koşullarının farklı olmasının yanı sıra materyalinde farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Başak Tane Verimi (g): İnci darısı popülasyonlarında başakta tane ağırlığı değerleri 1.63-28.23 g arasında değişmiş ve ortalama 16.20 g olarak saptanmıştır. 1834, 5581, 8288, 8562 ve 9157 nolu popülasyonların başaktaki tane ağırlığının 20 g üzerinde olduğu ve diğer popülasyonlardan daha yüksek verime sahip oldukları gözlemlenmiştir. Bununla birlikte söz konusu popülasyonların bin tane ağırlığı bakımından da ilk sıralarda yer aldıkları görülmektedir (Tablo 3). Çalışmamızda çiçeklenme süresi uzun olan popülasyonların genelde başaktaki tane ağırlıklarının da yüksek olduğu görülmektedir. Çiçeklenme süresi ile bitkideki tane verimi arasındaki ilişkilerin olumlu ve önemli olduğu rapor edilmiştir (Anuradha vd., 2018; Naoura vd., 2020). Ayrıca Anuradha ve ark. (2018) incelenen özellikler arası ilişkilerde çiçeklenme gün sayısı, başak uzunluğu ile başak çapı, fertil sap sayısı, başak verimi, tane verimi arasındaki ikili korelasyonların olumlu ve önemli olduğunu saptamıştır. Rahal-Bouziane ve Semiani (2016) salkım uzunluğu ile salkım ağırlığı, bin tane ağırlığı ile salkım ağırlığı arasında pozitif ilişkilerin bulunduğunu saptamışlardır. İnci darısı ile farklı genotip ve farklı ekolojilerde yapılan önceki çalışmalarda; başaktaki tane veriminin 26.9-89.4 g aralığında olduğunu saptamışlardır (Anuradha ve ark., 2018). Abdulhakeem ve ark. (2019) salkım ağırlığının 9.30-76.52 g arasında, Khairwal ve ark. (2007) Hindistan’da 2375 germplasm materyalin tane

veriminin 1.1-136.5 g/bitki arasında olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, Hindistan’da uygun iklim ve yetiştirme koşullarında dekara tane veriminin 467 kg’a kadar çıkabildiği bildirilmektedir (Nayak ve ark., 2020).

Bin Tane Ağırlığı (g): İnci darısı popülasyonlarında saptanan bin tane ağırlığı 5.67-14.10 g arasında değişmiş ve ortalama 10.50 g olarak saptanmıştır. Çalışmada 8288 nolu popülasyonundan en yüksek ve 6193 nolu popülasyondan ise en düşük BTA saptanmıştır. Rahal-Bouziane ve Semiani (2016) salkım uzunluğu ile salkım ağırlığı ve BT ağırlığı ile salkım ağırlığı arasında pozitif ilişkilerin bulunduğunu saptamışlardır. Önceki çalışmalarda bin tane ağırlığının; 7.9-18.3 g arasında (Rao ve ark., 1985), 5.25-14.19 g aralığında (Abdulhakeem ve ark., 2019), 2.0-9.0 g aralığında (Khairwal ve ark., 2007) ve 4.67-12.85 g arasında (Anuradha ve ark., 2018) değiştiği saptanmıştır. Ayrıca Mweuet ve ark. (2016) BTA 6.2-15.1 g arasında olduğunu, Nayak ve ark. (2020) bin tane ağırlığının 9.0-15.2 g arasında değiştiği bildirilmektedir. Önceki araştırmalarda elde edilen farklı sonuçlar, kullanılan örneklerin genetik yapılarındaki çeşitliliğe, coğrafi kökenlerine ve denemelerin yürütüldüğü bölgelerdeki çevresel koşullara bağlı olabilir. Bu duruma benzer şekilde, Abdulhakeem ve arkadaşları (2019) da çalışmalarında benzer bulgulara yer vermiştir.

Çimlenme Oranı (%): İnci darısı popülasyonlarında saptanan tohum çimlenme oranı %92.66-100.0 arasında değişmiş ve ortalama %97.37 olarak saptanmıştır. Çalışmada en yüksek tohum çimlenme oranı %100.0 ile 1834, 8276, 10632 nolu popülasyonlarda saptanırken, 6193 kodlu popülasyonda ise %92.66 ile en düşük tohum çimlenme oranı saptanmıştır. Ali ve Idris (2015) Sudan’da iki inci darısı çeşidi Dimbi (kırmızı tane rengi) ve Bauoda (beyaz tane rengi) ile yaptıkları çalışmada, kontrol (saf su) uygulamasının en yüksek tohum çimlenme yüzdesine (%99.3) sahip olduğunu, çimlenme ve fide ortaya çıkma, tüm yıllık bitkilerinin büyüme ve gelişmenin başlangıç noktası olduğunu, dolayısıyla iyi tohum çimlenmesi ve yüksek verim elde edilecekse çıkışın gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

İncelenen Özellikler Arası İlişkiler

Verim ile verim özellikleri arasındaki ilişkinin bilinmesi, bitki ıslahında seleksiyon çalışmalarında önemli bir stratejidir. Korelasyon katsayısı, iki ya da daha fazla özellik arasındaki ilişki düzeyini belirlemekle birlikte, bu özellikler arasındaki genetik ya da çevresel kökenli bağlantıların anlaşılmasında da önemli bir kriterdir. Aynı zamanda, ıslah çalışmalarında seçim kriterlerinin belirlenmesine yardımcı olur (Kumar ve ark., 2020).

Araştırmada incelenen ikili ilişkilerde; başak tane ağırlığı ile %50 çiçeklenme gün sayısı arasında önemli ancak olumsuz ilişkiler saptanırken; başaktaki tane ağırlığı ile diğer özellikler olan salkımlı sap sayısı, başak uzunluğu, bin tane ağırlığı, başak çapı ve çimlenme oranı gibi özellikler arasındaki ilişkilerin önemli ve olumlu olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. İnci darısında incelenen karakterler arası ilişkiler

Özellikler	ÇGS	FSS	BU	BTA	BÇ	ÇO	BTV
ÇGS	--	-0,1285	-0,2130*	-0,3517*	-0,0424	-0,0740	-0,3361**
FSS			0,1318	0,2077*	0,0871	0,0166	0,2003*
BU				0,0936	0,0682	-0,0623	0,2052*
BTA					0,3918**	0,2150*	0,5315**
BÇ						0,0834	0,4058**
ÇO							0,2279**
TV							--

*) $P \leq 0.05$, **) $P \leq 0.01$ hata sınırları içinde önemlidir.

ÇGS: Çiçeklenme Gün Sayısı; FSS: Fertil Sap Sayısı; BU: Başak Uzunluğu; BTA: Bin Tane Ağırlığı; BÇ: Başak Çapı, ÇO: Çimlenme Oranı, BTV: Başak Tane Verimi

Patil ve ark. (2021) başaktaki tane verimi ile başak uzunluğu, çapı, fertil sap sayısı ve BTA arasında pozitif ilişkiler saptanırken; çiçeklenme ve olgunlaşma süresi bakımından olumsuz ve önemsiz ilişkiler saptanmıştır. Ayrıca bu karakterlerin seçimi inci darısında tane verimini artırma potansiyeline sahip olacaktır. Bitki başına tane veriminin %50 çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı ile negatif bir ilişkisi olduğu da bildirilmiştir (Singh ve ark., 1999; Vetriventhan ve Niramalakumari, 2007; Ezeaku ve ark., 2015; Kumar ve ark., 2020). Ayrıca Kumar ve ark. (2020) inci darısında bitki başına tane ağırlığı ile salkımlı sap sayısı, başak uzunluğu ve başak çapı gibi özelliklerin arasında olumlu ve önemli korelasyonların olduğunu bildirmişlerdir. Bitki başına tohum verimi ile salkımlı kardeş sayısı arasında pozitif ilişkiler olduğu da saptanmıştır (Izge ve ark., 2006; Bikash ve ark., 2013).

4. SONUÇLAR

Araştırmada yer alan inci darısı popülasyonları ile Akçakale/Şanlıurfa ikinci ürün koşullarında yürütülen araştırmada; 1834, 5581, 8276, 8288, 8562 ve 9157 popülasyonları başak tane veriminin 20 g üzerinde olduğu ve diğer popülasyonlardan daha yüksek tane verimine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu popülasyonların, ileride yapılacak ıslah çalışmalarında kullanılabilecek potansiyel adaylar olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca söz konusu bu popülasyonların genelde erkenci olduğu, fertil sap sayısı, başak uzunluğu, başak çapı ve bin tane ağırlığı bakımından da ilk sıralarda oldukları tespit edilmiştir. Araştırmada sonucunda, tane verimi bakımından yapılacak ıslah çalışmalarında bu özelliklere göre seleksiyonun yapılmasının önemli olacağı bildirilmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma yer alan veriler, Tübitak tarafından desteklenen 219O103 nolu TÜBİTAK 1001 projesinde sağlanmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK Başkanlığına Teşekkür ediyoruz.

KAYNAKÇA

- Abdulkakeem, A., Ahmed, F.O., Omoniyi, A.M., Kayode, O.I., & Yusuf, D.O.A. (2019). Genetic diversity studies for morphological traits in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) landraces of Northern Nigeria. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 07(02):60-70.
- Ali, S.A.M., & Idris, A.Y. (2015). Germination and seedling growth of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) cultivars under salinity conditions. *International Journal of Plant Research*, 1(1):1-5. <http://files.aiscience.org/journal/article/html/70060028.html>
- Angarawai, I. I., Aladele, S., Dawud, M. A., Turaki, Z.G.S., & Yakub, Y. (2016). Genetic diversity among Nigeria maiwa type of pearl millet germplasm. *The Global Journal of Science Frontier Research*, 16(3):1-6.
- Anonim. (2021a). GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Laboratuvarı, Toprak Analiz Sonuçları, Haziran-2021, Şanlıurfa.
- Anonim. (2021b). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Şanlıurfa İli İklim Parametreleri. <https://mgm.gov.tr/?il=%C5%9Eanl%C4%B1urfa>.
- Anuradha, N., Satyavathi, C.T., Bharadwaj, C., Sankar, M., Singh, S.P., & Pathy, T.L. (2018). Pearl millet genetic variability for grain yield and micronutrients in the arid zone of India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1):875-878. <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue1/PartL/7-1-39-573.pdf>
- Asungre, P.A. (2014). Characterisation of of pearl millet millet [*Pennisetum glaucum*, (L), R.Br.] germplasm in Ghana. *Msc Thesis*, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, 131 p. <https://ir.knust.edu.gh/handle/123456789/6659>
- Athoni, B.K., Ishwar, B., Pattanashetty, S.K., & Guggari, A.K. (2016). Genetic diversity for yield and its component traits in Pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.]. *International Journal of Scinece and Nature*, 7(4):795-798. <http://oar.icrisat.org/id/eprint/10395>
- Bikash, A, Yadav, I.S., & Arya, R.K. (2013). Variability, correlation and path analysis in pearl millet. *Journal of Plant Science Research*, 39(3):134-139.
- Donmez, H.B., & Hatipoglu, R. (2024). A research on the forage yield and agromorphological characteristics of some pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) cultivars under second crop conditions in the Cukurova region. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Agriculture and Nature*, 27(4): 910-919. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogan.vi.1395888>
- Ezeaku, I.E., Angarawai, I.I., Aladele, S.E., & Mohammed, S.G. (2015). Correlation, path coefficient analysis and heritability of grain yield components in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) parental lines. *Journal of Plant Breeding and Crop Sciences*, 7(2): 55-60. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2014.0463>
- FAO (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). www.fao.org/faostat/en
- Govindaraj, M., Selvi, B., Rajarathinam, S., & Sumathi, P. (2011). Genetic variability and heritability of grain yield components and grain mineral concentration in India's pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L) R.Br.) accessions. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11 (3): 4758-4771. <https://doi.org/10.4314/ajfand.v11i3.66627>
- Gupta, N., Srivastava, A.K., & Pandey, V.N. (2012.) Biodiversity and nutraceutical quality of some Indian millets. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Science*, 82: 265-273. <https://doi.org/10.1007/s40011-012-0035-z>

- Hannaway, D.B., & Larson C. (2004). Forage fact sheet: pearl millet (*Pennisetum americanum*). Oregon State University, Corvallis, OR. http://forages.oregonstate.edu/php/fact_sheet_print_grass.php?SpecID=34&use=Forage.
- Hulse, J.H., Laing, E.M., & Pearson, O.E. (1980). Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. *New York: Academic Press*.
- Ilori, O.O., Baderinwa-Adejumo, A.O., & Ilori, O.J. (2012). Effects of salt stress on the germination, water content and seedling growth of *Zea mays* L. *International Journal of Water and Soil Resources Research*, 3(2):20-25. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2634539>
- Izge, U., Kadams, M., & Gungula, T. (2006). Studies on character association and path analysis of certain quantitative characters among parental line of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) and their F1 hybrids in a diallel cross. *African Journal of Agricultural Research*, 1(5):194-198. <https://doi.org/10.5897/AJAR.9000656>
- Izge, A.U., Kadams, A.M., & Sajo, A.A. (2007). Agronomic performance of selected cultivars of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) and their hybrids in North-Eastern Nigeria. *Journal of Agronomy*, 6(2):344-349.
- Kameswara, R.N., & Bramel, J.P. (2000). Manual of Genebank Operations and Procedures. Technical Manual no. 6. Patancheru 502 324, *Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*. https://oar.icrisat.org/1086/1/RA_00356.pdf
- Khairwal, I.S., Yadav, S.K., Rai, K.N., Upadhyaya, H.D., Kachhawa, D., Nirwan, B., Bhattacharjee, R., Rajpurohit, B.S., Dangaria, C.J., & Srikant. (2007). Evaluation and identification of promising pearl millet germplasm for grain and fodder traits. *Journal of SAT Agricultural Research*, 5(1):1-6. https://oar.icrisat.org/2628/1/Evaluation_and_identification_of_promising_pearl_millet_germplasm_for_grain_and_fodder_traits.pdf
- Klopfenstein, C.F., & Hosney, R.C. (1995). Nutritional properties of sorghum and the millets. In D. A. V. Dendy (Ed.), *Sorghum and millets: chemistry and technology* (pp. 125-168). *St. Paul: American Association of Cereal Chemistry*.
- Kumar, S.K., Kumar, A., Yadav, M.K. Chandel, D., & Gupta, P.C. (2020). Estimation of correlation coefficient and path analysis in hybrids of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L) R. Br.). *International Journal of Chemical Studies*, 8(1):1254-1256. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1q.8424>
- Kumawat, K.R., Sharma, N.K., & Sharma, N. (2019). Genetic variability and character association analysis in pearl millet single cross hybrids under dry conditions of Rajasthan. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 10(3): 1067-1070. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2019.00136.4>
- Lee, D., Hanna, W., Buntin, G.D., Dozier, W., Timper, P., & Wilson, J.P. (2012). Pearl millet for grain. College of Ag. and Env. Sci., Univ. of Georgia Cooperative Extension. Bulletin #B 1216. <http://extension.uga.edu/publications/detail.cfm?number=B1216> (Accessed 30 Jul. 2014).
- Makarana, G., Yadav, R. K., Kumar, R., Kumar, A., Soni, P.G., Kar, S., & Rajvaidya, S.K.(2018). Fodder and grain quality of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) under cutting management in saline irrigation water. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3): 1251-1257. <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue3/PartR/7-3-56-727.pdf>
- Mason, S.C., Maman, N., & Pale S. (2015). Pearl millet production practices in semi-arid West Africa: a review. *Experimental Agriculture*, 51: 501-521. <https://doi.org/10.1017/S0014479714000441>

- Mweuet, B.M., Akuja, T.E., & Mburu, M.W. (2016). Performance of six pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) varieties in the semi-arid Kitui County of Kenya. *International Journal of Agricultural Research and Review*, 4(3):514-521. <http://repository.seku.ac.ke/handle/123456789/2642>
- Naoura, G., Sawadogo, N., Djirabayé, N. & Hassane, M.A. (2020). Agronomic performance of improved pearl millet cultivars in southern Chad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(9):2980-2991. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i9.2>
- Nayak, L., Dalei, B.B., Biswasi, S.K., Pradhan, K., & Acharya, P. (2020). Performance of released hybrid varieties of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) under rainfed condition of Odisha. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9 (09):1799-1804. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.909.225>.
- Patil, S.H., Wadikar, P.B., Dhutraj, D.N. and Sargar, P.R. (2021). Correlation analysis for grain yield and its components in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. *Madras Agricultural Journals*. 108:169-172. <https://doi.org/10.29321/MAJ.10.000493>
- Pattanashetti, S.K., Upadhyaya, H.D., Dwivedi, S.L., Vetriventhan, M., & Reddy, K.N. (2016). Pearl millet (M.Singh and D. Upadhyaya, Editors). Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement, Elsevier Inc., Amsterdam, pp: 253-288. <https://oar.icrisat.org/9321/1/Chapter%208.%20Proso%20kodo%20little%20and%20bar nyard%20millets.pdf>
- Pucher, A., Sy, O., Angarawai, I.I., Gondah, J., Zangre, R., Ouedraogo, M., Sanogo, M.D., Boureima, S., Hash, C.T., & Haussmann, B.I.G. (2015). Agro-morphological characterization of West and Central African pearl millet accessions. *Crop Science*, 55:737-748.
- Rahal-Bouziiane, H., & Semiani, Y. (2016). Pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br] landraces from south Algeria: variability, yield components, grain and panicle quality. *American Journal of Agricultural Research*, 1(1):38-46.
- Rao, S.A., Mengesha, M.H. & Sharma, D. (1985). Collection and evaluation of pearl millet (*Pennisetum americanum*) germplasm from Ghana. *Economic Botany*, 39(1):25-38.
- Rooney, L.W. & McDonough, C.M. (1987). Food quality and consumer acceptance in pearl millet, p. 43-61. In: J.R. Witcombe and S.R. Beckerman (eds.). Proc. International pearl millet workshop. ICRISAT, Patancheru, India.
- Saygıdar, M.N., Yucel, C., & Tas, T. (2024). Determination of biomass yield, forage quality and mineral content of pearl millet varieties (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) under semi-arid conditions. *Black Sea Journal of Agriculture*, 5(7): 548-556. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1522914>.
- Shah, I.A., Rahman, H.U., Shah, S.M.A., Shah, Z., Rahman, S., Ullah, I. & Noor, M. (2012). Characterization of pearl millet germplasm for various morphological and fodder yield parameters. *Pakistan Journal of Botany*, 44(1): 273-279.
- Singh, D., Nijhawan, D.C., Sagar, P., & Saxena, K.K. (1999). Character association in pearl millet for different traits. In Symp. On pearl millet improvement – past achievement and future priorities. CCS Harayana Agric. Univ. Hisar, 1999, 23.
- Taylor, J.R., Schober, T.J., & Bean, S. (2006). Novel and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*, 44:252-271.
- Truswell, A.S. (2002). Cereal grain and coronary heart disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(1):1-14. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601283>.
- Upadhyaya, H.D., & Gowda, C.L.L. (2009). Managing and enhancing the use of germplasm-strategies and methodologies. Technical Manual no.10. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India. 236 p.
- Upadhyaya, H.D., Reddy, K.N. & Sastry, D.V.S.S.R. (2008). Regeneration guidelines: pearl millet. In: Dulloo ME, Thormann I, Jorge MA and Hanson J, editors. Crop specific

- regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme, Rome, Italy. 9 pp.
- Vetriventhan, M., & Niramalakumari, A. (2007). Character association and path analysis in pearl millet. *Madras Agriculture Journal*, 94(1-6):114-117.
- Winkel, T., Renno, J. F., & Payne, W.A. (1997). Effect of the timing of water deficit on growth, phenology and yield of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) grown in Sahelian conditions. *Journal of Experimental Botany*, 48(5):1001-1009.
- Yurtsever, N. (2011). Deneysel istatistik metotları. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 121 Teknik Yayın No 56,800s.
- Yücel, C., & Yücel, D. (2022). Tarımda değişen yapılar ve beklentiler. İnci darı (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.). Ed. Serap Doğan ve Nazlı Kalender. İksad publishing house, ISBN: 978-625-8323-16- 0, S: 3-46.

Araştırma makalesi / Research Article

Güçlükönak İlçesi Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı ve İşletme Yapılarının Analizi

*Cattle and Small Ruminant Population and Farm Structures' Analysis in the Güçlükönak
District*

Muzaffer ÇEVİK^{1*}  

¹ Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü; muzaffercevik1905@gmail.com

* Sorumlu Yazar; muzaffercevik1905@@gmail.com

Article Information / Makale Bilgisi

Citation / Atıf: Çevik, M. (2025). Güçlükönak İlçesi Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı ve İşletme Yapılarının Analizi. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 37-54. / Çevik M. (2025). Cattle and Small Ruminant Population and Farm Structures' Analysis in the Güçlükönak District. *Sirnak University Journal Of Science*, 8, 37-54.

Date of Submission (Geliş Tarihi)	05. 06. 2025
Date of Acceptance (Kabul Tarihi)	24. 06. 2025
Date of Publication (Yayın Tarihi)	29. 06. 2025
Article Type (Makale Türü)	Research Article (Araştırma Makalesi)
Peer-Review (Değerlendirme)	Double anonymized – At Least Two External (Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem).
Ethical Statement (Etik Beyan)	It is declared that scientific, ethical principles have been followed while carrying out and writing this study, and that all the sources used have been properly cited. (Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur).
Plagiarism Checks (Benzerlik Taraması)	Yes (Evet) – Ithenticate/Turnitin.
Conflicts of Interest (Çıkar Çatışması)	The author(s) has no conflict of interest to declare (Çıkar çatışması beyan edilmemiştir).
Complaints (Etik Beyan Adresi)	sufbd@gmail.com
Grant Support (Finansman)	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research. (Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır).
Copyright & License (Telif Hakkı ve Lisans)	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0. (Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır).

ÖZET

Bu çalışma, Şırnak ilinin en küçük ilçesi olan Güçlükönak'ta büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı ile hayvancılık işletme yapılarını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS), Türkvat ve İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü verileri kullanılarak 2022-2024 yılları arasındaki gelişmeler analiz edilmiştir. İlçede büyükbaş hayvan sayısı 2022-2024 yılları arasında sırasıyla 1 566, 1 186 ve 1 542 baş olarak tespit edilmiştir. Aynı yıllarda küçükbaş hayvan varlığı 82 441, 87 597 ve 105 359 baş olarak belirlenmiştir. Hayvan varlığının yıllara göre değişimi trend analizi ve doğrusal regresyon ile analiz edilmiştir. İlçede 2024 yılı itibarıyla 333 büyükbaş ve 339 küçükbaş hayvancılık işletmesi faaliyet göstermektedir. İşletmelerin önemli bir kısmı küçük ölçekli olup, küçükbaş hayvancılık daha yaygın yapılmaktadır. İşletme yapılarının büyüklüğüne göre analizinde ANOVA ve Tukey HSD çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Türkiye genel verileri ile kıyaslandığında, ilçede kişi başına düşen küçükbaş hayvan sayısı oldukça yüksektir. Arazi yapısı ve iklim koşulları küçükbaş hayvancılığa daha fazla elverişlidir. Hayvancılığın sürdürülebilirliği için bölgesel desteklerin artırılması ve eğitimlerin yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güçlükönak; Hayvansal Üretim; Hayvancılık İşletme Yapıları

ABSTRACT

This study was carried out to reveal the cattle and sheep population and livestock farm structures in Güçlükönak, the smallest district of Şırnak province. Developments between 2022-2024 were analyzed using the Farmer Registration System (ÇKS), Türkvat and District Agriculture and Forestry Directorate data. The number of cattle in the district was determined as 1,566, 1,186 and 1,542 heads between 2022-2024, respectively. In the same years, the number of sheep population was determined as 82,441, 87,597 and 105,359 heads. The change in animal population over the years was analyzed by trend analysis and linear regression. As of 2024, 333 cattle and 339 sheep farming enterprises are operating in the district. A significant portion of the enterprises are small-scale, and sheep farming is more common. ANOVA and Tukey HSD multiple comparison tests were applied in the analysis of business structures according to their size. When compared to general data in Turkey, the number of sheep per capita in the district is quite high. Land structure and climatic conditions are more suitable for sheep farming. It is recommended that regional support be increased and training be expanded for the sustainability of animal husbandry.

Keywords: Güçlükönak; Animal Production; Livestock Farm Buildings

1. GİRİŞ

Türkiye, sahip olduğu ekolojik çeşitlilik ve geniş coğrafi yapısı sayesinde büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık açısından önemli bir üretim potansiyeline sahiptir. Ancak, bu potansiyelin etkin ve sürdürülebilir bir şekilde kullanımı, bölgesel farklılıkların doğru analiz edilmesi ve her bölgeye özgü üretim yapılarının ortaya konulması ile mümkün olabilmektedir (Kılıç ve ark., 2020; Gül ve ark., 2022). Bu bağlamda, özellikle kırsal bölgelerde tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin durumu, kırsal kalkınma politikalarının oluşturulmasında temel veriler sağlamaktadır.

Şırnak iline bağlı olan Güçlükonak ilçesi, 12 830 kişilik nüfusu ile ilin altı ilçesi arasında en küçük olanıdır (TÜİK, 2024). İlçe, 1990 yılında Siirt iline bağlı Eruh ilçesinin bir köyü iken, çevresindeki 27 köyün birleşmesiyle müstakil bir ilçe statüsü kazanmıştır. Coğrafi olarak yüksek rakımlı ve dağlık bir yapıya sahip olan ilçe, büyükbaş hayvancılık açısından sınırlı bir potansiyele sahipken, küçükbaş hayvancılık için oldukça elverişli doğal koşullara sahiptir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024).

Güçlükonak İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü verilerine göre; çiftçi kayıt sistemine kayıtlı çiftçi sayısı 2021–2024 yılları arasında artış eğilimi göstermiş ve 498’den 656’ya yükselmiştir. Aynı dönemde kayıtlı tarım alanı 32139 dekardan 35727 dekara ulaşmıştır. İlçede 1296 dekar büyüklüğünde mera alanı bulunmaktadır. Bu alanlar, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği için temel otlak kaynağı oluşturmaktadır.

İlçe müdürlüğü tarafından yürütülen hayvan hastalıkları ile mücadele programına göre büyükbaş hayvanlarda Şap, Brucella ve LSD (Sığırların Nodüler Ekzantemi) aşıları; küçükbaş hayvanlara ise Veba, Brucella ve Çiçek hastalığına karşı aşılama faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca son 3 yılda (2022 – 2024) küçükbaş hayvanlarda sırasıyla 14 570, 17279 ve 34851 baş hayvana, büyükbaş hayvanlarda ise sırasıyla 574, 476 ve 592 baş hayvana küpeleme işlemi uygulanmıştır. Herhangi bir suni tohumlama uygulaması yürütülmemektedir. Aşılama ve küpeleme faaliyetlerinin yanı sıra birçok üreticiye hayvancılık desteği sağlanmıştır. Destekleme faaliyetleri kapsamında, 2003 yılında toplam 682 yetiştiriciye anaç koyun keçi desteği, sürü büyütme desteği ve buzağı desteği gibi çeşitli hayvancılık destekleri sağlanmış ve toplamda 76200 baş hayvan için 10028000 TL ödeme yapılmıştır. Bu destekler, üreticilerin ekonomik sürdürülebilirliği açısından önemli katkılar sunmaktadır.

Türkiye geneli hayvan varlığına bakıldığında, 2024 yılı itibariyle toplam büyükbaş hayvan sayısı 16.8 milyon, küçükbaş hayvan sayısı ise 54.88 milyon (44.08 milyon koyun ve

10.8 milyon keçi) olarak tespit edilmiştir. Aynı yıl ülke nüfusu 85.6 milyon kişi olarak belirlenmiştir (TÜİK, 2025a; TÜİK, 2025b). Bu verilere göre kişi başına ortalama 0.2 büyükbaş ve 0.6 küçükbaş hayvan düşmektedir. Güçlükönak ilçesi özelinde değerlendirildiğinde ise yaklaşık 1500 baş büyükbaş ve 105000 baş küçükbaş hayvana karşılık gelen kişi başı 0.12 büyükbaş ve 8.2 küçükbaş hayvan oranı, ilçenin küçükbaş hayvancılık açısından Türkiye ortalamasının oldukça üzerinde olduğunu ortaya koymaktadır.

Literatürde benzer nitelikte bölgesel hayvancılık analizlerine rastlanmaktadır. Örneğin, Köseman ve Şeker (2015) Malatya ili; Doğanay ve Orhan (2017) Artvin Şavşat ilçesi; Özdemir ve ark. (2021) Balıkesir Gönen ilçesi; Çiftçi ve Kopuzlu (2025) Gaziantep Yavuzeli ilçesi; Acıbuca ve Bostan Budak (2021) Mardin ili; Bakır ve Mikail (2019) ise Siirt ili özelinde hayvancılık yapıları ve üretim potansiyelini ortaya koymuşlardır. Ayrıca Aydemir ve Pıçak (2007), GAP bölgesi hayvancılığı üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında bu bölgenin Türkiye için stratejik önemini vurgulamışlardır.

Bu çalışmanın amacı, Şırnak ili Güçlükönak ilçesinde mevcut büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı ile hayvancılık işletmelerinin yapısal özelliklerini incelemek, bu güncel verileri Türkiye geneli ile karşılaştırarak ilçenin hayvancılık potansiyelini değerlendirmek ve bölgesel kalkınma politikalarına katkı sunabilecek öneriler geliştirmektir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın materyalini, Güçlükönak İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtları, Türkvat (Hayvancılık Bilgi Sistemi) veri tabanı ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan 2022–2024 yıllarına ait büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık verileri oluşturmaktadır. Ayrıca, destekleme ödemeleri, aşılama ve küpeleme faaliyetleri ile çiftçi kayıt sistemi (ÇKS) verileri de kapsam dahilinde incelenmiştir. Söz konusu veriler, ilçedeki hayvancılık işletmelerinin mevcut yapısını, üretim kapasitesini ve gelişim eğilimlerini ortaya koymak amacıyla değerlendirilmiştir.

Toplanan nicel veriler Microsoft Excel programı aracılığıyla düzenlenmiş, grafikler ve tablolar oluşturularak görsel analiz desteklenmiştir. Elde edilen bulgular ile tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, varyans) hesaplanmış, trend analizi yapılmış, doğrusal regresyon analizi yapılmış ve değişim katsayıları hesaplanarak istatistiksel sonuçlar sunulmuştur. Bu analizler için SPSS 22.0 programı kullanılmıştır. Ayrıca işletme yapıları için işletme büyüklüklerine göre ANOVA yapılmış ve Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Büyükbaş Hayvan Varlığı

Şırnak ilinde 2022–2024 yılları arasında büyükbaş hayvan varlığı verileri incelendiğinde, önemli düzeyde dalgalanmalar gözlemlenmiştir. 2022 yılında toplam 75508 baş olan büyükbaş hayvan sayısı, 2023 yılında %23.2 oranında azalarak 57997 başa düşmüştür. 2024 yılında ise bu sayı %6.4'lük bir artışla 61 969 başa yükselmiştir (TÜİK, 2025a; Şekil 2). Bu değişim, hayvancılık sektöründeki dalgalanmaların ve bölgesel üretim şartlarındaki değişkenliğin açık bir göstergesidir. Özellikle 2023 yılında yaşanan düşüş, yem maliyetlerindeki artış, üretim girdilerinin yükselmesi ve iklim koşulları gibi faktörlerle ilişkilendirilebilir (Özkan ve Yener, 2022).

Güçlükönak ilçesi özelinde değerlendirildiğinde, benzer bir seyir izlenmektedir. İlçede 2022 yılında 1566 baş büyükbaş hayvan bulunurken, bu sayı 2023'te %24.3 azalışla 1186 başa gerilemiştir. Ancak 2024 yılında, bir önceki yıla göre %23.1 oranında artış göstererek 1542 başa ulaşmıştır (TÜRKVET, 2025; Şekil 3). Bu artış, özellikle hayvancılık desteklemelerinin etkin kullanımı ve yerel üreticilerin yeniden üretime yönelmesiyle açıklanabilir.

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre;

Şırnak için;

$$\text{Ortalama } (\mu) = (75\,508 + 57\,997 + 61\,969) / 3 = 65\,158$$

$$\text{Standart Sapma } (\sigma) =$$

$$\sqrt{\frac{(75.508 - 65.158)^2 + (57.997 - 65.158)^2 + (61.969 - 65.158)^2}{3}} \approx 7.25$$

$$\text{Varyans } (\sigma^2) = 52.56$$

Güçlükönak için;

$$\text{Ortalama } (\mu) = (1\,566 + 1\,186 + 1\,542) / 3 = 1\,431$$

$$\text{Standart Sapma } (\sigma) =$$

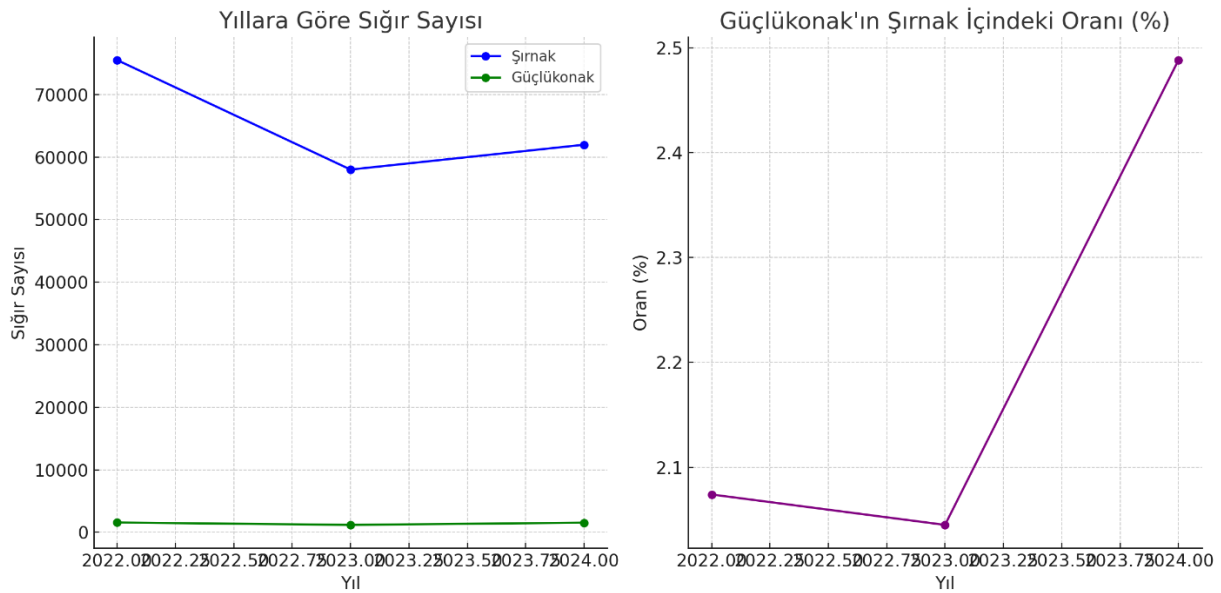
$$\sqrt{\frac{(1.566 - 1.431)^2 + (1.186 - 1.431)^2 + (1.542 - 1.431)^2}{3}} \approx 0.169$$

$$\text{Varyans } (\sigma^2) = 0.029; \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Yapılan trend analizine göre; Şırnak için: 2022–2023: %23.2 azalma, 2023–2024: %6.8 artış, 2022’ye göre 2024’te toplamda %17.9 azalma olduğu görülmektedir. Güçlükonak İçin: 2022–2023: %24.2 azalma, 2023–2024: %30.0 artış, 2022’ye göre 2024’te yalnızca %1.5 azalma olmasından dolayı neredeyse sabit kalmış denilebilir.

Doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre; Şırnak için regresyon eğilimi: Negatif eğilimlidir, 2022’den 2024’e doğru azalma eğilimi görülmektedir. Ancak 2023’teki düşüş çok büyük olduğu için bu yıl bir sapma (outlier) olarak düşünülebilir. Güçlükonak için regresyon eğilimi: Dalgalanma olsa da yataya yakındır ve artış–azalış dengelidir.

Değişim katsayısı, verinin ortalamaya göre ne kadar dalgalandığını gösterir. Değişim katsayıları Şırnak’ta: $(7.25/65\ 158) \times 100 = 11.1$, Güçlükonak’ta: $(0.169/1\ 431) \times 100 = 11.8$ olarak hesaplanmıştır. Her iki bölgede de dalgalanma oranı benzerdir. Bu da verinin yıllara göre benzer derecede değişkenlik gösterdiğini ifade eder.



Şekil 1. Yıllara göre büyükbaş hayvan sayılarının değişimi ve ilçenin il içindeki oranı

Soldaki Grafikte: Şırnak'ta 2022'de yüksek olan büyükbaş sayısı 2023'te ciddi düşüş göstermiş, 2024'te toparlanma başlamıştır. Güçlükonak'ta ise 2023'te düşüş yaşansa da 2024'te yeniden 2022 seviyesine yaklaşılmıştır. Sağdaki Grafik: Güçlükonak'ın Şırnak İçindeki Oranı (%) 2022 ve 2023'te oran yaklaşık %2 seviyesindeyken, 2024'te %2.5'e yükselmiştir. Bu artış, Güçlükonak'ın Şırnak genelindeki büyükbaş varlığındaki payının arttığını göstermektedir (Şekil 1).

2024 yılı itibarıyla Güçlükonak ilçesindeki büyükbaş hayvan sayısı, Şırnak il genelindeki toplam büyükbaş hayvan varlığının yaklaşık %2.5'ini oluşturmaktadır. Bu oran,

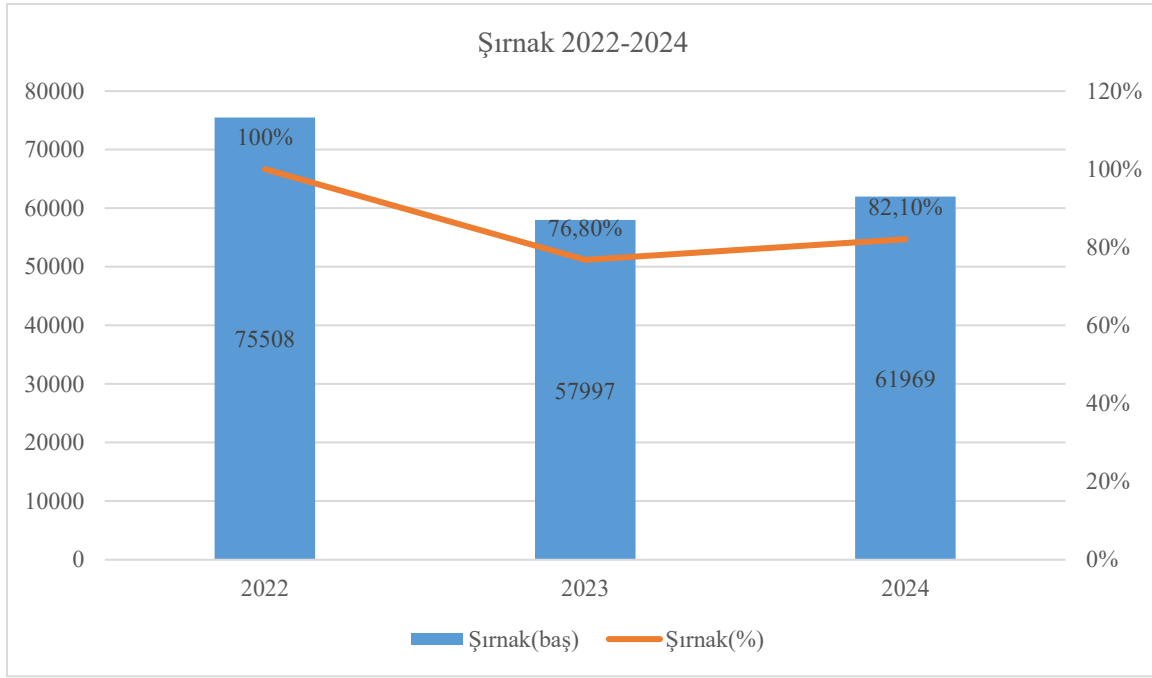
ilçenin büyükbaş hayvancılık açısından il genelinde sınırlı bir paya sahip olduğunu göstermektedir. Bölgenin topoğrafik yapısı ve mera koşulları dikkate alındığında, bu durum beklenen bir sonuçtur. Nitekim Şırnak ili genel olarak dağlık ve yüksek rakımlı alanlardan oluşmakta olup, bu özellik büyükbaş hayvancılık faaliyetlerini sınırlayıcı bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Kaya ve ark. 2021).

Literatürde yapılan benzer çalışmalar da bölgesel hayvancılık potansiyelindeki azalışlara dikkat çekmektedir. Gürsoy ve Macit (2013), Erzincan ilinde 2000–2010 yılları arasında büyükbaş hayvan varlığının genel anlamda azaldığını, yerli, manda ve melez sığır ırklarının sayısında ciddi düşüşler yaşanırken yalnızca kültür ırkı sığır sayılarında yaklaşık %15 oranında artış olduğunu bildirmiştir. Ancak Güçlükonak ilçesi özelinde değerlendirildiğinde, ilçede kültür ırkı sığır yetiştiriciliğinin yapılmaması nedeniyle bu tür ırklara ilişkin artış veya azalış eğilimi hakkında net bir değerlendirme yapılamamaktadır.

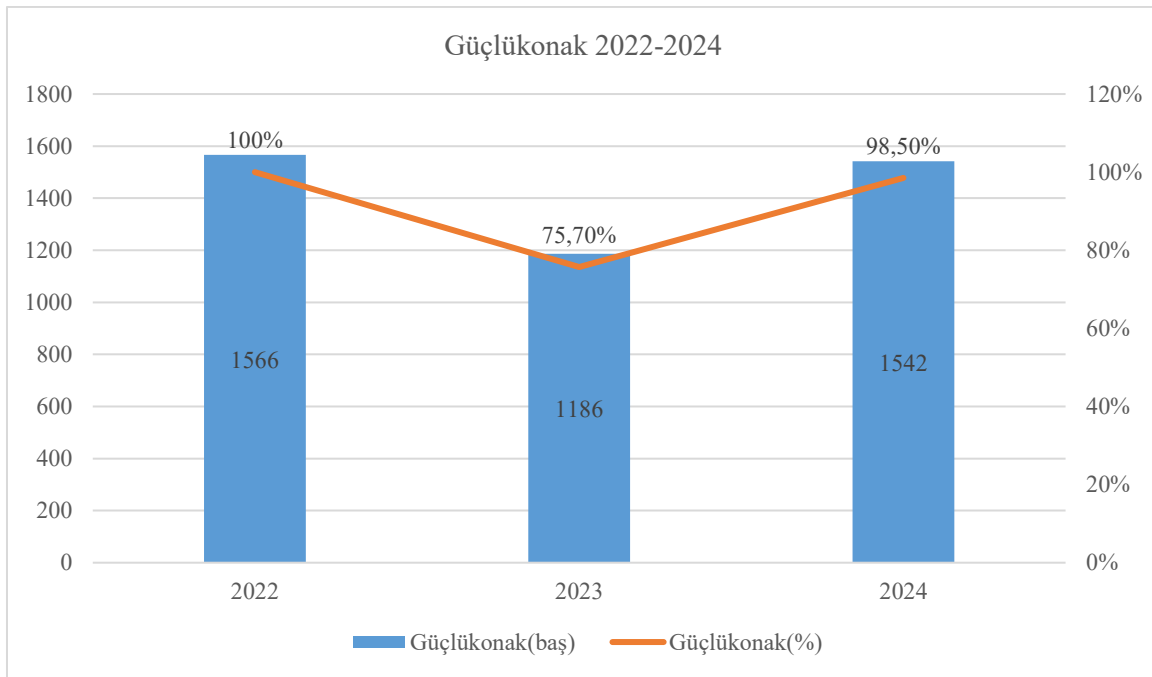
Öte yandan, bölgede kültür ırkı hayvanların bulunmaması, et ve süt verimi açısından verimlilik düzeyinin düşük seyretmesine neden olmakta ve bu durum bölgenin hayvansal üretim kapasitesini sınırlandırmaktadır. Bununla birlikte, hayvancılık politikalarının yerel ihtiyaçlara göre yeniden şekillendirilmesi, kültür ırklarının bölgeye adaptasyonunun desteklenmesi ve üreticilere yönelik eğitim faaliyetlerinin artırılması, büyükbaş hayvancılığın gelişimi için önemli fırsatlar sunabilir (Demirtaş ve Aslan, 2020).

Tablo 1. 2022-2024 arası büyükbaş hayvan sayıları (baş)

	2022	2023	2024
Şırnak	75 508	57 997	61 969
Güçlükonak	1 566	1 186	1 542



Şekil 2. Şırnak ilinde 2022-2024 arası büyükbaş hayvan sayıları



Şekil 3. Güçlükonak ilçesinde 2022-2024 arası büyükbaş hayvan sayıları

3.2. Küçükbaş Hayvan Varlığı

Şırnak ilinde küçükbaş hayvan varlığı incelendiğinde, 2022–2024 yılları arasında dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. 2022 yılında il genelinde toplam 1427822 baş olan küçükbaş hayvan sayısı, 2023 yılında %14.7 oranında azalarak 1217253 başa gerilemiştir. Ancak 2024 yılında bu sayı %5.2 oranında artarak 1283464 başa yükselmiştir (TÜİK, 2025a; Şekil 5). Bu dalgalanma, ülke genelinde hayvancılık sektörünü etkileyen girdi maliyetlerindeki

artış, kuraklık, mera sorunları ve hayvan hastalıkları gibi faktörlerle açıklanabilir (Koçak ve Öztürk, 2021; Gül ve Karabayır, 2020).

Güçlükönak ilçesi özelinde değerlendirildiğinde ise küçükbaş hayvan sayısında istikrarlı bir artış gözlenmiştir. İlçede 2022 yılında 82 441 baş olan küçükbaş hayvan varlığı, 2023 yılında %5.9 artışla 87597 başa, 2024 yılında ise %20.3 artışla 105359 başa ulaşmıştır (TÜRKVET, 2025; Şekil 6). Bu artış, bölgedeki coğrafi yapının küçükbaş hayvancılığa elverişli olması, üreticilerin küçükbaş hayvancılığı ekonomik olarak daha sürdürülebilir bulması ve devlet desteklerinin etkili şekilde uygulanması ile ilişkilendirilebilir.

Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre;

Şırnak için;

Ortalama: 1309513

Standart Sapma: 87916

Varyans: 7729159161 olarak hesaplanırken,

Güçlükönak için;

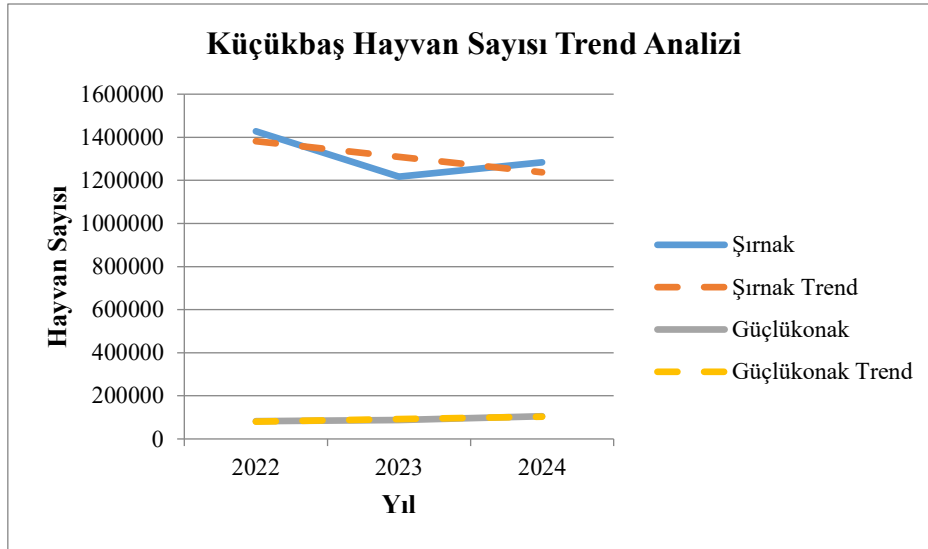
Ortalama: 91799

Standart Sapma: 9817

Varyans: 96367523 olarak hesaplanmıştır.

Trend ve regresyon analizine göre; Şırnak için regresyon eğimi: -72179'dur. Yani her yıl ortalama 72179 küçükbaş hayvan azalmaktadır. Güçlükönak için regresyon eğimi: +11 459'dur. Yani her yıl ortalama 11459 küçükbaş hayvan artmaktadır. Şırnak'ta negatif, Güçlükönak'ta da pozitif eğilim gözlenmektedir (Şekil 4). Güçlükönak/Şırnak oranı karşılaştırıldığında 2022'de: %5.77, 2023'te: %7.20, 2024'te: %8.21'dir. Güçlükönak'ın Şırnak içindeki payının yıllar içinde arttığı söylenebilir.

Değişim katsayıları da Şırnak'ta %6.71 iken Güçlükönak'ta: %10.69 olarak hesaplanmıştır. Buna göre Güçlükönak'ta verilerin Şırnak'a oranla daha dalgalı olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Küçükbaş hayvan sayısı trend analizi

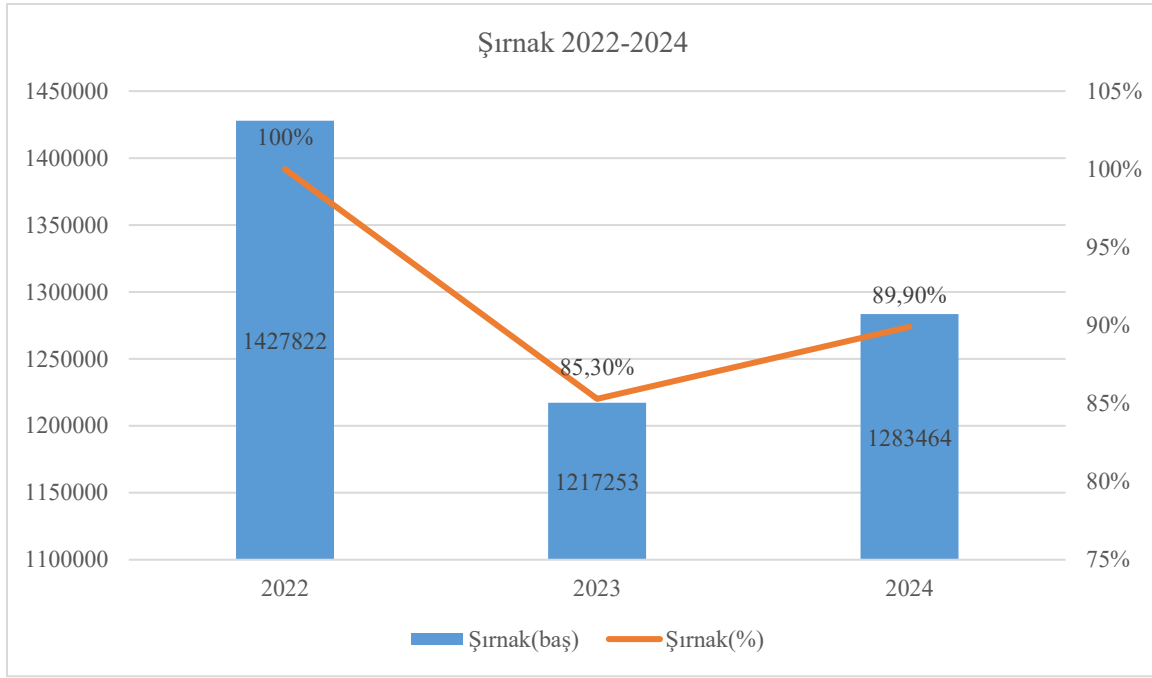
2024 yılı itibarıyla Güçlükonak ilçesi, Şırnak genelinde toplam küçükbaş hayvan varlığının %8.2'sini barındırmaktadır. Bu oran, ilçenin küçükbaş hayvancılık açısından bölge genelinde önemli bir üretim merkezi haline geldiğini göstermektedir. İlçedeki bu artış trendi, hem yerel hem de ulusal düzeyde küçükbaş hayvancılık politikalarının etkili uygulandığını ve üreticilerin bu sektöre olan ilgisinin arttığını göstermektedir.

Semerci ve Çelik (2016), Türkiye genelinde 1994–2009 yılları arasında küçükbaş hayvan varlığında yaklaşık %40'lık bir azalma olduğunu; ancak 2013 yılı itibarıyla tarımsal desteklemelerin etkisiyle hayvan sayılarının yeniden 1994 seviyelerine ulaştığını belirtmektedir. Bu bulgu, Güçlükonak ilçesinde 2022 sonrası kaydedilen artışla da örtüşmektedir. Özellikle 2013 sonrasında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uygulanan Anaç Koyun-Keçi Desteği, Sürü Büyütme ve Yenileme Desteği gibi politikaların, yerel üreticiler üzerinde somut ve olumlu etkiler yarattığı söylenebilir.

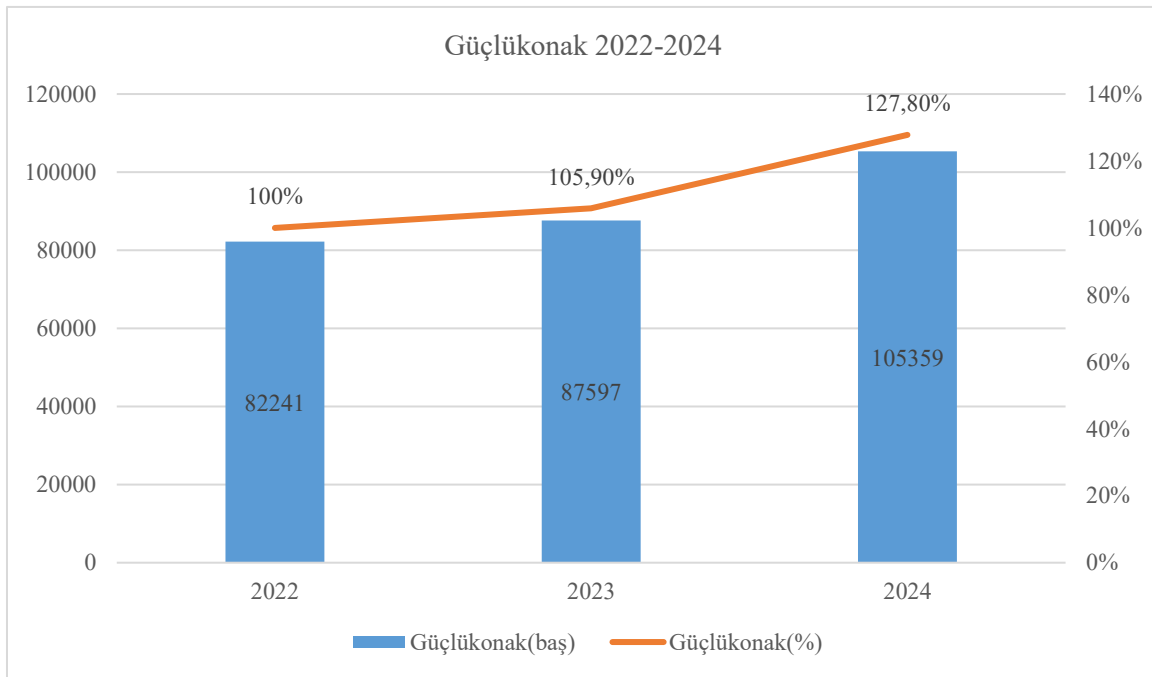
Ayrıca, bölgenin yüksek rakım, geniş mera alanları ve düşük girdi gereksinimi gibi avantajları, küçükbaş hayvancılığı büyükbaş hayvancılığa kıyasla daha cazip hale getirmiştir. Küçükbaş hayvanların hastalıklara karşı dayanıklı olması, daha düşük bakım maliyetleri ile yetiştirilebilmesi ve iklim koşullarına daha iyi uyum sağlaması da bu tercih üzerinde etkili olmuştur (Gürsoy, 2006; Yılmaz ve Denk, 2022).

Tablo 2. 2022-2024 arası küçükbaş hayvan sayıları (baş)

	2022		2023	2024
Şırnak	1427822		1217253	1283464
Güçlükonak	82441		87597	105359



Şekil 5. Şırnak ilinde 2022-2024 arası küçükbaş hayvan sayıları



Şekil 6. Güçlükonak ilçesinde 2022-2024 arası küçükbaş hayvan sayıları

3.3. Büyükbaş Hayvancılık İşletme Yapıları

Güçlükonak ilçesinde faaliyet gösteren büyükbaş hayvancılık işletmeleri incelendiğinde, toplam 333 işletmenin %76.3'ünün (254 işletme) 1-5 baş arası hayvana sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, %18.3'lük kısmı (61 işletme) 6-10 baş ve yalnızca %5.4'lük bir bölümü (18 işletme) 11-50 baş arasında büyükbaş hayvana sahiptir (Tablo 3). Bu veriler doğrultusunda, toplam hayvan varlığı ile işletme sayısı karşılaştırıldığında, işletme başına ortalama büyükbaş hayvan sayısı yaklaşık 5 baş olarak hesaplanmıştır. Bu durum,

ilçedeki büyükbaş hayvancılık faaliyetlerinin genellikle aile tipi küçük ölçekli işletmeler biçiminde sürdürüldüğünü göstermektedir.

İşletme büyüklüklerine göre (1–5, 6–10, 11–50 baş) işletmelerin ortalama hayvan sayıları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlenmesi amaçlanmıştır. Analiz kapsamında ANOVA ve Tukey HSD testleri uygulanmıştır. Tek-Yönlü ANOVA sonuçlarına göre F değeri: 1678.11 olarak hesaplanırken p-değeri: $\approx 1.17 \times 10^{-173}$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre de gruplar arasında anlamlı fark olduğu söylenir ($p < 0.05$). Tukey HSD testi sonuçlarına göre;

- 1–5 vs 6–10: Ortalama fark = 5.24 → Anlamlı ✓
- 1–5 vs 11–50: Ortalama fark = 12.41 → Anlamlı ✓
- 6–10 vs 11–50: Ortalama fark = 7.17 → Anlamlı ✓

İşletme gruplarına göre hayvan sayısı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmaktadır. Özellikle 11–50 başlık işletmeler, diğer gruplara kıyasla çok daha yüksek sayıda hayvana sahiptir. Tüm grup karşılaştırmalarında anlamlılık elde edilmiştir. Bu durum, işletme büyüklüğü arttıkça hayvan sayısının da anlamlı biçimde arttığını göstermektedir.

Literatürde, benzer işletme yapıları ülke genelinde de dikkat çekmektedir. Güven ve Yavuz (2020), TRA2 bölgesinde (Ağrı, Ardahan, Iğdır ve Kars) yürüttükleri saha çalışmasında, işletmelerin yaklaşık %40'ında 20 baş ve altında hayvan bulunduğunu; buna karşın yalnızca %2,9'unun 100 baş ve üzeri hayvana sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, bölgedeki işletme başına ortalama büyükbaş hayvan sayısı 36 olarak ifade edilmiştir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, Güçlükonak ilçesinde tespit edilen 5 başlık ortalama, bölgesel ve ulusal düzeyde bildirilen rakamların oldukça altında kalmaktadır.

Bu düşük ortalamanın temel nedenlerinden biri, ilçenin dağlık arazi yapısı, sınırlı mera alanları (yalnızca 1.296 da) ve altyapı eksiklikleri olabilir. Özellikle yem temini, veteriner hizmetlerine erişim ve ekonomik ölçek eksikliği gibi faktörlerin, büyükbaş hayvancılıkta işletme büyüklüğünü sınırlayıcı etkide bulunduğu düşünülmektedir (Yıldız ve Koç, 2021; Şahin ve Mutlu, 2023). Ayrıca bölgedeki iklim koşulları ve göç olgusu gibi sosyo-ekonomik etmenler de hayvancılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini etkilemektedir (Demirbaş ve ark., 2019).

Tablo 3. 2024 yılında Güçlükönak ilçesinde bulunan büyükbaş işletmeleri

Hayvan Sayısı (baş)	İşletme Sayısı	Ortalama Hayvan Sayısı
1-5	254	3
6-10	61	8
11-50	18	16
Toplam	333	

3.4. Küçükbaş Hayvancılık İşletme Yapıları

Güçlükönak ilçesinde toplam 339 adet küçükbaş hayvancılık işletmesi bulunmaktadır. İşletme büyüklükleri incelendiğinde, bu işletmelerin %1.84'ü (n=8) 1–10 baş, %14.72'si (n=50) 11–50 baş, %19.94'ü (n=68) 51–100 baş, %41.41'i (n=138) 101–500 baş ve %22.09'u (n=75) ise 501 baş ve üzeri küçükbaş hayvana sahiptir (Tablo 4). Elde edilen veriler, ilçedeki işletmelerin büyük bir kısmının 100 baş ve üzeri küçükbaş hayvan varlığına sahip olduğunu göstermektedir. Toplam hayvan sayısının toplam işletme sayısına oranlanmasıyla elde edilen ortalama işletme büyüklüğü yaklaşık 311 baş olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Türkiye ortalamasının (yaklaşık 100–120 baş) oldukça üzerinde olup bölgedeki küçükbaş hayvancılığın yoğun ve işletme başına yüksek kapasite ile yapıldığını ortaya koymaktadır.

İşletme büyüklüklerine göre (1–10, 11–50, 51–100, 101–500, 501 ve üstü) ortalama hayvan sayılarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olup olmadığını değerlendirmek için ANOVA ve Tukey HSD testi uygulanmıştır. Tek-Yönlü ANOVA sonuçlarına göre F değeri: 5234.98 olarak hesaplanırken p-değeri: 8.58×10^{-300} olarak hesaplanmıştır. Buna göre de Gruplar arasında en az bir çift arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0.05$). Tukey HSD testi sonuçlarına göre;

- 1–10 vs 11–50: Anlamlı fark yok ❌
- 1–10 vs 51–100: Anlamlı fark ✔️
- 1–10 vs 101–500: Anlamlı fark ✔️
- 1–10 vs 501+: Anlamlı fark ✔️
- 11–50 vs 51–100: Anlamlı fark ✔️
- 11–50 vs 101–500: Anlamlı fark ✔️
- 11–50 vs 501+: Anlamlı fark ✔️
- 51–100 vs 101–500: Anlamlı fark ✔️
- 51–100 vs 501+: Anlamlı fark ✔️

• 101–500 vs 501+: Anlamlı fark

Analizler, işletme büyüklüğü ile ortalama hayvan sayısı arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Özellikle 101 baş ve üzeri hayvana sahip işletmelerin, küçük ölçekli işletmelere göre çok daha yüksek ortalama hayvan sayısına sahip olduğu için istatistiksel olarak anlamlıdır. Sadece 1–10 ve 11–50 grupları arasında fark anlamsız bulunmuştur.

Benzer şekilde, Bakır ve Mikail (2019) tarafından Siirt ilinde yürütülen çalışmada, toplam 289 küçükbaş hayvancılık işletmesinin %38’inin 50 baştan daha az hayvana sahip olduğu ve ortalama işletme büyüklüğünün daha düşük seviyelerde seyrettiği rapor edilmiştir. Bu karşılaştırma, Güçlükönak ilçesindeki işletmelerin bölge genelinde daha büyük ölçekli faaliyet gösterdiğini ve potansiyel olarak daha profesyonel hayvancılık uygulamalarına açık olduğunu düşündürmektedir.

Gül ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, küçükbaş hayvancılıkta işletme büyüklüğünün ekonomik sürdürülebilirlik açısından önemli bir gösterge olduğu, küçük ölçekli işletmelerin düşük verimlilik ve yetersiz gelir nedeniyle sektör dışına çıktıkları ifade edilmiştir. Bu bağlamda, Güçlükönak’taki mevcut işletme ölçeklerinin nispeten büyük olması, kırsal kalkınma açısından olumlu bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

Ayrıca, TÜİK (2025a) ve TÜRKVET (2025) verileri de küçükbaş hayvancılığın Türkiye genelinde son yıllarda artış gösterdiğini ve desteklemelerle birlikte işletme kapasitelerinde büyüme eğilimi olduğunu ortaya koymaktadır. Güçlükönak örneğinde de bu eğilimin yansıması olarak işletme ölçeklerinin genişlediği ve hayvan sayılarında önemli artışlar yaşandığı gözlemlenmektedir.

Tablo 4. 2024 yılında Güçlükönak ilçesinde bulunan küçükbaş işletmeleri

Hayvan Sayısı (baş)	İşletme Sayısı	Ortalama Hayvan Sayısı
1-10	8	6
11-50	50	31
51-100	68	76
101-500	138	328
501 ve üstü	75	711
Toplam	339	

4. SONUÇ

Bu çalışma, Şırnak ili Güçlükönak ilçesindeki büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı ile işletme yapılarını dönemsel veriler ışığında analiz ederek mevcut durumu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, ilçede hayvancılığın temel geçim kaynaklarından biri olduğunu ve özellikle küçükbaş hayvancılığın daha yaygın, istikrarlı ve gelişime açık bir yapıya sahip

bulunduğunu göstermektedir. Küçükbaş hayvan varlığının artış eğiliminde olması ve kişi başına düşen hayvan sayısının ulusal ortalamanın üzerinde seyretmesi, bu alt sektörün bölgesel kalkınma açısından önemli bir potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık büyükbaş hayvan varlığının sınırlı düzeyde olduğu, işletmelerin çoğunlukla küçük ölçekli aile tipi yapılar şeklinde faaliyet gösterdiği belirlenmiştir.

Hayvancılık faaliyetlerinin genel olarak geleneksel yöntemlere dayandığı, modern tekniklerin yeterince benimsenmediği, özellikle suni tohumlama, hayvan refahı, verimlilik ve pazarlama konularında yapısal eksikliklerin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, ilçe'deki hayvancılığın sürdürülebilir şekilde geliştirilmesi için bir dizi stratejik önlemin hayata geçirilmesi gerekmektedir. Öncelikle, üreticilerin modern hayvancılık uygulamaları konusunda bilgilendirilmesi amacıyla yayım ve eğitim programları organize edilmelidir. Büyükbaş hayvanlarda verimliliği artırmak için suni tohumlama yaygınlaştırılmalı ve teknik destek sağlanmalıdır. Ayrıca, üretici örgütlenmesi desteklenerek kooperatifleşme teşvik edilmeli, altyapı iyileştirmeleri ve devlet destekleri artırılmalıdır. Meraların sürdürülebilir yönetimi ve destekleme politikalarının etkin uygulanması da hayvancılığın bölgedeki geleceği açısından kritik önemdedir.

Teşekkür: Bu çalışmanın yürütülmesi sürecinde, veri temini ve verilerin düzenlenmesine yönelik katkılarından dolayı Güçlükönak İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün değerli yetkililerine ve çalışanlarına teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Acıbuca, V. & Bostan Budak, D. (2021). Mardin ilindeki küçükbaş hayvancılığın değişken durumu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(4), 898-905.
- Aydemir, C. & Pıçak, M. (2007). GAP bölgesinde hayvancılığın gelişimi ve Türkiye içindeki konumu. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(22), 13-37.
- Bakır, G., & Mikail, N. (2019). Siirt İlindeki Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Yapısal Durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1), 66-74. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.411087>
- Çiftçi, V. & Kopuzlu, S. (2025). Gaziantep ili Yavuzeli ilçesi küçükbaş hayvancılık işletmelerinin yapısal özellikleri-1. *Hayvan Bilimi ve Ekonomisi Dergisi*, 4(1), 27-39.
- Demirbaş, N., Gül, M. & Kılıç, M. (2019). Türkiye’de kırsal alanda hayvancılık faaliyetlerinin ekonomik sürdürülebilirliği: Karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 180–189. <https://doi.org/10.30910/turkjans.547904>
- Demirtaş, T. & Aslan, S. (2020). Türkiye’de hayvancılık sektöründe verimliliğin artırılmasına yönelik stratejiler. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 26(2), 143–157. <https://doi.org/10.24198/ekoloji.2020.26.2.143>
- Doğanay, H. & Orhan, F. (2017). Şavşat ilçesinde hayvancılık ve hayvansal üretim. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 513-530.
- Gül, A. & Karabayır, A. (2020). Türkiye’de küçükbaş hayvancılığın yapısal sorunları ve çözüm önerileri. *Hayvansal Üretim*, 61(1), 34–42. <https://doi.org/10.46592/hayprod.2020.61.1.34>
- Gül, M., Yılmaz, H. & Demirtaş, B. (2022). Küçükbaş hayvancılıkta işletme büyüklüğünün ekonomik sürdürülebilirliğe etkisi: TRC1 bölgesi örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 982–991.
- Gürsoy, E. & Macit, M. (2013). Erzincan ilinde büyükbaş hayvan varlığı, sorunları ve çözüm önerileri. *Alınları Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(1), 53-62.
- Gürsoy, O. (2006). Economics and profitability of sheep and goat production in Turkey under new support regimes and market conditions. *Small Ruminant Research*, 62(3), 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.013>
- Güven, E. & Yavuz, F. (2020). TRA2 Bölgesinde büyükbaş hayvancılık işletmelerinin yapısı: Ağrı, Ardahan, Iğdır ve Kars illerinde anket çalışması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(1), 1–11. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.619289>
- Kaya, Z., Yıldırım, A. & Uğur, T. (2021). Türkiye’de mera yapısının hayvancılık faaliyetlerine etkisi: Şırnak örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 23–31.
- Kılıç, O., Boz, I. ve Eryılmaz, G.A. (2020). Comparison of conventional and good agricultural practices farms: A socio-economic and technical perspective. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120666.
- Koçak, Ö. & Öztürk, G. (2021). Türkiye’de hayvancılıkta girdi maliyetlerinin üretim üzerindeki etkisi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 55–63.
- Köseman, A. & Şeker, İ. (2015). Malatya ili sığır, koyun ve keçi ürünlerinin mevcut durumu. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 29(2), 137-143.
- Özdemir, Y., Kınıklı, F. & Engindeniz, S. (2021). Süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları üzerine bir araştırma: Balıkesir’in Gönen ilçesi örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(4), 1001-1011.
- Özkan, B. & Yener, Ö. (2022). Yem fiyatlarındaki artışın hayvancılığa etkileri: Türkiye örneği. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 63(2), 110–118. <https://doi.org/10.46592/hayprod.2022.63.2.110>
- Semerci, A. & Çelik, A.D. (2016). Türkiye’de küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin genel durumu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2).

- Şahin, A., & Mutlu, M. (2023). Türkiye’de hayvancılık işletmelerinin yapısal sorunları ve politikalar: Mevcut durum analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 29(1), 35–45. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.1208710>
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). <https://www.tarimorman.gov.tr/> Erişim Tarihi: 2 Nisan 2025.
- TÜİK. (2024). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109> Erişim Tarihi: 16 Nisan 2025.
- TÜİK. (2025a). Büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları. Web: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Haziran-2021-37208#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K%20Kurumsalvetext=B%C3%BCy%C3%BCkba%C5%9F%20hayvanlar%20aras%C4%B1nda%20yer%20alan,194%20bin%20ba%C5%9F%20olarak%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fti>. Erişim Tarihi: 2 Nisan 2025.
- TÜİK. (2025b). Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi. Web: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2024-53783#:~:text=T%C3%BCrkiye'de%20ikamet%20eden%20n%C3%BCfus,811%20bin%20834%20ki%C5%9Fi%20oldu>. Erişim Tarihi: 16 Nisan 2025.
- TÜRKVET. (2025). Hayvan bilgi sistemi. Web: <http://hbs.tarim.gov.tr/> Erişim Tarihi: 2 Nisan 2025.
- Yıldız, H. ve Koç, A. (2021). Türkiye’de hayvancılığın yapısal sorunları ve çözüm önerileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(2), 201–210. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.856937>
- Yılmaz, O. ve Denk, H. (2022). Küçükbaş hayvancılıkta sürdürülebilir üretim yaklaşımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37(2), 203–210. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.8765432>

Derleme / Review

Meyve Bazlı Şekerleme Ürünlerinde Yenilikçi Teknolojiler

New and emerging technologies in fruit based-confectionery products

Ahsen Rayman Ergün^{*1}  , Taner Baysal²  , Özlem Pazarlı³  , Melike Erdoğan⁴  

¹ Gıda Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye;
ahsenrayman@hotmail.com

² Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye; taner.baysal@ege.edu.tr,

³ Gıda Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye;
ozlemmpazarli@gmail.com

⁴ Gıda Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye;
melikeerdogan04@gmail.com

* Sorumlu Yazar; ahsenrayman@hotmail.com

Article Information / Makale Bilgisi

Citation / Atıf: Rayman Ergün, A., Baysal, T., Pazarlı, Ö, Erdoğan, M. 2025. Meyve Bazlı Şekerleme Ürünlerinde Yenilikçi Teknolojiler. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 55-75. / Rayman Ergün, A., Baysal, T., Pazarlı, Ö, Erdoğan, M. 2025. New and emerging technologies in fruit based-confectionery products. *Sırnak University Journal Of Science*, 8, 55-75.

Date of Submission (Geliş Tarihi)	09. 12. 2024
Date of Acceptance (Kabul Tarihi)	21. 06. 2025
Date of Publication (Yayın Tarihi)	29. 06. 2025
Article Type (Makale Türü)	Review (Derleme)
Peer-Review (Değerlendirme)	Double anonymized – At Least Two External (Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem).
Ethical Statement (Etik Beyan)	It is declared that scientific, ethical principles have been followed while carrying out and writing this study, and that all the sources used have been properly cited. (Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur).
Plagiarism Checks (Benzerlik Taraması)	Yes (Evet) – Ithenticate/Turnitin.
Conflicts of Interest (Çıkar Çatışması)	The author(s) has no conflict of interest to declare (Çıkar çatışması beyan edilmemiştir).
Complaints (Etik Beyan Adresi)	sufbd@gmail.com
Grant Support (Finansman)	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research. (Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır).
Copyright & License (Telif Hakkı ve Lisans)	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0. (Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır).

ÖZET

Şekerlemeler, her yaş grubu tüketiciye hitap eden çok çeşitli ürün yelpazesine sahip olup, ülkemizde ve birçok dünya ülkesinde yaygın olarak üretilmekte ve tüketilmektedir. Şekerleme üreticilerinin ana çabalarından biri düşük kalorili ve şekersiz ürün geliştirerek, insan sağlığına daha uygun, günlük hayatta her yaşa hitap edecek ürün kalitesini ve çeşitliliğini arttırmaktır. Belirlenen amaçlar ile yeni teknolojiler kullanılarak şekerleme içeriği geliştirilmektedir. Şekerleme ürünlerine bitkisel ekstrakt, vitamin, mineral, lif, inülin, meyve bazlı dolgu ürünü, şeker alkolü, meyve-sebze konsantresi, probiyotik vb. ilave ederek içeriği zenginleştirilmiş fonksiyonel şekerlemeler üretilmektedir. Üretim basamaklarına uygulanan veya eklenen yeni teknolojiler ile birlikte inovatif şekerleme ürünleri çeşitlendirilip geliştirilmektedir. Meyvelerin ürünlere işlenmesi veya kurutulularak kullanılması fonksiyonel şekerleme ürünlerinin üretiminde giderek yaygınlaşmaktadır. Besin içeriğine ek olarak şekerlemelerin ambalajlanmasında ve raf ömrüne pozitif anlamda etki edecek yeniliklere ve farklı uygulamalara yönelik çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, meyve bazlı şekerleme ürünlerinin üretiminde yeni ve gelişen teknolojiler derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Meyve şekerlemesi; Sakkaroz; Yumuşak şeker; Renklendirici; Kalite; Sağlık

ABSTRACT

Confectionery has a wide range of products appealing to consumers of all age groups. It is widely produced and consumed in our country and many countries worldwide. One of the main efforts of confectionery manufacturers is to improve product quality and variety by developing low-calorie and sugar-free products. For this purpose, confectionery content is being developed by using new technologies. Processing of fruits into products or using them by drying is becoming increasingly common in the production of functional confectionery products. In processing of enriched functional confectionery, herbal extracts, vitamins, minerals, fiber, inulin, fruit-based filling product, sugar alcohol, fruit-vegetable concentrate, probiotic etc. are added to confectionery products. Innovative confectionery products are produced by using new technologies in the production steps. In recent years, fruits have been used in the production of different products. In addition to the nutritional content, it is seen that there is a trend towards innovations and different applications in the packaging of confectionery. In this study, new and developing technologies in the production of functional fruit confectionery products were reviewed.

Keywords: Fruit candy; Sucrose; Soft candy; Colorant; Quality; Health

1. GİRİŞ

Şekerleme ürünleri, daha çok çocuklar olmak üzere her yaş grubu tarafından büyük ilgi ve talep görmektedir. Şekerleme ürünlerinin formülasyonunda besleyici değeri olan veya olmayan tatlandırıcılar, çeşitli makro ve mikro elementler, vitaminler, karotenoidler gibi biyolojik olarak önemli aktif maddeler yer almaktadır (Güneş ve ark., 2018).

Şekerleme ürünlerinin sınıflandırılması hakkında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Türk Gıda Kodeksi'ne (TGK) göre şekerleme ürünleri; sert, yumuşak, jöle, draje, tablet, fondan, krokan, meyve, badem ezmesi ve benzeri, koz helva, nuga ve benzeri ve dolgulu şekerleme ürünleri olarak sınıflandırılmaktadır (TGK, 2013). Şekerlemelerin en basit şekilde sert ve yumuşak şekerlemeler olarak iki kategoriye ayrıldığı bilinmektedir (Burey ve ark., 2009). Sert ve yumuşak şekerlemeler ise kendi içinde çok yumuşak, yumuşak, sert ve çok sert olarak sınıflandırılmaktadır (Karagül, 2012; Da Silva ve ark., 2016).

Şekerleme üretiminde kullanılan hammaddeler; şekerler (sakkaroz, invert şeker, glikoz, glikoz şurubu, fruktoz, sorbitol ve ksilitol, melas), süt ve süt ürünleri (yoğunlaştırılmış süt, süt tozu, tereyağı), meyveler ve meyve ürünleri, katkı maddeleri (yapay tatlandırıcılar, emülgatörler, organik asitler, renklendiriciler, aroma maddeleri, antioksidanlar, jelleştirici ve stabilizatör ajanlar, tuzlar), kuruyemişler olarak bilinmektedir (Gök, 2020).

Şekerlemeler, glikoz ve şekerin pişirilmesinden sonra tartarik asit, sitrik asit ya da potasyum bitartarat ilave edilmesi ile oluşan hamura, amaçlanan son ürün türüne göre jelatin, yağ, kıvam verici, süt, süt tozu vb. eklenmesi ile şekil verilip paketlenmesi ile üretilen gıdalardır (Gök, 2020).

Şekerlemelerin içeriği incelendiğinde %5-%35 yağ, %47-%100 karbonhidrat, %3.2-%10.4 proteinden oluştuğu görülmektedir. Şekerlemelerin kalori değeri 350-528 kcal aralığında değişkenlik göstermektedir (Dorn ve ark., 2015).

Dünyada şekerleme üretimi yıllık yaklaşık 11,2 milyar tondur. Yapılan üretimin %45'inin çok uluslu büyük işletmelerin gerçekleştirdiği bilinmektedir (Yılmaz ve ark., 2019). Ülkemizde şekerleme endüstrisi, küçük üretim alanlarında geleneksel şekerlemelerin (lokum, helva) imalatı ile başlamıştır. Teknoloji geliştikçe geleneksel üretim metotlarına modern üretim metotları da ekleyerek şekerleme sektöründe ilerleme kaydedilmiştir (Anonim, 2017). Ülkemizde büyük şekerleme işletmeleri daha çok İzmir, İstanbul ve Ankara'da yer almaktadır. Diğer il ve ilçelerde genellikle daha küçük üretim alanlarında şekerleme imalatı gerçekleştirilmektedir (Çetinkaya ve Baykent, 2017).

Günümüzde meyve sektöründe yaşanan gelişmeler ile birlikte, meyveler daha farklı şekilde değerlendirilmekte ve çeşitli ürünlere işlenmektedir (Kara ve Küçüköner, 2019). Şekerlemeleri meyve bazlı şekerlemeler ve meyve bazlı olmayan şekerlemeler olarak incelemek de mümkündür.

Şekerleme ürünlerinin kalite kriterleri fiziksel (renk, reoloji, tekstür, kristalizasyon davranış ve durumu), duyuusal (tat, koku), fizikokimyasal (kimyasal bileşimi, su aktivitesi), mikrobiyolojik (koliform bakteriler, mikroskobik filamentli mantarlar ve mayalar, *Salmonella spp*, Stafilokoklar) olarak dört ana başlıkta incelenmektedir (Hartel ve ark., 2018; Gök, 2020). Günümüzde değişen beslenme alışkanlıklarına uygun olarak bu sektörde de tüketiciye özel (diyabetik, sporcu, çocuk, diyetetik beslenmesi gibi), kalite özellikleri üstün, daha dayanıklı ve güvenilir, duyuusal açıdan albenisi yüksek ürünler üretmek amaçlanmaktadır. Üreticilerin, ürün kalitesini iyileştirmek ve gıda güvenliğini sağlamak amacıyla hedef kitleye uygun çalışmalar yapmaları gerekmektedir (Kačániová ve Juhaniaková, 2011).

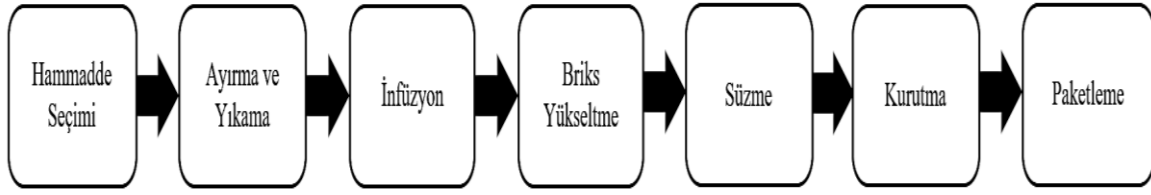
Bu çalışmada meyve bazlı şekerleme ürünleri üretimi, fonksiyonel şeker üretiminde kullanılan yeni teknikler ve şekerlemelerin içeriğini zenginleştirmeye yönelik yapılan çalışmalar ve üretilen fonksiyonel ürünlere yer verilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1 Meyve Bazlı Şekerleme Ürünleri ve Üretimi

Meyve şekerlemeleri, “yıkamış, yabancı maddelerinden arınmış ve doğranmış meyvelerin uygun şekilde şeker ile muamele edilerek, şurubun süzülmesi ve üzerinde kalan suyun uzaklaştırılması amaçlı kurutulması ile elde edilen ürünler” olarak tanımlanmaktadır (Cruess, 1938).

Meyve şekerlemesi üretimi genel olarak hammadde seçimi, ayırma ve yıkama, infüzyon, suda çözünür kuru madde yükseltme, süzme, kurutma ve paketleme işlemlerinden oluşmaktadır (Söke, 2013). Meyve bazlı şekerleme üretim prosesi Şekil 1’de gösterilmiştir.

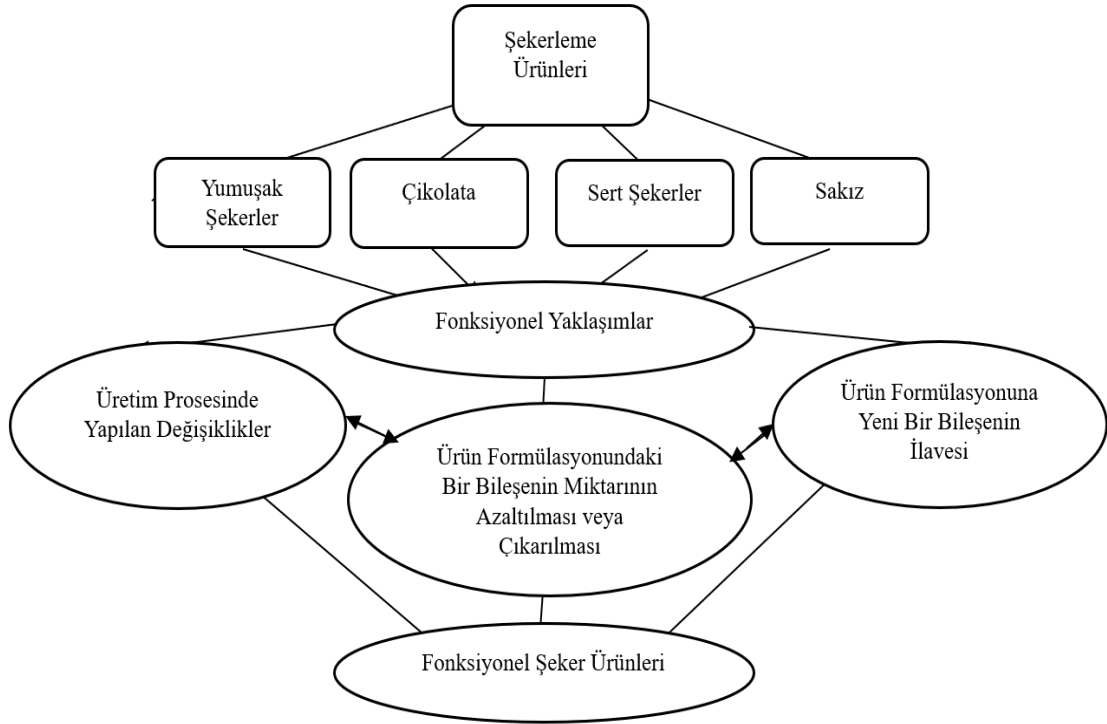


Şekil 1. Meyve Bazlı Şekerleme Genel Üretim Prosesi (Gök, 2020).

Meyve bazlı şekerleme ürünlerinin imalatı sırasında şeker, mısır şurubu, doku sertleştiriciler ve asitlik düzenleyiciler ile meyveler karıştırılmaktadır. Kullanılan meyveler infüzyon aşamasından geçirilmektedir. İnfüzyon sırasında meyvelerin içeriğinden nem ayrılmakta ve şeker ile karışarak şurup meydana getirmektedir. Oluşan şuruba düzenli olarak şeker eklenerek şuruptaki şekerin meyveye, meyvedeki suyun şuruba geçmesi sağlanmaktadır. Bu işlem “Osmotik Kurutma” olarak isimlendirilmektedir. Bu yöntem ile incir, üzüm, kivi, mango, kayısı, papaya, elma, şeftali, kavun, muz vb. bazlı meyve şekerlemeleri üretilmektedir (Yakut ve Elmacı, 2008).

2.2 Meyve Bazlı Şekerleme Ürünleri ve Üretimi

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile çok çeşitli nitelikte şekerlemelerin imalatı yapıldığından bu sektörde de fonksiyonel ürün üretimi araştırmaları ve çalışmaları başlamıştır. Şekerleme teknolojisinde çeşitli ürün gruplarında yapılan fonksiyonellik eğilimlerine Şekil 2’de yer verilmektedir (Güneş ve ark., 2018).



Şekil 2. Şekerleme Teknolojisinde Çeşitli Ürün Gruplarında Yapılan Fonksiyonellik Eğilimleri (Gök, 2020).

3. ŞEKERLEME ÜRETİMİNDE YENİ VE GELİŞEN TEKNOLOJİLER

Şekerleme üretiminde yenilikçi teknolojiler konusu, şekerlemelerin içeriğini zenginleştirmek, şekerleme üretiminde kullanılan teknolojileri iyileştirmek, kalitesini arttırmak, renklendiricileri iyileştirmek, şekerlemelerin sağlığa olumlu etkilerini arttırmak ve ambalajlanmasına yenilik getirmek amaçlı uygulamalar gibi farklı başlıklarda incelenmiş ve bu konularda yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

3.1 Şekerlemelerin Üretimi Sırasında Uygulanan Yenilikçi Teknolojiler

Şekerleme üretimi sırasında uygulanan yenilikçi teknolojiler; ekstrüzyon, soğuk sprey yöntemi ile kurutma, vakumlu sprey ile pişirme yöntemi, süresi dolmuş şekerleme ürünlerinin işlenmesi (defin, bertaraf, geri dönüşüm, öğütme) ve ısı işlem ardından kaplama yöntemi ile uygulanan yenilikçi teknolojiler olarak ele alınmıştır.

3.1.1 Ekstrüzyon

Önemli ve gelişen bir proses olan ekstrüzyon işlemi; ısı işlem, karıştırma, kesme vb. çok sayıda işlemin bir araya geldiği, kalıptan hamurun itildiği bir işlemdir. Ekstrüzyon prosesinde materyallerin sistemdeki akışı, materyallerin aralarındaki termal enerji ve kütle aktarımından meydana gelen bir taşıma prosesidir (Ajita, 2018). Yüksek sıcaklık-kısa süreli işleme yöntemi olan ekstrüzyon ile üretilen şekerlemeler incelendiğinde daha az enerji tükettiği, verimli ve daha

ucuz son ürün elde edildiği görülmüştür (Yakut ve Elmacı, 2008). Meyan şeker üretiminde meyan kökü hamuru halatlara ekstrüde edilir, daha sonra istenen uzunluklara kesilir ve tutarlı kalınlığa izin verir. Gummy şekerleme üretiminde ekstrüderler, jelatin bazlı karışımları düzgün bir şekilde kalıplara dağıtmaya yardımcı olur ve çiğneme dokuları oluşturur. Çikolata kaplı ürünlerde ekstrüderler, fındık, meyve veya marshmallow'a çikolata uçları uygular ve hatta kapsama alanı sağlar. Çok katmanlı şekerlemelerde ise şeker kütlesi ve yağlı macun katmanları ile yapılan lamine şeker ürünleri gibi çoklu katmanlara sahip karmaşık şekerler oluşturabildikleri belirtilmiştir (Anonim, 2025).

3.1.2 Soğuk Sprey ile Kurutma

Soğuk sprej prosesi de diğer termal sprej prosesi gibi prosesi kontrolüne olanak sağlayan daha ekonomik ve pratik bir uygulama avantajı sunmaktadır. Soğuk sprej yöntemiyle kaplama oluşum sürecinde, ilk aşamada nozülün ucundan yüksek hızla püskürtülen parçacıklar yüzeyi temizleyerek aktif hale getirir. Daha sonra, yüzeye çarpan toz parçacıkları, kesme kuvvetlerinin etkisiyle plastik deformasyona uğrayarak şekil değiştirir. Yapılan bir çalışmada, soğuk sprej kurutma yöntemi kullanarak üretilen muz, havuç, çilek, elma, ıspanak ve portakal tozlarının fonksiyonel ve teknolojik özellikleri incelenmiştir. Bitki tozlarının gıdalardaki davranışını tahmin etmek amacıyla nem bağlama yeteneği, su tutma kapasitesi, emülsifiye etme yeteneği ve yağ tutma yeteneği incelenmiştir. Araştırmalar sonucunda elde edilen sebze ve meyve tozlarının şekerleme ürünlerine eklenmesi ile tat ve koku gibi duyu özelliklerinin iyileştirildiği, besin değerinin arttırıldığı ve sağlığa olumlu etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Ianchyk ve ark., 2016).

3.1.3 Vakum Altında Spreyleyerek Pişirme Yöntemi

Spreyli vakumlu pişirme yönteminde sprej vakumlu pişirme tankı bulunan üretim sistemi kullanılmaktadır. Erimiş şeker yukarıdan vakum tankına püskürtülerek, klasik vakum yöntemlerine göre farklı olarak spreyli vakuma maruz bırakılmaktadır. Klasik akide şekerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla klasik pişirme işlemi (168 °C) ile spreyli vakum ortamında pişirme (138 °C) işlemlerinin son ürün kalitesi ve raf ömrüne etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Beş kg şeker lapası ile yapılan ön denemeler sonucunda spreyli vakum sisteminin 135 °C ve 500 milibar vakum uygulamasının optimum norm oluşturduğu, ancak 50 kg üzerinden yürütülen endüstriyel üretim şartlarında 138 °C nin daha uygun olduğu tespit edilmiştir (Demir ve ark., 2010). Benzer bir çalışmada spreyli vakumlu pişirme yöntemi ile akide şekerini üretiminde son ürün özellikleri incelendiğinde raf ömrü daha uzun, daha sert ve

camsı olduğu görülmüştür. Renk ve aromanın da gıdanın saklanması daha olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Nikitich ve Misyuchenko, 2020).

3.1.4 Süresi Dolmuş Şekerleme Ürünlerinin İşlenmesi (Defin, Bertaraf, Geri dönüşüm, Öğütme)

Son kullanma tarihi geçmiş tüm ürünlerde olduğu gibi süresi dolmuş şekerlemeler de sağlık, çevre ve ekonomik açıdan önem taşımaktadır. Şekerleme ürünleri, uzun raf ömrüne sahip olsalar da, son kullanma tarihi geçtiğinde doğrudan çöpe atılmamalıdır. Doğru işleme yöntemleriyle yenilenebilir ya da farklı endüstriyel alanlarda değerlendirilebilir. Büyük üreticiler ve perakendeciler, süresi dolmuş ürünleri dönüştürerek zararlarını minimize edebilmektedir. Geri dönüştürülmüş şekerleme malzemeleri, düşük maliyetli gıda üretiminde ham madde olarak kullanılabilir, ayrıca alternatif olarak hayvan yemi üretiminde karbonhidrat kaynağı olarak değerlendirilebilir. Şeker içeriği yüksek olan bu ürünler fermantasyonla biyoyakıt üretiminde kullanılabilir. Eriyen veya ezilen şekerlemeler, pastacılıkta veya yeni ürün formülasyonlarında kullanılabilir. Ancak mikrobiyal güvenlik açısından süresi dolmuş ürünler, güvenli bir şekilde işlenmeli ve kontaminasyon riskleri göz önünde bulundurulmalıdır. Yeniden işleme sürecinde pastörizasyon veya diğer sterilizasyon teknikleri uygulanmalıdır. Atık olarak çöpe giden şekerleme ürünleri, çevreye zarar verebilir. Geri dönüşüm ve alternatif kullanım yolları, karbon ayak izini düşürerek sürdürülebilir üretimi destekleyebilmektedir (Altan, 2008).

Sonuç olarak, süresi dolmuş şekerleme ürünlerinin uygun yöntemlerle işlenmesi hem ekonomik hem de çevresel açıdan önemli bir konudur. Bu ürünlerin değerlendirilmesi için gıda bilimi ve teknoloji alanında inovatif çözümler geliştirmek gereklidir.

Yapılan bir araştırmada, şekerleme atıklarının geri dönüşümü için modern teknolojiler analiz edilmiştir. Bu atıkların en önemli kullanım alanının toprak verimliliğini artırmak için tarımda kullanılması olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda Belarus Cumhuriyeti'nde şekerleme endüstri atıklarının geri dönüşümü için olası teknolojiler üzerine araştırmalar yapılmıştır. Süresi dolmuş şekerleme ürünlerinin işlenmesi için aşağıdaki gibi teknolojiler olduğu tespit edilmiştir (Nikitich ve Misyuchenko, 2020).

- Defin; ülkenin kanunlarına göre atıkların çevrede yalıtılmasıdır.
- Bertaraf; geri dönüşüm sürecinde olan ürünlerden faydalı bileşenler ayrıştırılmasıdır. Yeni ürünler üretmek veya gübreleme için kullanılır.
- Geri dönüşüm; kullanıma uygun olmayan ürünlerin hava geçirmez kaplarda ayrıştırılarak bertarafı yapıp kalıntıları sanayi ve tarımda kullanılmasıdır.

- Öğütme; homojen bir kütle oluşturan özel tesisatların kullanılıp ilave maddelerle doldurulmasıdır. Elde edilen ürün, çimento üretimi sürecinde hammadde olarak kullanılmaktadır.
- Pişirme; son kullanma tarihi kısa olan ürünlerin elden çıkarılmasına yönelik olup, kar sağlamaz ve çevreyi olumsuz etki eder (Nikitich ve Misychenko, 2020).

3.1.5 Isıl İşlem Uygulaması

Dünya genelinde 2000'in üzerinde şekerleme türü üretilmektedir (Altan, 2008). Bu geniş ürün yelpazesi; suyun farklı oranlarda buharlaştırılması, pişirme yöntemlerindeki çeşitlilik ve kristalizasyon sürecinin denetlenmesi gibi etkenlerle şekillenmektedir. Sert şekerlemelerde olduğu gibi, bünyelerinde yalnızca %1 oranında su kalacak şekilde kalan tüm suyun ısı ve vakumla uzaklaştırılması sayesinde sert yapılarını kazanırlar. Şekerleme ürünlerinin duysal ve tekstürel özelliklerini koruyarak kalitesini artırabilmek amacıyla bu aşamada çeşitli yenilikçi çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin bir çalışmada; ısıtım işlem uygulaması açık tavada kendine has kokusu hissedilene kadar yaklaşık yarım saat kavrulmuş menengiçlerin özellikleri incelendiğinde koyu rengin yanında aroma ve tatlarında da daha fazla lezzet gözlenmiş, gevrekliğinin daha fazla olduğu açıklanmıştır. Kavrulmuş menengiç ile üretilen şekerlemenin şeker oranının %70, kavrulmamış menengiç ile üretilen şekerlemenin şeker oranının %60 olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, şekerleme sanayinde menengiç kullanılması ile antioksidan içeriği çok yüksek bir fonksiyonel gıda olan son ürün elde edilmiştir (Hayoğlu ve ark., 2010).

3.2 Şekerlemelerin İçeriğini Zenginleştirmek Amacıyla Uygulanan Yenilikçi Teknolojiler

Günümüzde şekerlemelerin içeriğini zenginleştirmek ve fonksiyonel ürün üretmek amacıyla birçok araştırma yapıp şekerlemelerin duysal ve tekstürel özellikleri incelenmektedir. Besin değerini arttırmak, maliyeti düşürmek ve tüketicilerin beğenisini arttırabilmek amacıyla bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Meyve ve meyve pulpu ilave edilerek şekerleme ürünlerinin içeriğini zenginleştirmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada meyve pulpu ilavesi ile şekerlemelerin vitamin, mineral, protein ve lif içeriğini arttırmak amaçlanmış ve son ürünün tüketicinin daha çok ilgisini çektiği gözlemlenmiştir (Güneş ve ark., 2018). Aynı zamanda yabancı meyve türleri olarak bilinen, besleyici değeri yüksek ve geniş bir kullanım alanına sahip kıvılcık ve yabancı eriğinin meyve ve sebze sularının vitamince zenginleştirilmesine ek olarak

pasta ve şekerleme endüstrisinde dolgu maddesi olarak da kullanılabildiği belirtilmiştir (Demir ve ark., 2010).

Fonksiyonel şekerleme üretiminin amaçlandığı bir çalışmada, şekerleme ürünlerine meyankökü, çörek otu, propolis, zeytin yaprağı, zerdeçal ve üzüm çekirdeği eklenerek şekerlemelere duyuusal etkileri incelenmiştir. Tatları incelendiğinde en fazla sırasıyla çörek otu, meyankökü ve propolis ekstraktlarının beğenildiği görülmüştür. Karıştırılarak kullanılan ekstraktlarda ise en fazla propolis ve çörek otu karışımı beğenilmiştir (Aydın, 2019).

İnülinin jelly tipi yumuşak şekerlemeye ilave edildiği bir çalışmada, jelatin, şeker ve inülin oranlarının ürünün özelliklerine (duyuusal ve tekstürel) olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen verilere bakıldığında artan jelatin miktarının sertliği arttırdığı ve adeziv yapışkanlığı azalttığı görülmüştür. Adeziv yapışkanlığın artmasının inülin miktarı ile doğru orantılı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak jelly tipi şekerleme ürünlerinde inülin maddesinin şeker yerine kullanılması tüketiciler tarafından beğenilmiş ve sevilerek tercih edilmiştir. Bu şekilde alternatif fonksiyonel şekerleme ürünlerinin üretilebileceği gözlemlenmiştir (Demircan ve ark., 2019). Fonksiyonel jelly tipi şekerleme üretiminin amaçlandığı bir diğer çalışmada, şekerlemelere maltoz, sakkaroz, jelatin çözeltisi, su sitrik asit, elma aroması, elma suyu konsantresi, doğal yeşil gıda boyası (klorofil, E141) eklenmiş, aynı zamanda C ve E vitaminleri, Tiamin (B1 vitamini), Riboflavin (B2 vitamini), Niasin (B3 vitamini), pantotenik asit ve kalsiyum, fosfor, demir, çinko karışımı (premix) ilave edilmiştir. Bu materyaller yalnız veya kombine kullanılarak farklı şekerlemeler üretilmiştir. Çalışma sonuçları genel olarak incelendiğinde, şekerlemelerin kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüş fakat vitamin-mineral karışımı miktarı arttıkça tüketici memnuniyetinde azalma gözlemlenmiştir (Karınca, 2011).

Besin değerini artırabilmek amacıyla uygulanan çalışmalar incelendiğinde, yüksek proteinli un kullanılarak üretilen şekerlemelerde, besin değerinin arttığı, temel besin ve enerji için tüketicilerin fizyolojik ihtiyaçlarının karşılandığı görülmüştür (Yanova ve ark., 2020). Bunun yanı sıra besin değerinde değişiklik olmadan maliyeti düşürmenin amaçlandığı bir çalışmada, kakao yağı ikamesi olarak şekerleme ve çikolata endüstrisinde kullanımı %100'e kadar serbest olan ve kakao yağına özellik olarak en yakın olan hurma çekirdeği yağı tercih edilmiştir. Şekerleme ürünlerinde hurma çekirdeği oleini kullanımı ile üretim maliyetlerinin yüksek miktarda azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Aygören ve Keçeli, 2018).

3.3 Şekerleme Üretiminde Kullanılan Renklendiriciler Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Fonksiyonel şekerleme üretimi konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde doğal ve yapay renklendiriciler kullanarak yeni ürünler elde edildiği saptanmıştır. Bu renklendiricilere meyve konsantreleri, pigmentler, renklendirici özleri örnek olarak verilebilmektedir. Bu araştırmalar sonucunda şekerlemelere eklenen renklendiricilerin sağlığa olumlu ve olumsuz etkileri olabildiği sonuçlarına ulaşılmıştır (Backes ve ark., 2020). Renk maddeleri kullanılarak üretilen şekerleme ve meyveli içeceklerin çocuklarda belirli davranış değişikliklerine ve en çok hiperaktiviteye sebep olduğu bildirilmiştir (Sezgin ve Ayyıldız, 2019). Renklendirici özlerinin şekerlemelere eklenmesinin incelendiği bir çalışmada, şekerleme olarak tatlı çörek ve sütlü tatlı ekstraktı, doğal renklendirici olarak ise incir kabuğu ve karaçalı meyvesi kullanılarak iki farklı şekerleme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, şekerlemeler için incir kabuğu ve karaçalı meyvesinin toksikolojik risk oluşturmeyen, doğal gıda boyası olarak kabul edilebilir renklendiriciler olduğu görülmüştür (Backes ve ark., 2020).

Yapılan bir çalışmaya göre şekerleme üretiminde siyah havuç konsantresi kullanımının kullanmayanlara göre sert şekerlerin higroskopitelerinin yüksek miktarda düşmesine sebep olduğu görülmüştür (Yılmaz ve ark., 2019). Aynı zamanda Selemoğlu ve Yıldız (1983), kırmızı pancardan (*Beta vulgaris*) pigmentlerin izolasyonunu inceledikleri bir çalışmada, kırmızı pancarın pigment içeriğinin güvenilir olmasından dolayı şekerlemelere tozunun veya ekstraktının doğal boya maddesi olarak eklenebileceğini belirtmişlerdir.

Yapılan bir diğer çalışmada mor havuçlardan elde edilen antosiyaninler şekerleme ürünlerinde doğal kırmızı renklendirici olarak kullanılmıştır. Kontrol numunesi olarak ise yaygın kullanımı olan karmin maddesi kullanılmıştır. Mor havuç antosiyanini %0.3 oranında içeren sert şekerlemeler ve %0.20 oranında içeren yumuşak şekerlemelerin duyuusal testte doğal kırmızı renkleri ile %0.10 oranında karmin içeren şekerlemenin renklerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür (Assous ve ark., 2014). Yapılan bir başka çalışmada ise sağlığa olumsuz etkileri bulunan yapay renk maddeleri ve doğal renk maddesi olan karmine alternatif olarak, sağlığa yararlı olduğu bilinen karamuk (*B. crataegina*) meyvesi eklenerek doğal renklendiricili bir şekerleme üretiminde, karamuk ekstresi kullanılarak üretilmiş olan şekerleme ürünlerinin antioksidan kapasitesinin yükseldiği belirtilmiştir (Çoban, 2020).

Bir diğer çalışmada ise boya ve aroma kaynağı olarak %20 oranında juçara (*Euterpe edulis*) ve çarkıfelek (*Passiflora edulis*) meyvesi posası ilave edilerek fonksiyonel şekerleme üretimi amaçlanmıştır. Bu yöntemle üretilen şekerleme ürünlerinin antioksidan kapasitelerinde ve antisiyonin miktarlarında farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu meyvelerin

pulplarının doğal bir katkı maddesi olarak şekerleme üretiminde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Miranda ve ark., 2020).

3.4 Şekerlemelerin Kalitesini Arttırmak Amacıyla Uygulanan Yenilikçi Teknolojiler

Şekerlerin kalite özelliklerinin korunmasına yönelik olarak son yıllarda yapılan çalışmalarda, şekerlemelerin farklı yararlı bileşiklerce zenginleştirilmesi (Da Silva ve ark., 2016; Miranda ve ark., 2020), şeker oranının değiştirilmesi (Mutlu ve ark., 2018) gibi konulara yoğunlaşıldığı bildirilmiştir.

Şekerlemelere %1-6 oranlarında zencefil tozu, %0,02-0,14 oranlarında zencefil oleoresin ve şekerleme içeriğindeki su çıkarılıp %5-30 oranlarında zencefil suyu eklenerek fonksiyonel şekerleme üretiminin hedeflendiği bir başka çalışma incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda son ürünün duyu özellikleri (tat, renk, aroma, doku) incelendiğinde en fazla beğenilen ürünlerin %3 zencefil tozu, %0,1 zencefil oleoresin, %25 zencefil suyu eklenen ürünler olduğu tespit edilmiştir (Suman ve ark., 2021).

Bir başka çalışmada aloe veradan elde edilen ticari toz ekstraktının sakıza ilave edilerek kaliteli sakız üretimi amaçlanmıştır. %10 oranında aloe vera, farklı aroma maddeleri ve tatlandırıcılar kullanılmıştır. En uygun aroma vericilerinin nane ve tarçın olduğu, en uygun tatlandırıcının da maltitol olduğu belirtilmiştir. Bu yöntemle üretilen şekerleme ürünlerinin panelistler tarafından beğenildiği görülmüştür (Aslani ve ark., 2015).

Beğenilen ve başarılı olan diğer bir ürün ise, pektinin jelleştirme ajanı olarak kullanıldığı bir meyve şekerlemesidir. Bu şekerleme üretiminde şarap üretiminin atık maddesi olan üzüm kabukları farklı boyutlarda kullanılmıştır. Oluşan son ürünün nem, su aktivitesi, renk, çözünür katı madde, kalite özellikleri vb. incelenmiş ve üzüm kabuğunda bulunan lif ve fenolik maddelerin besin kalitesi üzerine olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Gök, 2020).

Pektin bazlı jelly tipi şekerlemeler üzerine yapılan bir başka çalışmada, pektin bazlı jelly tipi şekerlemelerinin tekstürel ve duyu özelliklerine zarar vermeden, antioksidan miktarını arttırmak için yaban mersini pulpu (%5-10) ve şeker miktarını azaltmak için fruktooligosakkarit (FOS) (%6, 12, 18) kullanılmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde en çok tercih edilen %18 FOS ve %12 yaban mersini pulpu içeren şekerlemeler olduğu görülmüştür. Bu çalışma süresince antioksidan kayıpları gözlemlenmiş olsa da son ürünün de antioksidan özellik gösterdiği belirtilmiştir. Sonuç olarak şekerlemede duyu kalitede sorun olmadan FOS oranının yükseltilebileceği görülmüştür (Prakash ve Priya, 2016).

3.5 Şekerlemelerin Sağlığa Olumlu Etkilerini Arttırmak Amacıyla Uygulanan Yenilikçi Teknolojiler

Günümüzde kalorisi az gıdalara yönelik talebin artması ile bu konuda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Daha az enerji verecek şekerlemelerin üretimi için şeker içeriği düşürülmüş ve genellikle yüksek kalorili ürünlerin yerine daha düşük kalorili ürünler kullanılmaktadır. Tüketicilerin değerlendirmeleri incelendiğinde, şeker kullanılmadan üretilen ürünlerin de tercih edilebilirliğinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Marshmallowlar üzerinde yapılan bir çalışmada enerji seviyesini düşürmek için fruktoz ve isomalt karışımı kullanılmıştır. Bununla birlikte kırmızı guava ve limon kullanılarak yeni bir marshmallow üretimi yapılabildiği görülmüştür. Şekersiz ve düşük kalorili şekerleme ürünlerinin geliştirilmesi için alternatif tatlandırıcıların ve hacim arttırıcı maddelerin çözünürlük, kristalleşme davranışı, higroskopiklik ve tatlılık özelliklerinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirlenmiştir (Gök, 2020).

Mısır nişastası yerine inülinin kullanıldığı bir şekerleme üretiminde, inülin içeren ve içermeyen şekerlemelerin sertlik, çiğneme, jelleşme, yapışkanlık vb. özelliklerinin birbirine çok yakın olduğu ve diyet lifi içeren şekerlemelerin üretiminde inülin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Delgado ve Banon, 2018). Aynı zamanda az şekerli ve hiç şeker içermeyen agar bazlı jelly tipi meyveli şekerlemelerin duysal ve tekstür özelliklerinin araştırılıp geliştirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada, bir miktarı veya tamamı glikoz ve sükroz şurubuna uygun olan bir ikame grubu olarak polidekstroz, sukraloz, eritritol ve oligofruktoz kullanılmıştır. Aroması elma olan bir kontrol grubu incelendiğinde 2-4 hafta boyunca 14 °C depolama sıcaklığında saklandıktan sonra içerdiği nem miktarının büyük oranda düşmesi, bu ürünlerde sineresis (jel yapıdan suyun ayrılması ve jel yapının büzülmesi) olayının çok fazla belli olması ile alakalı olduğu belirtilmiştir. Hiç şeker bulunmayan örneklerin asitlik değerinin, formülasyonda fazla miktarda agar bulundurmasından kaynaklı diğer ürünlerden daha az olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, yapışkanlık özelliği şekeri düşürülmüş örneklerde daha az bulunmuştur (Riedel ve ark., 2015).

Atıkların değerlendirilmesi konusunda yapılan bir çalışmada ise, araştırmacılar turuncgillerden meydana gelen atıkları ve yan ürünleri jelly tipi şekerlemelerde kullanarak daha az enerji veren bir şekerleme üretimi amaçlamışlardır (Gök, 2020).

Şekerlemelerin yüksek kalorili olması, besin değerinin düşük olması ve fazla tüketildiğinde bazı hastalıklara yol açabildiği bilinmektedir. Bu nedenle sağlığa olumlu

etkilerini arttırmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Şekerlemelerin sağlığa olumlu etkilerini arttırmak için şekerlemelere çeşitli meyve sularının, bitkilerin ve yapraklarının, ayrıca baharatların eklendiği bilinmektedir (Kaplan, 2005; Akpunar, 2015).

Soylu ve Bayram, (2020) tarafından yapılan araştırmada Asteraceae/Compositae familyasından otsu bir bitki olan ekinezya bitkisinin yaraları iyileştirme, antioksidan, antienflamatuar, bağışıklık sistemi geliştirme vb. özellikleri olduğu tespit edilmiştir. Son zamanlarda fonksiyonel şekerleme üretiminde de ekinezya türlerinin kullanımının yaygınlaştığı ve sağlığa olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Bitkilerin yanı sıra bitki yapraklarının da şekerlemelere eklenerek sağlığa olumlu etkilerinin arttırdığı bilinmektedir. Ayrıca, şekerlemelere çay yaprakları eklenerek şekerlemelerin içeriğini zenginleştirmek amaçlanmış, özellikle hemiselüloz ve çözünmeyen lif parçacıkları olmak üzere lif içeriğini önemli ölçüde arttırdığı gözlemlenmiştir (Gramza-Michałowska ve ark., 2016). Bununla birlikte yapılan araştırmalar sonucunda şekerlemelere baharat eklenerek şekerlemelerin sağlığa olumlu etkilerinin artırılabilceği sonucuna ulaşılmıştır.

Zencefil baharatının şekerleme üretiminde kullanımının incelendiği bir çalışmada, zencefil baharatının anti-inflamatuar özelliği, artrit ve baş ağrısına olumlu etkisi, bakteri önleyici özelliği, mide bulantısına iyi gelmesi gibi özellikleri ile şekerleme üretimine olumlu katkı sağladığı bilinmektedir (Kaplan, 2005).

Aynı zamanda zencefil eklenerek üretilen şekerleme ürünleri incelendiğinde bakteri, küf ve maya gelişimi görülmemiştir (Suman ve ark., 2021). Yapılan başka bir araştırmada ise daha çok bira, diğer alkollü ve alkolsüz içeceklerde kullanımının yaygın olduğu bilinen şerbetçi otunun şekerleme üretiminde de kullanıldığı görülmektedir. Şerbetçi otunda bulunan lupulinin antibakteriyel etkisi olduğu bilinmektedir (Coşkun, 2010).

Şekerleme ürünlerine çeşitli meyve suları eklenerek şekerlemelerin sağlığa olumlu etkilerinin artırılması amaçlanmaktadır. Lokumlara *Punica granatum L.* (Punicaceae) “Nar”, *Citrus paradisi Mc. Fad.* (Rutaceae) “Greyfurt”, *Cydonia oblonga Miller* (Rosaceae) “Ayva”, *Musa sapientum L.* (Musaceae) “Muz” meyve suları eklenerek kabuk ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmada, test mikroorganizmalarına karşı nar ekstraktlarının inhibe edici özellikte olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte muz ekstraktlarının da bakteri ve mayalara karşı aynı özellikte olduğu belirtilmiştir (Akpunar, 2015).

Yapılan bir başka çalışmada ise şarap fabrikalarının yan ürünü olan üzüm kabukları öğütülüp şekerlemelere ilave edilerek etkileri incelenmiştir. Üzüm kabuğu tozlarının eklendiği şekerlemelerin antosiyanin, flavonol ve prosiyanidin miktarını ve antioksidan aktivitesini arttırdığı tespit edilmiştir (Cappa ve ark., 2015).

Fonksiyonel şekerleme üretiminin amaçlandığı bir başka çalışmada, şekerleme ürünlerine %2,66 oranında guarana tozu eklenmiştir. Guarana tozu ilavesinin şekerlemenin polifenol içeriğini ve antioksidan aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir. Aynı zamanda son ürün rengine de olumlu etkileri olduğu görülmüştür (Martiş ve ark., 2020).

Türk lokumu, jel şeker ve tofi şekerlemelerinin içerisinde sakkaroz çıkartılıp %5, %10, %15 ve %20 oranlarında keçiyoynuzu konsantresi eklendiği bir diğer çalışmada ise, en çok beğenilen şekerleme ürününün %5 keçiyoynuzu konsantresi eklenerek üretilen tofi olduğu görülmüştür. Aynı zamanda %5 keçiyoynuzu konsantresi ilavesinin antioksidan aktivitesini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Böylece keçiyoynuzu konsantresi eklenerek üretilen şekerlemelerin sağlığa olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir (Önder ve Aydar, 2022).

3.6 Şekerlemelerin Ambalajlanmasında Yenilikçi Teknoloji Uygulamaları

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte ambalajlama konusunda da yenilikler yapıldığı bilinmektedir. Ambalaj gıda ürünlerinin kalitesini, taşınabilirliğini, geçirgenliğini, raf ömrünü, yeniden kullanılabilirliğini, pazarlanabilirliğini ve maliyetini etkilemektedir. Son zamanlarda yeni ambalaj teknolojileri kullanılarak daha kaliteli ve tüketiciye hitap eden fonksiyonel şekerleme ürünleri üretilmesi amaçlanmaktadır.

Şekerlemelerin ambalajlanmasında genel olarak plastik ve modifiye edilen kağıtlar kullanılmaktadır. Bu kağıtlar; çoğunlukla ağartılmakta ve balmumu, reçine, lak, plastik, ve alimnuyum laminatlar gibi maddeler ile kaplanmakta ya da doyurulmaktadır. Plastik malzemeler ise rejenere edilmiş selüloz, selüloz asetat, poliamid, poliestere reçine, polietil reçine polipropilen reçine, polistren reçine, poliviniliden klorür ve vinil klorürden yapılmaktadır (Altan, 2008).

Şekerleme ürünlerinde büyük ölçüde esnek ambalajlamanın tercih edildiği görülmektedir. Esnek ambalajlar ürünlerin yeniden kapatılmalarını kolaylaştıran, sağlam ve temiz ambalajlardır. Ayrıca delinmelere ve yırtılmalara dirençlidir. Esnek ambalajlar daha hafif olduğundan, atılması daha kolaydır. Aynı zamanda tek seferde daha fazla paket taşınabilir olduğundan nakliye maliyetleri de azalmaktadır (Chinnadurai & Sequeira, 2016). Bununla birlikte otomasyon ve robotik teknolojisi, şekerleme ürünlerinin ambalajlanmasında sektördeki

araştırmalara öncülük etmektedir. Bu teknoloji, araştırmacıların yeniden yapılandırılabilir mekanizmaları ve robotik teknolojiyi kullanmaları için olanak sağlamaktadır.

Yeniden yapılandırma teknolojisi, şekerleme endüstrisinde karşılaşılan zorlukları önleyen bir üretim hattının geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Dai ve ark., 2013). Bu bağlamda şekerleme ürünlerinde stand-up ambalaj kullanımının giderek arttığı görülmektedir. Bu ambalajlar estetik olarak tüketiciye hitap ettiği için ürünlerin tercih edilebilirliğini de arttırmaktadır (Önder ve Aydar, 2022).

Şekerleme ürünlerinde protein kaplamalar ve biyopolimerler kullanılarak da ambalajlamada yeniliğe gidildiği görülmektedir. Yapılan bir araştırmada, peynir üretimi sırasında oluşan peynir altı suyunun şekerleme ürünlerinde peynir altı suyu proteinli kaplama olarak kullanıldığı görülmektedir. Peynir altı suyu protein filmi O₂ geçirgenliğini önlemektedir. Buna rağmen suyu seven bir yapısı olduğu için nem bariyeri olarak yeterli direnci göstermemektedir. Bu tür filmlerin kokusuz, berrak ve elastikiyetinin yüksek olması önemli avantajlarındandır (Sarıtış, 2017).

Başka bir çalışmada ise farklı şekilde üretilmiş ve ambalajlanmış çilek şekerlemelerinin 3 ay boyunca 5±2 °C’de depolanması sırasındaki değişimlerinin incelendiği bir çalışmada, şekerlemelerden bir tanesi yalnızca şeker, diğeri ise şeker ve mısır şurubu kullanılarak üretilmiştir. Çilek şekerlemeleri polietilen laminasyonlu PVC (Polivinil klorür) ambalaj ile vakumlu ve modifiye atmosfer şartlarında ambalajlanmıştır. Bu koşullar incelendiğinde depolama sonunda, mısır şurubu olmadan modifiye atmosfer koşullarında ambalajlanıp depolanan çilek şekerlemesinin kalite karakteristiklerinde büyük bir değişim gözlenmiştir. Ayrıca şekerlemelerin 3 ay depolama sonunda toplam katı madde, çözünür katı madde, pH, asitlik, esmerleşme değeri, şeker ve renk gibi kalite parametreleri açısından değerlendirildiğinde ürünün kabul edilebilirliğinde de düşüş gözlenmiştir (Yakut ve Elmacı, 2008).

Farklı özelliklere sahip yenilebilir film ve kaplamaların çeşitli gıdalarda etkin bir şekilde uygulanabildiği, yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bitkisel proteinlerden mısır proteini zein iyi biyoyumluluğu, biyolojik olarak parçalanabilirliği, kendi kendine montaj yeteneği, film oluşturma kapasitesi ile çeşitli gıda ve ilaç formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmıştır. Antimikrobiyal madde ilavesiyle hazırlanan aljinat ve zein bazlı yenilebilir filmlerin, gıdalardaki mikrobiyal yükü azaltarak gıda güvenliğini sağlama, kalite kayıplarını en aza indirme ve raf ömrünü uzatma potansiyeline sahip olduğu bildirilmektedir. Makromoleküler bir taşıyıcı olarak zein, biyoaktiflerin kararlılığını ve biyoyararlanımını etkili

bir şekilde artırılabilir (Falsafi et al., 2023). Aynı zamanda zein, parlak, sert ve yağ bariyer özelliklerine sahip olan film ve kaplamaların yapısında sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar incelendiğinde şekerleme ürünlerinin ambalajlanmasında zein biyopolimerinin tercih edildiği görülmektedir (Saritaş, 2017).

4. SONUÇLAR

Şekerleme ürünleri besin içeriği açısından önemli fizyolojik değerlere sahip olmamasına karşın çok uzun zamandır var olan ve çokça tüketilen bir besin grubudur. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara olan ilgisinin artması ile birlikte gıda endüstrisinde birçok gıdanın formülasyonunda iyileştirme çalışmaları artış göstermiştir. Bunun en önemli sebebi tüketicilerin daha sağlıklı gıdalar tüketmeyi talep etmeleridir. Günümüzde üretim tekniklerini değiştirerek fonksiyonel şekerleme ürünü üretme çalışmaları da giderek artmaktadır. Soğuk spreyle kurutma, ekstrüzyon, vakum altında spreyleyerek pişirme gibi yeni teknolojiler bunlardan bazılarıdır. Bu şekilde üretilen şekerlemelerin aroma ve tatlarının, vitamin, mineral, protein ve lif içeriğinin arttırılabildiği, daha düşük maliyetli son ürün elde edilebildiği, atık olarak ayrılan şekerleme ürünlerinin geri dönüştürülüp kullanılabildiği tespit edilmiştir. Şekerleme ürünlerinin ambalajlanmasında kullanılan yenilikler incelendiğinde, esnek ambalajlama, stand-up ambalaj, protein kaplama ve biyopolimer ambalajlama gibi farklı ambalaj teknolojilerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Böylelikle düşük maliyetli, gıdanın yapısını koruyan ve tüketicinin dikkatini çeken ürünler elde edilebildiği gözlemlenmiştir. Şekerlemelerin sağlığa olumlu etkilerinin arttırılmasının amaçlandığı çalışmalar incelendiğinde şekerlemelere antibakteriyel, anti-inflamatuar ve bakteri önleyici özellikte bileşenlere sahip meyve, meyve suları, bitki, bitki yaprakları, bitki tozları, baharatlar eklenerek sağlığa yararlı son ürün üretilbildiği görülmüştür. Şeker içeriği düşürülerek veya yüksek kalorili bileşen yerine düşük kalorili bileşen eklenerek üretilen şekerlemelerin tüketicinin beğenisini kazandığı ve pazarlama stratejilerini olumlu etkilediği görülmüştür. Gelecekte de 3D baskı ile üretilebilecek yapay zeka teknolojisi kullanılabilecek teknolojiler ile bu endüstri kolunun geliştirilmesi beklenmektedir. Ayrıca *in vivo* çalışmalar ile sindirilebilirliğin ve biyoyararlılığın etkilerinin araştırıldığı çalışmalara yoğunlaşılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ajita, T. (2018). Extrusion cooking technology: An advance skill for manufacturing of extrudate food products. *Extrusion of Metals, Polymers and Food Products*, Chapter:11, 197-210.
- Akpınar, E. (2015). Türk lokumu üretiminde kızılıçık (ergen) meyvesinin doğal renklendirici olarak kullanılması ve depolama stabilitesinin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Altan, A. (2008) Özel Gıdalar Teknolojisi.Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:178. Ders Kitapları. Adana. Türkiye.
- Anonim, (2017). Şekerli ve Çikolatalı Mamüller Sektör Raporları. İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı, Ankara, 1-6.
- Anonim (2025). <https://patents.google.com/patent/US6616963B1/en>
- Aslani, A., Ghannadi, A., & Raddanipour, R. (2015). Design, formulation and evaluation of Aloe vera chewing gum. *Advanced biomedical research*, 4(1), 175.
- Assous, M.T.M., Abdel-Hady, M.M., Medany, G.M. (2014). Evaluation of red pigment extracted from purple carrots and its utilization as antioxidant and natural food colorants. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 1–7.
- Aydın, M. (2019). Doğal bitki ekstraktlarının yumuşak jöle tipi şekerlemede fizikokimyasal ve duyuşal özellikler üzerine etkileri. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Aygören, A., & Keçeli, M. T. (2018). Palm yağından kimyasal interesterifikasyon ile kakao yağı ikamesi yapılandırılmış yağ üretilmesi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36(6), 29-38
- Backes, E., Leichtweis, M. G., Pereira, C., Caroch, M., Barreira, J. C. M., Ganena, A. K., Baraldi, I. J., Barreiro, M. F., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R. (2020). Ficus carica L. and Prunus spinosa L. extracts as new anthocyanin-based food colorants: a thorough study in confectionery products. *Food Chemistry*, 333, 1- 33.
- Burey, P., Bhandari, B.R., Rutgers, R.P.G., Halley, P.J., Torley, P.J. (2009). Confectionery gels: a review on formulation, rheological and structural aspects. *International Journal of Food Properties*, 12, 176-210.
- Cappa, C., Lavelli, V., Mariotti, M.(2015). Fruit candies enriched with grape skin powders: Physicochemical properties. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 569–575.
- Çetinkaya, F., & Baykent, G. (2017). İşyeri çalışma ortamı koşullarının ergonomik yönden incelenmesi (örnek: şekerleme firması). *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1), 15-31.
- Chinnadurai, K., & Sequeira, V. (2016). Packaging of cereals, snacks, and confectionery. *Food Sciences*, 1-8.
- Çoban, B. (2020). Şekerleme Üretiminde Doğal Renklendirici Olarak Karamuk (Berberis crataegina) Ekstresinin Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
- Coşkun, F. (2010). Gıdalarda kullanılan bazı baharat ve baharat özütlerinin antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda*, 8(4); 41-46.
- Cruess, W.V. (1938). Commercial fruit and vegetable products, Mc Grew-Hill Book Company Inc., New York and London, 368 – 383. (alınmıştır; Söke, P., 2013, Siyah ve Beyaz Mersin (Myrtus Communis L.) Meyvesinin ve Bu Meyvelerden Elde Edilen Meyve Şekerlemelerinin Lezzetini Oluşturan Uçucu Bileşenlerin Saptanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, İzmir.)
- Da Silva, L.B., Queiroz, M.B., Fadini, A.L., Da Fonseca, R.C.C., Germer, S.P.M., Efraim, P., (2016). Chewy candy as a model system to study influence of polyols and fruit pulp

- (açai) on texture and sensorial properties. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 268-274.
- Dai, Y., Kong, D., & Wang, M. (2013). Investor reactions to food safety incidents: Evidence from the Chinese milk industry. *Food Policy*, 43, 23–31.
- Delgado, P., Banon, S. (2018). Effects of replacing starch by mulin on the physicochemical, texture and sensory characteristics of gummy jellies. *CyTaJournal of Food*, 16: 1–10.
- Demir, M. K., Elgün, A., Avcı, A. (2010). Klasik ve vakum altında spreylenecek pişirme yöntemlerinin akide şekerinin bazı kalite kriterleri ve raf ömrü üzerine etkisi. *Gıda*, 35(6); 431-438.
- Demircan, A., Palabıyık, İ., Demirci, A. Ş. (2019). İnülin içerikli jelly tipi yumuşak şekerleme üretimi ve bileşen optimizasyonu. *Gıda*, 44(5); 759-769.
- Dorn, G. A., Savenkova, T. V., Sidorova, O. S., Golub, O. V. (2015). Confectionery goods for healthy diet. *Food and Raw Materials*, 3(1); 70-76.
- Falsafi, S.R., Topuz, F., Esfandiari, Z., Karaca, A. C., Jafari, S. M., Rostamabadi, H.(2023). Recent trends in the application of protein electrospun fibers for loading food bioactive compounds, *Food Chemistry*. 20, 100922, ISSN 2590-1575. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100922>
- Gök, Ş. (2020). Jelly Tipi Şekerleme Kalori Düzeyinin Bitkisel Çözünür Lif ve Poliol Kullanımı ile Azaltılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Siirt Üniversitesi, Siirt.
- Gramza-Michałowska, A., Kobus-Cisowska, J., Kmiecik, D., Korczak, J., Helak, B., Dziedzic, K., & Górecka, D. (2016). Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves'. *Food Chemistry*, 211, 448–454.
- Güneş, R., Palabıyık, I., Kurultay, Ş. (2018). Şekerleme teknolojisinde fonksiyonel ürün üretimi. *Gıda*, 43(6); 984-1001.
- Hartel, R.W., Von Elbe, J.H., Hofberger, R. (2018). Springer International Publishing Confectionery Science and Technology., Switzerland, 536.
- Hayoğlu, İ., İzol, G., Gümüş, A., Göncü, B., Çevik, G. B. (2010). Menengicin şekerleme üretiminde kullanım olanakları. *R.Ü.Z.F.Dergisi*, 14(4); 57-62.
- Ianchyk, M., Niemirich, O., & Gavrysh, A. (2016). Study of functional and technological properties of plant powders for use in confectionery industry. *Food Science and Technology*, 10(4). <https://doi.org/10.15673/fst.v10i4.251>
- Kacaniova, M., & Juhaniakova, L. (2011). Microorganisms in confectionery products. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 1(1), 57-69.
- Kaplan, H. (2005). Zencefilin (Zingiber officinale Roscoe) Bitkisel Özellikleri ve yetiştiriciliği. *Derim*, 22(2); 1-9.
- Kara, O. O., & Küçüköner, E. (2019). Geleneksel bir meyve çerezi: Pestil. *Akademik Gıda*, 17(2); 260-268.
- Karagül, N. (2012). Şekerleme Endüstrisinde Proses ve Kirlenme Profili ile Artırılabilirlik Bazlı Deneysel Karakterizasyon, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Karınca, M. (2011). Vitamin ve Mineraller İle Zenginleştirilmiş Yumuşak Şekerleme (Jelly) Üretiminin Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Martiş (Petruț), G., Muste, S., Mureșan, A., Vlaic, R., Pop, A., Ungur, R., Pușcas, A., Bordean, M.E., Mureșan, V. (2020). Gelled confectionery product supplemented with Guarana (Paullinia cupana Kunth) Powder. Development and Characterization, Hop and Medicinal Plants, 28(1-2), 202–210.
- Miranda, J. S., Costa, B. V., de Oliveira, I.V., de Lima, D. C. N., Martins, E. M. F., de Castro Leite Júnior, B. R., Almeida do Nascimento Benevenuto, W. C., Campelo de Queiroz, I., Ribeiro da Silva, R., Martins, M. L. (2020). Probiotic jelly candies enriched with native

- Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI30 6086. *LWT, Food Science and Technology*, 126, 109275.
- Mutlu, C., Tontul, S.A., Erbaş, M. (2018). Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instad of sugar. *Food Sci Technol*, 93: 499-505
- Nikitich, A., & Misyuchenko, V. (2020) ‘Analysis of Possible Technologies For Recycling Confectionery Waste In The Republic Of Belarus’, Belarusian State University, Isei Bsu, Mink.
- Önder, H., Aydar, A. Y. (2022). Şekerleme Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Fonksiyonel Yumuşak Şekerleme Üretimi, *Aydın Gastronomy*, 6(1); 65-78.
- Prakash, N., & Priya, S. (2016). Development of novel functional confectionery using low reduced sugar. *Indian J Drugs*, 4(4); 141–148.
- Riedel, R., Birgit, B., Harald, R. (2015). Development of formulations for reduced- sugar and sugar-free agar based fruit jellies, *International Journal of Food Scienceand Technol-ogy*, 50(6); 1338–1344.
- Sarıtaş, G. (2017). Natamisin İçeren Aljinat ve Zein Filmlerinin Hazırlanması, Karakterizasyonu ve Kaşar Peynirinin Raf Ömrü Üzerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu
- Selemoğlu, A., & Yıldız, F. (1983). Kırmızı Pancardan Pigmentlerin İzolasyonu. *Gıda*, 8(6), 261-263.
- Sezgin, A. C., & Ayyıldız, S. (2019). Çocukların tükettiği atıştırmalık gıdalarda kullanılan renklendiricilere ilişkin bir araştırma. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18); 879-913.
- Söke, P. (2013). Siyah ve Beyaz Mersin (*Myrtus Communis* L.) Meyvesinin ve Bu Meyvelerden Elde Edilen Meyve Şekerlemelerinin Lezzetini Oluşturan Uçucu Bileşenlerin Saptanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Soylu, P., & Bayram, B. (2020). Bal, propolis, arı sütü, Çıvanperçemi (*Achillea millefolium*) ve Ekinezya (*Echinacea paradoxa*) karışımından fonksiyonel gıda üretimi, ürünün fizikoki-myasal ve biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 9(1); 25-38.
- Suman, Kaushal, M., Gupta, A., Vaidya, D., Kaushik, R. (2021). Standardization of formulation for the preparation of ginger supplemented jelly candies. *The Pharma Innovation Journal*, 10(2), 608–613.
- TGK. (2013). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayı 28693.
- Yakut, E., F., & Elmacı, Y. (2008). Çilek şekerlemesi üretimi ve depolama sırasında kalite karakteristiklerindeki değişmelerin incelenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 219-222.
- Yanova, M.A, Sharopatova, A.V., Roslyakov, Yu.F, Dzobelova, V. B. (2020). ‘Application Efficiency Of New Raw Materials in The Production Of Flour Confectionery Products With Increased Nutritional Value’. *Iop Conf. Series: Earth And Environmental Science* 548.
- Yılmaz, M. F., Yıldırım, E., Karakuş, M. (2019). Doğal renk maddesi katkılı sert şekerleme üretimi: farklı karbonhidrat formülasyonlarının renk, camsı geçiş, higroskopite, karbonhidrat kompozisyonu ve duyuşal özellikler üzerine etkileri. *Gıda*, 44(2); 357-368.

Robotic Livestock Breeding: A Historical and Technological Review

Robotik Hayvan Yetiştiriciliği: Tarihsel ve Teknolojik Bir Derleme

Ayşe Özge Demir^{1*}  , Sinan HAKAN²  

¹ Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 65080, Van, Türkiye, aodemir@yyu.edu.tr

² Van Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, 65040, Tuşba, Van, Türkiye, shk851@hotmail.com

* Corresponding Author; aodemir@yyu.edu.tr

Article Information / Makale Bilgisi

Citation / Atıf: Demir, A. Ö., & Hakan, S. 2025. Robotic Livestock Breeding: A Historical and Technological Review. *Sirnak University Journal Of Science*, 8, 76-94. / Demir, A. Ö., & Hakan, S. 2025. Robotik Hayvan Yetiştiriciliği: Tarihsel ve Teknolojik Bir İnceleme. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 76-94.

Date of Submission (Geliş Tarihi)	18. 04. 2025
Date of Acceptance (Kabul Tarihi)	22. 06. 2025
Date of Publication (Yayın Tarihi)	29. 06. 2025
Article Type (Makale Türü)	Review (Derleme)
Peer-Review (Değerlendirme)	Double anonymized – At Least Two External (Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem).
Ethical Statement (Etik Beyan)	It is declared that scientific, ethical principles have been followed while carrying out and writing this study, and that all the sources used have been properly cited. (Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur).
Plagiarism Checks (Benzerlik Taraması)	Yes (Evet) – Ithenticate/Turnitin.
Conflicts of Interest (Çıkar Çatışması)	The author(s) has no conflict of interest to declare (Çıkar çatışması beyan edilmemiştir).
Complaints (Etik Beyan Adresi)	sufbd@gmail.com
Grant Support (Finansman)	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research. (Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır).
Copyright & License (Telif Hakkı ve Lisans)	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0. (Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır).

ABSTRACT

The development of robotic livestock farming reflects the rapid integration of artificial intelligence (AI), automation, and Internet of Things (IoT) technologies into modern agriculture. This review explores the historical evolution of robotic systems in animal farming, highlighting key milestones from early mechanization to advanced AI driven management tools. Twelve major technological domains are described, including robotic milking, feeding, reproductive assistance, climate control, and autonomous herd management. The review also evaluates the advantages, challenges, and future directions of robotic livestock systems, emphasizing sustainability, productivity, and animal welfare.

Keywords: AI; Animal welfare; IoT; Reproductive assistance; Robotic livestock

ÖZET

Robotik hayvancılık çiftçiliğinin gelişimi, yapay zeka (AI), otomasyon ve Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinin modern tarıma hızla entegre edilmesini yansıtır. Bu inceleme, erken mekanizasyondan gelişmiş AI destekli yönetim araçlarına kadar önemli kilometre taşlarını vurgulayarak, hayvancılıkta robotik sistemlerin tarihsel evrimini inceler. Robotik sağım, besleme, üreme yardımı, iklim kontrolü ve otonom sürü yönetimi dahil olmak üzere on iki önemli teknolojik alan açıklanmaktadır. İnceleme ayrıca robotik hayvancılık sistemlerinin avantajlarını, zorluklarını ve gelecekteki yönlerini değerlendirerek sürdürülebilirlik, üretkenlik ve hayvan refahını vurgular.

Anahtar Kelimeler: AI; Hayvan refahı; IoT; Robotik hayvancılık; Üreme yardımı

1. INTRODUCTION

Aristotle (384–323 BC) once said, “If every tool could work by itself, by appropriate command or in a predetermined way then there would be no need for workers or slaves.” This early philosophical insight significantly anticipates our current era, in which autonomous tools, powered by robotics and artificial intelligence (AI) are increasingly replace the need for human labor. Yet robotics progressed slowly until the Industrial Revolution, and was only marginally developed by modern standards until the 13th century. One notable exception is the work of Ismail al-Jazari (1136 Upper Mesopotamia, 1206 Cizre), who is generally considered the father of cybernetics but is not widely recognized in Western scientific discourse. Al-Jazari laid out the basic principles of cybernetics, the field concerned with the control and regulation of complex systems, both living and nonliving. He is credited with designing and operating what can be considered the first robot, and his work is believed to have influenced Leonardo da Vinci (1452-1519) (Ciurea and Bratu, 2022). Living in the Cizre and Diyarbakır regions, Al-Jazari documented approximately 50 mechanical devices and instructions for their construction (Cora and Şahin, 2020). Today, the field of robotics has advanced rapidly. One important application area is robotic animal husbandry, often described as the “farming of the future” through the lens of artificial intelligence. This field integrates robotics, AI-enabled systems, sensors, automation, and the Internet of Things (IoT) into livestock management to improve animal welfare, reduce labor demands, and increase overall productivity.

1.1. History of robotic animal husbandry

Robotic animal husbandry refers to the use of technology in the animal husbandry sector to increase efficiency, reduce labor, and improve animal health. Robotic animal husbandry is directly related to the history of technology use in animal husbandry. This process began in the mid-20th century in parallel with the modernization of agriculture and animal husbandry and has gone through many stages to date. Developments in this field have evolved in parallel with technological advances (Rankin et al., 2017).

Development of robotic animal husbandry from past to present

1. 1.1. First mechanization (1900-1950)

In the early 20th century, with the widespread use of agricultural machinery, the first mechanical devices began to be used in the animal husbandry sector. The aim was to reduce manpower and increase hygiene in milking. In 1907, the first automated milking machine was developed. This is considered the beginning of mechanization in animal husbandry.

1.1.2. Early period (1950 - 1980)

After World War II, automation technologies developed rapidly and animal husbandry equipment was also modernized in this process. In the 1950s, milking lines began to be used on large farms. Automatic feeding machines were developed to ensure regular feeding of animals. During this period, mechanical systems began to be used, albeit limited, to monitor the health and productivity of animals. The first robotic applications began in the mid-20th century, but this was a period when technology was just beginning to be adapted to agriculture. In animal husbandry, milking, feeding and care processes, which were generally carried out with manual labor, continued. Technological developments began to provide infrastructure for agricultural machines and robots. However, the use of robots in animal husbandry was limited during this period. Functions such as milking could be done with only a few agricultural machines, but these machines still relied on human intervention.

1.1.3. First robotic systems and trials, the birth of robotic milking (1980-1990)

In the late 1980s, the first robotic milking systems were developed in the Netherlands. The 1990s were a period when robotic technologies began to be used more in the agricultural sector, and significant developments took place. The aim was to milk animals according to their individual needs and to save labor by minimizing human intervention. In 1992, Lely launched the first commercial milking robot, the Lely Astronaut (Elischer et al., 2013). This system achieved the first major commercial success that made milking autonomous and found widespread use in the world. Moreover, robotic feeding systems also began to develop thanks to the robotic developments in the animal husbandry sector in these years. During this period, feeding robots equipped with sensors began to be used so that animals could receive their feed in the right amount and at the right time. Health monitoring systems began to develop; possible health problems could be detected by monitoring the movements, temperatures and feed consumption of animals.

1.1.4. The period of accelerating technological progress (2000 - 2010)

GPS, RFID (Radio Frequency Identification) and sensor technologies began to be used in animal husbandry in the 2000s. This process marks a period when robotic animal husbandry developed rapidly and found a wider area of application. Systems were developed to monitor the movements, health status and reproductive cycles of animals. It became widespread in countries such as Australia and the USA, especially to reduce losses in large herds. During this period, feeding robots began to be used on farms to automatically adjust the diets of animals.

Robotic systems such as the Lely Astronaut and DeLaval VMS began to be used on more farms around the (Sorensen et al., 2016) world. This was a significant turning point in the automation of milking. Robots began to be used to perform cleaning functions in animal shelters. These robots reduced manpower by performing tasks such as manure removal. Thanks to smart sensors and AI-supported algorithms, the health status of animals began to be monitored more precisely. Robotic systems were developed for egg collection, incubation and chick care in poultry farming. Robots began to make more sophisticated decisions by being integrated with AI algorithms. For example, feeding and watering systems could be adjusted according to the individual needs of animals. Robots and AI began to monitor the reproductive processes of animals and assist in artificial insemination and genetic improvement processes. Robots began to be used for autonomous management and herding of herds. These robots can monitor the movements of animals and direct them when necessary. Robots that monitor animal behavior provide more precise data by analyzing the health status of each individual, their feeding habits and their reactions to environmental factors.

1.1.5. Artificial intelligence and IoT integration (2010 - 2020)

Artificial intelligence-supported systems that analyze animal behavior and diagnose health care early. For example, software that detects stress solutions and possible symptoms of adaptations has emerged. Devices, sensors and robots used in barns have been integrated with the internet, allowing remote management. Farm management has become widespread through mobile applications. Autonomous shepherd robots and drones have begun to develop large herds of animals.

1.1.6. Modern era (2020s and beyond)

In recent years, robotic animal husbandry has developed further with the combination of technologies such as artificial intelligence, machine development and IoT (Internet of Things). Energy-efficient robotic systems and environmentally friendly manure management systems. Robotic technologies have begun to be used in reproductions such as artificial insemination and embryo transfer. Robotic animal husbandry technologies have begun to expand in regional developments such as the Netherlands, Germany and the USA. Smart animal barns that combine climate control, automatic feeding and health systems.

1.2. The basic technologies of robotic animal husbandry

1.2.1. Automatic milking systems technology

In this technology, animals are recognized by the RFID chip on their horns or feet. Radio Frequency Identification technology is a method of recognizing objects individually and automatically using radio frequency. Robots increase efficiency and reduce animal stress by milking cows at certain intervals. This technology is widely used in countries such as Germany and New Zealand.

Example: Systems such as Lely Astronaut (Elischer et al., 2013) and DeLaval VMS (Sorensen et al., 2016) completely automate milking and save farmers time while monitoring animal health.

- Cows go to the milking robots themselves and the robots perform the milking.
- The milk yield, time of milking and health status of each animal are monitored with sensors.
- Cows enter the area designated for milking.
- The robot recognizes the cow's teats with sensors and milks in the correct position.
- After milking, the robot records the amount of milk, milking duration and milking frequency for each cow. It shows milk yields daily, monthly and yearly both graphically and as data to the user.
- The animal's health and udder health are also monitored during milking.

1.2.2. Automatic feeding systems technology

Smart feeding robots prevent waste and ensure better growth by determining the amount of feed according to the needs of the animals. These robots are actively used on many farms in Sweden.

Example: Systems such as GEA MixFeeder (Nielsen et al., 2018) and Trioliet (Vaintrub et al., 2021) automatically distribute feed and ensure that all animals on the farm are adequately fed.

- Robots reduce feed waste by determining the amount of feed and distribution time according to the needs of the animals.
- The feed needs of the animals are determined by sensors. The user of the system determines the amount of feed and ration that animals should consume. Sensors recognize the animal and are used to transfer the defined amount to the feeder, waterer or nursing container for the animal approaching the feed unit.

- The robots give the right amount of feed to each animal individually.
- Feeding times and amounts can be adjusted according to factors such as the age, breed and health status of the animal.
- The systems monitor and optimize feed consumption.

1.2.3. Behavior and health monitoring systems technology

Robots equipped with sensors monitor the movements, eating behaviors and health status of the animals using drones, GPS and artificial intelligence. In addition, wearable sensors and IoT devices attached to the animals' bodies are used to constantly monitor their health status. In abnormal situations, an early warning system is activated. Especially in countries with large herds such as Australia and the USA, these technologies are used to diagnose animal diseases early and reduce losses. In addition, systems called Drone Shepherd (shepherd drone) are common in Australia.

Example: Systems such as CowManager (Zambelis et al., 2019) and Fitbit (Gabel, 2018) for Cows collect animal health data and provide analyses to farmers to make efficient decisions.

- Sensors attached to animals collect data such as movement, temperature, feed consumption and detect possible disease symptoms at an early stage.
- Artificial intelligence-supported algorithms send notifications to farmers in abnormal situations.
- Sensors attached to animals collect biometric data such as movement, body temperature, heart rate, and respiratory rate.
- Artificial intelligence and machine learning algorithms analyze this data and detect disease symptoms or abnormal behavior early.
- Reports are sent to farmers about the animal's health status.

1.2.4. Reproductive systems technology

Robots can be used in processes such as artificial insemination, embryo transfer and genetic improvement. The body temperature and hormonal changes of animals are monitored with IoT sensors. AI algorithms analyze the data and detect the estrus period. The use of artificial insemination and embryo transfer robots is quite common in cattle farms, especially in the USA.

Example: Robotic systems that monitor the genetic characteristics of animals, such as Sexing Technologies, reveal the genetic characteristics of animals. While SCR Heatime detects estrus, SenseTime can monitor reproduction in cattle (Dos Santos, 2022).

- Robotic reproductive systems automate processes such as artificial insemination and embryo transfer. Genetic monitoring systems monitor the genetic potential of animals and offer improvement strategies.
- Reproductive processes such as artificial insemination and embryo transfer can be performed more quickly and precisely with the help of robots and automatic devices.
- Artificial insemination and embryo transfer are performed by robots.
- Genetic data is collected to evaluate the health and productivity potential of animals.

1.2.5. Climate controlled shelter systems technology

Smart air conditioning systems provide a healthier environment by reducing animal stress. For example, in climate controlled shelters in the Netherlands, humidity and temperature levels are automatically regulated to ensure animal comfort.

Example: Robotic systems that provide climate control in Big Dutchman chicken (Zhou et al., 2023) and pig farms and SKOV cattle and poultry farms (Dilaver and Dilaver, 2024).

- Radiant heaters are used in cold climates, and fans and evaporative coolers are used in hot climates.
- Carbon dioxide, ammonia and humidity levels are controlled with mechanical ventilation support.

1.2.6. Autonomous cleaning robots technology

These are systems where robots that clean manure are used to ensure hygiene in barns. In this way, the health of animals is improved and labor is reduced.

Example: Cleaning robots such as JOZ Barn Cleaner and Lely Discovery (Ebertz et al., 2019) are used for barn cleaning and disinfection processes.

- Robots collect and clean manure in barns.
- Some robots automatically collect and carry manure, while others distribute manure to a specific area and offer it for use as organic fertilizer.

1.2.7. Robotic incubation and egg collection systems technology

In these systems, egg collection, incubation and chick care processes in poultry farming are automated with robots. Thanks to their technology, they ensure that eggs are collected without damage and that incubation conditions are optimized.

Example: Companies such as Rockwell Automation, Big Dutchman, Egg-Collecting Robot by Novatech (Ozenturk et al., 2023) have developed such robotic incubation and egg collection systems.

- The eggs laid by the chickens are detected by robotic systems with sensors.
- The sensors determine the location of the eggs and direct the robots to the right place.
- The quality control of the eggs is carried out and they are classified according to their size.

1.2.8. Automatic water supply systems technology

These systems, which measure the water requirement with the help of sensors, also ensure that the animals receive regular and sufficient amounts of water. In this way, water waste is prevented. There are special water supply systems for chickens, cows and other farm animals.

Example: Water supply systems such as Big Dutchman Nipple Drinker System, Cowmatic Automatic Drinking System (Kraim and Çay, 2023), Dairy Master Automated Water System (Grinter et al., 2019) prevent waste by meeting the water needs of the animals correctly.

- The water distribution network and pipes are under the control of these systems.
- Water quantity and quality are determined with sensors and detection systems.
- Measurements are made with temperature and pH sensors.
- Water flow is programmed with timers.

1.2.9. Pregnancy tracking and early miscarriage detection technology

This technology, where the pregnancy status of animals can be tracked with ultrasound imaging and biosensors, can also process the data and detect miscarriage risk or complications at an early stage.

Example: Ai-Medical Vet AI and Fujitsu AI are technologies that can determine the pregnancy status of cattle with ultrasound data (Džermeikaitė et al., 2023).

- Artificial intelligence analyzes ultrasound images to determine whether there is a pregnancy.
- Body temperature, activity level and hormone changes are monitored.

- It sends a warning when an abnormal situation such as miscarriage risk is detected.

1.2.10. Smart fence systems technology

In this technology, smart fences and GPS-based systems are used to ensure that animals stay in a certain area. These systems monitor the location of the animals and give a warning when necessary.

Example: Systems such as Premier 1 Supplies, Geofence, Tractive GPS Tracker Systems (Hofmann et al., 2022), Systems are used to ensure the safety of animals and manage the boundaries of the lands by integrating with different technologies.

- Sensors monitor the movement of animals
- It provides the breeder with the opportunity for remote monitoring and control.
- It gives an alarm when the animal crosses the borders and sends a notification to the breeder via the mobile application.

1.2.11. Autonomous herd management robots technology

Autonomous herd management robots are used to direct animals such as sheep, cows or cattle. These robots keep the herd in a certain area and allow the animals to go to food or water areas.

Example: AgBot: These are autonomous robots used in agriculture and designed to direct herds (Kamboj et al., 2022).

- Robots follow animals using GPS and sensors and direct the herd correctly.
- Robots that direct the herd when necessary keep the animals in designated areas.

1.3. Overview of key studies in robotic animal husbandry

The development and integration of robotic systems in livestock farming have gained significant momentum over the last two decades, leading to species-specific advancements in automation, monitoring, and welfare enhancement. Particularly in dairy cattle farming, robotic milking systems and health monitoring technologies have become well-established, with studies such as those by Løvendahl and Sørensen (2016) and Rutten et al. (2013) emphasizing their effectiveness in improving both productivity and animal welfare. In contrast, robotic systems in small ruminants (sheep and goats) are less mature but rapidly evolving, focusing on areas like automatic weighing, behavioral monitoring, and precision feeding. Research in poultry farming, as reported by Ozger et al. (2024) and Campbell et al. (2024), highlights high

levels of automation in environmental control, health tracking, and production monitoring due to the sector's suitability for large-scale implementation. The main studies on robotic animal husbandry in large ruminant breeding (Table 1), small ruminant breeding (Table 2), and poultry breeding (Table 3) were presented below, respectively.

Table 1. Literature on robotic systems in large ruminant breeding

No	Topic	Summary	Reference
1	Lameness detection	Early detection of lameness using force platforms and robotic systems	Pastell et al., 2006
2	Sensor data fusion	Integration of multiple sensor inputs for animal health and welfare analytics	Rutten et al., 2013
3	Precision livestock farming	Use of sensors and robotics for welfare monitoring in intensive cattle systems	Berckmans, 2014
4	RFID-based herd management	Animal tracking and feed management using automatic identification systems	Caja et al., 2016
5	Transition to automated milking systems	Organizational and behavioral challenges in switching from conventional to robotic milking	Tse et al., 2017
6	IoT and environmental monitoring	Monitoring temperature, humidity, and gas levels in barns using sensors	Ozger et al., 2024
7	Robotic milking systems	Impact of robotic milking on labor efficiency and milk quality	Meijer et al., 2020
8	Robotic manure removal	Environmental and hygiene benefits of autonomous manure management systems	Dilaver and Dilaver., 2024
9	Behavior analysis with AI	Application of machine learning to monitor behavior changes in dairy cows.	Wagner et al., 2020

Table 2. Literature on robotic systems in small ruminant breeding

No	Topic	Summary	Reference
1	Automatic milk recording (goats)	Use of electronic ID and robotics for individual milk yield tracking	Caja et al., 2014
2	RFID in small ruminants	Identification and feed intake monitoring in flocks using RFID	Cappai et al., 2014
3	IoT applications in large ruminants	Local sensor-based monitoring of body temperature, feed intake, and location	Tangorra et al., 2024
4	Semi-autonomous shepherd robots	Land-based robotic systems for guiding sheep flocks	Long et al., 2020
5	Movement tracking in goats	Integration of GPS and accelerometers in precision shepherding systems	Chebli et al., 2022
6	Automatic weighing systems	Real-time weight monitoring using electronic platforms	Bate et al., 2023
7	Welfare monitoring in sheep	Use of cameras and accelerometers to monitor behavior and health	Alvarenga et al., 2016

Table 3. Literature on robotic systems in poultry breeding

No	Topic	Summary	Reference
1	Anomaly detection in poultry	Identification of health-related behaviors via video processing	Bhuiyan and Wree, 2023

2	Vision-based monitoring	welfare	AI-based analysis of poultry behavior using video cameras	Campbell et al., 2024
3	Environmental systems	control	Robotic systems and sensors for maintaining indoor climate	Usher et al., 2017
4	Automated feeding systems		Sensor-based control of poultry feeding mechanisms	Chaurasia, 2024
5	Robot-assisted inspection	health	Mobile robots for health surveillance in broiler houses	Ozentürk et al., 2024
6	Flock behavior monitoring		Classification of abnormal behavior using visual and acoustic sensors	Sun et al., 2024
7	Laser-guided management	flock	Using robotic systems and laser lights to direct poultry movement	Ozentürk et al., 2024

1.4. Advantages and disadvantages of robotic animal husbandry

Robotic systems have become a cornerstone of precision livestock farming, aiming to enhance productivity, reduce labor intensity, and promote animal welfare through the integration of artificial intelligence, sensor technologies, and automation (Rutten et al., 2013). These technologies enable continuous monitoring and data-driven decision-making, which significantly improve management efficiency in livestock operations (Caja et al., 2016). In particular, robotic milking systems, automated feeding, health monitoring, and climate control mechanisms have proven especially beneficial in large-scale dairy and poultry farms (Sørensen et al., 2020). However, despite their advantages, robotic animal husbandry systems also pose several limitations, including high initial investment costs, dependency on stable infrastructure, and challenges in integration for small-scale operations (Berckmans, 2014; Banhazi et al., 2012). Furthermore, concerns regarding data security, technical literacy among farmers, and potential negative impacts on animal behavior necessitate critical evaluation before implementation. The tables below provide a comparative summary of the main advantages (Table 4) and disadvantages and challenges (Table 5) of robotic animal husbandry systems, based on current literature.

Table 4. Advantages of robotic animal husbandry

Advantage			Explanation
Increased Efficiency			Automates repetitive tasks, increases productivity
Enhanced Sustainability			Supports environmentally friendly practices and resource optimization
Improved Monitoring	Animal Health		Allows real-time monitoring of animal health via sensors and AI-based systems
Labor Reduction			Decreases the need for manual labor, reducing human workload
Precision Livestock Farming			Enables data-driven decisions for feeding, reproduction, and health management

Potential for Full Autonomy	Paves the way for fully autonomous farm operations
Technological Integration	Combines AI, IoT, and big data for intelligent farm management
Better Adaptation in Large-Scale Farms	More effective and economically viable in high-capacity operations
Nutrition Optimization	AI can formulate optimized feeding plans tailored to each animal's needs
Reduced Carbon Footprint	Contributes to environmentally sustainable production systems

Table 5. Disadvantages of robotic animal husbandry

Disadvantage	Challenge	Explanation
Technical Requirement	Knowledge	Requires farmers to be familiar with advanced technology; lack of training can hinder usage
System Failures and Maintenance Needs		Malfunctions can halt production and require costly repairs or interventions
Dependence on Electricity and Internet		Continuous operation depends on stable energy and connectivity infrastructure
Data Management and Security Risks		Collected data must be securely stored, managed, and interpreted correctly
High Initial Investment	Cost	Installation and maintenance costs can be prohibitive, especially for small-scale farmers
Labor Displacement		Traditional jobs may be reduced or eliminated, raising social and economic concerns
Poor Suitability for Small Farms		High costs and integration complexity can threaten smallholder farm sustainability
Long-Term ROI		Financial return on investment may take years, making it less attractive for short-term planning
Environmental and Climatic Limitations		Extreme weather conditions may negatively affect system performance and reliability
Potential Impact on Animal Behavior		Excessive monitoring or automation may disrupt natural animal behaviors or cause stress

1.5. Robotic animal husbandry today and in the future

Today, dairy cows are the species best adapted to robotic milking systems and health monitoring systems. Poultry is the species most suitable for large-scale automation. Pigs and small cattle are the species that benefit the most from robotic systems in terms of herd management and health monitoring. If we need to choose the most suitable species in terms of efficiency and technology adaptation among these species, dairy cattle are the most advantageous. However, it is also a fact that poultry farming is the most suitable species for applications in terms of automation.

Robotic animal husbandry is a rapidly developing field and has great potential in terms of efficiency, sustainability and animal welfare. Today, robotic systems are becoming increasingly widespread in both large-scale and small-scale farms. AI, IoT and big data analysis

are effectively used in every area of animal husbandry. It is expected that fully autonomous farms will become widespread in the future. More sustainable, environmentally friendly systems that prioritize animal welfare are being developed. It is possible for robotic technologies to reach a wider user base at low costs.

Robotic animal husbandry has undergone a long evolution from mechanical devices in the early 20th century to autonomous systems supported by artificial intelligence and IoT. This process is constantly evolving to increase the efficiency of farms, reduce their costs and improve animal welfare. Today, robotic animal husbandry is creating a revolutionary transformation in the agricultural sector.

With developing technology, the following innovations are expected to be more common in robotic animal husbandry in the future:

- Nutrition optimization with artificial intelligence
- Data-based and intelligent farm management
- Autonomous herd management systems
- Robotic breeding solutions for genetic improvement
- Artificial intelligence-supported decision systems for animal welfare
- Carbon Footprint Reduction and Sustainability

It is thought that a more sustainable and efficient animal husbandry strategy will be possible in the future thanks to these technologies. Robotic animal husbandry systems are a technology that responds to the greatest needs of modern animal husbandry. With both economic and environmental benefits, they will be used more widely in the future and will continue to revolutionize the animal husbandry sector. These systems are especially suitable for large-scale farms.

2. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The evolution of robotic animal husbandry reflects a broader transformation in agriculture, driven by rapid advances in artificial intelligence, automation, and the Internet of Things (IoT). From early mechanized milking machines to today's autonomous, sensor driven systems, each technological milestone has contributed to reshaping livestock farming. Modern robotic systems now manage essential processes such as milking, feeding, reproduction, health

monitoring, and environmental control with increasing precision and minimal human intervention. These innovations have significantly improved productivity, enhanced animal welfare, and reduced labor dependency on farms.

However, despite these advantages, the implementation of robotic technologies is not without challenges. High initial investment costs, the need for technical expertise, data security concerns, and the variability of success across different species and farm scales remain critical barriers. Furthermore, ethical considerations related to animal behavior, natural living conditions, and long-term reliance on automation must be carefully evaluated.

Looking forward, the integration of AI driven analytics, real time monitoring, and machine learning algorithms will likely lead to even smarter and more adaptive livestock systems. Research and development efforts should prioritize not only technical efficiency but also ecological sustainability and the ethical implications of fully automated animal farming. Ultimately, robotic animal husbandry is poised to play a central role in shaping the future of sustainable, high-welfare livestock production in an increasingly digital agricultural landscape.

REFERENCES

- Alvarenga, F. A. P., Borges, I., Palkovič, L., Rodina, J., Oddy, V. H., & Dobos, R. (2016). Using a three-axis accelerometer to identify and classify sheep behaviour at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 181, 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.05.026>
- Banhazi, T. M., Lehr, H., Black, J. L., Crabtree, H., Schofield, C. P., Tschärke, M., & Berckmans, D. (2012). Precision livestock farming: An international review of scientific and commercial aspects. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 5(3), 1–9.
- Berckmans, D. (2014). Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 33(1), 189–196. <https://doi.org/10.20506/rst.33.1.2273>
- Bhuiyan, M. R., & Wree, P. (2023). Animal behavior for chicken identification and monitoring the health condition using computer vision: A systematic review. *IEEE Access*, PP(99), 1–1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3331092>
- Caja, G., Carné, S., Salama, A. A. K., Ait-Saidi, A., Rojas-Olivares, M. A., Rovai, M., Capote, J., Castro, N., Argüello, A., Ayadi, M., Aljumaah, R., & Alshaikh, M. A. (2014). State-of-the-art electronic identification techniques and applications in goats. *Small Ruminant Research*, 121, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.05.012>
- Caja, G., Castro-Costa, A., & Knight, C. H. (2016). Engineering to support wellbeing of dairy animals. *Journal of Dairy Research*, 83(2), 136–147. <https://doi.org/10.1017/S0022029916000250>
- Campbell, M., Miller, P., Díaz-Chito, K., Hong, X., McLaughlin, N., Parvinzmir, F., Martinez-del-Rincon, J., & O'Connell, N. E. (2024). A computer vision approach to monitor activity in commercial broiler chickens using trajectory-based clustering analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 217, 108591. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108591>
- Cappai, M. G., Picciau, M., Nieddu, G., Bitti, M. P. L., & Pinna, W. (2014). Long term performance of RFID technology in the large scale identification of small ruminants through electronic ceramic boluses: Implications for animal welfare and regulation compliance. *Small Ruminant Research*, 117(2–3), 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.022>
- Chaurasia, A. (2024). IoT-based smart pet feeder system for poultry farms. Vellore Institute of Technology University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34066.57285>
- Chebli, Y., El Otmani, S., Hornick, J.-L., Bindelle, J., Cabaraux, J.-F., & Chentouf, M. (2022). Estimation of grazing activity of dairy goats using accelerometers and Global Positioning System. *Sensors*, 22(15), 5629. <https://doi.org/10.3390/s22155629>
- Ciurea, A. V., & Bratu, B.-G. (2022). Leonardo da Vinci (1452–1519): Overview of neuroanatomy contribution. *Revista Medico-Chirurgicală*, December 2022. <https://doi.org/10.22551/MSJ.2022.04.19>
- Cora, Ö. N., & Şahin, M. E. (2020). Turkish Journal of Electromechanics & Energy in its fifth year, and portrait of a pioneer in engineering: Al-Jazari. *Turkish Journal of Electromechanics and Energy*, 5(1), 1–2.
- Dilaver, H., & Dilaver, K. F. (2024). Robotics systems and artificial intelligence applications in livestock farming. *Journal of Animal Science and Economics*, 3(2), 63–72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12518170>
- Dos Santos, C. A., Landim, N., de Araújo, H. X., & Paim, T. (2022). Automated systems for estrous and calving detection in dairy cattle. *AgriEngineering*, 4(2), 475–482. <https://doi.org/10.3390/agriengineering4020031>

- Džermeikaitė, K., Bačėninaitė, D., & Antanaitis, R. (2023). Innovations in cattle farming: Application of innovative technologies and sensors in the diagnosis of diseases. *Animals*, 13(5), 780. <https://doi.org/10.3390/ani13050780>
- Ebertz, P., Krommweh, M. S., & Büscher, W. (2019). Feasibility study: Improving floor cleanliness by using a robot scraper in group-housed pregnant sows and their reactions on the new device. *Animals*, 9(4), 185. <https://doi.org/10.3390/ani9040185>
- Elischer, M. F., Arceo, M. E., Karcher, E. L., & Siegford, J. M. (2013). Validating the accuracy of activity and rumination monitor data from dairy cows housed in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 96, 6412–6422. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6790>
- Gabel, J. (2018, February 13). Fitbits for animals: New data could revolutionise Aussie farming. La Trobe University News. <https://www.latrobe.edu.au/news/articles/2018/release/fitbits-for-animals>
- Grinter, L. N., Campler, M. R., & Costa, J. H. C. (2019). Technical note: Validation of a behavior-monitoring collar's precision and accuracy to measure rumination, feeding, and resting time of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102, 3487–3494. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15563>
- Hofmann, W., Neal, M., Woodward, S., & O'Neill, T. (2022). GPS technology as a tool to aid pasture management on dairy farms. *Journal of New Zealand Grasslands*, 84, Article 3561. <https://doi.org/10.33584/jnzg.2022.84.3561>
- Kamboj, A., Ji, T., & Driggs-Campbell, K. (2022). Examining audio communication mechanisms for supervising fleets of agricultural robots. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.10455>
- Long, N. K., Sammut, K., Sgarioto, D., Garratt, M., & Abbass, H. (2020). A comprehensive review of shepherding as a bio-inspired swarm-robotics guidance approach (arXiv:1912.07796v4). *arXiv*. <https://arxiv.org/pdf/1912.07796>
- Løvendahl, P., & Sørensen, L. P. (2016). Frequently recorded sensor data may correctly provide health status of cows if data are handled carefully and errors are filtered away. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 20(1), 3–12. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.12562>
- Meijer, N., Filter, M., Józwiak, Á., Willems, D., Frewer, L., Fischer, A., Liu, N., Bouzembrak, Y., Valentin, L., Fuhrmann, M., Mylord, T., Kerekes, K., Farkas, Z., Hadjigeorgiou, E., Clark, B., Coles, D., Comber, R., Simpson, E., & Marvin, H. (2020). Determination and metrics for emerging risks identification (DEMETER): Final report (EFSA Supporting Publication 2020:EN-1889). European Food Safety Authority. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1889>
- Nielsen, P. P., Fontana, I., Sloth, K. H., Guarino, M., & Blokhuis, H. (2018). Technical note: Validation and comparison of 2 commercially available activity loggers. *Journal of Dairy Science*, 101, 5449–5453. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13784>
- Ozentürk, U., Chen, Z., Jamone, L., & Versace, E. (2023). Robotics for poultry farming: Challenges and opportunities. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2311.05069>
- Ozentürk, U., Chen, Z., Jamone, L., & Versace, E. (2024). Robotics for poultry farming: Challenges and opportunities. *Computers and Electronics in Agriculture*, 226, 109411. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109411>
- Pastell, M., Aisla, A. M., Hautala, M., Poikalainen, V., Praks, J., Veermäe, I., & Ahokas, J. (2006). Contactless measurement of cow behavior in a milking robot. *Behavior Research Methods*, 38(3), 479–486. <https://doi.org/10.3758/BF03192802>
- Rankin, S. A., Bradley, R. L., Miller, G., & Mildenhall, K. B. (2017). A 100-year review: A century of dairy processing advancements—Pasteurization, cleaning and sanitation, and

- sanitary equipment design. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9903–9915. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13187>
- Rutten, C. J., Velthuis, A. G. J., Steeneveld, W., & Hogeveen, H. (2013). Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96(4), 1928–1952. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6107>
- Sorensen, L. P., Bjerring, M., & Lovendahl, P. (2016). Monitoring individual cow udder health in automated milking systems using online somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*, 99, 608–620. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8823>
- Sørensen, P. E., Van Den Broeck, W., Kiil, K., Jasinskyte, D., Moodley, A., Garmyn, A., ... & Butaye, P. (2020). New insights into the biodiversity of coliphages in the intestine of poultry. *Scientific Reports*, 10(1), 15220. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72183-w>
- Sun, Z., Tao, W., Gao, M., Zhang, M., Song, S., & Wang, G. (2024). Broiler health monitoring technology based on sound features and random forest. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 135, 108849. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108849>
- Tangorra, F. M., Buoio, E., Calcante, A., Bassi, A., & Costa, A. (2024). Internet of Things (IoT): Sensors Application in Dairy Cattle Farming. *Animals*, 14(21), 3071. <https://doi.org/10.3390/ani14213071>
- Tse, C., Barkema, H. W., DeVries, T. J., Rushen, J., & Pajor, E. A. (2017). Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2404–2414. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11659>
- Vaintrub, M. O., Levit, H., Chincarini, M., Fusaro, I., Giammarco, M., & Vignola, G. (2021). Precision livestock farming, automats and new technologies: Possible applications in extensive dairy sheep farming. *Animal*, 15, 100143. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100143>
- Wagner, N., Antoine, V., Richard, M.-M., Lardy, R., Silberberg, M., Koko, J., & Veissier, I. (2020). Machine learning to detect behavioural anomalies in dairy cows under subacute ruminal acidosis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105233. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105233>
- Zambelis, A., Wolfe, T., & Vasseur, E. (2019). Technical note: Validation of an ear-tag accelerometer to identify feeding and activity behaviors of tiestall-housed dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 102, 4536–4540. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15766>
- Zhou, D., Zhou, Y., He, P., Yu, L., Pan, J., Chai, L., & Lin, H. (2023). Development of an automatic weighing platform for monitoring bodyweight of broiler chickens in commercial production. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 10(3), 363–373. <https://doi.org/10.15302/JFASE2023510>