

TURJAF

12(9): 2024
TURKISH ISSUE



Image from Pixabay

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology

International Peer-Reviewed Journal | ISSN: 2148-127X

www.agrifoodscience.com



Contents Vol. 12 No. 9 (2024)

Research Paper

The Effects of Environmental Enrichment on Performance, Behavior, Slaughter, Carcass and Meat Quality Traits in Guinea Fowls

Murat Karataş, Mehmet Akif Boz 1499-1506

Effect of Some Food Preservatives and Different Packaging Materials on The Shelf Life of Kaymak

Aslinur Baykuş, Elvan Ocak, Şerif Sarımurat 1507-1515

The Effect of Artificial Lighting Intensities and Durations on the Yield of Basil Plant Grown by Hydroponic Technique

Uğur Yegül, Burak Şen 1516-1522

Metagenomic Characterization of Heavy Metal-Fungal Microbiota Interaction in Pinus brutia Needles

Melike Çebi Kılıçoğlu 1523-1529

Investigating the Quality of Public Fountain Water in Gümüşhane Province and the Presence of Cryptosporidium spp. Using the PCR Method

Mustafa Atasever, Halit Mazlum, Burak Çevik, Halil Üzüm 1530-1538

Live Weight and Egg Production Changes of Pure Lines Used to Obtain Anadolu-T Broiler Parent Line

Emrah Oğuzhan, Musa Sarıca 1539-1547

Effect of Different Iron Fertilizer Applications on the Chlorophyll, Active Iron and Nutrient Contents of Kiwifruit Leaves

Ceyhan Tarakçıoğlu, Derya Türüdü 1548-1556

Analysis and Evaluation on Invasive Beetles (Insecta: Coleoptera) in Türkiye

Aysel Kekillioğlu, Zekerya Bıçak 1557-1565

Effect of Using Broccoli Powder as an Additive in Quail Diets on Performance and Egg Quality

Ahmet Engin Tüzün, Esra Tuğçe Gül, Osman Olgun, Alpönder Yıldız 1566-1570

Effect of Adding Capia Pepper (Capsicum Annum cv. Kapija) Powder to the Diet on Performance, Egg Quality and Yolk Color in Quails

Esra Tuğçe Gül, Ahmet Engin Tüzün, Osman Olgun, Alpönder Yıldız 1571-1576

Identification of InDel Variants of CSN1S1 and CMTM2 Genes Associated with Prolificacy in Hair, Honamlı, and Kabakulak Goats

Bahar Argun Karslı, Ebru Demir 1577-1582



Comparison of Essential Oil Results Obtained from Stems and Leaves of Anatolian Sage (*Salvia fruticosa* MILL.) Using Microwave-assisted Distillation System

Abdullah Genç, Habib Doğan

1583-1590

Monumental Trees and Related Ecotourism Routes in Ordu Province

Eda Şentürk, Pervin Yeşil

1591-1599

Kastamonu Garlic Processing Facilities Situation Analysis, Problems and Expectations

Hüseyin Güran Ünal

1600-1607

Changes in the Sufficiency of Roughage Production for Animal Stock in Balıkesir Province Over the Years

Hülya Hanoğlu Oral

1608-1619

Editorial Team

Editor in chief

Prof. Dr. Musa Sarıca, Ondokuz Mayıs University, Türkiye

Associate Editor

Prof. Dr. Hasan Eleroğlu, Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet Şekeroğlu, Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Sedat Karaman, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Manuscript Editor

Dr. Kadir Erensoy, Ondokuz Mayıs University, Türkiye

Editorial Board

Prof. Dr. Ebubekir Altuntaş, Tokat Gaziosmanpasa University, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa Avcı, Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Türkiye

Prof. Dr. Zeki Bayramoğlu, Selçuk University, Türkiye

Prof. Dr. Kezban Candoğan, Ankara University, Türkiye

Prof. Dr. Yusuf Cufadar, Selçuk University, Türkiye

Prof. Dr. Mahmut Çetin, Çukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Suat Dikel, Çukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Hasan Eleroğlu, Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Naif Geboloğlu, Tokat Gaziosmanpasa University, Türkiye

Prof. Dr. Orhan Gündüz, Malatya Turgut Özal University, Türkiye

Prof. Dr. Leyla İdikut, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Türkiye

Prof. Dr. Sedat Karaman, Tokat Gaziosmanpasa University, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa Karhan, Akdeniz University, Türkiye

Prof. Dr. Hüseyin Karlıdağ, İnönü University, Türkiye

Prof. Dr. Muharrem Kaya, İsparta Uygulamalı Bilimler University, Türkiye

Prof. Dr. Halil Kızılaslan, Tokat Gaziosmanpasa University, Türkiye

Prof. Dr. Kürşat Korkmaz, Ordu University, Türkiye

Prof. Dr. Yusuf Ziya Oğrak, Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Bahri Devrim Özcan, Çukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Kadir Saltalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Türkiye

Prof. Dr. Zeliha Selamoğlu, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet Şahin, Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet Şekeroğlu, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Yusuf Yanar, Tokat Gaziosmanpasa University, Türkiye

Prof. Dr. Arda Yıldırım, Tokat Gaziosmanpasa University, Türkiye

Prof. Dr. Metin Yıldırım, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Zeliha Yıldırım, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Sertaç Güngör, Selçuk University, Türkiye

Prof. Dr. Hasan Tangüler, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Adnan Ünalın, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Hatıra Taşkın, Çukurova University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ahmed Menevşeoğlu, Ağrı İbrahim Çeçen University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Cem Baltacıoğlu, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Hasan Gökhan Doğan, Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ekrem Mutlu, Kastamonu University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Cem Okan Özer, Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Emre Şirin, Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye

Dr. Emre Aksoy, Middle East Technical University, Türkiye

Dr. Mustafa Duman, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Dr. Burak Şen, Omer Halisdemir University, Türkiye

Section Editors

Prof. Dr. Alper Durak, İnönü University, Türkiye

Prof. Dr. Gülistan Erdal, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Zeki Gökalp, Erciyes University, Türkiye

Prof. Dr. Rüştü Hatipoğlu, Cukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Teoman Kankılıç, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Osman Karkacier, Akdeniz University, Türkiye

Prof. Dr. G. Tamer Kayaalp, Cukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Nuray Kızılaslan, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Hasan Rüştü Kutlu, Cukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Hülya Eminçe Sayğı, Ege University, Türkiye

Prof. Dr. İbrahim Tapkı, Mustaf Kemal University, Türkiye

Prof. Dr. Faruk Toklu, Çukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Necati Barış Tuncel, Onsekiz Mart University, Türkiye

Prof. Dr. Erkan Yalçın, Ondokuz Mayıs University, Türkiye

Prof. Dr. Durdane Yanar, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Hüsnü Aktaş, Mardin Artuklu University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Hatun Barut, Ministry of Agriculture and Forestry, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Berken Cimen, Cukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Nazlı Ercan, Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Cemal Kurt, Cukurova University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Muhammad Azhar Nadeem, Sivas University of Science and Technology, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Uğur Serbester, Çukurova University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Mustafa Sevindik, Osmaniye Korkut Ata University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Özhan Şimsek, Erciyes University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Gökhan Baktemur, Sivas University of Science and Technology, Türkiye

Dr. Sara Yasemin, Siirt University, Türkiye

Dr. Brian Tanika, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Regional Editors

Prof. Dr. Mohammad Abdul Baki, Jagannath University, Bangladesh

Prof. Dr. Himayatullah Khan, Agricultural University, Pakistan

Prof. Dr. Abderrahim Benslama, University of M'sila, Algeria

Prof. Dr. Md. Parvez Anwar, Bangladesh Agricultural University, Bangladesh

Prof. Dr. Mohammad Bagher Hassanpouraghdam, University of Maragheh, Iran

Assoc. Prof. Dr. Allah Bakhsh, University of the Punjab, Pakistan

Prof. Dr. Aimee Sheree Adato Barrion, University of the Philippines, Philippines

Assoc. Prof. Dr. Claudio Ratti, University of Bologna, Italy

Assoc. Prof. Dr. Dima Alkadri, Jerash University, Jordan

Prof. Dr. Fernanda Cortez Lopes, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil

Assoc. Prof. Dr. Gheorghe Cristian Popescu, University of Pitesti, Romania

Prof. Dr. Idrees A. Nasir, University of the Punjab, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Jelena Zindovic, University of Montenegro, Montenegro

Assoc. Prof. Dr. Muhammad Amjad Ali, University of Agriculture, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Muhammad Naeem Sattar, King Faisal University Al-Ahsa, Saudi Arabia

Dr. Muhammad Rizwan Shafiq, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Muhammad Qasim Shahid, South China Agricultural University, China

Assoc. Prof. Dr. Muhammad Younas Khan, University of Balochistan, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Neelesh Sharma, Sher-E-Kashmir University of Agricultural Sciences & Technology,
India

Assoc. Prof. Dr. Noosheen Zahid, University of Poonch Rawalakot, Malezya

Assoc. Prof. Dr. Mihaela Ivancia, University of Iasi, Romania

Statistics Editor

Prof. Dr. Soner ankaya, Ondokuz Mayıs University, Türkiye

Prof. Dr. Hüdaverdi Bircan, Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Adnan Ünalın, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Foreign Relations

Dr. Emre Aksoy, Middle East Technical University, Türkiye

Indexes

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF) is indexed by the following national and international scientific indexing services:

- [Directory of Open Access Journals \(DOAJ\)](#),
- [National Library of Australia \(TROVE\)](#),
- [WorldCat libraries \(WorldCat\)](#),
- [Ingenta \(Ingenta\)](#),
- [World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts \(CABI\)](#),
- [Google \(Scholar\)](#),
- [Crossref \(Journals\)](#),
- [Sobiad Citation Index](#),
- [SciMatic \(SciMatic\)](#),
- [The Food and Agriculture Organization \(AGRIS\)](#),
- [Idealonline Index](#),
- [Scilit \(SCILIT\)](#),
- [Weill Cornell Medicine - Qatar](#),
- [Indiana University Kokomo](#),
- [Academic Search Engine \(SCINAPSE\)](#),
- [Fatcat Editor \(FATCAT\)](#),
- [Academic Research Index \(ACARINDEX\)](#),
- [Information Matrix for the Analysis of Journals \(MIAR\)](#),
- [National Library of Medicine](#)
- [EBSCO host](#)
- [Originally called the European Reference Index for the Humanities or ERIH \(ERIH PLUS\)](#),
- [The Turkish Academic Network and Information Centre \(ULAKBIM\)](#),
- [ULAKBIM TR Index list of Journals \(TR-INDEX\)](#)

Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi

Makale Sayısı

2968

Atıf Sayısı

2842

Kendine Atıf Sayısı

853

Atıf Alan Makale Sayısı

1071

Atıf Ortalaması

0,96

Kendine Atıf Oranı

%30,01

Konu Kategorisi:

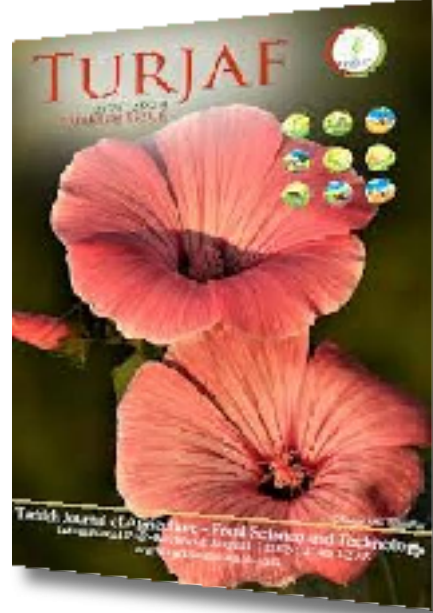
Fen > Ziraat

Fen > Mühendislik

Konu Alanları:

Ziraat Mühendisliği

Gıda Bilimi ve Teknolojisi



EISSN: 2148-127X

İlk Yayın Yılı: 2013

Dizlendiği Yıllar: 2014-2024 (Fen)

Yayın Periyodu: Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık

Yayın Formatı: Elektronik

Yayın Dili: Türkçe İngilizce

Editör: Hasan Eleroğlu

Yayıncı: Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

Web Adresi:
<http://www.agrifoodscience.com>

JSON



The Effects of Environmental Enrichment on Performance, Behavior, Slaughter, Carcass and Meat Quality Traits in Guinea Fowls

Murat Karataş^{1,a}, Mehmet Akif Boz^{2,b,*}

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, 66100, Yozgat, Türkiye

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 08.02.2024 Accepted : 28.04.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Guinea fowl Body weight Carcass Tonic immobility Behavior Enrichment</p>	<p>In this study, it was aimed to determine the effects of environmental enrichment practices on growth performance, slaughter, meat quality and some behavioral traits of Guinea fowls reared under closed rearing. The study was carried out in Yozgat Bozok University BOZOKTUAM Yerköy Animal Husbandry Facility and the animal material consisted of 200 d-old guinea fowls. In this study, two different treatment groups were created with and without environmental enrichment. In both treatment groups, guinea fowls were reared in 5 replicates in a littered-floor system. The environmental enrichment group included the perching platforms, stone materials and foliage feeder objects. Guinea fowls were randomly allocated to the treatment groups after hatching and reared in the same poultry house until 13 weeks of age at slaughter. Lower slaughter weight was found in the environmental enrichment group and feed conversion ratio was better in the control group at 10 and 12 weeks of age. Slaughter weight and hot carcass weight were lower in the environmental enrichment group. Higher levels of foraging, running, feeding, drinking, swelling, wing flapping and feather cleaning behaviors were observed in the environmental enrichment group. Feather pecking and lying down behavior were found higher in the control group. This study suggests that environmental enrichment practices can contribute to a higher welfare by increasing the display of natural behaviors without causing significant changes in overall performance, carcass and meat quality traits in guinea fowls reared in closed-barn systems.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1499-1506, 2024

Zenginleştirilmiş Çevre Şartlarının Beç Tavuklarında Performans, Davranış, Kesim, Karkas ve Et Kalite Özelliklerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 08.02.2024 Kabul : 28.04.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Canlı ağırlık Karkas Tonik immobilité Davranış Zenginleştirme</p>	<p>Bu çalışmada beç tavuklarına kapalı yetiştirme şartlarında uygulanan çevresel zenginleştirmenin besi performans, kesim ve et kalite özellikleri ile bazı davranış özelliklerine etkilerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi BOZOKTUAM Yerköy Hayvancılık İşletmesinde yürütülmüş olup, hayvan materyalini 200 adet günlük yaşta beç tavuğu oluşturmuştur. Bu çalışmada, çevresel zenginleştirme uygulanan ve uygulanmayan iki farklı muamele grubu oluşturulmuştur. Beç tavukları her iki muamele grubunda da 5 tekerrürlü olarak altlıklı yer sisteminde yetiştirilmiştir. Çevresel zenginleştirme grubunda tüneme tahtaları, taş materyalleri ve yeşillik yemliği objeleri yer almıştır. Beç tavukları kuluçkadan çıkıştan sonra muamele gruplarına rastgele dağıtılmış ve 13 haftalık kesim yaşına kadar aynı kümes ortamında büyütülmüştür. Çevresel zenginleştirme uygulanan grupta daha düşük kesim ağırlığı gerçekleşmiş ve yemden yararlanma oranı 10 ve 12 haftalık yaşta kontrol grubunda daha iyi bulunmuştur. Kesim ağırlığı ve sıcak karkas ağırlığı çevresel zenginleştirme uygulanan grupta daha düşük bulunmuştur. Çevresel zenginleştirme uygulanan beç tavuklarında daha yüksek eşinme, koşma, yem yeme ve su içme, kabarma ve kanat çırpma ile tüy temizleme davranışı gözlenmiştir. Tüy gagalama davranışı ve yatma davranışı ise çevresel zenginleştirme uygulanan (kontrol grubu) beç tavuklarında daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışma kapalı ortamda yetiştirilen beç tavuklarında çevresel zenginleştirme uygulamalarının genel performans, karkas ve et kalite özelliklerinde önemli bir değişime neden olmadan doğal davranışların sergilenme düzeyini artırarak daha yüksek bir refaha katkı sağlayabileceğini ortaya koymuştur.</p>

^a mrtkrts@hotmail.com.tr

^b <https://orcid.org/0009-0002-5644-0729>

^b m.akif.boz@yobu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-7452-6895>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Günümüz dünyasında özel tüketim amaçlı ürünlere olan ilgi giderek artmakta ve bu ürünleri sunanlar ile tüketenlerin sayısında artışlar devam etmektedir. Özellikle mega kentlerde ve turizm amaçlı bölgelerde özel lezzete sahip alternatif kanatlı hayvan ürünlerinin sunumu yaygınlaşmaktadır. Bu kanatlılar hem doğal hayatta hem de son dönemlerde ticari koşullarda üretilerek tüketicilere sunulmaktadır (Sarica ve ark., 2003). Beç tavuğu, adını Gine sahillerinden alan ve Afrika'nın yerli tavuğu olarak bilinen Numididae familyasına ait olan bir kuş türüdür (Teye & Gyawu, 2002; Alkan & Durmuş, 2015). Afrika'nın zor iklim ve çevre koşullarına uyum sağlamış olan beç tavukları dünyanın birçok yerinde eti ve yumurtası için yetiştirilirken, hobi ve süs kanatlısı olarak da üretimi yapılmaktadır (Alkan & Durmuş, 2015).

Türkiye'de eski kaynaklara göre entansif beç tavuğu yetiştiriciliği bildirilmemiştir (Petek, 2004). Fakat son yıllarda özel müteşebbislerin serbest gezinmeli ve kapalı sistemlerde beç tavuğu yetiştiriciliği yaptığı görülmektedir. Uygulanan ıslah faaliyetleri ve üretim sistemlerindeki olumlu gelişmeler, bu türlerin entansif ve yarı entansif yetiştirme sistemlerinde de üretilebileceğini ortaya koymuştur (Uçar, 2014). Ülkemizde beç tavukları Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'ne bağlı üretim istasyonlarında yetiştirilerek doğaya salınmakta veya dağ köylerine hibe edilmektedir. Hatta yetiştirilen beç tavuklarının ihraç edilmesi de söz konusudur. Beç tavukları hobi ve süs kanatlısı olarak hem üreticiler tarafından yetiştirilmekte hem de hayvanat bahçelerinde bulundurulmaktadır (Petek, 2004). Beç tavuğu ülkemizde Fransız tavuğu, Gine tavuğu, İran Tavuğu, Tokat tavuğu olarak da tanınmaktadır.

Ticari yetiştiricilikte kullanılan kümeslerde genellikle üniform altlık, beyaz renk duvar, ısıtıcı, suluk ve yemlikler bulunmaktadır (Şeremet, 2007). Hayvan üzerinde strese neden olabilecek etmenlerin en aza indirilmesi, bu alanlarda yetiştirilen kanatlıların bulunduğu ortama karşı uyarımlarını azaltmaktadır. Çevresel zenginleştirmenin tanımı, hayvanlara sağlanan çevrenin iyileştirilerek biyolojik fonksiyonlarının gelişmesini ve davranışsal özelliklerinin arttırılmasını sağlamaktır (Newberry, 1995). Yapılan bazı çalışmalarda çevresel zenginleştirme uygulamalarının kanatlılarda davranışsal ve fizyolojik özellikleri olumlu yönde etkilediği (Rosenzweig & Bennet, 1996) ve refah düzeyini artırdığı bildirilmektedir (Jones, 2002).

Kanatlı hayvanlar için zenginleştirilmiş çevre oluşturulmasının temel amacı özellikle bazı aktif davranış özelliklerinde iyileşme sağlayabilmektir. İkinci olarak ise; zenginleştirilmiş çevrede kullanılan çeşitli objeler ile ortamın karmaşıklığını artırarak performans ve davranış özelliklerini geliştirmektir. Bununla beraber hayvanlara daha yüksek oranda çevresel uyarı geliştiren bir ortam oluşturmaktır (Newberry, 1995).

Daha önce beç tavuklarında yapılan çalışmalarda büyüme, canlı ağırlık, kesim, karkas ve et kalite özelliklerinin genotip, besleme, cinsiyet, yetiştirme sistemi, yaş ve bazı çevre faktörlerinden etkilendiği bildirilmektedir (Castellini ve ark., 2002; Wood ve ark., 2008; Kokoszynski ve ark., 2011).

Bu çalışmada, beç tavuklarına kapalı yetiştirme şartlarında uygulanan çevresel zenginleştirme uygulamalarının büyüme performansı, davranış, kesim, karkas ve et kalite özelliklerine etkilerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma "Hayvan Deneyle Yere Etik Kurulu" komitesinin (Erciyes Üniversitesi Hayvan Deneyle Yere Etik Kurulu, Tarih: 08.09.2021, Toplantı Sayısı: 08, Karar No: 21/190) izni ile yönetmeliklere uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Hayvan ve Kümes Materyali ile Bakım-Besleme Özellikleri

Çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi BOZOKTUAM Yerköy Hayvancılık işletmesinde bulunan ve 225 m² taban alana sahip olan kümes içerisinde yürütülmüştür. Çalışmanın hayvan materyalini 200 adet günlük yaşta beç tavuğu oluşturmaktadır.

Çalışmada, çevresel zenginleştirme uygulanan ve uygulanmayan (kontrol grubu) iki farklı muamele grubu oluşturulmuştur. Beç tavukları her iki muamele grubunda da altlıklı yer sisteminde yetiştirilmiş ve her muamele grubunda 5 tekerrür yer almıştır. Her tekerrür 9 m² (300 cm x 300 cm) taban alanına sahip tel örgülü bölmelerden oluşmuştur. Her bir tekerrür bölümünde kuluçka çıkışı sonrası günlük yaşta 20 adet beç tavuğu (2.2 civciv/m²) yerleştirilerek yetiştirilmeye başlanmıştır. Bu sayede, her muamele grubu 100 beç tavuğundan oluşmuştur. Civcivler her bir tekerrüre günlük yaşta tartımları bireysel olarak yapılarak rastgele dağıtılmıştır.

Her iki muameleye ait bölmelerde 15 kg kapasiteli bir tüp yemlik ve 1 adet askılı otomatik suluk bulunmuştur. Çevresel zenginleştirme yapılan bölmelerde kontrol grubundan farklı olarak tüneme tahtaları, yerde taşlar ve yeşillik yemliği (yonca otu ile) objeleri yer almıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü kümes pencerelessiz, doğal ve yapay havalandırma yapılabilen, elektrikli ısıtıcılarla ısıtılabilir özelliktedir. Kümes ısıtmasında altlık seviyesinde ilk günde 32-33°C olan sıcaklık 4 haftalık yaşta 21°C'ye tedrici olarak düşürülmüştür. Bu haftadan sonra yetiştirme dönemi sıcak günlere denk geldiğinden, kesim yaşına kadar (13. hafta) doğal havalandırma yapılmıştır. Deneme kümesinde sıcaklık 21°C ve üzeri gerçekleştiğinde fanlar ile havalandırma gerçekleştirilmiştir.

Kontrol ve çevresel zenginleştirme uygulanan tüm muamele gruplarına Çizelge 1'de belirtilen rasyonlar uygulanmıştır. Çevresel zenginleştirme uygulanan gruptaki her bir tekerrüre (20 adet beç tavuğuna) her gün ortalama 100 g taze yeşil yonca otu verilmiştir. Ölüm gerçekleşen gruplarda yeşil yonca otu verilmesinde herhangi bir azaltma yapılmamıştır.

Aydınlatma programı ilk 3 gün 24 saat aydınlık, sonraki 2 hafta 20 saat aydınlık 4 saat karanlık, 4-13 haftalar arasında 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olarak uygulanmıştır. Tüm muamele gruplarında yem ve su tüketimi serbest olarak sağlanmıştır. Ticari yemler özel sektörde faaliyet gösteren bir yem fabrikasından sağlanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yemlerin besin madde içerikleri

Table 1. Nutrient content of feeds

Besin maddeleri	Civciv başlangıç (0-4 hafta)	Piliç Büyütime (5-13 hafta)
Ham protein (%)	22-23	18-19
ME (Kcal/kg)	3000	3100
Ham selüloz (%)	4,0	6,0
Ham kül (%)	5,0	5,0
Ca (%)	1,0	0,80
Yararlanılabilir fosfor (%)	0,50	0,60
Methionin (%)	1,0	0,40
Lysin (%)	1,35	1,0

ME: Metabolize olabilir enerji; Ca: Kalsiyum;

Çalışmada İncelenen Özellikler ve Veri Toplama

Çalışma 13 hafta sürmüştür, bu süre içerisinde tüm muamele gruplarında çıkışta, 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 13. haftada bireysel canlı ağırlıklar (CA; g) ve bölme düzeyinde yem tüketimi (g) ölçümleri alınmıştır. Yemden yararlanma oranı (YYO) da bu verilerden yararlanılarak (yem tüketimi (g) / canlı ağırlık (g)) belirtilen haftalarda hesaplanmıştır (Leeson & Summers, 2005). Canlı ağırlık ve yem tüketimi verilerinin alınmasında 0,1 gr hassasiyetli terazi kullanılmıştır.

Çalışmada 13 haftalık yaşta her muamele grubundan (her tekerrürden 2 erkek – 2 dişi) 20 adet olmak üzere toplamda 40 adet beç tavuğu kesilmiştir. Kesim yapılan beç tavuklarında kesim ve karkas özelliklerine ait veriler toplanmıştır. Kesim yapılmadan önce 6-8 saat süreyle yem verilmemiş, su ise serbest olarak verilmiştir. Kesim ağırlığı belirlenen beç tavuklarında manuel olarak kesim işlemi gerçekleştirilmiştir. Karkas özellikleri olarak sıcak karkas ağırlığı, yenilebilir iç organ ağırlıkları ve abdominal yağ ağırlığı kesimden hemen sonra belirlenmiştir. Bu değerlerden canlı ağırlığa göre oransal veriler hesaplanmıştır. Karkasların soğuk hava deposunda (+4°C) 24 saat bekletilmesinden sonra but, göğüs, sırt, boyun ve kanatlar standart karkas parçalama yöntemi ile parçalanarak, kesim ağırlığına oranları hesaplanmıştır (Sarica ve ark., 2009; Sarica ve ark., 2011; Yamak ve ark. 2018; Sarica ve ark., 2019).

Renk özelliklerinin tespiti için göğüs ve but etinin 3 farklı bölgesinden derisiz olarak et rengi (L^* : parlaklık, a^* :

kırmızılık, b^* : sarılık, Konica Minolta CR-400 Colorimeter, 2007) belirlenmiştir. Göğüs ve but eti pH'sı (Testo205 pH meter) 3 farklı bölgede yapılan ölçümlerle belirlenmiştir. pH₁₅ ölçümleri kesim sonrasındaki 15. dakikada yapılmıştır. Nihai pH (pHu) ölçümleri ise +4°C'de 24 saat bekletilen et örneklerinden alınmıştır (Sarica ve ark., 2011; Sarica ve ark., 2019).

Sızdırma kaybını belirlemek için soğuk karkastan elde edilen göğüs ve but eti örnekleri (5 g) kilitli poşetlere koyularak 2-4°C'de buzdolabında 48 saat depolanmıştır. Bu süreçte et örnekleri birbirleriyle temas etmemiştir. Buzdolabında 48 saat depolanan et örnekleri kağıt havlu yardımı ile kurutulmuş 0.001 hassasiyetli terazi ile son ağırlıkları belirlenmiştir. Pişirme kaybını belirlemek için soğuk karkastaki göğüs ve but etinden yaklaşık 20'şer g örnek alınmıştır. Alınan et örnekleri elektrikli fırına (200 °C ön ısıtmalı) açık alüminyum tava üzerinde 80°C'de koyulmuş ve 15 dk boyunca pişirme işlemi uygulanmıştır. Fırından bu süre sonuna kadar çıkarılan et örnekleri 15°C'lik ortamda 30 dakika soğutulmuş kağıt havlu yardımı ile kurutulmuş ve son ağırlıkları belirlenmiştir. Göğüs ve but etinde sızdırma (SK, %) ve pişirme kaybının (PK, %) hesaplanması aşağıdaki formül ile gerçekleştirilmiştir (Castellini ve ark., 2002, Bianchi ve ark., 2007; Boz ve ark., 2019).

$$(SK, \%), (PK, \%) = \frac{\text{ilk örnek ağırlığı (g)}}{\text{son örnek ağırlığı (g)}} \times 100$$

Beç tavuklarında davranış özellikleri Çizelge 2'deki etogramda verilen prosedürlere göre belirlenmiştir. Özellikler belirlenirken davranışları etkileyebilecek dış çevreden kaynaklanabilecek faktörler ortadan kaldırılmıştır. Davranış özellikleri 2, 4, 6, 8, 10, 12, 13. haftalık yaşlarda (her iki hafta içerisinde toplam 4 sefer) sabah (9.00-11.00), öğle (13.00-15.00) ve akşam (17.00-19.00) saatlerinde gözlemlenmiştir. Her saat aralığında iki tekrarlı olarak gözlemler alınmıştır. Davranış gözlemleri aynı kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Davranış özelliklerinin her birinin belirlenmesi için ilgili bölmede o davranışı gösteren hayvanlar sayılmış ve kaydedilmiştir. Ayrıca bölmede o davranışı gösteren hayvanlar, yine o bölmedeki toplam hayvan sayısına bölünmüş ve yüzde olarak ifade edilmiştir (Boz ve ark., 2021).

Çizelge 2. Etogram

Table 2. Ethogram

Davranış özellikleri	Davranışın ifadesi
Toplanma	Buldukları bölme içerisinde kanatlıların bölme içini kullanma değeri (skorlama ile belirlenmekte, 1: Bölmenin ¼'ünü kullanma, 2: 2/4'ünü kullanma, 3: ¾'ünü kullanma, 4: bölmenin tamamını kullanma)
Yem arama	Zemini gagalama, ayak veya gaga yardımıyla zemini eşeleyerek arama
Koşma	Diğer aktiviteleri yapmadan sadece koşma
Tüy Gagalama	Diğer hayvanların tüylerini gagalama ve çekme
Yem yeme ve su içme	Yemlikten yem yeme ve suluktan su içme, zenginleştirilmiş bölmelerde yeşillik tüketme
Dinlenme ve diğer	Altık üzerinde başka hiçbir davranış yapmadan ayakta dikilme, oturma, uzanma veya uyuma
Tüy Kabartma	Tüylerini kabartarak havalandırma ve kanat hareketleriyle vücudu silkeleme
Tüy Temizleme	Gaga yardımıyla kendi tüyleri ile oynama, tarama ve tüylerini temizleme
Tüneme	Bölme içindeki tünelerin üzerini kullanma

Çalışmanın 25. günü ve 90. gününde her tekerrürden rastgele seçilen 2 adet beç tavuğuna hareketsiz kalma testi (tonik immobilite) uygulanmıştır. Tonik immobilite testi için ayrı ve sessiz bir odaya alınan beç tavukları bireysel olarak değerlendirilmiştir. Test için sırtüstü yatırılan beç tavukları baş ve karın bölgelerine bastırılarak bu şekilde 10 saniye tutulmuştur. Bırakıldıktan sonra 10 saniye içinde hareketsiz kalanlarda tonik immobilitenin sağlandığı varsayılmıştır. Hayvandan yaklaşık 1 m uzakta bulunan gözlemci tarafından tonik immobilite süresi (yatış sayısı ve uyuma süresi) kaydedilmiştir. Tekrarlanan 3 müdahaleden sonra tonik immobilite gerçekleşmemiş ise hayvan duyarlı olarak düşünülmüş ve 0 puan verilmiştir. Test süresi 600 sn ile sınırlandırılmış ve bu süre sonunda sağ tarafına dönemeyen beç tavuklarında tonik immobilite süresi 600 sn olarak değerlendirilmiştir (Şeremet, 2007).

İstatistik Analizler

Muameleler tesadüf parselleri deneme planına göre değerlendirilmiştir. İstatistik analizler SPSS 21.0 yazılımı (SPSS Inc., Chicago, IL) kullanılarak yapılmıştır. Tüm veriler Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak normal dağılıma uygunluğu test edilmiştir. Verilerin normal dağılışı göstermediği durumlarda, veri tipine uygun transformasyon uygulanmış ve tekrar normalite test edilmiştir. Haftalık canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı, kesim ve karkas özellikleri ile et kalite özelliklerine ait veriler one-way ANOVA prosedürü kullanılarak varyans analizi ile değerlendirilmiştir

(Düzgüneş ve ark, 1987; Özdamar, 2002). Davranış özellikleri sayma veri yapısında olduğundan Poisson dağılışı göstermiştir. Bu nedenle, her bir özellik için Poisson loglinear fonksiyonu ile “Generalized Linear Models” prosedürü kullanılarak istatistik analiz gerçekleştirilmiştir. Tüm özellikler $p < 0,05$ önemlilik düzeyinde test edilmiştir ve ortalamalar arasındaki çoklu karşılaştırmalarda Tukey testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada muameleler arasında 2, 4 ve 6. hafta canlı ağırlıkları bakımından farklılık meydana gelmemiştir (Çizelge 3). Ancak 8, 10, 12 ve kesim yaşı olan 13. haftada ise kontrol grubu çevresel zenginleştirme uygulanan gruba göre daha yüksek canlı ağırlığa sahip olmuştur ($P \leq 0,05$).

Muameleler arasında yemden yararlanma oranı bakımından 8 haftalık yaşa kadar önemli farklılıklar belirlenmemişken, 10 ve 12. haftada kontrol grubundaki hayvanlar daha iyi değerlere sahip olmuştur ($P \leq 0,05$). Ancak kesim yaşı olan 13. haftada ise muameleler arasında YYO değerleri benzer gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Kesim ağırlığı muamele grubunda 1117,5 g, çevresel zenginleştirme uygulanan grupta ise 1065,8 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Kesim ağırlığı, sıcak karkas ağırlığı, baş ve ayak kontrol grubunda daha yüksek bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Sıcak karkas randımanı, baş, ayak ve tüy oranı üzerine de muamele gruplarının etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 3. Haftalık canlı ağırlık değişimi (g)

Table 3. Weekly body weight change (g)

Muameleler	Çıkış	2. hafta	4. hafta	6. hafta	8. hafta	10. hafta	12. hafta	13. hafta
Kontrol	25,6	101,9	238,0	434,1	682,3	897,5	1038,0	1071,2
Zenginleştirme	25,5	100,5	231,9	421,2	661,6	868,2	1008,1	1042,0
OSH	0,151	0,637	2,170	4,065	4,651	4,454	5,120	5,444
F değeri	0,249	1,302	1,970	2,527	5,091	11,396	8,887	7,426
P değeri	0,618	0,255	0,162	0,114	0,025	0,001	0,003	0,007

OSH: Ortalamanın standart hatası.

Çizelge 4. Kümülatif yemden yararlanma oranı (YYO) değişimi

Table 4. Cumulative feed conversion ratio (FCR) change

Muameleler	2. Hafta	4. Hafta	6. Hafta	8. Hafta	10. Hafta	12. Hafta	13. Hafta
Kontrol	3,59	3,30	3,41	3,62	3,66	4,34	4,78
Zenginleştirme	3,54	3,31	3,47	3,71	3,91	4,55	4,86
OSH	0,062	0,074	0,056	0,037	0,059	0,048	0,062
F değeri	0,161	0,003	0,325	1,794	7,475	9,586	0,491
P değeri	0,699	0,961	0,584	0,217	0,026	0,015	0,503

OSH: Ortalamanın standart hatası.

Çizelge 5. Kesim özellikleri (g, %)

Table 5. Slaughter traits (g, %)

Muameleler	Kesim ağırlığı	Sıcak karkas ağırlığı	Sıcak Karkas randımanı	Baş ağırlığı	Baş Oran	Ayak ağırlığı	Ayak oran	Tüy ağırlığı	Tüy oran
Kontrol	1117,5	846,1	75,7	29,7	2,7	32,8	2,9	86,7	7,8
Zenginleştirme	1065,8	811,9	76,2	27,3	2,6	30,5	2,9	82,1	7,7
OSH	10,586	7,981	0,297	0,367	0,033	0,426	0,032	2,312	0,190
F değeri	6,861	5,082	0,677	14,783	2,575	9,156	1,565	0,984	0,026
P değeri	0,013	0,030	0,416	0,000	0,117	0,004	0,219	0,327	0,872

OSH: Ortalamanın standart hatası.

Çizelge 6. Yenilebilir iç organların ve abdominal yağın ağırlığı (g) ile oranları (%)

Table 6. The weight (g) and ratios (%) of edible internal organs and abdominal fat

Muameleler	Kalp (g)	Kalp (%)	Karaciğer (g)	Karaciğer (%)	Taşlık (g)	Taşlık (%)	Abdominal yağ (g)	Abdominal yağ (%)
Kontrol	6,2	0,5	15,7	1,4	23,8	2,1	4,8	0,4
Zenginleştirme	5,5	0,5	15,1	1,4	23,9	2,2	5,8	0,5
OSH	0,182	0,015	0,387	0,032	0,771	0,076	0,557	0,048
F değeri	3,868	1,975	0,667	0,021	0,008	0,521	0,677	1,383
P değeri	0,057	0,168	0,419	0,885	0,929	0,475	0,416	0,247

OSH: Ortalamamın standart hatası.

Çizelge 7. Karkas parçaları ağırlıkları (g) ve oranları (%)

Table 7. Weight (g) and ratios (%) of carcass parts

Muameleler	Boyun (g)	Boyun (%)	Sırt (g)	Sırt (%)	Göğüs (g)	Göğüs (%)	But (g)	But (%)	Kanat (g)	Kanat (%)
Kontrol	63,5	5,7	172,4	15,4	243,8	21,8	234,1	20,9	118,8	10,6
Zenginleştirme	60,7	5,7	170,3	16,0	235,7	22,1	223,2	20,9	114,5	10,7
OSH	0,849	0,064	2,583	0,189	3,050	0,185	2,715	0,152	1,214	0,078
F değeri	2,957	0,008	0,151	2,620	1,816	0,630	4,386	0,005	3,230	0,536
P değeri	0,094	0,931	0,700	0,114	0,186	0,432	0,043	0,946	0,080	0,468

OSH: Ortalamamın standart hatası.

Muameleler arasında yenilebilir iç organlar ile abdominal yağ ağırlığı ve oranları önemli düzeyde farklılık göstermemiştir (Çizelge 6).

Karkas parça ağırlıklarından but ağırlığı dışındaki, boyun, sırt ve kanat ağırlıkları muamele gruplarına göre farklılık göstermemiştir (Çizelge 7). But ağırlığı kontrol grubunda daha yüksek bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Karkas parça oranları muamele gruplarına göre farklılık göstermemiştir (Çizelge 7).

Boz ve ark. (2022), kapalı sistemde yetiştirilen beç tavuklarında 13 hafta sonunda kesim ağırlığını 1074 g ile 1090 g arasında, sıcak karkas ağırlığını 817.6 g ile 831.9 g arasında, baş ağırlığını 28.2 g ile 29.1 g arasında, ayak ağırlığını 31.6 g ile 31.7 g arasında, tüy ağırlığını 88.5 g ile 91.3 g arasında tespit etmiştir. Sıcak karkas randımanını % 75.8 ile % 76.1 arasında belirlemiştir. Aynı çalışmada yemden yararlanma oranları 3.79 ile 5.29 arasında değişmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler de Boz ve ark. (2022)'in çalışma sonuçlarıyla benzerdir. Yamak ve ark. (2018) de kapalı sistemde gerçekleştirilen çalışmada 14. hafta kesim ve karkas değerlerini bu çalışmaya benzer bulmuştur. Canlı ağırlığa göre belirlenen oranlar diğer çalışmalardan farklılık gösterebilmektedir. Çünkü bazı çalışmalarda karkas parça oranları sıcak karkas veya soğuk karkas ağırlığına göre de belirlenebilmektedir. Yenilebilir iç organ özellikleri de diğer çalışmalarla benzer sonuçlar göstermiştir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak Houndonougbo ve ark. (2017), kesim ağırlığını (16. hafta) 812.0 g ile 892.0 g arasında ve karkas randımanını % 77.4 ile % 85.1 arasında tespit etmiştir.

Önceki çalışmalarda zenginleştirilmiş çevre uygulaması yapılarak büyütmenin performans üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadığı, bununla beraber canlı ağırlık artışına katkı sağladığı bildirilmektedir (Nicol, 1992; Leterrier ve ark., 2001; Perea ve ark., 2002). Çevresel zenginleştirme uygulanan grupta canlı ağırlık ve YYO'daki gerilemenin aktif davranışların daha fazla sergilenmesi nedeniyle yemden gelen enerjinin artan aktivite için harcanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çünkü davranış özelliklerinde meydana

gelen değişimler büyüme performansında da farklılıklar oluşturabilmektedir (Hocking & Jones, 2006). Ayrıca yeşillik tüketiminin az da olsa YYO üzerinde olumsuz yönde etki gösterdiği söylenebilir.

Erken yaşlardan itibaren zenginleştirilmiş çevre koşullarında yetiştirme, kanatlılarda ileri dönemlerde beklenmeyen bir stres faktörüyle karşılaşılması durumunda stres ve buna bağlı korku tepkilerini azaltabilmektedir (Grigor ve ark., 1995). Çevresel zenginleştirme uygulamalarındaki amaç, çevresel uyaranlara karşı korku tepkisinin azalmasını sağlamak ve değişikliklere karşı adaptasyon yeteneklerini geliştirmektir. Fakat zenginleştirilmiş çevre uygulamalarının kanatlıların performansı üzerine etkileri henüz tartışmalı durumdadır (Şeremet, 2007). Yapılan bazı araştırmalar etlik piliçlere uygulanan çevresel zenginleştirmenin büyüme performansını üzerine etkisinin olmadığı yönündedir (Leterrier ve ark., 2001; Perea ve ark., 2002). Bizim çalışmamızda da çevresel zenginleştirme erken (günlük) yaşta başlamış ve üretim döneminin sonuna kadar devam etmiştir. Çevresel zenginleştirme uygulaması yapılmayan grupta daha yüksek canlı ağırlıklar belirlenmiştir. Buna rağmen Nicol (1992) çalışmada çevresel zenginleştirmenin canlı ağırlığı önemli oranda artırdığını bildirmektedir.

Et kalite özelliklerinden renk (L^* , a^* ve b^*), pH_{15} ve pH_u muamele gruplarına göre göğüs ve but etinde farklılık göstermemiştir (Çizelge 8).

Göğüs etinde sızdırma kaybı çevresel zenginleştirme uygulanan grupta önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P \leq 0,05$) ve but etinde de yüksek olma eğilimi göstermiştir. Göğüs ve but eti pişirme kaybı ise muamele gruplarına göre farklılık göstermemiştir (Çizelge 9).

Et örneklerinde belirlenen renk ve pH değerleri birbiri ile yakın ilişkilidir (Castellini ve ark., 2002). Çalışmamızda da görüldüğü üzere muamele grupları arasında hem pH hem de renk değerleri arasında yakın sonuçlar elde edilmiştir. Her iki özellikte de muamenin bir etkisi bulunmamıştır. Ayrıca etlerde belirlenen pH değerlerinin düşük seviyede bulunmuş olması, o hayvanların kesim işlemleri öncesinde refah koşullarının

iyi durumda olduğunu göstermektedir (Castellini ve ark., 2002). Bu durum her iki muamele grubu için de olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Et dokusunda bulunan su uzaklaştırıldıkça, etin duysal özelliklerinde olumsuz durumlar ortaya çıkmaktadır. Dokudan sızdırma ile uzaklaştırılan su etin görünümünde, pişirme ile uzaklaştırılan su ise büzüşmesinde etkili olmaktadır. Ortaya çıkan bu olumsuz durumlar etteki sululuk ve gevreklik üzerine etkilidir (Ergezer & Serdaroğlu, 2008). Bu çalışmada göğüs eti sızdırma kaybı çevresel zenginleştirme uygulanan grupta daha yüksektir. Bu durumun konfor aktiviteleri (koşma, eşinme vb.) ve yeşillik tüketiminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tespit edilen tüm davranış özellikleri muamele gruplarına göre farklılık göstermiştir (Çizelge 10). Çevresel zenginleştirme uygulaması kontrol grubuna göre toplanma (+% 20.5), yem arama (+% 101.9), koşma (+% 68.6), yem yeme ve su içme (+% 21.4), kabarma ve kanat çırpma (+% 85.2) ve tüy temizleme davranışının (+% 33.6) sergilenme düzeyini artırmıştır ($P \leq 0,001$). Çevresel zenginleştirme uygulanmaması ise kontrol grubunda tüy gagalama (+% 91.4) ile dinlenme ve diğer davranışların (+% 21.1) görülme düzeyinin yükselmesine neden olmuştur ($P \leq 0,001$).

Hayvanlarda tespit edilen davranış özellikleri, onların içerisinde buldukları duygusal durum ve fizyolojik olaylar hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca yetiştirme koşullarının iyileştirilebilmesi için de önemli ipuçları

sağlamaktadır. Bununla beraber, hayvan yetiştiriciliğinde refah ile ilgili sorunların tespit edilmesi ve nitelendirilmesi, çevreden kaynaklanabilecek olumsuzlukların tanımlanması için de önem taşımaktadır (Savaş & Yurtman, 2008). Davranışlar ile ilgili olarak türe özgü normlardan sapan davranışlar tartışmaya açık hale gelmiştir. Türlerin kendine özgü davranış özelliklerini ortaya koyabilmeleri hayvanlarda yüksek refahın sağlanabilmesi bakımından da önemlidir (Sarica ve ark., 2007; Savaş & Yurtman, 2008).

Hayvansal üretimde yetiştirme sistemleri ve kümes içi koşullara bağlı olarak davranışsal özelliklerde değişimler olabilmekte ve saldırganlık, korku, tüy gagalama ve tüy kabartma gibi zararlı davranışların görülme sıklığında artışlar meydana gelebilmektedir. Bu özelliklerin değişimi sonucunda büyüme performansında da farklılıklar oluşabilmektedir (Hocking & Jones, 2006). Çevresel zenginleştirme için kullanılan materyallerin hayvanlar üzerindeki etkisi de önemli bir diğer konudur. Bu çalışmada uygulanan çevresel zenginleştirme uygulaması ile hayvanların aktivite düzeyi artmış ve konfor davranışlarında iyileşme sağlanması çevresel zenginleştirmeden beklenen faydaların elde edildiğini göstermektedir. Çevresel zenginleştirme uygulamaları, hayvanların kendilerine has davranış özelliklerini gösterebilmesi ve refah seviyesini artırmak için yetiştirme koşullarında meydana getirilen değişimlerdir (Yıldırım, 2015).

Çizelge 8. Göğüs ve but eti pH ve renk değerleri

Table 8. Breast and thigh meat pH and color values

Muameleler	Göğüs					But				
	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	pH ₁₅	pHu	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	pH ₁₅	pHu
Kontrol	46,6	2,7	5,0	5,7	5,5	42,3	7,0	2,0	6,3	5,9
Zenginleştirme	45,0	2,1	5,8	5,7	5,5	43,4	7,6	2,3	6,3	6,0
OSH	0,881	0,216	0,275	0,033	0,005	1,045	0,269	0,358	0,028	0,038
F değeri	0,803	1,526	1,606	0,117	0,296	0,249	1,120	0,077	0,153	1,426
P değeri	0,374	0,222	0,210	0,734	0,589	0,619	0,294	0,782	0,697	0,237

OSH: Ortalamanın standart hatası. pH₁₅: Kesim sonrası 15. dakikadaki pH değeri, pH_u: Kesim sonrası 24. saatteki nihai pH değeri

Çizelge 9. Göğüs ve but eti sızdırma ve pişirme kaybı değerleri (%)

Table 9. Drip and cooking loss values for breast and thigh meat (%)

Muameleler	Göğüs Eti		But Eti	
	SK (%)	PK (%)	SK (%)	PK (%)
Kontrol	6,3	20,0	2,8	19,2
Zenginleştirme	8,8	19,2	4,2	19,7
OSH	0,551	0,793	0,365	0,890
F değeri	6,897	0,233	4,247	0,060
P değeri	0,017	0,635	0,054	0,809

OSH: Ortalamanın standart hatası.

Çizelge 10. Davranış özellikleri

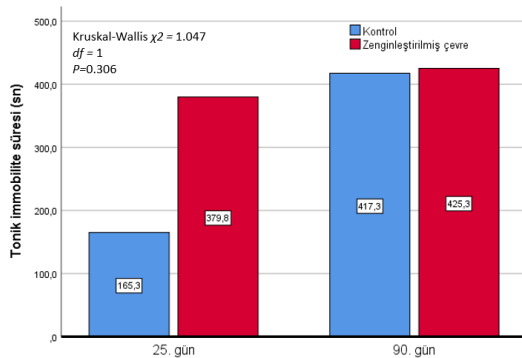
Table 10. Behavior characteristics

Davranış özellikleri ¹	β	Std. hata	Wald değeri	P değeri	Odds oranı	Güven aralığı		Model P değeri
						Alt	Üst	
Toplanma	0,187	0,0411	20,613	<0,001	1,205	1,112	1,307	<0,001
Yem arama	0,703	0,0473	220,370	<0,001	2,019	1,841	2,216	<0,001
Koşma	0,522	0,0845	38,203	<0,001	1,686	1,429	1,990	<0,001
Tüy gagalama	-2,449	0,3940	38,629	<0,001	0,086	0,040	0,187	<0,001
Yem yeme ve su içme	0,194	0,0266	53,451	<0,001	1,214	1,153	1,279	<0,001
Dinlenme ve diğer	-0,237	0,0294	65,382	<0,001	0,789	0,745	0,835	<0,001
Kabarma ve kanat çırpma	0,616	0,0579	113,116	<0,001	1,852	1,653	2,074	<0,001
Tüy temizleme	0,290	0,0331	76,792	<0,001	1,336	1,253	1,426	<0,001

¹: Davranış özelliklerinin karşılaştırılmasında "kontrol" grubu referans değer (1) olarak alınmıştır.

Çevresel zenginleştirme uygulamaları bu çalışmada da olduğu gibi tüneme imkanı sunulması, altlıkta taş (dış ortama benzerlik), yeşillik objeleri ve yeşillik takviyesi gibi uygulamalar olabilmektedir (Wells, 2004). Bu uygulamaların yapılmasının amacı kapalı sistemlerde yetiştirilen hayvanlarda korku düzeyini azaltarak daha iyi refah standartları sunan konforlu bir ortamın sağlanmasıdır. Bu çalışmada, toplanma, yem arama, koşma, yem yeme ve su içme, tüy kabartma ve kanat çırpma ile tüy temizleme gibi konfor davranışları çevresel zenginleştirme uygulanan grupta daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Bununla beraber çevresel zenginleştirme uygulanmayan muamele gruplarında tüy gagalama ve dinlenme davranışı daha yüksek bulunmuştur. Bu durum çevresel zenginleştirme olmayan grupta korku stresi düzeyinin yüksek olduğunu düşündürmektedir. Bunu destekleyici olarak, kanatlılarda strese bağlı korku düzeyini düşürmek amacıyla gelişmiş işletmelerde kanatlılar rekabetin az gerçekleştiği, karmaşık olmayan ve sabit fiziksel çevre koşullarının sağlandığı kapalı yetiştirme sistemlerinde üretilmektedirler. Sürekli olarak aynı bakıcı ve tek örnek malzeme –ekipmanların kullanılması, kümes içi sosyal rekabetin en aza indirilmesi, sessizlik, günlük iş ve işlemlerin belirli bir düzen içerisinde yürütülmesi bazı sıkıntı, sinirsel ve stresle ilgili sosyal ve bireysel davranışsal bozukluklara neden olabilmektedir. Bu ortamlarda da tüy yolma, gagalama, agresiflik benzeri davranışsal bozukluklar meydana gelebilmektedir (Şeremet, 2007). Bu bildirişe rağmen, Perea ve ark. (2002), etlik piliçlerde gerçekleştirilen ve çevresel zenginleştirme uygulaması yapılan çalışmada gagalama davranışı kontrol grubu ile farklılık göstermese de çevresel zenginleştirme uygulaması yapılan gruplarda nispeten düşük değerler belirlendiğini bildirmiştir. Le Van ve ark. (2000), etlik piliçlerde gerçekleştirdiği çalışmada tünem kullanımı hareket kabiliyeti ve aktivite düzeyini artırdığını bildirmiştir. Dolayısıyla daha fazla aktivite gösteren hayvanların refah düzeyinin arttığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde konfor davranışlarının çevresel zenginleştirme grubunda istatistiksel olarak önemli ölçüde yüksek olması uygulamanın refah yönünde olumlu sonuçlar ortaya çıkardığını göstermektedir.

Tonik immobilite (TI) süresi açısından da ne muamele grupları ne de yaş dönemleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 1). Deneme sonunda (90. gün) çevresel zenginleştirme uygulanan grupta TI süresi 425.3 saniye, kontrol grubunda ise 417.3 saniye olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Tonik immobilite süresi (sn)
Figure 1. Tonic immobility duration (sec)

Tonik immobilite, hayvanların kısa bir süreliğine hareketlerini kısıtlayıp, verdiği tepkiyi belirlemek suretiyle yapılan bir testtir. Tonik immobilite süresi uzun olan hayvanlar, daha kısa olanlara göre kıyasla pasif, çekingen veya korku stresi yüksek bireyler olarak değerlendirilmektedir (Jones & Faure, 1980). Özellikle yaş ilerlemesiyle bu durum daha da belirgin olmaktadır. Fakat diğer davranış özellikleri (toplanma, yem arama, koşma, yem yeme ve su içme, kabartma ve kanat çırpma, tüy temizleme) çevresel zenginleştirme uygulanan grupta önemli düzeyde olumlu yönde farklılık göstermiştir. Ancak tonik immobilite süresinin muameleler arasında benzerlik göstermesi, davranış özelliklerinde ortaya çıkan farklılıklar ile korku stresi arasında önemli bir ilişkinin bulunmadığını göstermektedir. Bizeray ve ark. (2002), tarafından etlik piliçlerde uygulanan çevresel zenginleştirmenin tonik immobilite üzerine etkisinin olmadığı bildirilmektedir. Bu durum bizim çalışmamız ile benzer sonuçları içermektedir.

Çalışma sonuçları, çevresel zenginleştirme uygulamalarının performans özelliklerinden ziyade davranış özellikleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Beç tavuğuna benzer alternatif kanatlıların (keklik, sülün) yetiştiriciliğinde en önemli problem yüksek gagalama ve aktif davranışların sergilenememesidir. Bu çalışma, beç tavuklarında çevresel zenginleştirmenin aktivite ve konfor davranışlarını artırdığını, gagalamayı ise azalttığını ortaya koymuştur. Çevresel zenginleştirme uygulanan grupların daha düşük canlı ağırlığa ve kesim ağırlığına sahip olmasına rağmen karkas parça ağırlıkları ve yemden yararlanma oranları dikkate alındığında büyüme performans açısından da kabul edilebilir olduğu düşünülmektedir. Çevresel zenginleştirme uygulamalarının farklılaştırılarak genişletilmesi gerektiği bu çalışma ile ortaya çıkmıştır. Özellikle davranışsal özelliklerin büyüme performansında olumlu etkiler gösterebileceği uygulamalar gereklidir. Canlı ağırlık ya da yemden yararlanma oranı üzerine de etkili olabilecek yeni çalışmalar gereklidir.

Kaynaklar

- Alkan, S., & Durmuş, İ. (2015). Alternatif kanatlı yetiştiriciliği: Beç tavuğu yetiştiriciliği. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(10), 806-810.
- Bianchi, M. Petracci, M. Sirri, F. Folegatti, E. Franchini, A., & Meluzzi, A. (2007). The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. *Poultry Science*, 86, 959-963.
- Bizeray, D. Estevez, I. Leterrier, C., & Faure, J.M. (2002). Effects of Increasing Environmental Complexity on the Physical Activity of Broiler Chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 79, 27-41.
- Boz, M.A., Öz, F., Yamak, U.S., Sarıca, M., & Cilavdaroğlu, E. (2019). The carcass traits, carcass nutrient composition, amino acid, fatty acid, and cholesterol contents of local Turkish goose varieties reared in an extensive production system. *Poultry Science*, 98 (7), 3067-3080.
- Boz, M.A., Sarıca, M., Yamak, U.S., & Erensoy, K. (2021). Behavioral traits of artificially and naturally hatched geese in intensive and free-range production systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 236, 105273.
- Boz, M.A., Erensoy K., Uçar A., & Sarıca M. (2022). Beç Tavuklarında Yerleşim Sıklığının Büyüme, Kesim ve Karkas Özelliklerine Etkisi. *J. Anim. Prod.*, 2022, 63(1), 47-55.

- Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219-225.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz F. (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (istatistik metodları II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları: 1021, Ders kitabı, 295, Ankara.
- Ergezer, H., & Serdaroglu, M. (2008). Et ve et ürünlerinde su tutma kapasitesi ve ölçüm yöntemleri, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 493-496, Erzurum, Türkiye, 21-23 Mayıs.
- Grigor, P.N., Hughes, B.O., & Appleby, M.C. (1995). Effects of regular handling and exposure to an outside area on subsequent fearfulness and dispersal in domestic hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 44, 47-55.
- Houndonougbo, P. V., Mota, R. R., Chrysostome, A. A. C., Bindelle, J., Hammami, H., & Gengler, N. (2017). Growth and carcass performances of guinea fowls reared under intensive system in Benin. *Livestock Research for Rural Development*, 29 (10), 1-6.
- Hocking, P.M., & Jones, E.K.M. (2006). On-farm assessment on environmental enrichment for broiler breeders. *British Poultry Science*, 47, 418-425.
- Jones, R.B., & Faure, J.M. (1980). Tonicimmobility (righting time) in the domestic fowl: Effects of various methods of induction. *IRSC MedSci*. 8, 184-185.
- Jones, R.B. (2002). Role of comparative psychology in the development of effective environmental enrichment strategies to improve poultry welfare. *International Journal of Comparative Psychology*, 15(2), 77-106.
- Kokoszynski, D., Bernacki, Z., Korytkowska, H., Wilkanowska, A., & Piotrowska, K. (2011). Effect of age and sex on slaughter value of guinea fowl (Numida Meleagris). *Journal of Central European Agriculture*, 12(2), 255266. DOI: 10.5513/JCEA01/12.2.907.
- Le Van, N.F. Estevez, I., & Stricklin W.R. (2000). Use of horizontal and angled perches by broiler chickens. *Appl. Ani. Behav. Sci.*, 65, 349-365.
- Leterrier, C., Arnould, C., Bizeray, D., Constantin, P., & Faure, J.M. (2001). Environmental enrichment and leg problems in broiler chickens. *British Poultry Science*, 42, 13-14.
- Newberry, R.C. (1995). Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 44(2-4), 229-243.
- Nicol, C.J. (1992). Effects of environmental enrichment and gentle handling on behaviour and fear responses of transported broilers. *Applied Animal Behaviour Science*, 33, 367-380.
- Özdamar, K. (2002). Paket programlar ile istatistiksel veri analizi I, 4. baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Perea, A.T. Maldonado, F.G., & Lopez, J.A.Q. (2002). Effect of Environmental Enrichment on the Behavior Production Parameters and Immune Response in Broilers. *Veterinary Mexican*, 33(2), 89-100.
- Petek, M. (2004). Bilinmeyen bir ürün: Beç tavuğu. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.* 23, 1-2-3, 127-129.
- Rosenzweig, M. R., & Bennett, E. L. (1996). Psychobiology of plasticity: effects of training and experience on brain and behavior. *Behavioural Brain Research*, 78(1), 57-65.
- Sarıca, M., Camcı, Ö., & Selçuk, E., (2003). Bildircin, sülün, keklik, etçi güvercin, beç tavuğu ve devekuşu yetiştiriciliği. OMÜ Ziraat Fakültesi Baskı Ünitesi, 3. Baskı, Ders Kitabı No, 4, Samsun.
- Sarıca, M. Karaçay, N. Ocak, N. Kop, C., & Altop, A. (2007). Entansif ve serbest gezinmeli (Free range) üretim sistemlerinin farklı genotipteki hindilerin büyüme dönemi davranış özelliklerine etkileri, Avrupa Birliği Uyum Kriterlerine Uyum Sürecinde Türkiye Tavukçuluğu Sempozyumu, İzmir, Türkiye, s. 172-180.
- Sarıca, M., Ocak, N., Karaçay, N., Yamak, U.S., Kop, C., & Altop A. (2009). Growth, slaughter and gastrointestinal tract traits of three turkey genotypes under barn and free-range housing systems. *British Poultry Science*, 50(4), 487-494.
- Sarıca, M., Ocak, N., Turhan, S., Kop, C., & Yamak U.S. (2011). Evaluation of meat quality from 3 turkey genotypes reared with or without outdoor Access. *Poultry Science*, 90, 1313-1323.
- Sarıca, M., Boz, M.A., Yamak, U.S., & Ucar, A. (2019). Effect of production system and slaughter age on some production traits of guinea fowl: Meat quality and digestive traits. *South African Journal of Animal Science*, 49 (1), 192-199. (DOI:10.4314/sajas.v49i1.22).
- Savaş, T., & Yurtman, İ.Y. (2008). Hayvan davranış bilimi ve zootekni: tanım ve izlem. *Hayvansal Üretim*, 49(2), 36-42.
- Şeremet, Ç. (2007). Kronik çevresel stresin etlik piliçlerde korku ile ilgili davranışlar ve stres fizyolojisi üzerine etkileri (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniv. Fen Bilimleri Ens. Zootekni ABD).
- Teye, G.A., & Gyawu, P. (2002). A guide to Guinea fowl production in Ghana. Department of Animal Science. *University for Development Studies*, Tamale, Ghana. 14 pp.
- Uçar, A. (2014). Sülünlerde yumurta verimi, yaş ve kuluçka özellikleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, SAMSUN.
- Wells, D.L.A. (2004). Review of Environmental Enrichment for Kennelled Dogs, *Canis familiaris*. *Applied Animal Behavior Science*, 85, 307-317.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358.
- Yamak, U.S., Sarıca, M., Boz, M.A., & Ucar, A., (2018). Effect of production system (barn and free-range) and slaughter age on some production traits of guinea fowl. *Poultry Science*, 97, 47-53.
- Yıldırım, M. (2015). Çevresel Zenginleştirmenin Etlik Piliçlerin Bazı Davranış, Büyüme ve Karkas Özellikleri ile Kan Parametrelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırşehir. 45s.



Effect of Some Food Preservatives and Different Packaging Materials on The Shelf Life of Kaymak

Ashnur Baykuş^{1,a}, Elvan Ocak^{1,b,*}, Şerif Sarımurat^{2,c}

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Van, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Başkale MYO, Van, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 11.09.2023 Accepted : 20.02.2024</p> <p>Keywords: Kaymak Shelf life Antioxidant Antimikrobiyal Food preservatives</p>	<p>In this study, various properties of cream prepared using three different concentrations of two different food preservatives [ascorbic acid (100, 250, 500 ppm) and potassium sorbate (1500, 2000, 3000 ppm)] and edible coating were examined. On the 1st, 7th, 14th and 21st days of the study were made chemical, microbiological and sensory analyzes of cream. While the average results of pH, titration acidity and fat analyzes in chemical analyzes were 5.99%, 0.05% and 65.3%, respectively, the results of peroxide and TBA analyzes were found as 1.75 meq O₂/kg and 0.14 mg malonaldehyde/kg oil. In microbiological analysis, average results of TMAB, total yeast-mold, lipolytic bacteria counts were 2.30, 1.83 and 2.35 log cfu/g, respectively. Sensory evaluation was also determined as a result of the opinions of 6 panelists, and the average results of appearance, color, smell, taste-aroma, consistency and general acceptability criteria were found as 8.36, 8.06, 7.65, 7.46, 8.86 and 7.86, respectively. and as a result of the evaluation, the kaymak samples received very good and excellent values. In line with the results obtained in this study, it was determined that the shelf life of the kaymak was extended by preserving the sensory criteria.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1507-1515, 2024

Bazı Gıda Koruyucuları ve Farklı Ambalaj Materyalinin Kaymağın Raf Ömrü Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 11.09.2023 Kabul : 20.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kaymak Raf ömrü Antioksidan Antimikrobiyal Gıda koruyucusu</p>	<p>Bu çalışmada üç farklı konsantrasyonda iki farklı gıda koruyucusu [askorbik asit (100, 250, 500 ppm) ve potasyum sorbat (1500, 2000, 3000 ppm)] ve yenilebilir kaplama kullanılarak hazırlanan kaymakların çeşitli özellikleri incelenmiştir. Araştırmanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde kaymakların kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizleri yapılmıştır. Yapılan kimyasal analizlerde pH, titrasyon asitliği ve yağ analizlerinin ortalama sonuçları sırasıyla %5,99, %0,05 ve %65,3, peroksit ve TBA analizlerinin sonuçları ise 1,75 meq O₂ / kg ve 0,14 mg malonaldehit/kg yağ olarak bulunmuştur. Mikrobiyolojik analizlerde ise TMAB, toplam maya-küf, lipolitik bakteri sayılarının ortalama sonuçları sırasıyla 2,30, 1,83 ve 2,35 log kob/g olarak belirlenmiştir. Duyuşsal değerlendirmede 6 panelistin görüşleri sonucunda tespit edilmiş olup görünüş, renk, koku, tat-aroma, kıvam ve genel kabul edilebilirlik kriterlerinin ortalama sonuçları sırasıyla 8,36, 8,06, 7,65, 7,46, 8,86 ve 7,86 olarak bulunmuş ve değerlendirme sonucunda kaymak örnekleri çok iyi ve mükemmel değerler almıştır. Yapılan bu çalışma ile elde edilen sonuçlar doğrultusunda kaymağın raf ömrünün duyuşsal kriterlerini koruyarak uzatıldığı belirlenmiştir.</p>

^a aslinur_sadiksoy@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0009-0006-3827-7103>

^c elvanocak@gmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0003-4565-2435>

^e m.sarimurat@yyu.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0001-6695-709X>



Giriş

Kaymak, Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne (Anonim, 2003) göre hammadde olarak sadece süt yağının (ağırlıkça en az %60) kullanıldığı ürüne verilen isimdir.

Kaymak yapımında farklı sütler kullanılmakla birlikte, yağ, kuru madde miktarı ve kaymak bağlama oranı açısından yüksek olan ve yine yağ renginin de beyaz olduğu manda sütü tercih edilmektedir. Bu durum kaymak üretiminin hem ekonomik olmasına hem de tüketicinin daha çok beğenmesine neden olmaktadır. Ancak son yıllarda özellikle büyük kentlerdeki talebi karşılamak için manda sütü yerine yağ oranı açısından zenginleştirilmiş inek sütü de kullanılmaktadır (Tekinşen, 2000).

Yüksek kurumadde (59,01-73,9) ve yağ (59,29-67,82) oranına sahip kaymakların raf ömrü çok uzun olmamakta, genellikle buzdolabı koşullarında 4-5 gün, nadiren 6-7 güne çıkabilmektedir (Akalin ve ark., 2006; Çon ve ark., 2000; Kurt & Özdemir, 1988; Öksüz ve ark., 2000).

Pastörizasyon sonrası mikrobiyal kontaminasyonun ve depolama sıcaklığının kaymağın raf ömrü üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Geleneksel yöntemle üretilen kaymağın, raf ömrünün uzatılması için depolama sıcaklığının 0°C'ye yakın olması önerilmekte (Dereli ve Şevik, 2011), bu sıcaklık 6°C'nin üzerine çıktığı takdirde süratle bakterilerin geliştiği, bozulma hızının arttığı ve kalite kaybının görüldüğü bildirilmektedir (Üçüncü 2000; Robertson, 2006; Anlı & Gürsel, 2013).

Süt ve süt ürünlerinde herhangi bir gıda katkı maddesi ilave etmeden ısıl işlemler (pastörizasyon, sterilizasyon), ultrason uygulamaları (Bulut, 2022a; 2022b), aseptik ambalajlama yöntemleri (MAP, İAP), hidrojen gibi gaz uygulamaları (Bulut ve ark., 2023), farklı bitki ekstraktlarının kullanımı (Alwazeer et al., 2020; Bulut ve ark., 2021) ve farklı pek çok yöntem uygulanarak ürün kalitesi ve güvenliği artırılmaktadır. Ancak süt ürünleri zengin besleyici değerleri olan, çabuk bozulabilen ve bu nedenle raf ömürleri kısa olan gıdalardır. Kaymak, tereyağı gibi ürünlerde mikrobiyal bulaşının yanı sıra bileşimlerinde bulunan yüksek orandaki lipid ve lipid türevlerinin oksidasyonu da kalite sorunlarına neden olmaktadır. Ransidite olarak nitelendirilen bu tür bozulmalara, yapılarında bulunan yağ asitlerinin oksidasyonu ve lipolizis neden olmaktadır. Ayrıca kaymak gibi %40 civarında nem içeren ürünlerde lipaz aktivitesi ve mikrobiyal gelişim artmakta, dolayısıyla trigliseritlerin hidrolizi teşvik edilmektedir. Bu da ürünün raf ömrünü azaltarak, gıda güvenliğini tehdit etmektedir (Akbarieh ve ark., 2017; Ghasemloy Incheh ve ark., 2022). Son çalışmalarda kaymaklarda modifiye atmosfer paketlenme (MAP), indirgen atmosfer paketlenme (İAP) ve UV-C ışık uygulaması gibi farklı çalışmalar denenmiş (Dereli & Şevik, 2011; Sonkaya & Koca, 2021; Batur & Koyuncu, 2022), ancak MAP ve İAP paketlenme sistemleriyle kaymakların bir miktar raf ömrü uzatılsa da UV-C ışık uygulamasında yüksek dozlarda yağ oksidasyonu meydana gelmiş ve ürünlerde yabancı lezzet algısı hissedilmiştir.

Gıdalarda raf ömrünü uzatmak için kullanılan bir diğer yöntem ise yenilebilir kaplama ve filmlerdir (Suhag ve ark., 2020). Kaplamalar, yenilebilir ambalaj materyali olarak gıda yüzeyine dört ana teknikte uygulanan (daldırma, püskürtme, kaydırma ve akışkan yatak işleme) tabakalardır. Yenilebilir

film ise, önceden şekillendirilmiş, oluşturulduktan sonra gıdanın üzerine veya arasına yerleştirilen, yenilebilir doğal malzemeden yapılmış materyallerdir (McHugh, 2000). İki materyal arasındaki bariz fark; yenilebilir kaplamanın gıda üzerinde şekillenmesi, yenilebilir filmin ise daha önceden hazırlanıp ürüne yerleştirilmesidir (Bourtoom, 2008; Guimaraes ve ark., 2018). Film ve kaplamaların üretiminde polisakkaritler, proteinler, lipitler ve bunların kompozitleri gibi birçok farklı materyal kullanılmaktadır. Aroma bariyerleri gelişmiş ve oksijene karşı geçirgenlikleri düşük olan protein yapısındaki malzemeler (kollajen, jelatin, peynir altı suyu proteinleri, zein, kazein, yumurta albümini vb) en çok tercih edilen film ve kaplamalardır (Hong & Krochta, 2006; Miller & Krochta, 1997; Sharma ve ark., 2019). Gıdaların besin değeri de yenilebilir protein filmleriyle kaplama sonucunda artırılmaktadır. Ayrıca bu kaplamalara polietilen glikol, sorbitol, gliserol gibi plastikleştiriciler eklenerek esneklikleri artırılmaktadır (Eser & Doğruer, 2022). Süt ürünlerinde kullanılan yenilebilir film ve kaplamalar ürünlerde kontrollü bir olgunlaşma süreci geçirmek, nem kaybını önlemek ve ürünün ortam ile temasını azaltarak daha uzun bir raf ömrü sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Cruz-Diaz ve ark., 2019; Leandro ve ark., 2017). Birçok süt ürününde yenilebilir film ve kaplamalar kullanımı denenmesine rağmen, kaymaklarda henüz böyle bir uygulama denenmemiştir.

Bu nedenlerle bu çalışmada, kaymağın raf ömrünün uzatılması için Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde (Anonim, 2013) gıdalarda kullanımına izin verilen, antimikrobiyal ve antioksidan özelliği olan bazı koruyucu maddelerin [potasyum sorbat (E 202) ve askorbik asit (E 300)] ilavesinin ve yenilebilir kaplamanın kaymağın raf ömrü üzerine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

İki tekerrürlü olarak yürütülen bu çalışmada kaymak yapımında kullanılan krema, süttozu ve süt, Süt-Kur Gıda San. ve Tic. Şti'nden ve ilave edilen askorbik asit ve potasyum sorbat ise Merck firmasından temin edilmiştir. Kaymakların ambalajlanmasında plastik polietilen malzemeden yapılan, 50 g'lık, üçgen ve kapağı kapatılabilen ambalaj materyali kullanılmıştır. Kaymak eldesinde kullanılan sütün bileşimine ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Üretimde kullanılan sütün bazı kimyasal özellikleri
Table 1. Some chemical properties of milk used in production

Özellikler	Değerler
Protein (%)	3,17
Yağ (%)	3,3
Yağsız Kuru madde (%)	8,41

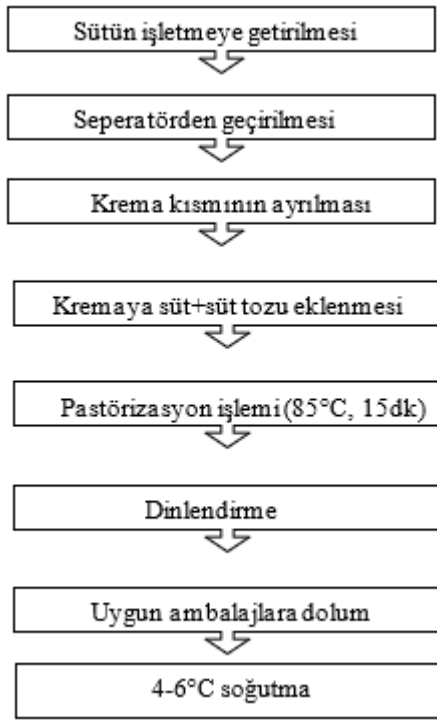
Deneme Planı

Deneme planımızda üç farklı konsantrasyonda iki farklı gıda koruyucusu [askorbik asit (100, 250, 500 ppm) ve potasyum sorbat (1500, 2000, 3000 ppm)] ve yenilebilir

film kaplama kullanılmıştır. Askorbik asit süt içerisinde çözündürülerek, potasyum sorbat yüzeye püskürtülerek ve yenilebilir kaplama da kaymak örneklerinin üst yüzeyini kaplayacak şekilde (yaklaşık 1.5 ml) olarak ilave edilmiştir. Hazırlanan kaymaklar 21 gün boyunca depolanmış ve depolanma süresince bütün analizler (kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyu analizler) ikili tekrar olacak şekilde yapılmıştır.

Kaymak Üretimi

Yapılan çalışmada kaymaklar Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojileri Laboratuvarında hazırlanmıştır. Kaymak yapımında %60 süt yağı standardına ulaşana kadar gerekli miktarda süt ve süt tozu ilave edilmiştir. Daha sonra 85°C'de 15 dk boyunca pastörize edilmiştir. Pastörizasyon işleminden sonra kaymaklar uygun ambalajlara dolmuş yapılarak oda sıcaklığında dinlendirildikten sonra 4-6°C'de depolanmıştır. Kaymak üretim akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kaymak üretimi akış şeması
Figure 1. Cream production flow chart



Şekil 2. Üretilen kaymaklar
Figure 2. Produced creams

Kaymaklara askorbik asit ilave edilmesi: 1200 ml süt içine 100, 250 ve 500 ppm askorbik asit ilave edilmiş ve karıştırma işlemi uygulanarak askorbik asit çözündürülmüştür. Daha sonra hazırlanan bu süt ve süt tozu, kremaya ilave edilerek pastörize edilmiş ve uygun ambalajlarda 4-6°C'de depolanmıştır.

Kaymaklara potasyum sorbat ilave edilmesi: Potasyum sorbatın 1500, 2000 ve 3000 ppm'lik çözeltileri hazırlanmıştır. Daha sonra kaymakların dolmuş yapılabileceği ambalajlara potasyum sorbat çözeltileri püskürtme işlemi uygulanarak ilave edilmiştir. Potasyum sorbat püskürtülen ambalajlara kaymaklar dolmuş yapıldıktan sonra 4-6°C'de depolanmıştır.

Yenilebilir kaplamanın hazırlanması ve ilave edilmesi: Peyniraltı suyu (PAS) protein izolatı (8w/v) saf su içerisinde çözündürüldükten sonra 85°C'ye kadar ısıtılarak 30 dk boyunca ısı işlemi tabii tutulmuş ve denatüre olması sağlanmıştır. Daha sonra protein miktarının %50'si oranında sorbitol ilave edilmiş ve oda sıcaklığına gelen solüsyona 30 dk süreyle vakum işlemi uygulanarak içerisindeki hava uzaklaştırılmıştır. Ardından ultra-turrax cihazı ile homojenize edilmiş ve soğutulduktan sonra kaymakların üzerine kaplayacak şekilde kullanılmıştır. (Mchugh, 1994).

Elde edilen kaymak örneklerinin her biri 50 gr olacak şekilde plastik ve kapalı kaplarda paketlenmiş ve gerekli kodlamalar yapılmıştır (Şekil 2 ve Çizelge 2). Paketlenmiş kaymak örnekleri 4°C'de 21 gün boyunca depolanmış ve depolama süresince bütün analizler (kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler) ikili tekrar olacak şekilde yapılmıştır.

Metot

Kaymaklarda yapılan kimyasal analizler: Örneklerin yağ tayini Gerber yöntemiyle (Kurt ve ark., 2012), peroksit tayini Egan ve ark., (1981)'nin belirttiği yöntemle göre, Tiyobarbitrik asit (TBA) değeri ise Allen & Hamilton (1994)'a göre gerçekleştirilmiştir. Titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden (Metin & Öztürk, 2016), pH tayini ise Kosikowski, (1982) tarafından belirtilen yöntemle göre pH metre (HANNA) ile tespit edilmiştir.

Kaymaklarda yapılan mikrobiyolojik analizler: Örneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı, koliform grubu bakteri sayımı, lipolitik bakteri sayımı ve maya-küf sayımı dökme plak metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Dokuzlu, 2004; Halkman, 2005). Kaymak örneklerinden örnek alınarak gerekli dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan uygun dilüsyonlardan 1 ml inokulum steril petrilere aktarılmış ve üzerine 45°C'lik su banyosunda bekletilen TAMB için Plate Count Agar (PCA, Merck, Almanya), Koliform grubu bakteriler için Violet Red Bile Agar (VRBA), lipolitik bakteriler için Tributryin Agar (TBA, Merck) ve maya-küf için ise Potato Dekstroz Agar (PDA, Merck) besiyerinden dökülerek ekim yapılmıştır.

Ekim sonucunda PCA içeren petrilere 35±2°C'de, VRBA içeren petrilere ise 35-37°C'de 48 saat, TBA içerenler 35-37°C'de 2-3 gün ve PDA içeren petrilere ise 25-28°C'de 4-5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda 30-300 arasında koloni oluşturan petrilere sayılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Üretilen kaymak çeşitlerinin bileşen oranları
Table 2. Component ratios of the produced cream varieties

	Krema	Askorbik asit	Potasyum sorbat	Yenilebilir kaplama
Sade kaymak	1,5 kg	-	-	-
A1	1,5 kg	100 ppm	-	-
A2	1,5 kg	250 ppm	-	-
A3	1,5 kg	500 ppm	-	-
AP	1,5 kg	500 ppm	3000 ppm	-
P1	1,5 kg	-	1500 ppm	-
P2	1,5 kg	-	2000 ppm	-
P3	1,5 kg	-	3000 ppm	-
YF	1,5 kg	-	-	1.5 ml

Kaymalarda yapılan duyu analizler: Kaymak örneklerinin duyu analizi eğitilmiş 6 adet panelist tarafından yapılmıştır. Panelistler değerlendirmeye geçmeden önce kaymak kalite kriterleri hakkında bilgi verilmiştir. Duyusal değerlendirme için panelistler kaymakta; görünüş, renk, koku, kıvam, tat-aroma ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirme yapmışlardır. Duyusal değerlendirme panelinde 10'a kadar numaralandırma olup; 9-10: Mükemmel, 7- 8: Çok iyi, 5-6: İyi, 3-4: Orta ve 1-2: Kötü şeklinde hedonik skala kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme öncesi kaymak örnekleri 5-10 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra panelistlere verilmiştir (Altuğ, 1993).

İstatistiksel Analiz

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilerin süreye bağlı olarak değişiminin önemli olup olmadığı tek yönlü ANOVA testi kullanılarak belirlenmiş ve daha sonra hangi örneklerin arasındaki farkın önemli olduğu Tukey-Kramer testi kullanılarak %95 güven sınırlaması içinde tespit edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kimyasal Analiz Sonuçları

Kaymak örneklerine uygulanan kimyasal analizlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir.

Kaymak örneklerinin pH değerlerinin depolama süresi boyunca azaldığı, bu azalmaya askorbik asit ve potasyum sorbat ile kullanılan yenilebilir kaplamanın önemli derecede ($p<0,05$) etki ettiği belirlenmiştir. Kontrol örneklerinde pH değerindeki azalma koruyucu madde içeren ve yenilebilir kaplamayla olan örnekler göre daha fazladır. Antioksidan maddeler oksijen tutucu özelliklerinden dolayı oksidasyonu engellemekte ve antimikrobiyal aktivite özelliği de göstermektedir (Rahman, 1999). Aynı şekilde potasyum sorbat da bilindiği gibi sorbik asidin potasyum tuzu olup, gıdalarda kullanılmasına izin verilen tek organik asittir. Çalışmamızda kontrol örneği ile koruyucu katkı örnekler arasındaki pH farklılıkları, kullanılan maddelerden ve bu koruyucu maddelerin kaymalardaki bulunabilen laktik asit bakterilerinin gelişmesini engellemesinden kaynaklanmaktadır (Bayrak, 2006). Belirlenen pH değerleri, Öksüz ve ark. (2000)'nin belirlediği pH değerleri (5,22-6,55) ile benzer, Akalın ve ark. (2006)'nın bulmuş olduğu değerlerden (6,2-7,2) düşük bulunmuştur.

Çalışma sonucunda kaymak örneklerinin depolama süresi boyunca titrasyon asitliğinin %0,03 ve %0,06

arasında olduğu belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği (2003)'ne göre kaymağın titrasyon asitliği ile ilgili herhangi bir yasal hüküm bulunmamaktadır; ancak kremalarda titrasyon asitliğinin, %0,225'den fazla olmaması gerekmektedir. Dondurularak muhafaza edilen kremler ile ilgili yapılan bir çalışmada (Gürsel ve ark., 2006) titrasyon asitliği değeri 1. gün %0,12, 90. günde ise %0,46 olarak belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada (Dereli, 2010) ise kaymak numunelerinin titrasyon asitliği sonuçlarının %0,08 ile %0,43 arasında değiştiği, bir başka çalışmada da (Bircan, 2011) bu değerlerin %0,02 ile %0,82 arasında olduğu tespit edilmiştir. Literatür ile karşılaştığımızda titrasyon asitliği değerleri çalışmamızda daha düşük bulunmuştur. Kaymak örneklerine ilave edilen antioksidan çeşidi ve miktarı, yenilebilir kaplama kullanımı titrasyon asitliğini önemli derecede etkilemiştir ($p<0,05$).

Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği (2003)'ne göre inek sütünden yapılan kaymalarda en az %60 yağ bulunması bildirilmiştir. İnek sütü ve karışımları ile yapılan kaymak çalışmalarında Kurt ve Özdemir (1988), Çon ve ark. (2000) ve Öksüz ve ark. (2000) kaymağın yağ oranını sırasıyla 18-35,5; 55,18-61,11 ve 59,7-68,6 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızdaki kaymakların yağ oranı %65,5 ile %71 arasında değişmiştir. Tebliğde belirtilen %60 süt yağı ile üretilen kaymalarda, üreticiler tarafından tekstürel hatalar ve depolama sırasında sü salma gibi sorunlar ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bu nedenle genellikle ülkemizde üreticiler bu sorunları bertaraf etmek adına kaymalarda, Tebliğde belirtilen en düşük %60 değerinin yaklaşık %7 üzerinde süt yağı içerecek şekilde üretim yapmaktadırlar.

Yağ oksidasyon reaksiyonları sonucunda ortaya çıkan birincil ürünler peroksitler olarak adlandırılmaktadır. Bu bileşikler tatsız ve kokusuz olmakla birlikte yağların tüketilebilirliğinde belirgin bir etkiye yol açmasalar da genellikle yağların oksidasyon düzeyinin belirlenmesi için kullanılan indikatörlerdir. Kaymak numunelerinin peroksit değerleri raf ömrü süresince en düşük 0,77 meq O₂/kg (1.gün AP örneği), en yüksek 3,40 meq O₂/kg (21.gün K örneği) olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak da hem depolama periyodu boyunca hem de örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Yapılan bir çalışmada (Bircan, 2011) farklı konsantrasyonlarda antioksidan ilave ederek hazırlanan kaymakların, depolama süresi boyunca peroksit değeri en düşük 0,62 meq O₂/kg, en yüksek 6,16 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Kaymak örneklerinin kimyasal analiz sonuçları
Table 3. Chemical analysis results of cream samples

Depolama Periyodu	Örnekler	1	7	14	21
Yağ	K	71,00±1,41 ^{Aa}	68,50±0,71 ^{ABa}	69,50±0,71 ^{Aa}	70,00±0,00 ^{Aa}
	A1	69,50±0,70 ^{Aa}	70,00±0,00 ^{Aa}	68,50±0,71 ^{Aa}	70,00±0,00 ^{Aa}
	A2	70,00±0,00 ^{Aa}	69,00±0,00 ^{ABa}	68,50±0,71 ^{Aa}	69,50±0,70 ^{ABa}
	A3	68,00±0,00 ^{Aa}	68,00±1,41 ^{ABa}	68,50±0,71 ^{Aa}	69,50±0,70 ^{ABa}
	AP	69,50±0,70 ^{Aa}	70,00±0,00 ^{Aa}	69,00±1,41 ^{Aa}	67,50±0,00 ^{Ba}
	P1	70,00±0,00 ^{Aa}	67,50±0,00 ^{Bb}	69,50±0,71 ^{Aab}	69,70±0,26 ^{ABa}
	P2	69,00±1,41 ^{Aa}	69,00±0,00 ^{ABa}	70,00±0,00 ^{Aa}	70,00±0,03 ^{Aa}
	P3	68,50±0,71 ^{Aa}	69,00±0,00 ^{ABa}	70,00±0,00 ^{Aa}	70,00±0,001 ^{Aa}
	YF	68,00±0,00 ^{Aa}	69,50±0,71 ^{ABa}	70,00±0,00 ^{Aa}	69,50±0,70 ^{ABa}
pH	K	6,47± 0,13 ^{Aa}	6,09±0,00 ^{Bb}	6,02±0,00 ^{Ab}	6,00±0,00 ^{Ab}
	A1	6,11± 0,00 ^{Ba}	6,06±0,00 ^{Ca}	6,00±0,00 ^{Ab}	5,88±0,00 ^{Cb}
	A2	6,00±0,00 ^{BCa}	5,88±0,00 ^{Fa}	5,85±0,00 ^{Ba}	5,65±0,00 ^{Eb}
	A3	6,11±0,00 ^{Ba}	6,08±0,00 ^{Ba}	6,00±0,00 ^{Ab}	5,91±0,00 ^{Bb}
	AP	5,89±0,00 ^{Ca}	5,88±0,00 ^{Fa}	5,85±0,00 ^{Bb}	5,79±0,00 ^{Db}
	P1	6,07±0,00 ^{Ba}	6,03±0,00 ^{Da}	5,95±0,00 ^{Cb}	5,83±0,00 ^{Cb}
	P2	6,03±0,00 ^{BCa}	6,01±0,00 ^{Ea}	5,97±0,00 ^{Cb}	5,89±0,00 ^{Cb}
	P3	6,05±0,00 ^{BCa}	6,03±0,00 ^{Da}	6,00±0,00 ^{Ab}	6,00±0,00 ^{Ab}
	YF	6,14±0,00 ^{Ba}	6,11±0,00 ^{Aa}	6,08±0,00 ^{Aa}	6,00±0,00 ^{Ab}
Titrasyon asitliği (%)	K	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{Cb}
	A1	0,04±0,00 ^{Ba}	0,05±0,00 ^{ABb}	0,05±0,00 ^{ABb}	0,05±0,00 ^{Aa}
	A2	0,05±0,00 ^{ABa}	0,06±0,00 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{ABa}	0,06±0,00 ^{BCb}
	A3	0,05±0,00 ^{ABa}	0,05±0,00 ^{ABa}	0,06±0,00 ^{ABa}	0,06±0,00 ^{Ba}
	AP	0,04±0,00 ^{ABa}	0,04±0,00 ^{ABa}	0,05±0,00 ^{ABa}	0,05±0,00 ^{Aa}
	P1	0,04±0,00 ^{Ba}	0,04±0,00 ^{ABa}	0,04±0,00 ^{ABa}	0,04±0,00 ^{Aa}
	P2	0,04±0,00 ^{Ba}	0,04±0,00 ^{ABa}	0,05±0,00 ^{Ba}	0,05±0,00 ^{Aa}
	P3	0,03±0,00 ^{Ba}	0,04±0,00 ^{Ba}	0,04±0,00 ^{ABa}	0,04±0,00 ^{Aa}
	YF	0,04±0,00 ^{Ba}	0,04±0,00 ^{ABa}	0,05±0,00 ^{ABa}	0,05±0,00 ^{Ca}
Peroksit	K	1,49±0,04 ^{Bc}	1,27±0,03 ^{Bc}	2,10±0,15 ^{CDb}	3,40±0,05 ^{Aa}
	A1	1,03±0,04 ^{Cb}	1,05±0,06 ^{CDb}	1,52±0,27 ^{DEa}	1,95±0,07 ^{Cab}
	A2	0,86±0,07 ^{CDc}	0,87±0,45 ^{Dc}	1,72±0,04 ^{DEb}	2,32±0,18 ^{BCa}
	A3	0,86±0,10 ^{CDb}	0,97±0,07 ^{Db}	2,18±0,06 ^{CDa}	2,23±0,16 ^{BCa}
	AP	0,77±0,00 ^{Dc}	1,24±0,00 ^{BCb}	1,30±0,00 ^{Ea}	2,47±0,10 ^{Ab}
	P1	1,70±0,07 ^{Ac}	2,04±0,00 ^{Ab}	3,02±0,57 ^{ABa}	3,25±0,32 ^{Aa}
	P2	1,38±0,01 ^{Bc}	2,28±0,10 ^{Ab}	3,28±0,16 ^{Aa}	3,35±0,15 ^{Aa}
	P3	1,43±0,22 ^{Bc}	2,29±0,04 ^{Ab}	3,38±0,16 ^{Aa}	3,38±0,09 ^{Aa}
	YF	1,02±0,01 ^{Cc}	1,39±0,09 ^{Bb}	2,47±0,06 ^{BCa}	2,52±0,13 ^{Ba}
TBA	K	0,25±0,17 ^{Aa}	0,06±0,00 ^{ABa}	0,36±0,00 ^{Ba}	0,18±0,00 ^{Aa}
	A1	0,19±0,05 ^{ABa}	0,09±0,04 ^{ABa}	0,14±0,03 ^{Da}	0,11±0,02 ^{Ba}
	A2	0,04±0,00 ^{ABa}	0,18±0,08 ^{Aa}	0,18±0,01 ^{Da}	0,08±0,00 ^{Ba}
	A3	0,03±0,00 ^{AB 4}	0,18±0,00 ^{Ab}	0,34±0,01 ^{Ba}	0,08±0,00 ^{Bc}
	AP	0,03±0,00 ^{ABc}	0,09±0,00 ^{ABb}	0,31±0,01 ^{BCb}	0,08±0,01 ^{Ba}
	P1	0,01±0,00 ^{Bb}	0,04±0,01 ^{Bb}	0,32±0,00 ^{BCa}	0,10±0,02 ^{Ba}
	P2	0,01±0,00 ^{Bb}	0,03±0,00 ^{Bb}	0,27±0,00 ^{Ca}	0,09±0,05 ^{Ba}
	P3	0,03±0,01 ^{ABc}	0,08±0,00 ^{ABb}	0,43±0,00 ^{Aa}	0,18±0,03 ^{Aa}
	YF	0,07±0,00 ^{ABc}	0,07±0,01 ^{ABc}	0,35±0,00 ^{Ba}	0,19±0,00 ^{Ab}

(a,b,c) depolama süresi boyunca aynı olan örneklerin arasındaki fark, (A,B,C) örneklerin aynı günde birbirleri arasındaki fark (p>0,05).

Çon ve ark. (2000) ise yaptıkları çalışmalarında, 18. günde vakumla paketlenmiş kaymak numunesinde peroksit sonucunu 12,64 meq O₂/kg olarak bulmuşlardır. Bununla birlikte Gıda Maddeleri Tüzüğü'nde (GMT) kremalarda peroksit sayısı ile ilgili herhangi bir değer verilmemiştir. Fakat kremadan yapılan tereyağının peroksit değerinin GMT'de en çok 10 meq O₂/kg'ı olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar ve GMT'ye göre çalışmamızda elde ettiğimiz peroksit sonuçları belirtilen sınırın altında kalmıştır. Bu da kullanılan askorbik asit ve potasyum sorbat ile yenilebilir kaplamaların kaymağın ambalajlanmasında etkinliğini kanıtlanmıştır.

Peroksit değeri yağlı ürünlerde oksidasyonun ilk aşamasında oluşan H₂O₂ sayısını vermektedir. TBA testi ise oksidatif bozulmanın ileri aşamalarında oluşan malonaldehitlerin sayısını verir. Uzun süreli depolamalarda oksidasyonun tespitinin TBA analizi ile yapılması önerilir. Çalışmamızda depolama süresi boyunca kaymakların TBA değeri en düşük 0,01 mg malonaldehit/kg yağ (1.gün P1 ve P2 örnekleri), en yüksek 0,43 mg malonaldehit/kg yağ (14.gün P3 örneği) bulunmuştur. Kullanılan askorbik asit ve potasyum sorbat ile yenilebilir kaplamanın ve bunların kullanılan konsantrasyon miktarlarının etkilerinin TBA değerinin

artışını önemli derecede etkilediği görülmektedir ($p<0,05$). Yapılan bir çalışmada pastörizasyon işlemi gerçekleştirilen ve gerçekleştirilmeyen koyun sütü ile hazırlanan tereyağlarında, TBA sonuçları sırasıyla 0,22 ve 0,13 mg malonaldehit/kg yağ olarak belirlenmiştir (Özkanlı & Kaya 2007). Tereyağında çörekotu (*Nigella sativa* L.) uçucu yağı kullanımının araştırıldığı bir başka çalışmada da kontrol örneğinde TBA sonucu depolama süresi boyunca (30., 60. ve 90. günlerinde) sırasıyla 0,15; 0,25 ve 0,28 mg malonaldehit/kg yağ olarak tespit edilmiştir (Çakmakçı ve ark., 2014).

Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Depolama süresi başlangıcında, örneklerimizde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TAMB) sayısı ortalama 2,292 log kob/g olarak belirlenmiş ve depolama süresinin sonuna kadar TMBA sayısı sürekli artmıştır. Örneklerin TAMB sayısında depolama süresi ile kullanılan koruyucu madde çeşidi ve yenilebilir kaplamanın etkisinin önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan koruyucu maddeler ve yenilebilir kaplamanın kontrol örneklerine göre diğer kaymak örneklerinde TAMB sayısının artmasını engellediği tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Araştırma sonucunda depolama süresinin başlangıcında maya ve küf sayısı kaymak örneklerinin çoğunda belirlenememiş fakat kontrol grubunda 2,238 log kob/g ile YF örneğinde 1,301 log kob/g tespit edilmiştir. Askorbik asit ve potasyum sorbatın maya-küf üzerinde

kontrol grubuna göre etkinliği görülebilmektedir. Genel değerlendirme sonucunda maya-küf sayısı 1,050 log kob/g ile 3,150 log kob/g arasında saptanmıştır. Kaymak örneklerinin maya-küf sayısı depolama süresinden önemli ölçüde etkilenmiştir ($p<0,05$). Yılsay & Bayizit (2002), inek sütü kaymağı üzerine yaptıkları çalışmada maya-küf sayısını 2,11–6,20 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Akalın ve ark. (2006), inek sütü kaymağının mikrobiyolojik özelliklerini belirledikleri çalışmada maya-küf sayısını 5,59–7,53 log kob/g olarak saptamışlardır. Bircan (2011) yaptığı çalışmada raf ömrünü uzatmak için farklı antioksidan kullanımıyla hazırlanan kaymak örneklerinde maya-küf sayısını 3,08 ile 9,02 log kob/g arasında belirlemiştir. Lipolitik bakteri sayısı ise 1.günde kaymak örneklerinde sadece kontrol grubunda 1.00 log kob/g ve AP örneğinde 2,00 log kob/g olarak saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca kontrol grubu ve diğer örnekler arasındaki fark önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Sancak ve ark. (2002), yaptığı bir çalışmada Van'da tüketiciye sunulan kahvaltılık tereyağı numunelerinin lipolitik bakteri sayılarının Türk Standartları tarafından verilen değerlere uyumlu olmadığını belirtmiş ve ortalama lipolitik bakteri sayısını 6,53 log kob/g olarak bildirmiştir. Bircan (2011) yaptığı çalışmada raf ömrünü uzatmak için farklı antioksidan kullanımıyla hazırlanan kaymak örneklerinde lipolitik bakteri sayılarının depolama süresince 2,62 log kob/g'dan 7,99 log kob/g'a yükseldiğini belirlemiştir.

Çizelge 4. Kaymak örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Table 4. Microbiological analysis results of cream samples

Depolama Periyodu	Örnekler	1	7	14	21
Mezofilik Aerobik Bakteri	K	2,638±0,00 ^{ABCa}	2,807±0,49 ^{Aa}	2,860±0,19 ^{Ba}	3,118±0,79 ^{Aa}
	A1	2,270±0,00 ^{Aa}	2,349±0,45 ^{Aa}	2,698±0,07 ^{Aa}	2,861±0,26 ^{Aa}
	A2	2,010±0,19 ^{ABCa}	2,252±0,07 ^{Aa}	2,565±0,01 ^{Ba}	2,650±0,06 ^{Aa}
	A3	2,020±0,04 ^{Cbc}	2,145±0,03 ^{Ac}	2,500±0,09 ^{ABa}	2,610±0,14 ^{Ab}
	AP	2,289±0,16 ^{ABCa}	2,358±0,35 ^{Aa}	2,366±0,08 ^{Ba}	2,602±0,00 ^{Aa}
	P1	2,389±0,04 ^{ABCab}	2,642±0,12 ^{Ab}	2,832±0,09 ^{Aa}	2,915±0,35 ^{Aa}
	P2	2,204±0,00 ^{BCa}	2,498±0,03 ^{Aa}	2,501±0,21 ^{ABa}	2,623±0,08 ^{Aa}
	P3	2,363±0,38 ^{ABCa}	2,573±0,12 ^{Aa}	2,615±0,12 ^{ABa}	2,778±0,11 ^{Aa}
	YF	2,225±0,00 ^{ABa}	2,615±0,31 ^{Aa}	2,813±0,09 ^{ABa}	2,935±0,24 ^{Ba}
Maya-Küf	K	2,238±0,33 ^{Ac}	2,301±0,00 ^{Ab}	2,534±0,09 ^{Aab}	3,150±0,21 ^{Aa}
	A1	Tespit edilmedi	1,847±0,04 ^{Ba}	1,857±0,00 ^{Ca}	2,049±0,07 ^{Ba}
	A2	Tespit edilmedi	1,000±0,00 ^{Cb}	1,301±0,00 ^{Db}	2,238±0,33 ^{ABa}
	A3	Tespit edilmedi	Tespit edilmedi	1,778±0,00 ^{Ca}	1,815±0,003 ^{Ca}
	AP	Tespit edilmedi	1,301±0,00 ^{Cb}	1,773±0,14 ^{CaB}	2,238±0,33 ^{ABa}
	P1	Tespit edilmedi	1,838±0,21 ^{Ba}	2,400±0,00 ^{ABb}	2,526±0,12 ^{ABb}
	P2	Tespit edilmedi	1,116±0,16 ^{Ca}	1,301±0,00 ^{Da}	1,455±0,06 ^{Ca}
	P3	Tespit edilmedi	1,050±0,07 ^{Ca}	1,230±0,00 ^{Da}	1,323±0,08 ^{Ca}
	YF	1,301±0,00 ^{Aa}	1,858±0,00 ^{Ba}	2,282±0,02 ^{Bb}	2,374±0,15 ^{Bb}
Lipolitik bakteri	K	1,00±0,00 ^{Ba}	2,602±0,00 ^{Ab}	3,301±0,00 ^{Ac}	3,825±0,00 ^{Ac}
	A1	Tespit edilmedi	2,392±0,28 ^{ABab}	2,500±0,05 ^{Bb}	2,874±0,04 ^{Ba}
	A2	Tespit edilmedi	2,113±0,18 ^{ABa}	2,127±0,00 ^{Ba}	2,238±0,08 ^{Da}
	A3	Tespit edilmedi	2,299±0,00 ^{ABa}	2,354±0,00 ^{Ba}	2,477±0,00 ^{Ca}
	AP	2,00±0,00 ^A	2,073±0,32 ^{ABa}	2,437±0,36 ^{Ba}	2,987±0,00 ^{Ba}
	P1	Tespit edilmedi	2,389±0,63 ^{ABa}	2,451±0,12 ^{Ba}	2,514±0,24 ^{Ca}
	P2	Tespit edilmedi	1,252±0,00 ^{Ba}	1,477±0,06 ^{Ca}	1,652±0,03 ^{Da}
	P3	Tespit edilmedi	2,200±0,21 ^{Aa}	2,627±0,07 ^{Ba}	2,745±0,12 ^{Ca}
	YF	Tespit edilmedi	2,000±0,00 ^{ABa}	2,000±0,00 ^{Ba}	2,402±0,00 ^{Cb}

(a,b,c) depolama süresi boyunca aynı olan örneklerin arasındaki fark, (A,B,C) örneklerin aynı günde birbirleri arasındaki fark ($p>0,05$).

Çizelge 5. Kaymak örneklerinin duyu analizi sonuçları

Table 5. Sensory analysis results of cream samples

Depolama Periyodu	Örnekler	1	7	14
Görünüş	K	8,88 ± 0,99 ^{Aa}	8,88 ± 1,25 ^{Aa}	8,50 ± 1,20 ^{Aa}
	A1	8,66±1,50 ^{Aa}	10,00±4,64 ^{Aa}	8,50±1,04 ^{Aa}
	A2	9,17±1,17 ^{Aa}	8,00±1,41 ^{Aa}	8,16±0,98 ^{Aa}
	A3	9,00±1,26 ^{Aa}	8,00±1,41 ^{Aa}	8,16±0,98 ^{Aa}
	AP	9,00±1,26 ^{Aa}	8,00±1,41 ^{Aa}	8,33±1,03 ^{Aa}
	P1	8,33±1,63 ^{Aa}	8,50±1,04 ^{Aa}	8,00±1,54 ^{Aa}
	P2	8,50±1,64 ^{Aa}	8,00±1,09 ^{Aa}	7,50±1,64 ^{Aa}
	P3	10,00±4,65 ^{Aa}	8,33±1,03 ^{Aa}	7,16±1,47 ^{Aa}
	YF	8,33±1,97 ^{Aa}	7,83±1,16 ^{Aa}	6,00±2,09 ^{Aa}
	Koku	K	8,75 ± 0,89 ^{Aa}	8,88 ± 1,25 ^{Aa}
A1		8,50±1,22 ^{Aa}	8,50±1,64 ^{Aa}	8,16±1,16 ^{Aa}
A2		8,83±0,98 ^{Aa}	8,16±1,47 ^{Aa}	7,66±1,16 ^{Aa}
A3		9,00±1,09 ^{Aa}	8,33±1,21 ^{Aa}	8,00±1,09 ^{Aa}
AP		8,83±1,16 ^{Aa}	7,66±1,21 ^{Aa}	7,33±1,75 ^{Aa}
P1		8,50±1,51 ^{Aa}	8,16±1,16 ^{Aa}	7,33±1,51 ^{Aa}
P2		8,66±1,50 ^{Aa}	8,00±1,09 ^{Aa}	7,16±1,72 ^{Aa}
P3		8,16±1,72 ^{Aa}	8,00±1,26 ^{Aa}	7,33±1,63 ^{Aa}
YF		7,50±2,25 ^{Aa}	8,00±1,26 ^{Aa}	5,67±2,06 ^{Aa}
Tat-Aroma		K	7,88 ± 1,46 ^{Aa}	8,13 ± 1,13 ^{Aa}
	A1	7,33±1,21 ^{Aa}	7,16±2,04 ^{Aa}	7,00±1,26 ^{Aa}
	A2	7,50±0,83 ^{Aa}	6,67±2,33 ^{Aa}	6,66±1,50 ^{Aa}
	A3	7,50±1,04 ^{Aa}	7,33±2,06 ^{Aa}	7,33±0,51 ^{Aa}
	AP	7,16±1,72 ^{Aa}	8,00±1,26 ^{Aa}	6,67±1,03 ^{Aa}
	P1	6,83±1,94 ^{Aa}	8,00±1,41 ^{Aa}	7,67±1,03 ^{Aa}
	P2	7,66±0,51 ^{Aa}	8,83±0,75 ^{Aa}	7,16±0,93 ^{Aa}
	P3	7,66±0,51 ^{Aa}	8,83±0,75 ^{Aa}	7,50±0,83 ^{Aa}
	YF	7,50±1,37 ^{Aa}	8,16±1,16 ^{Aa}	6,00±2,44 ^{Aa}
	Kıvam	K	8,88 ± 0,99 ^{Aa}	8,63 ± 1,19 ^{Aa}
A1		8,33±0,81 ^{Aa}	8,16±1,72 ^{Aa}	6,83±1,94 ^{Aa}
A2		8,00±1,26 ^{Aa}	8,00±1,67 ^{Aa}	7,16±1,47 ^{Aa}
A3		8,33±1,03 ^{Aa}	8,00±1,67 ^{Aa}	7,66±1,21 ^{Aa}
AP		8,33±1,21 ^{Aa}	8,16±1,47 ^{Aa}	7,66±1,03 ^{Aa}
P1		8,50±0,83 ^{Aa}	8,50±1,04 ^{Aa}	8,16±0,75 ^{Aa}
P2		8,33±1,21 ^{Aa}	8,66±1,03 ^{Aa}	7,33±1,36 ^{Aa}
P3		7,83±1,47 ^{Aa}	8,16±1,16 ^{Aa}	7,33±1,36 ^{Aa}
YF		7,83±1,60 ^{Aa}	8,50±1,05 ^{Aa}	6,66±2,87 ^{Aa}
Genel Kabul edilebilirlik		K	8,38 ± 1,06 ^{Aa}	8,56 ± 1,35 ^{Aa}
	A1	7,75±0,50 ^{Aa}	8,17±1,32 ^{Aa}	7,83±0,75 ^{Aa}
	A2	7,83±0,72 ^{Aa}	7,67±1,36 ^{Aa}	7,33±1,03 ^{Aa}
	A3	8,00±0,89 ^{Aa}	8,00±1,09 ^{Aa}	7,67±0,81 ^{Aa}
	AP	7,83±1,17 ^{Aa}	8,16±1,33 ^{Aa}	7,67±1,50 ^{Aa}
	P1	7,33±2,16 ^{Aa}	8,33±1,21 ^{Aa}	7,83±1,16 ^{Aa}
	P2	7,83±1,47 ^{Aa}	8,66±0,82 ^{Aa}	7,33±1,03 ^{Aa}
	P3	7,83±1,47 ^{Aa}	9,00±0,89 ^{Aa}	7,16±1,16 ^{Aa}
	YF	7,66±1,63 ^{Aa}	8,66±0,81 ^{Aa}	6,00±2,52 ^{Aa}

(a,b,c) depolama süresi boyunca aynı olan örneklerin arasındaki fark, (A,B,C) örneklerin aynı günde birbirleri arasındaki fark ($p>0,05$).

İncelenen literatürlere göre depolama periyodu boyunca belirlendiğimiz mikrobiyolojik değerler oldukça düşüktür. Bu da çalışmamızda kullandığımız koruyucu madde çeşidi ve konsantrasyonu ile yenilebilir kaplamanın kaymakların depolanmasında oldukça etkili olduğunu, raf ömrü açısından kullanılan maddelerin bu tür ürünlerde başarıyla kullanılabilirliğini göstermektedir.

Koliform grubu bakterilerin süt ve ürünlerini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiş olup, gıdalarda bulunması fekal bulaşmanın bir belirtisidir (Yılsay & Bayizit, 2002). Ürünlerde koliform grubu bakterilerinin belirlenmesi hijyen eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Çalışmamız boyunca tüm örneklerde koliform grubu bakteriye

rastlanmamıştır. Bu durum, gerek kaymak örneklerinin hazırlanması aşamasında gerekse depolama süresince hem pastörizasyona hem de hijyenik şartlara dikkat edildiğini göstermektedir.

Duyusal Özellikler Analiz Sonuçları

14 gün boyunca buzdolabı koşullarında depolanan kaymakların belirlenen süreçlerde ve altı adet panelistin katılımı ile duyu analizi yapılmıştır. Kaymak örnekleri 14 gün depolanmanın sonucunda duyu olarak görünüş, renk, koku, tat ve aroma, kıvam ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5'den de görülebileceği gibi görünüş olarak kaymak örnekleri 6,00-10,00 arasında değerler almıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda görünüş açısından yapılan tüm kaymak örneklerinin beğenildiği hem de 14 gün depolama süresince bu özelliğini kaybetmediği belirlenmiştir. Sadece YF örneğinde 14.gün sonunda görünüş özelliğinde bir azalma görülmüştür. Kaymak ve kaymaklı lokumun modifiye atmosferde paketlenmesinin raf ömrü üzerine etkisini belirlemek için yapılan araştırmada kaymağın görünüş değeri 4,17-8,67 arasında belirlenmiş ve depolama boyunca istatistiksel olarak önemli etkisi olmadığı ifade edilmiştir (Dereli, 2010). Krema ve Yayı tereyağı üzerine yapılan bir araştırmada görünüş kriterinin değişimleri istatistiksel olarak sadece 1.gün anlamlı bulunmuş, 30. ve 60. günlerde ise anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Ergöz & Şenel, 2017).

Renk açısından tüm kaymak örneklerinin beğenildiği ve depolama süresince renk özelliğini kaybetmediği Çizelge 5'de görülmektedir. Renk açısından panelistler tarafından kaymak örnekleri genel olarak 7,16-9,00 arasında değerler almıştır. Sadece yenilebilir kaplama örneğinde (YF) 14. gün sonunda 5,67 değeri tespit edilmiştir. Kullanılan koruyucu maddelerin özelliklerinden biri de renk değişimini korumaktır. Bu sebeple kullanılan koruyucu maddelerin çeşidi ve yenilebilir kaplama kullanımının renk kriterine olumlu etki ettiği belirlenmiştir. Örneklerin raf ömrünü uzatmak için yapılan farklı bir araştırmada da (Dereli, 2010) kaymağın renk değerleri 5,17-8,50 arasında belirlenmiş ve depolama boyunca istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Kaymak örneklerinde 14 gün boyunca koku değeri değişimi Çizelge 5'de görülmektedir. Yapılan değerlendirmeler, koku açısından tüm kaymak örneklerinin beğenildiğini ve koku özelliğini kaybetmediğini göstermektedir. Kullanılan koruyucu maddelerin özelliklerinden biri kokuyu absorbe etmektir. Örnekler koku kriteri açısından 5,67-8,88 arasında değerler almıştır. Depolama süresi boyunca koku kriterinde istatistiksel olarak önemli etki belirlenmemiştir. Benzer bir şekilde Karatepe ve ark., (2012) tereyağı üzerine yaptıkları çalışmanın duyu analizinde depolama süresi boyunca koku özelliğinde oluşan değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulmadıklarını belirtmişlerdir.

Tat-aroma kriteri olarak kaymak örnekleri değerlendirildiğinde 6,00-8,83 arasında değerler tespit edilmiştir. Kullanılan koruyucu maddelerin özelliklerinden biri de yüksek yağ bulunan ürünlerde acılaşmayı önlemektir. Panelistlerin yaptıkları değerlendirme sonucunda depolama süresi boyunca kaymak örneklerinin tat-aroma özelliğinin beğenildiği belirlenmiştir. Kaymak örneklerinin depolama süresi boyunca tat-aroma kriterindeki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Kıvam kriteri olarak kaymak örnekleri değerlendirildiğinde 6,66-8,88 arasında değerler almıştır. Depolama boyunca kıvam özelliği istatistiksel olarak önemli bulunmamakla beraber, panelistler tarafından beğenilmiştir.

Genel kabul edilebilirlik değeri olarak kaymak örnekleri değerlendirildiğinde 6,00-9,00 arasında değerler almıştır. Değerlendirme sonucu genel kabul edilebilirlik değerinde en yüksek değer P3 örneğinde tespit edilmiştir. 14 gün boyunca yapılan sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucuna göre farklı koruyucu maddeler ile yenilebilir kaplama kullanılan kaymak örneklerinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu açıdan kontrol örneğine göre özelliklerini daha iyi koruduğu, oksidasyonun ve mikrobiyal gelişmenin bu örneklerde daha iyi engellenebildiği ve raf ömrünün uzatılabildiği belirlenmiştir. Mikrobiyolojik açıdan potasyum sorbat kullanılan örneklerde (özellikle P2 ve P3) maya-küf sayısı en az tespit edilmiş olup, bunu askorbik asit içeren örnekler (özellikle A3) ve yenilebilir kaplamalı örnek (YF) takip etmiştir. Duyusal açıdan da raf ömrü süresince belirlenen tüm parametrelerin (görünüş, renk, koku, tat-aroma, kıvam ve genel kabul edilebilirlik) özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir. Koruyucu maddeler açısından askorbik asitin potasyum sorbata oranla daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Kullanılan madde miktarı önemli bulunmamıştır. Farklı ambalaj olarak kullanılan yenilebilir kaplamanın raf ömrünün uzamasında etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda; koruyucu maddelerin özellikleri arasında mikrobiyal gelişmeyi azaltmayla beraber, yağlarda oksidasyonun engellenmesi, renk kriterinin korunması, kokuyu absorbe etmesi ve acılaşmayı engellediği için kaymak üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2017-5982 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akalın SA, Gönç S, Ünal G, Ökten S. (2006). Determination of some chemical and microbiological characteristics of Kaymak. *Grasas y Aceites* 57(4), 429- 432.
- Allen JC, Hamilton RJ. (1994). *Rancity In Foods*. Third Edition Chapman and Hall., 290s, United Kingdom.
- Altuğ T. (1993). Duyusal test teknikleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No.28, 56 s., İzmir.
- Alwazeer D, Bulut M, Tunçtürk Y. (2020). Fortification of milk with plant extracts modifies the acidification and reducing capacities of yoghurt bacteria. *International Journal of Dairy Technology*, 73(1), 117-125.
- Anlı EA, Gürsel A. (2013). Fiziksel ayırma tekniği ile elde edilen süt yağından üretilen kaymakların bazı nitelikleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1): 33-39.
- Anonim (1999). Tereyağı standardı (TS-1331). TSE Yayınları, Ankara.
- Anonim (2003). Türk Gıda Kodeksi, Krema ve Kaymak Tebliği (2003/4). 27.09.2003 tarihli ve 25242 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Anonim (2013). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. 30.06.2013 tarihli ve 28693 sayılı Resmi Gazete.
- Atamer M, Şenel M, Hayaloğlu A, Özer B. (2016). Kuru kaymağın tekstürel yapısı. *Akademik Gıda*,14(2):189-195
- Batu A, Çağlar A, Kara H H. (2008). Afyon kaymağının raf ömrünün uzatılmasında modifiye atmosferde paketlenme önerisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 43-46.
- Batur S, Koyuncu M. (2022). İndirgen atmosfer paketlenme uygulamasının kaymak üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü s 58.

- Bayrak A. (2006). Gıda aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği, 268-273, Ankara.
- Bircan M. (2011). Bafra manda lokumunun üretiminde kullanılan kaymağın raf ömrünün belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü s 64.
- Bourtoom T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. International Food Research Journal, 15(3), 237-248. Guimaraes A, Abrunhosa L, Pastrana LM, Cerqueira MA. 2018. Edible films and coatings as carriers of living microorganisms: A new strategy towards biopreservation and healthier foods. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 17(3), 594-614.
- Bulut M. (2022a). The effects of ultrasound times and amplitudes on the particle size and emulsifying properties of whey protein concentrate. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 27(2), 323-329.
- Bulut M. (2022b). The effect of ultrasound times and amplitudes on the solubility and turbidity of whey protein concentrate. Food and Health, 8(4), 284-289.
- Bulut M, Alwazeer D, Tunçtürk Y. (2023). Effects of the Incorporation of Hydrogen and Nitrogen into Milk on the Reducing and Acidification Capacities of Yoghurt Bacteria. Journal of Food Processing and Preservation, 2023.
- Bulut M, Tunçtürk Y, Alwazeer D. (2021). Effect of fortification of set-type yoghurt with different plant extracts on its physicochemical, rheological, textural and sensory properties during storage. International Journal of Dairy Technology, 74(4), 723-736.
- Cruz-Diaz K, Cobos Á, Fernández-Valle ME, Díaz O, Cambero MI. (2019). Characterization of edible films from whey proteins treated with heat, ultrasounds and/or transglutaminase.
- Çakmakçı S, Gündoğdu E, Dağdemir E, Erdoğan Ü. (2014). Investigation of the possible use of black cumin (*Nigella sativa* L.) essential oil on butter stability. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 20, 533-539.
- Çakmakçı S, Hayaloğlu A A. (2011). Evaluation of the chemical, microbiological and volatile aroma characteristics of Ispir Kaymak, a traditional Turkish dair product. International Journal of Dairy Technology, 64(3):444-450.
- Çon AH, Gökçe R, Gürsoy O. (2000). Farklı şekillerde ambalajlanan Afyon Kaymaklarının Muhafaza Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Tekirdağ. S 557-566.
- Dereli Z, Şevik R, (2011). Modifiye atmosferde paketlenerek depolanan Afyon kaymağında oluşan kimyasal değişimler. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(2):1-8.
- Dereli Z. (2010). Kaymak ve kaymaklı lokumun modifiye atmosferde paketlenmesinin raf ömrü üzerine etkisinin araştırılması (Yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Dokuzlu C. (2004). Gıda analizleri, Marmara Kitabevi Yayınları, Bursa.
- Egan H, Kirk RS, Sawyer R. 1981. Oils and fats, Chap. 17. Pearson's Chemical Analysis of Food (Editor: H.Egan). Churchill Livingstone, Edinburgh.p. 534- 539.
- Ergöz E, Şenel E. (2017). Manda sütünden üretilen yayık ve krema tereyağlarının nitelikleri (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü s. 40.
- Eser Y, Doğruer Y. (2022). Gıdalarda yenilebilir film ve kaplamalar. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi. 28:18-29.
- Ghasemloy Incheh KH, Hassanzadazar H, Forouzan SH. (2017). A survey on the quality of traditional butters produced in West Azerbaijan province, Iran. Int Food Res J 24: 327-32. 8.
- Gürsel A, Pamuk Ü, Şenel E, Şanlı E. (2006). Kremanın dondurularak muhafazası üzerine bir araştırma. Gıda 31 (3):151-157.
- Halkman K. (2005). Mikroorganizma analizi. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. (Editör: A.K.Halkman), Başak Matbaacılık, 1. Baskı, s: 227, Ankara.
- Halkman K. (2007). Gıdaların mikrobiyolojik analizi. Orta On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 2-6.
- Hong SI, Krochta JM. (2006). Oxygen barrier performance of whey-protein-coated plastic films as affected by temperature, relative humidity, base film and protein type. Journal of Food Engineering, 77(3), 739-745.
- Karatepe P, Patır B. (2012). Eugenol ve Thymol'un pastörize tereyağının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalitesi üzerine etkisi. Fırat Üniversitesi Sağ. Bil. Derg.,26(1): 35-46.
- Kocaoğlu EA. (2009). Ankara'da satışa sunulan kaymakların bazı özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara,47
- Kosikowski FV. (1982). Cheese and fermented milk foods. Published by F.V.Kosikowski and Associates, New York, p.1-711.
- Kurt A, Çakmakçı S, Çağlar A. (2012). Süt ve mamülleri muayene ve analiz metotları rehberi. Erzurum: Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Basım, s 254.
- Kurt A, Özdemir S. (1988). Erzurum'da yapıp satılan kaymakların bileşimi ve mikrobiyolojik kalitesi. Gıda Dergisi, 13(3): 205-208, Erzurum
- Leandro O, Nuno R, Pereira C, Martins JT, Malcata FX. (2017). Edible packaging for dairy products. Edible Food Packaging. CRC Press, 384-412.
- McHugh TH, Krochta JM. (1994). Sorbitol-vs glycerol-plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42(4): 841-845
- McHugh, T. (2000). Protein-lipid interactions in edible films and coatings. Food/Nahrung, 44(3), 148-151.
- Metin M, Öztürk GF. (2016). Süt ve mamülleri analiz yöntemleri. 10. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova, İzmir.
- Miller KS, Krochta J. (1997). Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A review. Trends in Food Science Technology, 8(7), 228-237.
- Öksüz ÖŞ, Şimşek O, Gündoğdu A. (2000). Tekirdağ ili merkezinde tüketilen kaymakların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu (Ed. M. Demirci), Tekirdağ, 567-570.
- Özkanlı O, Kaya A. (2007). Storage stability of butter oils produced from sheep's nonpasteurized and pasteurized milk. Food Chemistry, 100, 1026-1031.
- Rahman MS. (1999). Handbook of food preservation. Marcel Dekker AG Hutgasse 4, Postfach812, CH-4001 Basel, Switzerland, 809 pp
- Robertson GL. (2006). Food packaging principles and practice. Taylor & Francis, New York.550.
- Sancak YC, İşleyici Ö, Alişarlı M, Akkaya L, Elibol C. (2002). Van'da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının mikrobiyolojik ve kimyasal nitelikleri. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 13(1-2): 108-113.
- Sharma P, Shehin, V, Kaur N, Vyas P. (2019). Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables: a review. International Journal of Vegetable Science, 25(3), 295-314.
- Sonkaya G., Koca N. (2021). Kaymak yüzeyine sürekli sistemde UV ışık uygulamasının ürün kalitesi üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü s 126.
- Suhag R, Kumar N, Petkoska AT, Upadhyay A. (2020). Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. Food Research International, 136, 109582.
- Tekinşen C. (2000). Süt ürünleri teknolojisi, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Üçüncü M. 2005. Süt ve mamülleri teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 571 s. İzmir.
- Yılsay ÖT, Bayazit AA. (2002). Bursa ilinde tüketilen kaymakların mikrobiyolojik özellikleri ve bazı patojen bakterilerin aranması. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg., 16:77-86



The Effect of Artificial Lighting Intensities and Durations on the Yield of Basil Plant Grown by Hydroponic Technique

Uğur Yegül^{1,a,*}, Burak Şen^{2,b}

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Kavacık/Subayevleri, Keçiören, Ankara, Türkiye
²Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye,
51240*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 03.04.2024 Accepted : 13.05.2024</p> <p>Keywords: Vertical farming Hydroponic Artificial lighting LED lighting Ocimum basilicum</p>	<p>The traditional method of agriculture, which continues today, depends on many factors. For this reason, soilless farming techniques, where the control is entirely in the producer, are increasing rapidly. The most crucial element of soilless agriculture is lighting. By using artificial lighting, the plants' photoperiod can be controlled, and it is reported as a result of the research that it is possible to increase the yield. This study investigated the effects of different light intensities and durations on the development and yield of broad green and red-leaved basil plants (<i>Ocimum basilicum</i>) using cold white and full spectrum light, which is the spectrum with the highest illumination efficiency. In the study, which was carried out on a total area of 13.5 m², the relationships between the nitrogen balance index (NBI) and the yield values obtained after harvest were evaluated statistically by applying different artificial lighting intensities and durations 27 separate 0,5 m² trial plots. In the study, the three light intensity factor (ASF) levels were 165.6 µmol m⁻² s⁻¹, 248.4 µmol m⁻² s⁻¹ and 331.2 µmol m⁻² s⁻¹ as photosynthetic photon flux density (PPFD), respectively. Three light exposure duration factor (ASF) levels with (12-16-20 hours day⁻¹) were tested. According to the results, 331.2 µmol s⁻¹ light intensity factor and 20 hours day⁻¹ light exposure duration factor for a broad green basil plant, 331.2 µmol s⁻¹ light intensity factor and 12 hours light exposure duration factor for a broad red basil plant, the highest yield values were obtained.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1516-1522, 2024

Yapay Aydınlatma Şiddeti ve Süresinin Hidroponik Tekniği İle Yetiştirilen Fesleğen Bitkisinin Verimine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 03.04.2024 Kabul : 13.05.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Dikey tarım Hidroponik Yapay aydınlatma LED aydınlatma Ocimum basilicum</p>	<p>Bu çalışmada aydınlatma veriminin en yüksek olduğu spektrum olan soğuk beyaz ve tam spektrum ışık kullanılarak farklı ışık şiddetleri ve sürelerinin geniş yeşil ve kırmızı yapraklı fesleğen bitkilerinin (<i>Ocimum basilicum</i>) gelişimi ve verimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Toplamda 13,5 m² lik alanda gerçekleştirilen çalışmada, 27 ayrı, 0,5' er m² lik deneme parsellerinde farklı yapay aydınlatma şiddeti ve süreleri uygulanarak azot denge indisi (NBI) ve hasat sonrasında elde edilen verim değerlerinin arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada aydınlatma şiddeti faktörünün (AŞF) üç seviyesi, fotosentetik foton akı yoğunluğu (PPFD) olarak sırasıyla, 165,6 µmol m⁻² s⁻¹, 248,4 µmol m⁻² s⁻¹ ve 331,2 µmol m⁻² s⁻¹ ile aydınlatma süresi faktörünün (ASF) üç seviyesi (12-16-20 saat gün⁻¹) denenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre geniş yeşil yapraklı fesleğen bitkisi için 331,2 µmol s⁻¹ aydınlatma şiddeti faktörü ve 20 saat gün⁻¹ aydınlatma süresi faktörlerinde, geniş kırmızı yapraklı fesleğen bitkisi içinse 331,2 µmol s⁻¹ aydınlatma şiddeti faktörü ve 12 saat gün⁻¹ aydınlatma süresi faktörlerinde en yüksek verim değerleri elde edilmiştir.</p>

^a yegul@ankara.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-2139-4080>

^a bsen@ohu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-8105-1106>



Giriş

Kontrollü ortamlarda kullanılan tarım teknikleri son yıllarda oldukça önemli hale gelmiştir. Bunlardan en önemlisi iklim koşullarının değişmesi ve tarım arazilerinin azalmasıyla öne çıkan “topraksız tarım”dır. Son yıllarda bu tarım tekniği yoğun talep görmekte ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte bu alanda birçok araştırma yapılmaktadır (Gül, 2008; Hossain ve ark., 2016).

Günümüzde kullanılan tarım yöntemleri birçok faktöre bağlıdır. Özellikle geleneksel yöntemle yapılan yetiştiricilikte toprak besin elementleri yetersiz olabilir ve toprak yapısı tarıma uygun olmayabilir. Toprakta zararlıların ve hastalıkların varlığı, verimi önemli ölçüde azaltır. Bu nedenle topraksız tarım teknikleri ile gerçekleştirilen yetiştiricilikte tarla koşullarında karşılaşılan problemlerin çoğu kolaylıkla aşılabılır. Topraksız tarım teknikleri ile elde edilen verim artışının geleneksel yöntemlere göre 4 ila 10 kat daha fazla olduğu bildirilmektedir. En verimli yöntem, sera koşullarında hidroponik tarım tekniklerini kullanmaktır. Bu şekilde yetiştirilmesi en kolay sebzeler; domates, salatalık, biber, marul ve diğer yapraklı sebze ve otlardır (Despommier, 2009).

Topraksız tarım tekniklerinin en büyük dezavantajı, ilk kurulum aşamasında gerekli olan maliyet ve teknik bilgidir; Fusarium ve Verticillium solgunluğu gibi organizmaların neden olduğu bazı hastalıklar sistem boyunca hızla yayılabilir. Bu problemler genellikle hastalığa dayanıklı çeşitler ve test ekipmanı kullanımı ile aşılabılır. En önemli avantajları ise ekilebilir olmayan arazi uygulaması, su ve gübrenin verimli kullanımınıdır.

Günümüzde dünya topraklarının yaklaşık %12’si (1,5 milyar hektar) tarımsal üretim için kullanılmaktadır (FAO, 2019). FAO 2030/2050 tahmin raporuna göre; gelişmekte olan ülkelerde ve gelişmiş ülkelerde, dünyada kişi başına düşen ekilebilir arazi alanının yıldan yıla azalacağı belirlenmiştir. Dünya nüfusu ve gıda talebi artmaya devam ederken, kişi başına düşen ekilebilir arazi alanı yıldan yıla azalmakta ve bu da ülkelerin önümüzdeki birkaç yıl içinde bir gıda kriziyle karşı karşıya kalacağını göstermektedir (FAO, 2019). Ayrıca, iklim değişikliği ve tarım arazilerinin tarım dışı amaçlarla kullanılması nedeniyle dünyanın ekilebilir alanları azalırken, dünya nüfusu hiç olmadığı kadar hızlı artmaktadır. 100 yıl önce dünya nüfusunun 100 milyon kişi artması 20 yıl sürerken, dünya nüfusu sadece 2018’de 83,3 milyona artmıştır (FAO, 2019).

Günümüzde sınır ötesi tarımsal yatırım ve topraksız tarım yöntemleri çözüm haline gelmiştir. Ekilebilir alanların azalmasının yanı sıra tatlı su kaynaklarının azalması ve kirlenmesi de tarımın karşı karşıya olduğu diğer önemli sorunlardır. Günümüz dünyasında su elde etme mücadelesi hızla artmakta ve geleneksel tarım yöntemlerinde kullanılan su miktarı ekonomik olmaktan çıkmaktadır. Suyu verimli kullanan kapalı sistem topraksız tarım teknikleri günümüzde hızla önem kazanmaktadır. 1940’larda küresel su tüketimi yılda 1 km³ civarındayken, 1960’larda bu rakam iki katına çıkmıştır. 1990’larda su tüketimi 4 km³ yıl⁻¹’a ulaşmıştır (Gülgönül & Akiş, 2020).

2020’nin başından ilk kez Çin’de ortaya çıktıktan sonra, Covid-19 hastalığı tüm dünyaya yayılmış, küresel bir salgın haline gelmiş ve gıda üzerinde bir ticaret savaşını başlatmıştır (BBC, 2020). Sağlıklı ya da organik gıdaya erişimin önemi neticesinde, suyu ve mekanı en verimli şekilde kullanan kapalı

sistemler çok önemli hale gelmektedir. Tarımsal faaliyetlerle ilgilenmeyen insanlar bile organik tarımın önemini anlamış ve aramaya başlamıştır.

Tüm bu nedenler göz önüne alındığında topraksız tarım teknikleriyle ilgili yetiştiricilik alanında daha fazla araştırma yapılması gerektiği ve bu çalışmanın konusu olan fesleğen bitkisi ile ilgili benzer bir araştırma olmaması nedeniyle ülkemizde reyhan olarak bilinen *Ocimum basilicum* çeşidi seçilmiştir. Dünyanın önemli uçucu yağ içeren bitkilerinden biri olup, birçok ülkede ticari şekilde ekimi yapılmaktadır. *Ocimum* cinsinin dünya genelinde 65 civarında çeşidinin olduğu ve Asya, Afrika ve Güney Amerika’nın sıcak ve ılıman bölgelerinde doğal olarak yayıldıkları bilinmektedir (Paton ve ark., 1999).

Fesleğen Türkiye’de doğal yayılış göstermemekte ve özellikle Batı ve Güney Anadolu’da, çoğunlukla ev bahçelerinde ve hatta balkonlarda ve saksılarda yetiştirilmektedir. Bazı yörelerde özellikle doğu illerinde mor renkli tipler yaygındır ve reyhan olarak isimlendirilmektedir. Batı illerinde yaygın olan yabancı literatürde ‘sweet basil’ olarak bilinen yeşil renkli varyeteler, fesleğen olarak adlandırılmaktadır (Tekinay, ve ark., 2006).

Yetiştirilen fesleğen ekonomik olarak tek yıllık bir bitkidir. İnce, dallanmış kökleri vardır. Dallanmış veya dallanmamış dik veya yarı dik, 50-60 cm yükseklikte saplara sahiptir. Yapraklar çeşitlere göre değişmekle birlikte genellikle yumurtamsı uzun, taban kısmı küt, az dişli ve saplıdır. Tabandan itibaren dallanma veya dallanmayan sap veya yapraklar çıplak ve yayıf tüylüdür. Yaprak yüzü dalgalı olabilir. Büyük veya küçük yapraklara sahiptir. Çiçek sapın ucunda bulunur. Çiçekler genelde altısı bir arada bulunan başak görünümündedir. Alt kısmında başaktaki çiçekler seyrek, üst kısmında sıktır. Taç yapraklar beyaz renklidir. Meyvesi yumurta şeklinde uzunumsu eliptik şekle kadar değişir. Karın kısmı keskin köşelidir. Uzunluğu 1,5-2 mm, kalınlığı ise genellikle 1 mm kadardır. Hilum daha açık renkli ve belirgindir. Meyvenin yüzeyi kırışık ve damarlıdır. Rengi koyu kahverengidir. Fesleğen yabancı ot bulunmayan temiz bir tarla ister. Ekim nöbetinde çiftlik gübresi ile iyi gübrelenmiş çapa bitkisinden sonra gelmesi önerilmektedir ayrıca fesleğenin vejetasyon devresi esnasında en önemli sorunu yabancı otlarla mücadeledir (Arabaci ve Bayram, 2004; Tekinay ve ark., 2006). Bitki topraksız tarım teknikleri ile yetiştirildiği için bu sorunlar kendiliğinden ortadan kalkmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada test bitkisi olarak yeşil ve kırmızı renkli geniş yapraklı fesleğen (*Ocimum basilicum*) kullanılmıştır. Çalışma Tübitak’ın katkısıyla Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı bünyesinde kurulan “Topraksız Tarım Teknikleri Uygulama ve Otomasyon” laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bitkiler alan tasarrufu amacıyla dikey tarım teknikleri kullanılarak yetiştirilmiştir. Dikey tarım tekniği sayesinde alan ihtiyacı üçte iki oranında düşürülmüştür. Bitkiler kapalı ortamda ve kapalı devirdaim sistemde aynı besin çözeltisi kullanılacak şekilde topraksız tarıma uygun delikli fileler yardımı ile yetiştirilmiştir. Sistemde bitkilerin tutunmasını sağlayacak madde olarak tamamen saf ve tuzsuz çakıl taşının

fırınlanması ile elde edilen hidroton taşı kullanılmıştır. Hidroton taşları 2022 yılında tamamlanan TÜBİTAK destekli topraksız tarımla ilgili bir proje kapsamında alınmıştır. Hidroton taşlarının çapları 8 ile 16 mm arasında değişmektedir. Hidroton taşı çok seyrek bir konsantrasyonda element içermektedir, pH seviyesi 7'dir. Kullanılan hidroton taşı, bitkinin kök bölgesinin iyi havalandırılmasını sağlamaktadır (Hossain ve ark., 2016; Oktafi ve ark., 2015).

Araştırma toplamda 13,5 m² lik alanda 27 ayrı, 0,5 er m² lik deneme parsellerinde üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Denemede aydınlatma şiddeti faktörünün üç seviyesi (165,6 µmol s⁻¹, 248,4 µmol s⁻¹ ve 331,2 µmol s⁻¹) ile aydınlatma süresi faktörünün üç seviyesi (12 saat, 16 saat ve 20 saat) test edilmiştir. Her bir lambanın PPF değeri 82,8 µmol s⁻¹'dir. Deneme planı Çizelge 1'de verilmiştir. Her bir parselde 4 adet bitki olacak şekilde m² 'de yaklaşık 8 adet bitki olacak şekilde deneme yapılmıştır.

Bitkilerin yetiştirilebilmesi için hazırlanan besin çözeltisinin element içeriği (mg/L) şu şekildedir: Nitrat (NİTRAT mı NİTRAT AZOTU mu?): 294; P 50; K 386; Ca 214; Mg 30; Fe 9; Mn 2,7; B 1; Zn 0,3; Cu 0,14; Mo 0,14 ve toplam yaklaşık 1000 ppm'dir (Epstein ve Bloom, 2005; Peter, 2012; Tekinay ve ark., 2006). Sistemdeki sıvının

elektriksel iletkenlik (EC), asitlik veya bazlık derecesi (pH), çözülmüş oksijen miktarı (ÇO) ve sıcaklık (T) değerleri yürütücülüğünü yaptığım 1200970 numaralı ve "Topraksız Tarım Üretim Sistemlerinde Kullanılabilecek Gömülü Yazılım Ve Kontrol Kitinin Geliştirilerek Maydanoz Bitkisi (Petroselinum Crispum) Yetiştiriciliğinde Test Edilmesi" başlıklı 1002 Hızlı Destek Projesi sonucunda geliştirilen kontrol kiti ile gerçekleştirilmiştir. Sistemde istenen EC değeri 1000 ppm (parts per million) veya 1,56 mS cm⁻¹ (Dunn and Singh, 2016), pH değeri 6, çözülmüş oksijen miktarı yaklaşık olarak 6,2 mg L⁻¹ ve sıcaklık değeri 24 °C (Dunn and Singh, 2016)'dir. Ayrıca sistemdeki sıvının önemli parametreleri profesyonel test cihazları ile yaklaşık dört günde bir ölçülmüş ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Bitkilerin yetiştirme ve hasat döneminde kadar yapraktan azot denge indis değerleri (NBI) elde edilmiş ve bu amaçla Force-A Dualex Scientific sensörü kullanılmıştır (Şekil 1). Elde edilen değerlere göre hasat zamanına kadar NBI değerinin artış gösterdiği ve hasat zamanında en yüksek değere ulaştığı gözlenmiştir. (Bilger ve ark., 1997; Cerovic ve ark., 2012; Goulas ve ark., 2004; Matilla ve ark., 2018; Overbeck ve ark., 2018). Resim 1'de Force-A Dualex Scientific el sensörü ve çalışma prensibi verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme planı

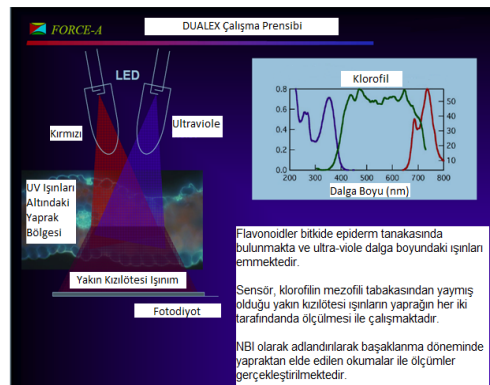
Table 1 Trial plan

Aydınlatma şiddeti (µmol/m s)	165,6	331,2	165,6	248,4	165,6	248,4	165,6	331,2	248,4
Aydınlatma süresi (saat/gün)	12	20	20	16	16	20	16	12	20
Aydınlatma şiddeti (µmol/m s)	331,2	165,6	248,4	165,6	331,2	331,2	248,4	248,4	165,6
Aydınlatma süresi (saat/gün)	16	16	12	20	20	12	12	20	12
Aydınlatma şiddeti (µmol/m s)	248,4	248,4	331,2	248,4	331,2	165,6	331,2	165,6	331,2
Aydınlatma süresi (saat/gün)	12	16	16	16	12	20	20	12	16

Çizelge 2. Sistemdeki sıvıya ait önemli parametreler

Table 2. Specific parameters of the liquid in the system

Ölçüm	EC (mS/cm)	pH	DO (mg/L)	Total N (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	Fe (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	PO ₄ (mg/L)
1	1,59	6,0	6,5	321	321	0,043	342	40,9	36,9
2	1,57	6,1	6,4	319	320	0,042	339	40,8	36,7
3	1,59	6,0	6,3	322	321	0,044	341	40,9	36,9
4	1,56	6,2	6,4	318	318	0,040	338	40,7	36,6
5	1,56	6,2	6,6	319	319	0,040	338	40,7	36,6
6	1,56	6,2	6,5	319	319	0,040	338	40,7	36,6
7	1,57	6,1	6,5	319	318	0,041	339	40,8	36,7
8	1,59	6,0	6,5	322	322	0,046	341	40,9	36,9
9	1,57	6,1	6,4	318	319	0,041	339	40,7	36,8
10	1,56	6,2	6,6	317	318	0,040	339	40,6	36,6



Resim 1 Force-A Dualex Scientific el sensörünün çalışma prensibi (ITK, 2022)
Image 1 Working principle of Force-A Dualex Scientific hand sensor (ITK, 2022)

Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışma sonucunda geniş yeşil yapraklı fesleğen çeşidi için en yüksek verim değeri $331,2 \mu\text{mol s}^{-1}$ aydınlatma şiddeti faktörü ve 20 saat gün^{-1} aydınlatma süresi faktörlerinde elde edilmiş ve $356 \pm 0,5 \text{ gr}$ olarak bulunmuştur. En düşük verim değeri ise $165,6 \mu\text{mol s}^{-1}$ aydınlatma şiddeti faktörü ve 20 saat gün^{-1} aydınlatma süresi faktörlerinde $204 \pm 0,5 \text{ gr}$ olarak elde edilmiştir. Geniş yeşil yapraklı fesleğen bitkisi için hasat döneminde ölçülen azot denge indisi değerleri ile verim değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde çok güçlü doğrusal ilişki ($R^2=0,9278$) bulunmuştur.

Geniş kırmızı yapraklı fesleğen çeşidi için ise en yüksek verim değeri $331,2 \mu\text{mol s}^{-1}$ aydınlatma şiddeti faktörü ve 12 saat gün^{-1} aydınlatma süresi faktörlerinde elde edilmiş ve $389 \pm 0,5 \text{ gr}$ olarak bulunmuştur. En düşük verim değeri ise $331,2 \mu\text{mol s}^{-1}$ aydınlatma şiddeti faktörü ve 16 saat gün^{-1} aydınlatma süresi faktörlerinde $301 \pm 0,5 \text{ gr}$ olarak elde edilmiştir. Geniş kırmızı yapraklı fesleğen bitkisi için hasat döneminde ölçülen azot denge indisi değerleri ile verim değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde yine çok güçlü doğrusal ilişki ($R^2=0,9199$) bulunmuştur.

İki farklı fesleğen çeşidi için yapay aydınlatma ile verim arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada mavi ve kırmızı (sırasıyla 452 nm ve 632 nm) LED ve beyaz yapay aydınlatma kaynakları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen değerlere göre önemli bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Aldarkazali ve ark., 2019).

Bir başka çalışmada hidroponik tarım tekniği kullanılarak yetiştirilen fesleğen bitkisi 447 nm - 627 nm mavi ve kırmızı ışık altında $20\text{M}/80\text{K}$ ile $50\text{M}/50\text{K}$ oranlarında gerçekleştirilen aydınlatma sonucunda en yüksek verim değerlerinin alındığı bildirilmiştir (Hammock ve ark., 2021).

Marul ve fesleğen bitkilerinin gelişim ve verim değerlerinin araştırılması amacıyla gerçekleştirilen bir çalışma $24 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de ve $450 \mu\text{mol mol}^{-1} \text{ CO}_2$ koşullarında kırmızı ve mavi ışık altında beş farklı PPFd ($100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) değerleri ve 16 saat gün^{-1} fotoperiyodu kullanılmıştır. $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 'lik PPFd değerlerinin uygulandığı denemede hem marul hem de fesleğen için

biyokütle üretiminde en yüksek artış belirlenmiştir (Pennisi ve ark., 2020).

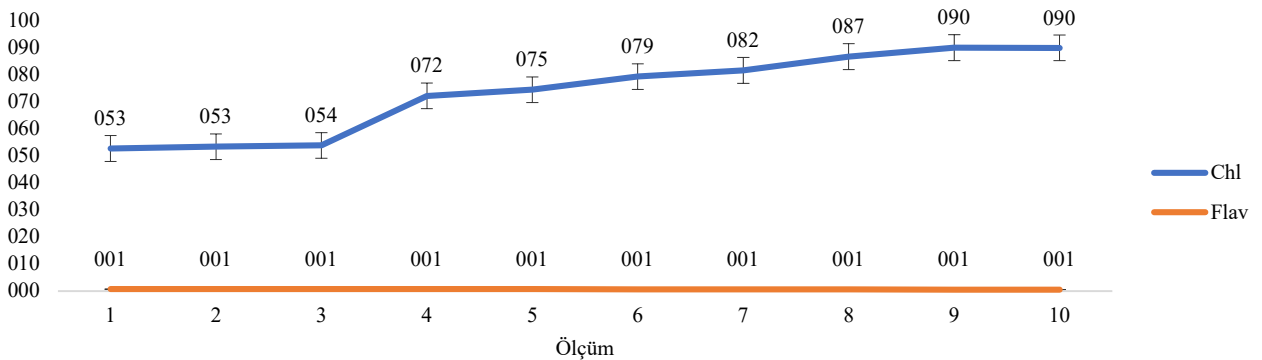
Fotosentetik foton akı yoğunluğunun tüm yapay aydınlatma uygulamaları için $155 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve fotoperiyot günde 20 saat olarak uygulandığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma materyali fesleğen bitkisidir. Fesleğen bitkisi için LED aydınlatma kaynağı seçilerek, mavi, kırmızı ve uzak kırmızı ışık aydınlatma kombinasyonları denenmiştir. Çalışma sonucunda fesleğen bitkisinin veriminde yalnızca beyaz LED'e kıyasla önemli bir verim artışı olmadığı bildirilmiştir (Rahman ve ark., 2021).

Sistemdeki sıvının EC değeri $1,56 \text{ mS cm}^{-1}$ olarak seçilmiş bunun nedeni, yapılan çalışmalarda EC değerinin 1 ile $1,8 \text{ mS cm}^{-1}$ arasında olması gerektiğinin bildirilmiş olmasıdır (Prince, 2020 ve Blackman, 2015).

Sistemdeki sıvının pH değeri $5,5$ ile $6,9$ arasında tutulmaya çalışılmış, Runia ve Boonstra, 2004; Van Os, 1994 gerçekleştirdikleri çalışmalarda pH seviyesini $5,8$ ile $6,4$ aralığında tutmuşlardır. Rakocy, 1993; Rakocy ve ark., 2006; Rakocy ve ark., 2007 yıllarında gerçekleştirdikleri çalışmalarda ideal pH değerinin $6,5$ ile 7 arasında olması gerektiğini yeşil aksamı bol olan bitkilerin genellikle 20 - 24°C de sağlıklı bir şekilde yetiştiklerini bildirmişlerdir. Araştırma kullanılan sıcaklık değeride 22°C olarak seçilmiştir.

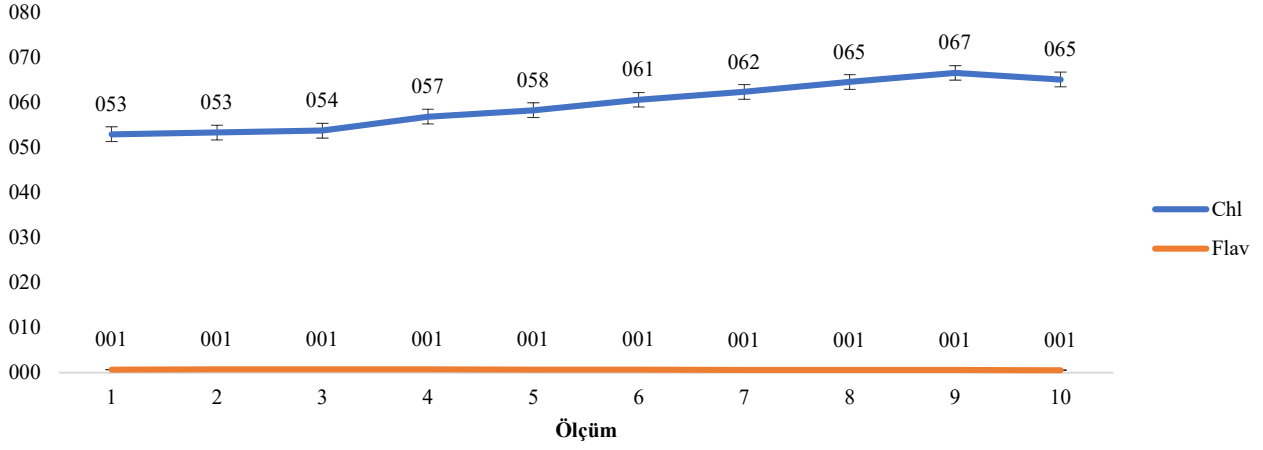
Işık veriminin en yüksek olduğu spektrum; soğuk beyaz ışık ve tam spektrum olarak adlandırılan yapay aydınlatma ile sağlanabildiği bildirilmektedir (Bugbee, 2016; Ouzounis ve ark., 2015; Snowden ve ark., 2016). Ayrıca çoğu bitki için en az $184 \mu\text{mol s}^{-1}$ ışık yoğunluğu gerektiği bildirilmiştir, bu bilgiye dayanarak araştırmada, soğuk beyaz ışık-tam spektrum aydınlatma tercih edilmiş en düşük ışık yoğunluğu olarakta gerekli olan ışık yoğunluğuna yakın bir değer seçilmiştir (McCree, 1971; Bugbee, 2016; Snowden ve ark., 2016; Ouzounis ve ark., 2015).

Resim 2 ve 5 arasında fesleğen bitkisi için en düşük ve en yüksek verimin elde edildiği denemeye ait klorofil ile flavonol içeriklerinin 10 farklı ölçümden elde edilen değerlerini gösteren grafikler verilmiştir. Aynı zamanda fesleğen bitkisine ait hasat döneminde elde edilen azot denge indisi değerleri ile verim değerleri arasındaki ilişkiler Resim 6 ve 7'de verilmiştir.

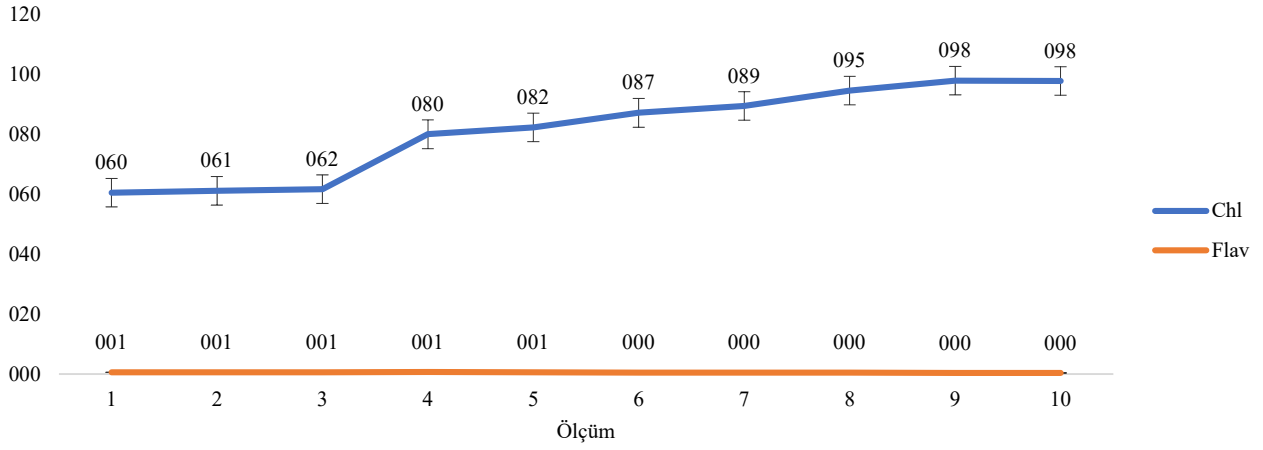


Resim 2. Geniş yeşil yapraklı fesleğen bitkisi için en yüksek verimin elde edildiği denemeye ait klorofil ile flavonol içeriklerinin 10 farklı ölçümden elde edilen değerlerini gösteren grafik

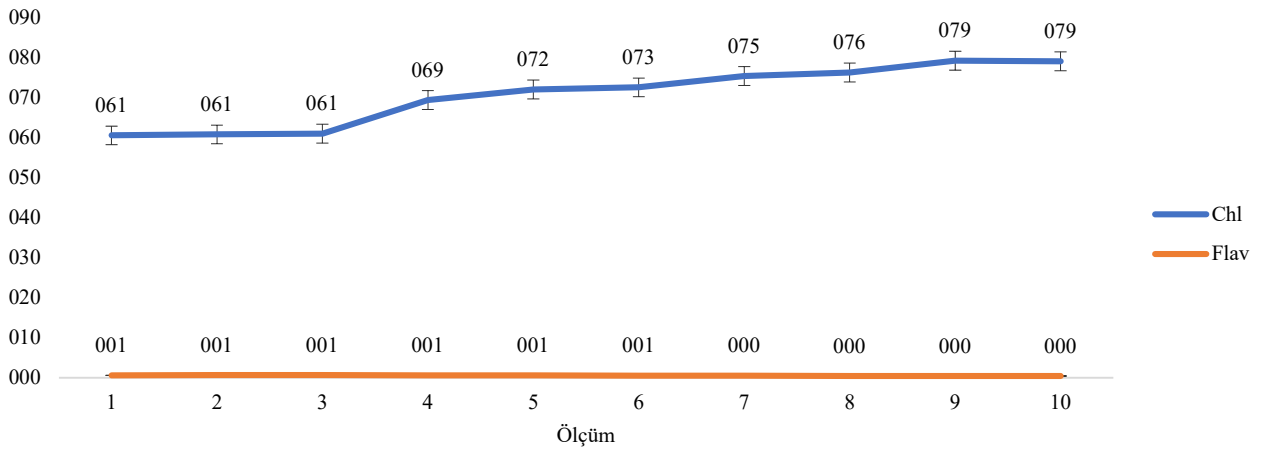
Image 2. Graph showing the values of chlorophyll and flavonol contents obtained from 10 different measurements of the experiment in which the highest yield was obtained for the broad green basil plant.



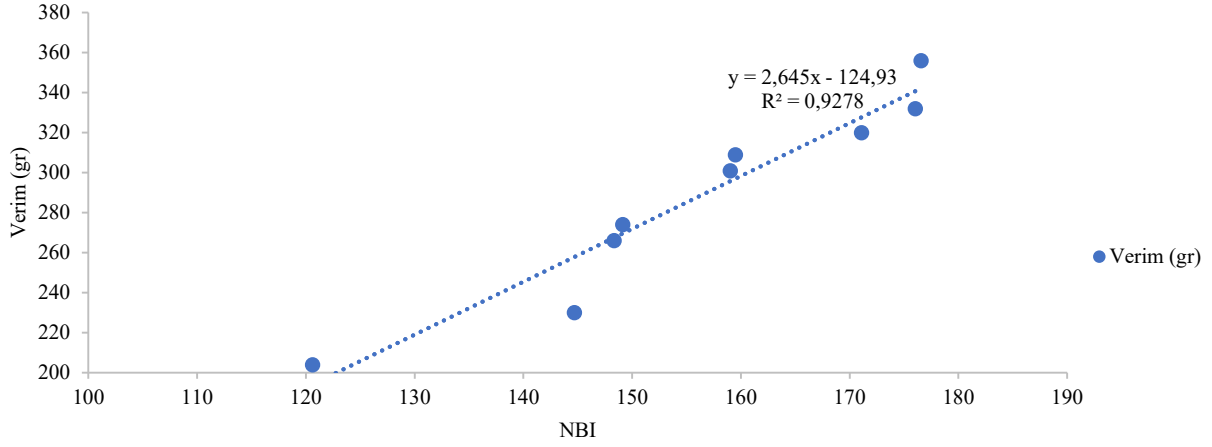
Resim 3. Geniş yeşil yapraklı fesleğen bitkisi için en düşük verimin elde edildiği denemeye ait klorofil ile flavonol içeriklerinin 10 farklı ölçümden elde edilen değerlerini gösteren grafik
 Image 3. Graph showing the values of chlorophyll and flavonol contents obtained from 10 different measurements of the experiment in which the lowest yield was obtained for the broad green basil plant.



Resim 4. Geniş kırmızı yapraklı fesleğen bitkisi için en düşük verimin elde edildiği denemeye ait klorofil ile flavonol içeriklerinin 10 farklı ölçümden elde edilen değerlerini gösteren grafik
 Image 4. Graph showing the values of chlorophyll and flavonol contents obtained from 10 different measurements of the experiment in which the highest yield was obtained for the broad red basil plant.

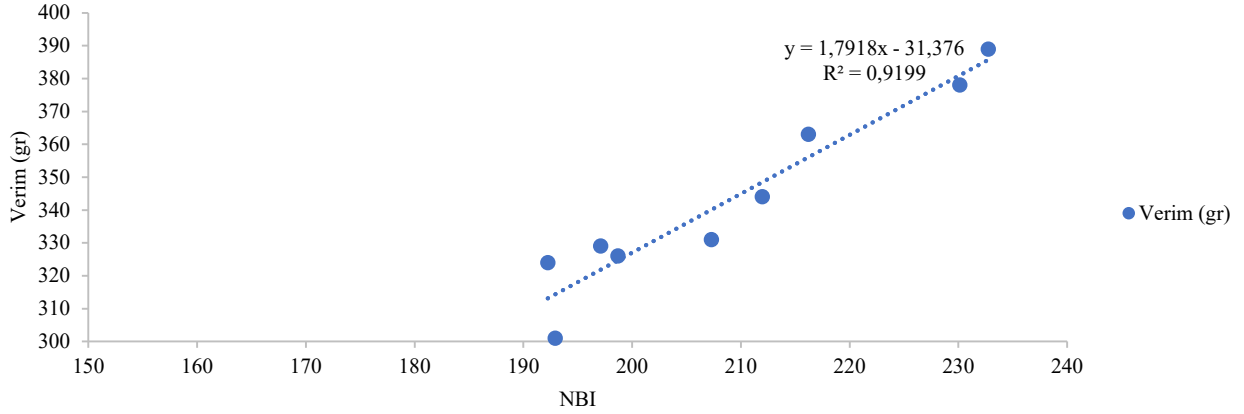


Resim 5. Geniş kırmızı yapraklı fesleğen bitkisi için en düşük verimin elde edildiği denemeye ait klorofil ile flavonol içeriklerinin 10 farklı ölçümden elde edilen değerlerini gösteren grafik
 Image 5. Graph showing the values of chlorophyll and flavonol contents obtained from 10 different measurements of the experiment in which the lowest yield was obtained for the broad red basil plant.



Resim 6. Geniş yeşil yapraklı fesleğen bitkisine ait hasat döneminde elde edilen azot denge indisi değerleri ile verim değerleri arasındaki ilişki

Image 6. The relationship between nitrogen balance index values and yield values obtained during the harvest period of broad green basil plant.



Resim 7. Geniş kırmızı yapraklı fesleğen bitkisine ait hasat döneminde elde edilen azot denge indisi değerleri ile verim değerleri arasındaki ilişki

Image 7. The relationship between nitrogen balance index values and yield values obtained during the harvest period of broad red basil plant.

Sonuç

Bu çalışma ile tam spektrum beyaz ışık yoğunluğunun ve uygulama süresinin önemi ve sonuçları ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda, farklı yapay aydınlatma şiddetlerinin ve sürelerinin iki farklı çeşidi fesleğen bitkisinde klorofil ve flavonol ile verim değerlerini etkilediği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda en yüksek verimin alındığı yapay aydınlatma süresi ve şiddeti belirlenmiş, fesleğen bitkisin literatürde 65 farklı çeşidi olduğu bilindiği için bu tür çalışmaların devamlılığının gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bilgi

Bu çalışma, yürütücülüğünü yapmış olduğum "120O970" numaralı Tübitak projesi kapsamında, Tübitak'ın desteği ile, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı bünyesinde kurulan laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Aldarkazali, M., Rihan, H.Z., Carne, D., Fuller, M.P. (2019). The growth and development of sweet basil (*Ocimum basilicum*) and bush basil (*ocimum minimum*) grown under three light regimes in a controlled environment. *Agronomy*, 9(11), 743. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110743>
- Arabaci, O. & Bayram, E. (2004). The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *ocimum basilicum* l. (basil). *Journal of Agronomy*, 3(4), 255-262. <https://doi.org/10.3923/ja.2004.255.262>.
- BBC. (2020, March). British Broadcasting Corporation. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-51614548>.
- Bilger, W., Veit, M., Schreiber, L., and Schreiber, U. (1997). Measurement of leaf epidermal transmittance of UV radiation by chlorophyll fluorescence. *Physiologia Plantarum*, 101(4), 754-763. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1997.tb01060.x>
- Blackman, C. (2015, 24 April). *Playing By The Rules: Biochemical Sequence, Nutrient Antagonis*. <https://www.linkedin.com/pulse/playing-rules-biochemical-sequence-nutrient-caitlin-blackman/>.

- Bugbee, B. (2016). Towards an optimal spectral quality for plant growth and development: the importance of radiation capture. *Acta Horticulturae*, 1134, 1-12. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1134.1>
- Cerovic, Z.G., Masdoumier, G., Ghozlen, N.B., and Latouche, G. (2012). A new optical leaf-clip meter for simultaneous non-destructive assessment of leaf chlorophyll and epidermal flavonoids. *Physiologia Plantarum*, 146(3), 251-260. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2012.01639.x>
- Despommier, D. (2009). The rise of vertical farms. *Scientific American*, 301(5), 80-87. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1109-80>
- Dunn, B., and Singh, H. (2016). Electrical Conductivity and pH Guide for Hydroponics. *Oklahoma State University*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20271.94885>.
- Epstein, E., and Bloom, A.J. (2005). Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. 2nd Ed., *Sinauer Associates*, Sunderland, MA. ISBN: 9780878931729
- FAO. (2019, February). *Statistical Yearbook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Food and Agriculture. <https://www.fao.org/3/cb1329en/CB1329EN.pdf>
- Goulas, Y., Cerovic, Z.G., Cartelat, A., and Moya, I. (2004). Dualex: a new instrument for field measurements of epidermal UV-absorbance by chlorophyll fluorescence. *Applied Optics*, 43(23), 4488-96. <https://doi.org/10.1364/AO.43.004488>
- Gül, A. (2008). Topraksız Tarım. *Hasad Yayıncılık*. ISBN 978-975-8377-66-4
- Gülgönül, A., & Akiş, E. (2020). Sınır ötesi tarım yatırımlarının geleceği ve ülkelerin sınır ötesi tarım yatırımı ihtiyacının tespiti için bir yaklaşım. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(2), 531-553. <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.661243>
- Hammock, H.A., Kopsell, D.A., and Sams, C.E. (2021). Narrowband blue and red led supplements impact key flavor volatiles in hydroponically grown basil across growing seasons. *Front Plant Sci*, 12, 623314. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.623314>
- Hossain, S.M., Imsabai, W., and Thongket, T. (2016). Growth and quality of hydroponically grown lettuce (*lactuca sativa* L.) using used nutrient solution from coconut-coir dust and hydroton substrate. *Advances in Environmental Biology*, 10(4), 67-79.
- ITK (2022). [online]. Website <https://www.itk.fr/en/> [accessed 28 April 2022].
- McCree, K.J. (1971). The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. *Agricultural Meteorology*, 9, 191-216. [https://doi.org/10.1016/0002-1571\(71\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0002-1571(71)90022-7)
- Oktafri, O., Ningsih, Y.A., and Novita, D.D. (2015). The making of hydroton with different size as growth media of hydroponic from clay and digestate. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 267-274.
- Ouzounis, T., Razi Parjikolaei, B., Fretté, X., Rosenqvist, E., Ottosen, C.O. (2015). Predawn and high intensity application of supplemental blue light decreases the quantum yield of PSII and enhances the amount of phenolic acids, flavonoids, and pigments in *lactuca sativa*. *Front Plant Sci*, 6, 19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00019>
- Overbeck, V., Schmitz, M., Tartachnyk, I., and Blanke, M. (2018). Identification of light availability in different sweet cherry orchards under cover by using non-destructive measurements with a Dualex™. *European Journal of Agronomy*, 93, 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.006>
- Paton, A., Harley, R.M., and Harley, M.M. (1999). Ocimum: an overview of relationships and classification. In: T. Holm & R. Hiltunen (Eds). *Medicinal and Aromatic Plants—Industrial Profiles*, *Harwood Academic*.
- Pennisi, G., Pistillo, A., Orsini, F., Cellini, A., Spinelli, F., Nicola, S., Fernandez, J.A., Crepaldi, A., Gianquinto, G., Marcellis, L.F.M. (2020). Optimal light intensity for sustainable water and energy use in indoor cultivation of lettuce and basil under red and blue LEDs. *Scientia Horticulturae*, 272, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109508>.
- Peter, K.V. (2012). Handbook of Herbs and Spices (2nd ed.) *Woodhead Publishing*. ISBN 978-0-85709-039-3.
- Prince, R. (2020, April 24). *Plant Nutrients*. <http://www.ncagr.gov/cyber/kidswrld/plant/nutrient.htm/>
- Rahman, M.M., Vasiliev, M., Alameh, K. (2021). LED Illumination spectrum manipulation for increasing the yield of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Plants*, 10(2), 344. <https://doi.org/10.3390/plants10020344>
- Rakocy, J.E., Masser, M.P., and Losordo, T.M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. *SRAC Publication*.
- Rakocy, J.E. (2007). An integrated fish and field crop system for arid areas, In: B.A. Costa-Pierce, (Eds), *Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution*, pp. 263-285. *Blackwell Science Ltd*.
- Rakocy, J.E. (1993). Integration of vegetable hydroponics with fish culture: A review. In: Wang, J (Eds), pp. 112-136. *Techniques for Modern Aquaculture*.
- Runia, W.T. and Boonstra, S. (2004). UV-oxidation technology for disinfection of recirculation water in protected cultivation. *Acta Horticulturae*, 644, 549-555. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.644.73>
- Snowden, M.C., Cope, K.R., Bugbee, B. (2016). Sensitivity of seven diverse species to blue and green light: interactions with photon flux. *Plos One*, 11(10), 1-32. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163121>
- Tekinay, A.A., Öztürk, Ş., Güroy, D., Çevik, N., Yurdabak, F., Güroy, B.K. ve Özdemir, N. (2006, Şubat 7-9). *Göllerde yapılan balık yetiştiriciliğinin çevresel etkileri*. [Conference presentation] 1. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, Antalya,.
- Van Os, E.A. (1994). Closed growing systems for more efficient and environmental friendly production. *Acta Horticulturae*, 361, 194-200. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.361.17>



Metagenomic Characterization of Heavy Metal-Fungal Microbiota Interaction in *Pinus brutia* Needles

Melike Çebi Kılıçoğlu^{1,a,*}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun Meslek Yüksekokulu 55100, Samsun, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 10.12.2023 Accepted : 29.08.2024</p> <p>Keywords: Environmental Mycology Fungal diversity Heavy metal pollution Metagenomics Samsun OIZ</p>	<p>Fungi are considered an effective method as an alternative solution in the biological remediation of heavy metals. The aim of the study was to determine comparative heavy metal concentrations in <i>Pinus brutia</i> needles taken from Samsun Organized Industrial Zone which have been contaminated with heavy metals for a long time and Adalar Forest region, and to evaluate the fungal mycobiome that could be potential bioremediators. As a result of the study, Cu, Pb, Zn, Mn, Cr, Cd, Ni, Se, As, Li, V and Co elements were analyzed in the needle samples, and the concentrations of Ni, As, Li, V and Co among these elements remained below the detectable limits. For all other elements, the concentrations obtained in the industrial zone was higher than the concentrations obtained in the Adalar region. In addition, as a result of metagenomic analysis, <i>Aureobasidium</i> (27.5%), <i>Gibberella</i> (20.7%), <i>Cladosporium</i> (14%), <i>Articulospora</i> (5.8%), <i>Helicoma</i> (3.1%), <i>Alternaria</i> (1.7%), <i>Hazslinszkyomyces</i> (1.6%) and <i>Lasiodiplodia</i> (1%) were determined in Samsun OIZ <i>Pinus brutia</i> needles, respectively. <i>Phaeococcomyces</i> (22.8%), <i>Hormonema</i> (19.1%), <i>Aureobasidium</i> (13.8%), <i>Cladosporium</i> (6.5%), <i>Alternaria</i> (4.6%), <i>Neosetophoma</i> (%3.1). <i>Rachicladosprium</i> (3%), <i>Ophiosphaerella</i> (2.1%), and <i>Phaeosclera</i> (1.8%) were determined in the Samsun Adalar mycobiome, respectively. The results show that taxa known to be resistant to excess element concentrations are dominant in the environment. In the future, this study may serve as a reference for the development of innovative strategies for remediation of heavy metal pollution using biological resources for a sustainable and clean environment.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1523-1529, 2024

Pinus brutia İbrelerinde Ağır Metal-Fungal Mikrobiyota Etkileşiminin Metagenomik Karakterizasyonu

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 10.12.2023 Kabul : 29.08.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Çevresel Mikoloji Fungal çeşitlilik Ağır metal kirliliği Metagenomik Samsun OSB</p>	<p>Ağır metallerin biyolojik olarak ıslahında alternatif bir çözüm olarak funguslar etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Çalışmanın amacı, uzun süreli ağır metalle kontamine olmuş Samsun Organize Sanayi Bölgesi ve Adalar Orman bölgesinden alınan <i>Pinus brutia</i> ibrelerinde karşılaştırmalı olarak ağır metal konsantrasyonlarını belirlemek ve potansiyel biyoremediatörler olabilecek mantar mikobiyomunu değerlendirmektir. Çalışma sonucunda ibre numunelerinde Cu, Pb, Zn, Mn, Cr, Cd, Ni, Se, As, Li, V ve Co elementlerinin analizleri yapılmış, bu elementlerden Ni, As, Li, V ve Co element konsantrasyonları belirlenebilir limitlerin altında kalmıştır. Diğer elementlerin tamamında ise Samsun OSB’de elde edilen konsantrasyonlar, Adalar bölgesinde elde edilen konsantrasyonlardan daha yüksek seviyededir. Bunun yanı sıra metagenomik analiz sonucunda, Samsun OSB <i>P. brutia</i> ibrelerinde sırasıyla <i>Aureobasidium</i> (%27,5), <i>Gibberella</i> (%20,7), <i>Cladosporium</i> (%14), <i>Articulospora</i> (%5,8), <i>Helicoma</i> (%3,1), <i>Alternaria</i> (%1,7), <i>Hazslinszkyomyces</i> (%1,6) ve <i>Lasiodiplodia</i> (%1) cinsleri belirlenirken Samsun Adalar mikobiyomunda sırasıyla <i>Phaeococcomyces</i> (%22,8), <i>Hormonema</i> (%19,1), <i>Aureobasidium</i> (%13,8), <i>Cladosporium</i> (%6,5), <i>Alternaria</i> (%4,6), <i>Neosetophoma</i> (%3,1), <i>Rachicladosprium</i> (%3), <i>Ophiosphaerella</i> (%2,1), ve <i>Phaeosclera</i> (%1,8) cinsleri saptanmıştır. Sonuçlar element konsantrasyonundaki fazlalığa dirençli olduğu bilinen taksonların ortamda dominant olduğunu göstermektedir. Gelecekte bu çalışma sürdürülebilir temiz bir çevre için ağır metal kirliliğinin biyolojik kaynaklar kullanılarak iyileştirilmesi yaklaşımlarına yönelik yenilikçi stratejilerin geliştirilmesine referans teşkil edebilir.</p>

mcebi@omu.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0001-6263-4111>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Toksik metallerin neden olduğu çevre kirliliği günümüzde endişe verici bir boyuta ulaşmıştır. Hızlı ekonomik ve toplumsal gelişme, artan nüfus, kentleşme ve endüstriyel faaliyetlerin artışı gibi yoğun ağır metal birikimi ile ilişkili tüm olaylar, kontrolsüz metal salınımına neden olmaktadır (Işınkaralar ve ark., 2023; Key ve ark., 2023). Ağır metal kirliliği, toksisitesi, biyolojik olarak parçalanamaması, toprakta, besin ağlarında ve ekosistemin diğer kısımlarında birikiminden dolayı insan ve çevre için büyük tehdit oluşturmaktadır (Jha ve ark., 2022). Geleneksel ağır metal giderme teknolojilerinin çeşitli dezavantajları olmasına karşılık, biyolojik ıslah teknolojileri yüksek oranlarda verimli, rekabetçi, etkili ve çevre dostudur. Son yıllarda biyolojik stratejiler, temel çevresel uyumlulukları ve düşük maliyetleri nedeniyle büyük ilgi görmektedir (Bibbins ve ark., 2023).

Ekosistemdeki organik kirleticiler ve ağır metaller gibi stres koşullarından birinci derecede etkilenen canlı grupları, bakteri ve funguslar gibi mikroorganizmalardır (Cuadros-Orellana ve ark., 2013). Metal toksisitesine yanıt olarak, birçok mikroorganizma, zararlı metallere direnmek ve detoksifiye etmek için benzersiz hücre içi veya hücre dışı mekanizmalara sahiptir. Funguslar ağır metal hiperakümülatörleri olarak kabul edilmektedir ve bu toksik metalleri uzaklaştırma ve çevresel kirleticileri iyileştirme konusunda yüksek potansiyele sahip ideal organizmalardır (Refaey ve ark., 2021). Mantarlar, ağır metal ve mataloidlerin biyolojik olarak ıslahını biyosorbsiyon, biyoakümülyasyon, biyotransformasyon ve biyovolatilizasyon ile gerçekleştirmektedir (Singh ve ark., 2021).

Endofitik mantarlar, bitkilerin canlı iç dokularında kolonize olan ve herhangi bir belirgin enfeksiyona neden olmaksızın bitki dokularında simbiyotik olarak yaşayan mikroorganizmalardır (Kaul ve ark., 2012; Rai ve ark., 2021). Bitkinin büyümesine ve çevresel stres koşullarına karşı toleransına katkıda bulunan fungal endofitlerden bazıları ağır metal birikiminin fazla olduğu durumlarda bitki büyümesini destekleyebilmektedir (Li ve ark., 2012). Bu endofitler, bitkilerin ağır metallere karşı toleransını artırmak için onların fotosentetik sistemini, antioksidan sistemini ve hücre duvarı yapısını düzenleyebilir. Ayrıca ağır metalleri hareketsizleştirerek bitkinin ağır metal alımını ve dağılımını sınırlandırarak metallerin bitkiye girişini kısıtlayabilirler (Zheng ve ark., 2023). Bazı endofitik mantarlar konukçu bitkinin stresle ilgili genlerinin ekspresyonunu etkileyerek bitkinin strese karşı direncini tetikleyebilir (Domka ve ark., 2019). Bazı mikroorganizmalar adaptasyonun ötesinde ortamdaki ağır metal kirliliğine karşı ortamı temizleyici organizmalar olarak da görev yapmaktadırlar (Bruins ve ark., 2000). Fungal endofitler, büyük miselyal ağlar oluşturma yetenekleri, katabolik enzimlerinin fazla seçici olmaması, büyüme substratı olarak kirleticilere bağımlı olmamaları nedeniyle ağır metallerin biyoremediasyonu için ideal organizmalardır (Akpaşi ve ark., 2023).

Ağır metaller gibi kirleticileri biyolojik olarak iyileştirme konusunda biyokimyasal yeteneğe sahip olan mantarlar, kirleticilerin giderilmesinde oldukça etkilidir (Anand ve Bharadvaja, 2022). Araştırmalar, ağır metal kontaminasyonunun fazla olduğu bölgelerde yetişmiş bitkilerdeki endofitik mantarların metal kirliliğine karşı daha toleranslı olduğunu ve bu nedenle mikrobiyal destekli

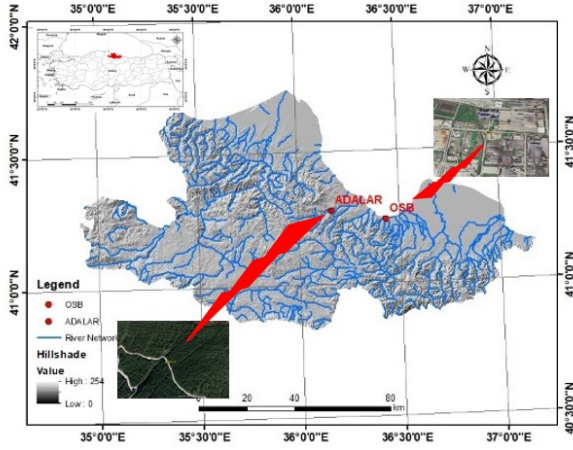
fitoremediasyonda kullanım için potansiyel olarak daha etkili olabileceğini göstermektedir (Domka ve ark., 2019). Endofitik mantarlarında sürece dahil olduğu bitkisel yollarla ağır metallerin ıslahını (fitoremediasyon) anlayabilmemiz için bitki ile ilişkili mikroorganizmaların çeşitliliğini ve ekolojisini daha iyi anlamamız gerekmektedir. Bu nedenle, etkili bir mikoremediasyon elde etmek için belirli kirleticileri hedefleyen mantar türlerinin ve ilişkili bitkilerin tanımlanması gerekmektedir. (Singh ve ark., 2020). Geleneksel kültüre alma çalışmalarının yanı sıra, endofit florasını analiz etmek için yeni nesil dizileme (NGS) gibi moleküler yöntemler kullanıldığında, çeşitli bitkilerle ilişkili daha fazla mantar taksonu belirlenebilmektedir (Deng ve Cao 2017). NGS teknolojileri ve sistem biyolojisi mikrobiyal toplulukların tüm üyelerinin ve bunların konukçu bitkilerle etkileşimlerinin eşzamanlı olarak keşfedilmesine olanak sağlamaktadır. Ağır metalle kirlenmiş habitatların eski haline getirilmesine yönelik faaliyetlerde mikrobiyal biyoteknoloji uygulamaları, süreci daha etkili ve hızlı hale getirmektedir.

Bu araştırmanın hipotezi, ağır metalle kontamine olmuş alanlarda kirlenme koşullarına uyum sağlayan benzersiz mantar topluluklarının, toksik metallerin uzun vadeli doğal biyolojik ıslahının gelişimine katkıda bulunabileceğini varsayarak, bu tür mantarların tanımlanmasının önemli olduğudur. Bu düşünce doğrultusunda, ağır metal ile kontamine olmuş Samsun Organize Sanayi Bölgesi (OSB) ve ağır metal kontaminasyonunun düşük seviyelerde olduğu ormanlık alanda (Adalar) yetişmiş *P. brutia* bitkilerinin ibrelerinde ağır metal birikimi ve metal kirliliğine dirençli endofitik fungusların metagenomik yöntemle belirlenmesi amaçlanmıştır. Her iki bölgede yetişmiş bitkilerin ibrelerindeki fungal organizmaların metagenomik analiz ile tanımlanmasında rDNA-ITS gen bölgesi ampikonları kullanılmıştır. Gelecekte bu çalışma ağır metal kirliliğinin biyolojik olarak iyileştirilmesi yaklaşımlarına yönelik yenilikçi stratejilerin geliştirilmesine referans teşkil edebilir.

Materyal ve Yöntem

Kimyasal Analiz

İbrelili bitkilerde ibrelerin, geniş yapraklı yaprak dökken bitkilere nazaran daha uzun süre ağaçta kalması ve yıl boyunca ağır metal biriktirme potansiyeli göz önüne alınarak çalışmada *P. brutia* (kızılcık) ibreleri kullanıldı (Türkyılmaz ve ark., 2018). *P. brutia*'ya ait ibre örnekleri bölgenin sanayi faaliyetinin ve ağır metal birikiminin en yüksek olduğu Samsun OSB ve kontrol bölgesi olarak bölgeden yaklaşık 34 km. uzaklıktaki Adalar ormanlık alanından alındı (Şekil 1). Element analizi için alınan ibre örnekleri petri kaplarına yerleştirildi ve 15 gün boyunca oda ısısında devamında bir hafta boyunca etüvde 50 °C'de kurutuldu. Ağır metal analizleri için numuneler Türkyılmaz vd (2018)'e göre hazırlandı. Hazırlanan çözeltilerdeki Cu, Pb, Zn, Mn, Cr, Cd, Ni, Se, As, Li, V ve Co elementlerinin konsantrasyonları 3 tekerrürlü olacak şekilde ICP-OES ile analiz edildi. İbre dokularında biriken metal konsantrasyonlarını hesaplamak için analiz sonucu elde edilen değerler seyreltme faktörü ile çarpıldı (Işınkaralar ve ark., 2022; Ghoma ve ark., 2023).



Şekil 1. Çalışma alanı. Samsun Organize Sanayi Bölgesi ve Adalar, Samsun Türkiye.

Figure 1. Study area. Samsun Organized Industrial Zone and Adalar, Samsun, Türkiye

Amplikon Temelli Metagenomik Analiz

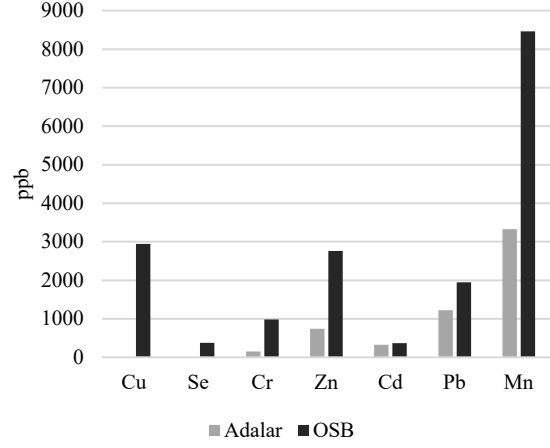
Moleküler analiz için toplanan ibre örnekleri yüzeydeki istenmeyen mikroorganizmaları uzaklaştırmak için yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutuldu (Türkkan ve ark., 2020). İbre dokularından total DNA izolasyonu Qiagen DNeasy Power Soil Pro kit ile gerçekleştirildi. Metagenomik analiz için yeni nesil dizileme işlemleri MacroGen Inc. Company (Seoul, South Korea) tarafından yapıldı. Fungal barkod gen rDNA-ITS bölgesinin amplifikasyonunda ITS3: (5' GCATCGATGAAGAACGCAGC 3') ve ITS4: (5' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3') (White ve ark., 1990) primerleri kullanıldı ve her örnek için çift yönlü okuma yapıldı. Fungal mikrobiyomun sekans analizi için illumina MiSeq teknolojisi kullanıldı. İstatistiksel mikrobiyom biyoinformatikleri QIIME 2 (Bolyen ve ark., 2019) ile gerçekleştirildi. DADA2 (Callahan ve ark., 2016) kullanılarak ham sekans verileri kalite filtresine tabi tutuldu. filtrelemeden sonra çift yönlü okumalar birleştirildi ve operasyonel taksonomik üniteler (OTU) elde edildi. Mantarlar için referans veri tabanı UNITE classifier kullanılarak tüm amplikon sekans varyantları hizalandı ve tüm taksonomik seviyeler için fungal mikrobiyoma ait taksonlar belirlendi.

Sonuçlar

Samsun OSB ve Adalar kontrol bölgesinden alınan *P. brutia* ibre örneklerine ait Cu, Pb, Zn, Mn, Cr, Cd, Ni, Se, As, Li, V ve Co elementlerinin analizleri yapılmıştır. Çalışmaya konu elementlerden Ni, As, Li, V ve Co elementleri her iki bölgeye ait bütün numunelerde belirlenebilir limitlerin altında kalmıştır. Çalışmaya konu elementlerin bölge bazında değişimleri karşılaştırmalı olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde Cu ve Se elementlerinin Adalar bölgesinde belirlenebilir limitlerin altında kaldığı görülmektedir. Diğer elementlerin tamamında OSB bölgesinde elde edilen konsantrasyonlar Adalar bölgesinde elde edilen konsantrasyonlardan daha yüksek seviyededir.

rDNA-ITS mikrobiyom analizi sonucunda organize sanayi bölgesine ait ibre dokularında Ascomycota

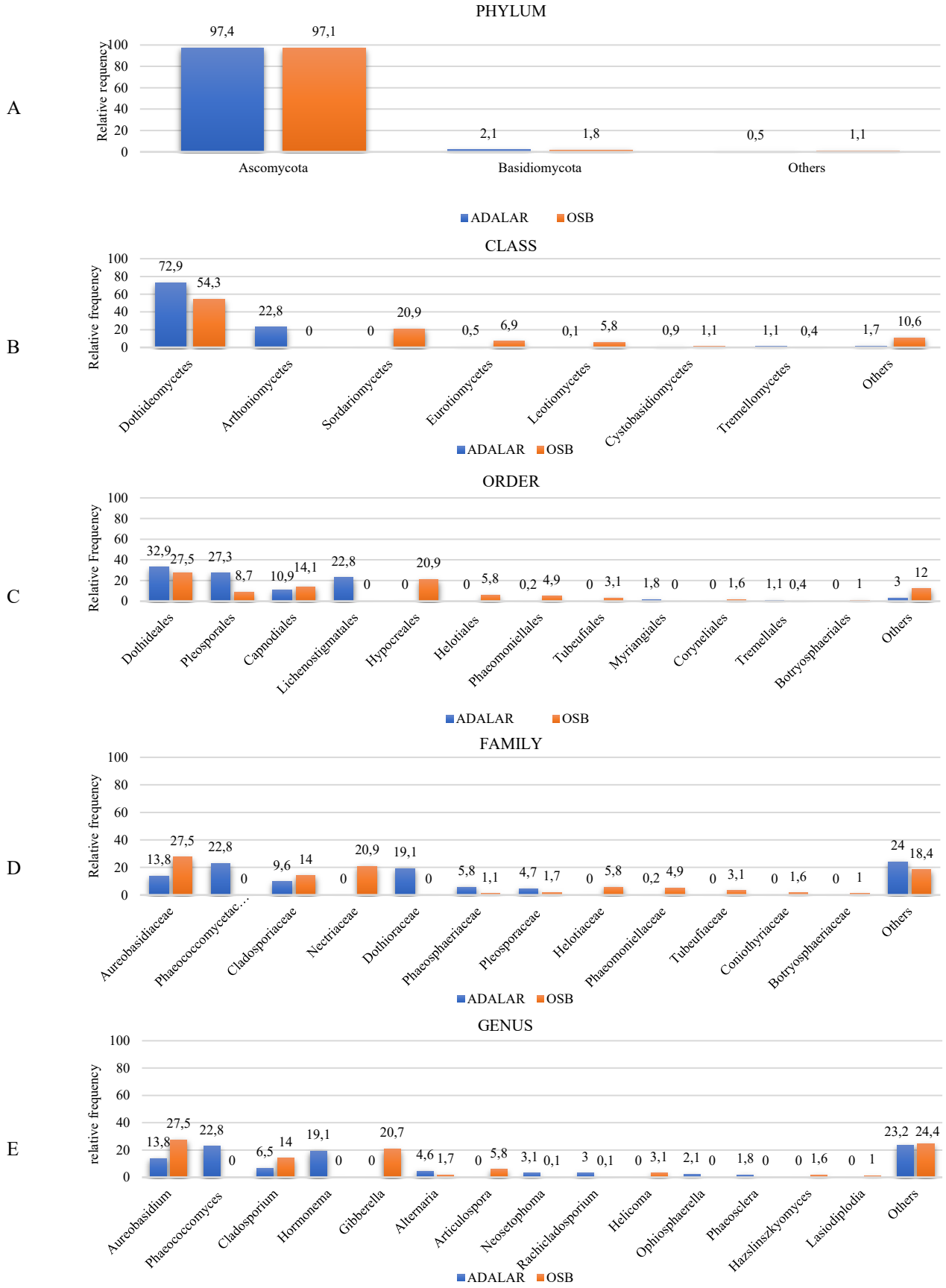


Şekil 2. Elementlerin bölge bazında değişimi
Figure 2. Change of elements by region

(göreceli frekans: %97,1) ve Basidiomycota (%1,8) filumuna ait fungal endofitlerin varlığı tespit edilmiştir. Ormanlık alan ibre örneklerinde de benzer oranlarda Ascomycota (%97,4) ve Basidiomycota (%2,1) filumuna ait funguslar belirlenmiştir (Şekil 3. A).

Her iki bölgeden toplanan ibre örnekleri sınıf seviyesinde incelendiğinde Dothideomycetes OSB mikrobiyotasında %54,3, Adalar mikrobiyotasında ise %72,9 göreceli bolluk oranı ile en yüksek oranda temsil edilen taksonlardır. Sordariomycetes sınıfı, OSB örneklerinde %20,9 iken Adalar örneklerinde bu taksona ait fungus bulunmamaktadır. Arthoniomycetes Adalar ibre örneklerinde %22,8 oranında bulunurken OSB'de bu sınıfa ait funguslara rastlanmamıştır. Eurotiomycetes OSB'de %6,9 oranında bulunurken Adalar örneklerinde %0,5 gibi çok düşük bir oranda temsil edilmektedir. Aynı şekilde Leotiomycetes sınıfı OSB'de %5,8 oranında iken Adalar'da %0,1 gibi çok düşük bir oranda tespit edilmiştir. Cystobasidiomycetes sınıfına ait taksonlar Sanayi bölgesi ibre dokularında %1,1 göreceli bolluk oranında belirlenirken ormanlık bölge ibrelerinde ise %0,9 olarak tespit edilmiştir. Tremellomycetes sınıfına ait üyeler Adalar orman bölgesinde %1,1 oranında belirlenirken OSB çalışma alanında %1 in altında tespit edilmiştir (Şekil 3.B).

İbre mikrobiyotası ordo seviyesinde karşılaştırıldığında OSB'de göreceli bolluğu %1 in üstünde temsil edilen taksonlar sırasıyla Dothideales (%27,5), Hypocreales (%20,9), Capnodiales (%14,1), Pleosporales (%8,7), Helotiales (%5,8), Phaeomoniellales (%4,9), Tubeufiales (%3,1), Coryneliales (%1,6) ve Botryosphaerales (%1) olarak belirlenmiştir. Adalar bölgesinde %1'in üzerindeki oranlarda Dothideales (%32,9), Pleosporales (%27,3), Lichenostigmatales (%22,8), Capnodiales (%10,9), Myriangiales (%1,8) ve Tremellales (%1,1) ordoları belirlenmiştir. OSB bölgesinde Tremellales ordosu üyeleri %0,4 ün altında temsil edilirken Myriangiales ve Lichenostigmatales ordosuna bu bölgede rastlanmamıştır. Adalar ibre mikrobiyotasında ise Phaeomoniellales ordosu %1 in altında iken Hypocreales, Helotiales Tubeufiales, Coryneliales ve Botryosphaerales ordolarına mikrobiyotada rastlanmamıştır (Şekil 3. C).



Şekil 3. Samsun OSB ve Adalar *P. brutia* ibre mikobiyotasının farklı taksonomik seviyelerde göreceli bolluğu. A. Filum B. Sınıf C. Ordo D. Familya E. Cins.
 Figure 3. Relative frequency of *P. brutia* needle mycobiota in Samsun OIZ and Adalar at different taxonomic levels. A. Phylum B. Class C. Order D. Family E. Genus.

Sanayi bölgesi *P. brutia* ibre mikobiyotası incelendiğinde göreceli bolluğu %1 ve üzerinde temsil edilen 10 familya tesbit edilmiştir. Bunlar sırasıyla Aureobasidiaceae (%27,5), Nectriaceae (%20,9), Cladosporiaceae (%14), Helotiaceae (%5,8), Phaeomoniellaceae (%4,9), Tubeufiaceae (%3,1), Pleosporaceae (%1,7), Coniothyriaceae (%1,6), Phaeosphaeriaceae (%1,1) ve Botryosphaeriaceae (%1)'dir. Adalar ibre mikobiyotasında ise göreceli bolluğu %1'in üzerinde temsil edilen 6 familya belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla Phaeococcomycetaceae (%22,8), Dothioraceae (%19,1), Aureobasidiaceae (%13,8), Cladosporiaceae (%9,6), Phaeosphaeriaceae (%5,8) ve Pleosporaceae (%4,7) olarak tespit edilmiştir Şekil 3. D).

P. brutia ibre mikobiyotu cins seviyesinde analiz edildiğinde Samsun OSB'de göreceli bolluğu %1 ve üzerinde 8 fungal takson gözlenmiştir. Bunlar sırasıyla *Aureobasidium* (%27,5), *Gibberella* (%20,7), *Cladosporium* (%14), *Articulospora* (%5,8), *Helicoma* (%3,1), *Alternaria* (%1,7), *Hazslinszkyomyces* (%1,6) ve *Lasiodiplodia* (%1) olarak belirlenmiştir. Adalar mikobiyomunun meta-barkodlama analizi sonucunda göreceli bolluğu %1'in üzerinde temsil edilen 9 cins sırasıyla *Phaeococcomyces* (%22,8), *Hormonema* (%19,1), *Aureobasidium* (%13,8), *Cladosporium* (%6,5), *Alternaria* (%4,6), *Neosetophoma* (%3,1), *Rachicladosprium* (%3), *Ophiosphaerella* (%2,1), ve *Phaeosclera* (%1,8) olarak saptanmıştır. OSB ibre mikobiyotasında *Phaeococcomyces*, *Hormonema*, *Ophiosphaerella* ve *Phaeosclera* cinsleri bulunmazken Adalar ibrelerinde *Gibberella*, *Articulospora*, *Hazslinszkyomyces*, *Lasiodiplodia* ve *Helicoma* cinslerine rastlanmamıştır. Bunun yanı sıra OSB ibre dokularında *Neosetophoma* ve *Rachicladosprium* cinsleri %1'in altında tesbit edilmiştir (Şekil 3. E).

Tartışma

Çalışma sonucunda ibre numunelerinde Cu, Pb, Zn, Mn, Cr, Cd, Ni, Se, As, Li, V ve Co elementlerinin analizleri yapılmış, bu elementlerden Ni, As, Li, V ve Co element konsantrasyonları belirlenebilir limitlerin altında kalmıştır. Diğer elementlerin tamamında Samsun OSB'de elde edilen konsantrasyonlar Adalar bölgesinde elde edilen konsantrasyonlardan daha yüksek seviyededir. Bilindiği üzere ağır metaller hem doğal hem de antropojenik kaynaklardan doğaya salınabilmektedir (Cesur ve ark., 2021). Ancak doğal kaynaklardan salınan ağır metal miktarının sınırlı düzeyde olduğu ve özellikle havadaki ağır metal kirliliğinin büyük oranda antropojenik kaynaklı olduğu bilinmektedir (Yayla ve ark., 2022). Havadaki ağır metal kirliliğinin başlıca kaynakları trafik (Sulhan ve ark., 2023), sanayi faaliyetleri (Koç ve ark., 2023) ve madencilik faaliyetleridir (Kuzmina ve ark., 2023). Çalışma alanı olan Samsun'da yapılan çalışmalarda da sanayi bölgesindeki ağır metal kirliliğinin oldukça yüksek düzeyde olduğu (İstanbul ve ark., 2023, Çebi Kılıçoğlu, 2023) ve ağır metal kirliliğinin yüksek düzeyde olduğu alanlarda yetişen bazı bitkilerin çeşitli organlarındaki ağır metal birikiminin de yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir (Karaçocuk ve ark., 2022). Çalışma sonucunda elde edilen bulgular da literatürdeki bu sonuçları desteklemektedir.

Samsun OSB ibre dokusu mikobiyomunun biyoinformatik analizi ile göreceli bolluğu %1'in üzerinde belirlenen cislerden *Aureobasidium* (Cu, Pb, Cd), *Gibberella* (Cu,Zn), *Cladosporium* (Pb, Zn, Cu, Mn, Cd), *Articulospora* (Cd) ve *Alternaria*'nın (Se, Cr, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn, Cd) bazı ağır metallere karşı direnç sergileyen mikrofunguslar olduğu bildirilmiştir (Sanusi, 2016; Zhang ve ark., 2022; Refaey ve ark., 2021, Kumar ve Dwivedi, 2021; Wang ve ark., 2022). Araştırmalar belli bir ağır metale belirgin bir adaptasyonu olan fungusların bu toksik metallere kirlenmiş alanlarda daha dominant taksonlar olduğunu göstermektedir (Deng Cao, 2017). Samsun OSB mikobiyotasında dominant olan funguslar literatürdeki veriler ile uyumludur.

Bu çalışmada ICP-OES analizleri sonucunda Cu, Pb, Zn, Mn, Cr, Se ve Cd Samsun OSB ibre dokularında kabul edilebilir sınır değerlerin oldukça üzerinde tesbit edilmiştir. OSB ibrelerinde göreceli bolluğu %27,5 olan *Aureobasidium* cinsi funguslar Cu'yu adsorbe ederek Pb ve Cd'nin biyoakümüülasyonunu gerçekleştirerek bu metallerin yüksek oranda olduğu ortamlarda gelişimini devam ettirebilmektedir (Vaid ve ark., 2022; Mowll ve Gadd, 1984). OSB ibre dokularında göreceli bolluğu %20,7 ile temsil edilen *Gibberella*'nın Zn (Zhang ve ark., 2022) ve Cu (Tu ve ark., 2018) kontaminasyonuna karşı, göreceli bolluğu %14 olan *Cladosporium* cinsi fungusların Pb, Cu, Zn, Mn ve Cd'ye (Wang ve ark., 2022) karşı, yüksek toleransı sayesinde ağır metalle kontamine olmuş sanayi bölgesi ibre dokularında gelişimlerini devam ettirerek en baskın türler haline gelebildiği söylenebilir. Bunun yanı sıra göreceli bolluğu %5,8 olan *Articulospora* cinsi funguslar Cd varlığında bu elementi tiyol bileşikleri ve glutatyon üretiminde kullanılarak (Miersch ve ark., 2001) Samsun OSB'de olduğu gibi yüksek konsantrasyonlarda gelişimini devam ettirebilmektedir. Ayrıca OSB ibre dokularında göreceli bolluğu %1'in üzerinde olan *Alternaria* cinsi funguslarında Cr, Cu, gibi ağır metallerin biosorbsiyonunu gerçekleştirerek bu metallere karşı gösterdiği tolerans sayesinde ibre dokularında varlığını devam ettirdiği söylenebilir (Seshikala ve Charya, 2012). Bunun yanı sıra OSB ibre mikobiyotasında bulunan *Alternaria* cinsi fungusların selenyuma karşı toleransının yüksek olduğu ve Se birikimini etkilediği de bildirilmiştir (Lindblom ve ark., 2018). OSB ibre dokularında temsil edilen bazı funguslar ve yüksek oranda temsil edilen bazı ağır metaller arasında herhangi bir ilişki (direnç-duyarlılık) bilinmese de bazı kaynaklarda belirtildiği üzere bazı mantar türlerinin toksik metallere uzun süre maruz kalmaları nedeniyle metal toksisitesine uyum sağlayabileceklerinin öne sürülmesi (Khan ve ark., 2017) bu fungusların dokulardaki varlığına açıklık getirebilir.

OSB çalışma alanında ağır metal kontaminasyonu yüksek olmasına rağmen beklenenin aksine sanayi bölgesi *P. brutia* ibre dokularında Ni, As, Co, Li ve V gibi toksik metallerin konsantrasyonlarının sınır değerlerin altında kaldığı görülmektedir. *Alternaria* cinsi funguslar Ni elementine karşı da toleranslıdır (Lindblom ve ark., 2018; Refaey ve ark., 2021) ve bu metallerin birikimlerinin yüksek olduğu ortamlarda detoksifikasyon süreçlerine katılarak bu toksik elementlerin birikimini azaltabilmektedir. Bildiğimiz kadarıyla OSB bölgesi ibre dokularında belirlenen fungal mikrobiyota ile limit altı belirlenen As, Co, Li ve V metalleri arasında bir

mikoremediasyon ilişkisine literatürde rastlanmamıştır. Ancak bulgular bu bölgede temsil edilen fungal cinsler ile limit altı belirlenen As, Co, Li ve V arasında mikoremediasyon aktivitesi ile ilgili doğrusal bir ilişki olabileceğini göstermektedir. Mantarların zamanla çevresel strese karşı toleransı artabilmektedir. Ağır metallere karşı duyarlı bazı fungal taksonlarında zaman içinde toksik metallere tolerans kazanabildiği bilinmektedir. Bazı mikroorganizmalar adaptasyonun ötesinde ortamdaki ağır metal kirliliğine karşı ortamı temizleyici organizmalar olarak da görev yapmaktadırlar (Bruins ve ark., 2000). OSB mikobiyotasında belirlenen fungusların As, Co, Li ve V ağır metallerine karşı detoksifikasyon metabolizmalarının anlaşılabilmesi için detaylı moleküler çalışmalar gereklidir. Ayrıca *P. brutia*'nın fitoremediasyon yeteneğinin de Samsun OSB'de bu toksik metallerin konsantrasyonunun sınır değerlerin altında kalmasına katkıda bulunabileceği göz ardı edilmemelidir. Samsun OSB'de hem *P. brutia*'nın fitoremediasyon süreçleri hem de ağaçtaki endofitik fungusların mikoremediasyon kabiliyetinin, ibre dokularında bu toksik elementlerin birikimini limit değerlerin altına düşürmüş olabileceği varsayılabilir.

Öneriler

Ağır metal kirliliğinin etkileri son yıllarda küresel anlamda oldukça ciddi bir sorun haline gelmiştir. Araştırmacılar kirleticilerin detoksifikasyonu için daha verimli ve ekonomik yöntemleri geliştirmeye odaklanmışlardır. Geleneksel yöntemlerin teknolojik ve ekonomik sınırlamaları, kirleticilerin artımı için yeni teknolojilerin geliştirilmesine yol açmıştır. Yararlı mikrobiyal ortak yaşamlar bitkilere ağır metal stresine karşı direnç kazandırabildiğinden, ağır metalle kirlenmiş alanların biyolojik ıslahında bu ortaklıktan faydalanılabilir. Mikrobiyal ortak yaşamların bitki büyümesi ve stres toleransı üzerindeki olumlu etkisi, toksik metallerin detoksifikasyonunda mikrobiyal destekli fitoremediasyonun alternatif bir çözüm olarak kullanılabileceğini işaret etmektedir. Toksik metaller ile kirlenmiş alanlarda büyüyen bitkilerden izole edilen mantarların kirliliğe karşı daha toleranslı olması mikrobiyal destekli fitoremediasyonda bu mantarların kullanım için potansiyel olarak etkili olabileceğini göstermektedir. Çevre dostu ve sürdürülebilir bu teknolojiye katkı sağlamak için ağır metallere dirençli yeni fungusların belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle bu çalışma, Samsun OSB ve kontrol alanındaki *P. brutia* ibrelerinin fungal çeşitliliği ve metal birikimleri arasındaki ilişkileri incelemek suretiyle detoksifikasyon süreçlerine yardımcı olabilecek önemli veriler sunmaktadır.

Kaynaklar

Akpasi SO, Anekwe IMS, Tetteh EK, Amune UO, Shoyiga HO, Mahlangu TP, & Kiambi SL. (2023). Mycoremediation as a Potentially Promising Technology: Current Status and Prospects-A Review. Applied Sciences, 13(8):4978. DOI: 10.3390/app13084978

Anand R, Bharadvaja N. (2022). Fungi: The Assorted Bio-Remediators. ECS Transactions, 107(1), 13903. DOI 10.1149/10701.13903ecst

Bibbins-Martinez M, Juarez-Hernandez J, Lopez-Dominguez JY, Nava-Galicia SB, Martinez-Tozcano LJ, Juarez-Atona R, ... Diaz-Godinez G. (2023). Potential application of fungal biosorption and/or bioaccumulation for the bioremediation of wastewater contamination: A review. Journal of Environmental Biology, 44(2), 135-145. DOI:10.22438/jeb/44/2/MRN-5093.

Bolyen E, Rideout JR, Dillon MR, Bokulich NA, Abnet CC, Al-Ghalith GA, ... & Caporaso JG. (2019). Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2. Nature Biotechnology, 37(8):852-857. doi:10.1038/s41587-019-02099.

Bruins MR, Kapil S, Oehme FW. (2000). "Microbial resistance to metals in the environment," Ecotoxicology and Environmental Safety 45(3), 198-207. DOI: 10.1006/eesa.1999.1860

Callahan BJ, McMurdie PJ, Rosen MJ, Han AW, Johnson AJA, & Holmes SP. (2016). DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. Nature Methods, 13(7):581-583. DOI: 10.1038/nmeth.3869

Cesur A, Zeren Cetin I, Abo Aisha AES, Alrabiti OBM, Aljama AMO, Jawed AA, Cetin M, Sevik H, Ozel HB (2021) The usability of Cupressus arizonica annual rings in monitoring the changes in heavy metal concentration in air. Environmental Science and Pollution Research (Environ Sci Pout Res) 2021. DOI: 10.1007/s11356-021-13166-4;

Cuadros-Orellana S, Leite LR, Smith A, Medeiros JD, Fern Badotti AA, Fonseca PL, Vaz AB, Oliveira G, Goes-Neto A. (2013). Assessment of Fungal Diversity in the Environment using Metagenomics: a Decade in Review. Fungal Genomics and Biology Vol.3 No.2 pp.1000110, 13 pp. DOI: 0.4172/2165-8056.1000110

Çebi Kılıçoğlu M. (2023). Ağır Metal ile Kontamine Toprakta Fungal Mikrobiyomun Metagenomik Analizi. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 11(9), 1671-1677. DOI: 0.24925/turjaf.v11i9.1671-1677.6261

Deng Z, Cao L. (2017). "Fungal endophytes and their interactions with plants in phytoremediation: a review," Chemosphere 168, 1100-1106. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2016.10.097. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2016.10.097

Domka AM, Rozpaček P, Turnau K. (2019). "Are fungal endophytes merely mycorrhizal copycats? The role of fungal endophytes in the adaptation of plants to metal toxicity," Frontiers in Microbiology, 10, 371. DOI: 10.3389/fmicb.2019.00371

Ghoma WEO, Şevik H, Işınkaralar K. (2023). Comparison of the rate of certain trace metals accumulation in indoor plants for smoking and non-smoking areas. Environmental Science and Pollution Research, 1-9. DOI: 10.1007/s11356-023-27790-9

Işınkaralar K, Koç I, Erdem R, Şevik H (2022) Atmospheric Cd, Cr, and Zn Deposition in Several Landscape Plants in Mersin, Türkiye, Water, Air, & Soil Pollution, DOI: 10.1007/s11270-022-05607-8

Işınkaralar K, Işınkaralar O, Koç İ, Özel HB, Şevik H. (2023). Assessing the possibility of airborne bismuth accumulation and spatial distribution in an urban area by tree bark: A case study in Düzce, Türkiye. Biomass Conversion and Biorefinery, 1-12.

İstanbul SN, Şevik H, Işınkaralar K, Işınkaralar O. (2023). Spatial distribution of heavy metal contamination in road dust samples from an urban environment in Samsun, Türkiye. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 110(4):78. DOI: 10.1007/s00128-023-03720-w

Jha S, Kulkarni P, Sharma A. (2022). Heavy Metal Tolerance and Toxicity Studies on Indigenous Microflora and its Application for Bioremediation. Spectrum of Emerging Sciences, 2(2), 10-16. DOI: 10.55878/SES2022-2-2-3

- Karaçocuk T, Şevik H, Işınkaralar K, Türkyılmaz A, Çetin M. (2022). "The change of Cr and Mn concentrations in selected plants in Samsun city center depending on traffic density." *Landscape and Ecological Engineering*, 1-9. DOI: 10.1007/s11355-021-00483-6
- Kaul, S., Gupta, S., Ahmed, M., & Dhar, M. K. (2012). Endophytic fungi from medicinal plants: a treasure hunt for bioactive metabolites. *Phytochemistry reviews*, 11, 487-505. DOI 10.1007/s11101-012-9260-6
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ. Sevik, H. (2023). Proof of concept to characterize historical heavy-metal concentrations in atmosphere in North Türkiye: determining the variations of Ni, Co, and Mn concentrations in 180-year-old *Corylus colurna* L. (Turkish hazelnut) annual rings. *Acta Physiol Plant* 45, 120 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11738-023-03608-6>
- Khan AR, Waqas M, Ullah I, Khan AL, Khan MA, Lee IJ, Shin JH. (2017). "Culturable endophytic fungal diversity in the cadmium hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. and their role in enhancing phytoremediation," *Environmental and Experimental Botany* 135, 126-135. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2016.03.005
- Koç I, Çobanoğlu H, Cantürk U, Key K, Kulaç S, Şevik H. (2023). Change of Cr concentration from past to present in areas with elevated air pollution. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-12. DOI: 10.1007/s13762-023-05239-3
- Kumar V, Dwivedi SK. (2021). Mycoremediation of heavy metals: processes, mechanisms, and affecting factors. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(9):10375-10412. DOI: 10.1007/s11356-020-11491-8
- Kuzmina N, Menshchikov S, Mohnachev P, Zavyalov K, Petrova I, Ozel HB, ... & Sevik H. (2023). Change of aluminum concentrations in specific plants by species, organ, washing, and traffic density. *BioResources*, 18(1):792. DOI: 10.15376/biores.18.1.792-803
- Li HY, Li DW, He CM, Zhou ZP, Mei T, Xu HM. (2012). "Diversity and heavy metal tolerance of endophytic fungi from six dominant plant species in a Pb-Zn mine wasteland in China," *Fungal Ecology* 5(3), 309-315. DOI: 10.1016/j.funeco.2011.06.002
- Lindblom SD, Wangeline AL, Valdez Barillas JR, Devilbiss B, Fakra SC, Pilon-Smits EA. (2018). "Fungal endophyte *Alternaria tenuissima* can affect growth and selenium accumulation in its hyperaccumulator host *Astragalus bisulcatus*," *Frontiers in Plant Science*, 9, 1213. DOI: 10.3389/fpls.2018.01213
- Miersch J, Tschimedbalshir M, Barlocher F, Grams Y, Pierau B, Schierhorn A, Krauss GJ. (2001). Heavy metals and thiol compounds in *Mucor racemosus* and *Articulospora tetracladia*. *Mycological Research*, 105(7), 883-889. DOI: 10.1017/S095375620100404X
- Mowll JL, Gadd GM. (1984). "Cadmium uptake by *Aureobasidium pullulans*," *Microbiology* 130(2), 279-284. DOI: 10.1099/00221287-130-2-279
- Refaey M, Abdel-Azeem AM, Abo Nahas HH, Abdel-Azeem MA, El-Saharty AA. (2021). Role of Fungi in Bioremediation of Soil Contaminated with Heavy Metals. In *Industrially Important Fungi for Sustainable Development: Volume 1: Biodiversity and Ecological Perspectives* (pp. 509-540). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-67561-5-16
- Rai, N., Kumari Keshri, P., Verma, A., Kamble, S. C., Mishra, P., Barik, S., ...Gautam, V. (2021). Plant associated fungal endophytes as a source of natural bioactive compounds. *Mycology*, 12(3), 139-159. doi:10.1080/2F21501203.2020.1870579
- Sanusi AI. (2016). Heavy metal profile of *Oreochromis niloticus* harvested from e-waste polluted vials and associated Fungi. *Advances in Microbiology*, 6(8), 555-565. DOI: 10.4236/aim.2016.68056
- Seshikala D, Charya MS. (2012). Effect of pH on chromium biosorption. *Int J Pharma Bio Sci*, 2, 298-302.
- Singh V, Singh MP, Mishra V. (2020). Bioremediation of toxic metal ions from coal washery effluent Desalin. *Water Treat*, 197: 300-318. DOI: 10.5004/dwt.2020.25996
- Singh V, Singh J, & Mishra V. (2021). Development of a cost-effective, recyclable and viable metal ion doped adsorbent for simultaneous adsorption and reduction of toxic Cr (VI) ions. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2): 105124. DOI: 10.1016/j.jece.2021.105124
- Sulhan OF, Sevik H, Isinkaralar K. (2023). "Assessment of Cr and Zn deposition on *Picea pungens* Engelm. in urban air of Ankara, Türkiye," *Environment, Development and Sustainability* 25(5), 4365-4384. DOI: 10.1007/s10668-022-02647-2
- Tu C, Liu Y, Wei J, Li L, Scheckel KG, & Luo Y. (2018). Characterization and mechanism of copper biosorption by a highly copper-resistant fungal strain isolated from copper-polluted acidic orchard soil. *Environmental Science and Pollution Research*, 25: 24965-24974.
- Türkkan M, Çebi Kılıçoğlu M, Erper I. (2020). "Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates collected from *Brassica oleracea* var. *acephala* in Ordu, Türkiye," *Phytoparasitica*, 48(2), 273-286. DOI: 10.1007/s12600-020-00793-9
- Türkyılmaz A, Sevik H, Cetin M. (2018). The use of perennial needles as bio-monitors for recently accumulated heavy metals. *Landsc Ecol Eng* 14 (1):115-120. DOI: 10.1007/s11355-017-0335-9
- Vaid N, Sudan J, Dave S, Mangla H, Pathak H. (2022). "Insight into microbes and plants ability for bioremediation of heavy metals," *Current Microbiology* 79(5), 141. DOI: 10.1007/s00284-022-02829-1
- Wang M, Xu Z, Dong B, Zeng Y, Chen S, Zhang Y, ... & Pei X. (2022). An efficient manganese-oxidizing fungus *Cladosporium halotolerans* strain XM01: Mn (II) oxidation and Cd adsorption behavior. *Chemosphere*, 287:132026.
- White TJ, Bruns T, Lee SJWT, & Taylor J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, 18(1):315-322.
- Yayla EE, Şevik H, Işınkaralar K. (2022). Detection of landscape species as a low-cost biomonitoring study: Cr, Mn, and Zn pollution in an urban air quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(10), 1-10. DOI: 10.1007/s10661-022-10356-6
- Zhang J, Fan X, Wang X, Tang Y, Zhang H, Yuan Z, ... & Li T. (2022). Bioremediation of a saline-alkali soil polluted with Zn using ryegrass associated with *Fusarium incarnatum*. *Environmental Pollution*, 312:119929. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119929
- Zheng J, Xie X, Li C, Wang H, Yu Y, Huang B. (2023). Regulation mechanism of plant response to heavy metal stress mediated by endophytic fungi," *International Journal of Phytoremediation* 1-18. DOI: 10.1080/15226514.2023.2176466



Investigating the Quality of Public Fountain Water in Gümüşhane Province and the Presence of *Cryptosporidium* spp. Using the PCR Method

Mustafa Atasever^{1,a}, Halit Mazlum^{2,b,*}, Burak Çevik^{3,c}, Halil Üzüm^{4,d}

¹Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Erzurum, Türkiye.

²Veterinerlik Bölümü, Gümüşhane Üniversitesi, Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane, Türkiye.

³Veteriner Kontrol Enstitüsü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Erzurum, Türkiye.

⁴9'uncu Kolordu Gıda Kontrol Müfrez Komutanlığı, Erzurum, Türkiye.

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 08.02.2024 Accepted : 09.04.2024</p> <p>Keywords: Aluminum <i>Cryptosporidium</i> spp. Coliform Nitrite Public Fountains</p>	<p>This study examined the physical, chemical, and microbiological qualities of water samples collected from 97 public fountains located in Gümüşhane's center and its districts, including Kelkit, Şiran, Köse, Kürtün, and Torul. Additionally, the presence of <i>Cryptosporidium</i> spp. was investigated using the conventional PCR method. In the study, pH, electrical conductivity, nitrite (NO₂) and ammonium (NH₄⁺) values in all samples were found to comply with the drinking water regulation and standard (TS 266). The study revealed that the turbidity values of 16.49% of the samples exceeded the limit specified in the regulations. The analysis showed that the hardness values of 4.12% of the samples exceeded the limit set by the World Health Organization. In terms of heavy metals, it was determined that the iron (Fe) content of 2 (2.06%) samples and the aluminum (Al) content of 3 (3.09%) samples were above the limit values specified in the regulation and TS 266. Microbiologically, it was determined that 39.18% of the samples did not comply with the relevant regulation and TS 266 standard in terms of <i>E.coli</i> and coliform group bacteria. <i>Cryptosporidium</i> spp. was not detected in any of the samples. Consequently, it has been concluded that some of Gümüşhane's public fountains pose a risk to public health.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1530-1538, 2024

Gümüşhane İlindeki Halk Çeşmesi Sularının Kalitesinin İncelenmesi ve *Cryptosporidium* spp. Varlığının PCR Yöntemiyle Araştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 08.02.2024 Kabul : 09.04.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Alüminyum <i>Cryptosporidium</i> spp. Halk çeşmeleri Koliform Nitrit</p>	<p>Bu çalışmada Gümüşhane'nin Merkez ve ilçelerindeki (Kelkit, Şiran, Köse, Kürtün ve Torul) 97 halk çeşmesinden alınan su numunelerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi incelenmiştir. Ayrıca numunelerde <i>Cryptosporidium</i> spp. varlığı konvansiyonel PCR yöntemiyle araştırılmıştır. Çalışmada numunelerin hepsinde pH, elektriksel iletkenlik, nitrit (NO₂) ve amonyum (NH₄⁺) değerleri içme suyu yönetmeliğine ve standardına (TS 266) uygun bulunmuştur. Numunelerin %16,49'unun bulanıklık değerlerinin yönetmelikte belirtilen sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir. Numunelerin %4,12'sinin sertlik değerlerinin Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) belirlediği sınır değer üzerinde olduğu saptanmıştır. Ağır metal açısından, 2 (%2,06) numunenin demir (Fe), 3 (%3,09) numunenin ise alüminyum (Al) miktarları yönetmelikte ve TS 266'da belirtilen sınır değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Mikrobiyolojik olarak, numunelerin %39,18'inin <i>E.coli</i> ve koliform grubu bakteri yönünden ilgili yönetmelik ve TS 266 standardına uygun olmadığı belirlenmiştir. Numunelerin hiçbirinde <i>Cryptosporidium</i> spp. saptanmamıştır. Gümüşhane halk çeşmelerinin bazılarının halk sağlığı açısından riskli olduğu kanaatine varılmıştır.</p>

^a atasever@atauni.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-1627-5565>

^b hmazlum@gumushane.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-6711-8503>

^c burak.cevik@tarimorman.gov.tr

^c <https://orcid.org/0000-0002-8499-8431>

^d haliluzum92@hotmail.com

^d <https://orcid.org/0009-0005-6719-8730>



Giriş

Su, insan sağlığı başta olmak üzere, gıda güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik için en temel ihtiyaçtır (Matta & Kumar, 2017; Gökçen & Atasever, 2019). Yerkürenin büyük bir kısmı sularla kaplı olmasına rağmen, tatlı su kaynakları bunun sadece %2,5'ini oluşturmaktadır (Can ve ark., 2002). Birleşmiş Milletler verilerine göre, Dünya nüfusunun %17'si güvenli su kaynaklarına erişememektedir (Matta & Kumar, 2017). DSÖ raporlarında gelişmekte olan ülkelerdeki hastalıkların %80'i içme suyundan kaynaklanmaktadır. Bu veriler, sınırlı olan tatlı su kaynaklarının korunmasının yanı sıra yeterli miktarda, sağlıklı ve güvenilir içme suyunun tüketiciye ulaştırılmasının halk sağlığı açısından son derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Alişarlı ve ark., 2007; Haseena ve ark., 2017).

İçme ve kullanma sularında hastalık etkeni olan zararlı kimyasalların ve mikroorganizmaların bulunmaması gerekmektedir (Alişarlı ve ark., 2007). Ancak kentsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların yanlış yönetimi içilebilir su kaynaklarının kimyasal ve mikrobiyolojik olarak kirlenmesine sebep olur. Kaynak sularında tehlikeli kimyasalların (örn., ağır metaller, nitrojenler) doğal veya insan kaynaklı varlığı ciddi sağlık problemleri (özellikle teratojen, mutajen ve kanserojen etki) oluşturur (Qu ve ark., 2018; Angelakis ve ark., 2023; Zhang & Oki, 2023). Kontamine su kaynaklı bakteriyel (örn., *Vibrio cholera*, *Escherichia coli*), viral (örn., poliovirüs, hepatit A ve E virüsleri) ve paraziter (örn., *Cryptosporidium parvum*) mikroorganizmalar insanlarda ciddi hastalıklar oluşturabilmektedir (Leclerc ve ark., 2002; Schwarzenbach ve ark., 2010; Nguyen & Sperandio, 2012; Ghareeb & Ali, 2023; Suraifi ve ark., 2023).

Kontamine su ve yiyecek kaynaklı paraziter bir hastalık olan Cryptosporidiosis halk sağlığı açısından önemli bir problemdir. *Cryptosporidium* spp. türleri içerisinde insanlarda enfeksiyona en yaygın neden olan etkenler *C. parvum* ve *C. hominis*'tir. Cryptosporidiosis'te özellikle çocuklarda şiddetli ishal, mide krampları ve dehidrasyon semptomları görülmektedir. Cryptosporidiosis sağlıklı bireylerde yüksek morbidite, bağışıklık sistemi baskılanmış bireylerde ise yüksek mortalite gösterebilmektedir (Aslan ve ark., 2012; Lv ve ark., 2013; Siwak ve ark., 2023; Suraifi ve ark., 2023). *Cryptosporidium* spp. oookistlerinin çevrede yoğun olarak bulunması, 4-6 µm büyüklükleriyle arıtma tesislerinin filtrelerinden geçebilmesi, dezenfektanlara (örn., klor) toleranslı olması, soğuğa dayanıklı ve enfektif dozunun düşük olması şeklinde sıralanabilecek özellikleriyle kontamine sularla bulaşan önemli bir patojen olarak son yıllarda ön plana çıkmaktadır (Yıldırım Doğan ve ark., 2019; Robinson ve ark., 2023).

Yerleşim yerleri tarihsel süreçte genellikle doğal su kaynaklarının etrafında kurulmuştur (Yeşilçi ve ark., 2012). Halk çeşmeleri bu yerleşim yerinde yaşayan insanların su ihtiyaçlarını karşılayan ve geçmişten günümüze tarihi ve kültürel önemini koruyan yapılardır (Kaprol, 2014). Gümüşhane ilinde halk çeşmeleri oldukça yaygındır ve çoğunlukla kaynak sularıyla beslenmektedir. Ancak bu çeşmelerin kanal ve musluk sistemlerinin eski olması, bakımı ve denetimlerinin yetersizliği, halk sağlığı açısından potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca zaman içerisinde çeşmelerin kaynaklarına yakın yerlerde

yerleşimlerin (örn. ev, ahır) yapılması ve hayvansal gübrelerin tarımsal amaçla yoğun bir şekilde kullanılması çeşme sularına dışkı kaynaklı *Cryptosporidium* spp. bulaşma riskini ortaya çıkarmaktadır. Literatürde Türkiye'nin farklı illerindeki halk çeşmesi sularında yapılan araştırmalarda [Van (Çiçek ve ark., 2011), Mersin (Aslan ve ark., 2012), Sivas (Özçelik ve ark., 2015), Erzincan (Yıldırım Doğan ve ark., 2019), Mardin (Çuhadar ve ark., 2023)] *Cryptosporidium* spp. varlığı bildirilmiştir. Bununla birlikte Gümüşhane ilindeki halk çeşmesi sularının kalitesinin yanında *Cryptosporidium* spp. varlığının araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada Gümüşhane'nin Merkez ve ilçelerindeki (Kelkit, Şiran, Köse, Kürtün ve Torul) 97 halk çeşmesinden alınan su numunelerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi incelenmiş, ayrıca su numunelerinde konvansiyonel PCR yöntemiyle *Cryptosporidium* spp. varlığı araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı ve Numunelerin Toplanması

Çalışmada Gümüşhane merkez ve ilçelerinde yerleşimin yoğun olduğu bölgelerde bulunan halk çeşmelerinden alınan 97 adet su numunesi materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 1). Su numuneleri mevsimsel geçiş periyodu olan Eylül 2023 döneminde, sülfürik asit (H₂SO₄) çözeltisi ile yıkanıp distile sudan geçirilen şişelere alınmıştır. Çeşmeler, numune almadan önce 5 d akıtılmış ve muslukların ağzı alevden geçirilmiştir (Tekinşen, 1976). Numuneler soğuk zincirde (+4 °C'de) laboratuvara getirilerek kısa sürede analizleri yapılmıştır.

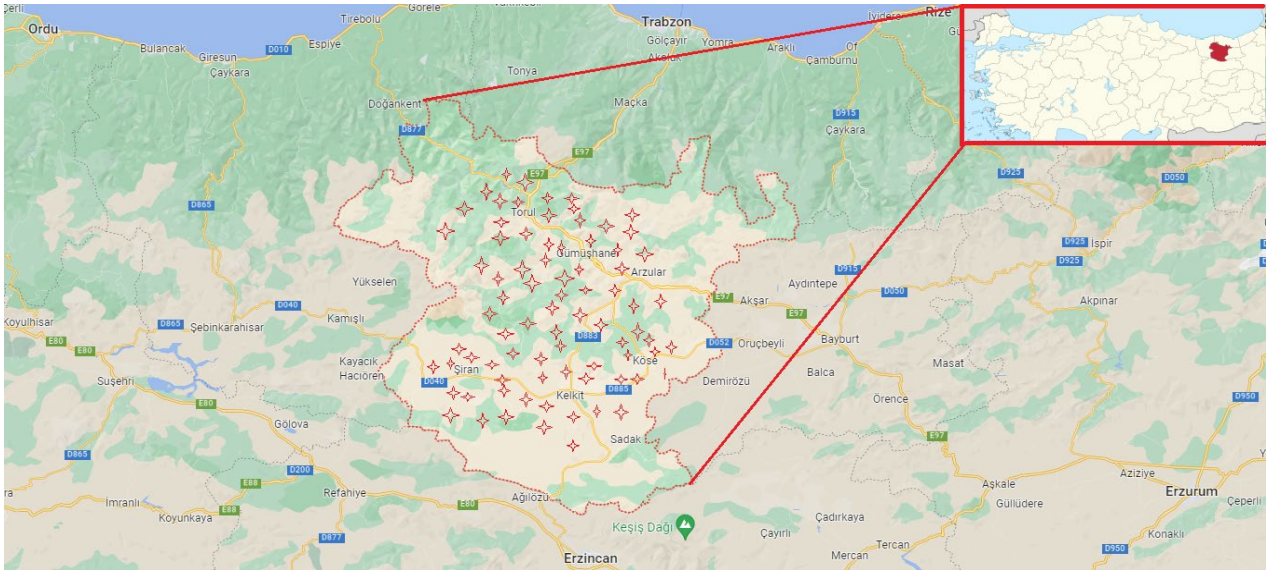
Fizikokimyasal Analizler

Numunelerin pH ve elektriksel iletkenlik değerleri 2 problu elektronik bir pH metre (Mettler-Toledo, Seven Direct sd23, USA) kullanılarak arazide yerinde saptanmıştır. Bulanıklık değerleri türbidimetre cihazıyla (Lovibond TB 211 IR, Almanya) belirlenmiştir. Suların sertlik dereceleri hazır kitler (Water doctors) kullanılarak titrimetrik yöntemle tespit edilmiştir.

Numunelerinin nitrit, amonyum, demir ve alüminyum değerleri sırasıyla, nitrit kitleri (WTW, 14776/1, Almanya), amonyum kitleri (WTW, Almanya), demir kitleri (WTW, 4761/1, Almanya) ve alüminyum kitleri (WTW,14825, Almanya) kullanılarak Helios aquamate spektrofotometre cihazı (Thermo, İngiltere) ile saptanmıştır.

Mikrobiyolojik Analizler

Su numunelerinde *E. coli* ve koliform analizi membran filtrasyon yöntemi ile yapılmıştır. Analiz öncesi su numunelerinin filtre edileceği alan alkolle temizlenmiş ve vakum filtreler bek alevinden geçirilmiştir. Membran filtrasyon yönteminde 100 ml su örneği 0,45 µm por çaplı membran filtreden geçirilmiştir. Filtreler steril pensle Tergitol TTC besiyerine yerleştirilmiş ve etüvde 37 °C de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda açık sarı renkte olan koloniler koliform grubu bakteri, koyu turuncu renk veren koloniler ise *E. coli* olarak değerlendirilmiştir (Lee & Cole, 1994; Alişarlı ve ark., 2007).



Şekil 1. Gümüşhane il haritası ve numune alınan su noktaları
Figure 1. Gümüşhane province map and sampled water points

Çizelge 1. PCR reaksiyonu için kullanılan primer dizileri

Table 1. Primer sequences used for the PCR reaction

Primer tipi	Sekans	Uzunluk	Hedef Bölge
F3	ATTTGATRGACAAAGAACTAG	22	S-adenosylmethionine Synthetase (SAM) geni
B3	CGATTGACTTTGCAACAAG	19	

Çizelge 2. PCR ısı protokolü

Table 2. PCR temperature protocol

İşlem	Sıcaklık	Süre	Döngü sayısı
Kapak ısısı	105°C		
İlk denatürasyon	95°C	15 dakika	1
Denatürasyon	94°C	45 saniye	
Bağlanma	54°C	60 saniye	40
İlk uzama	72°C	1 dakika 15 saniye	
Final uzama	72°C	10 dakika	1

Şüpheli koliform grubu bakteri kolonilerinin doğrulanması için, VRBA (Violet Red Bile Agar) katı besiyerine yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Besiyerleri 37°C etüde 24 saat bekletilmiş koyu kırmızı koloniler koliform olarak değerlendirilmiştir (Ališarlı ve ark., 2007).

Cryptosporidium spp.'nin Konvansiyonel PCR Analizleri

Cryptosporidium spp.'nin tespitinde, geleneksel yöntemlere (örn., mikroskopik teşhis, ELISA) kıyasla hızlı ve yüksek hassasiyeti nedeniyle konvansiyonel PCR yöntemi tercih edilmiştir.

Filtrasyon ve DNA İzolasyonu

Laboratuvara getirilen su numuneleri 0,45 µm por çaplı selüloz membran filtreden geçirilerek süzölmüştür. Filtre steril bir tüpe alınmış ve aynı su örneğinin 20 ml'si tüp içine aktarılarak vortekslenmiştir. Böylece filtre üzerindeki partikülât filtreden uzaklaştırılmıştır (Çiçek ve ark., 2011). Numuneler 2100 rpm de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Üstte kalan kısım atılarak son hacim 10 ml olacak şekilde üzeri distile su ile tamamlanmıştır (Yıldırım Doğan ve ark., 2019). Filtrasyon aşamasından sonra genomik DNA izolasyonu DNeasy Plant Mini kit (Qiagen) kullanım

talimatına göre yapılmıştır. Elde edilen DNA'lar PCR aşamasına kadar - 20 °C'de saklanmıştır (Özçelik ve ark., 2015).

PCR Tekniği

PCR protokolü Yıldırım Doğan ve ark. (2019)'nın belirttiği yöntemle yapılmıştır. PCR reaksiyon karışımı 25 µl son hacimde hazırlanmıştır. PCR için Hot Start Taq DNA Polimeraz kiti (Qiagen) (10x PCR tamponu, 5x Q solüsyonu, 25mM MgCl₂, 5U hot start taq DNA polimeraz), 25mM dNTP mix, 10 pmol SAM-1 genine ait F3 ve B3 primerleri ve 2 µl örnek kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı vortekslenip PCR cihazında inkübasyona bırakılmıştır. Kullanılan primerlerin baz dizilimleri Çizelge 1'de, uygulanan PCR protokolü ise Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Agaroz Jel Elektroferez Analizi

%1'lik jel hazırlamak için 0,75 g Agaroz (Aplichem) 80 ml 1X TBE eklenip ısıtılarak çözölmüştür. Daha sonra 60°C'ye soğutulup içeresine 3 µl etidyum bromür eklenerek jel tepsisine dökölmüştür. Birinci kuyucuğa 1500 bp ladder kalan kuyucuklara örnekler yükleme tamponu ile karıştırılarak jelle yüklenmiş ve 70 V'ta 90 dakika yürütölmüştür.

Jel Görüntüleme Sistem Analizi

Jel Elektroferez aşamasından sonra jeldeki bantların görünür hale getirilmesi için görüntüleme sistemine jeller yerleştirilmiş ve görüntüler kaydedilmiştir.

Bulgular

Su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3a ve b’de, mikrobiyolojik analiz sonuçları ise Çizelge 4’te verilmiştir. *Cryptosporidium* spp. analizinin PCR jel görüntüleri Şekil 2’de verilmiştir.

Tartışma

Suyun fiziksel özellikleri su analizlerinin ilk basamağını oluşturur (Dedeakayoğulları & Önal, 2009). İçilebilir özelliklere sahip suyun renk, koku ve tadı için yönetmelikte (Resmi Gazete, 28580, 2013) “tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim olmaması” ve bulanıklığın “1,0 NTU değerinin aşılmaması” gerektiği bildirilmektedir. Çalışmada su numunelerinin organoleptik değerlendirmesinde 1 (%1,03) numunenin (G7) renk, koku ve tadının standartlara uymadığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3a. Su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları
Table 3a. Physical and chemical analysis results of water samples

No	Numune Alım Yerleri	R	K	TA	B	pH	Eİ	S	DE	AL	Nİ	AMN
KL1	Ahmet Yesevi Mah.	N	N	N	0,31	7,63	652,5	24,92	107,7	94,9	0,05	0,021
KL2	Cumhuriyet Mah.	N	N	N	2,89	7,84	180,5	8,9	145	94,4	0,05	0,022
KL3	Bahçelievler Mah.	N	N	N	0,04	7,41	723	33,82	117,9	89,6	0,04	0,022
KL4	Aksöğüt Köyü	N	N	N	0,02	7,34	791	40,94	138,1	94,6	0,05	0,020
KL5	Dereyüzü Köyü	N	N	N	0,45	7,63	794	32,04	134,2	88,6	0,05	0,021
KL6	Gümüşgöze Beld./Özyurt Mah.	N	N	N	0,15	7,71	1334,5	64,08	158,3	104,8	0,09	0,026
KL7	Gümüşgöze Beld./Fatih Mah.	N	N	N	1,09	7,4	1139,5	51,62	158,5	101,1	0,14	0,028
KL8	Tütenli Köyü	N	N	N	0,05	7,47	596,5	28,48	156,6	109,6	0,09	0,032
KL9	Deredolu Beld./Hürriyet Mah.	N	N	N	1,01	7,88	515,5	32,04	160,8	106,4	0,10	0,032
KL10	Aşut Köyü	N	N	N	0,12	7,51	478,5	21,36	235,5	110,8	0,10	0,029
KL11	Yeşilova Köyü	N	N	N	0,42	7,08	824	39,16	159,3	101,3	0,08	0,025
KL12	Yenice Köyü	N	N	N	0,69	7,42	551	26,7	163,3	102,3	0,09	0,030
KL13	Atatürk Mahallesi	N	N	N	0,25	7,35	751,5	26,7	156,2	87,6	0,09	0,020
KL14	Kılıçtaşı Köyü	N	N	N	0,18	7,51	706,5	33,82	163,7	97,6	0,09	0,027
KL15	Başpınar Köyü	N	N	N	0,38	7,4	720,5	26,7	156,8	100,6	0,10	0,024
KL16	Başpınar Köyü	N	N	N	0,4	7,33	737,5	35,6	150,6	99,5	0,10	0,032
KL17	Gödüllü Köyü	N	N	N	0,73	7,72	363	17,8	152,7	102,8	0,10	0,030
KL18	Gödüllü Köyü	N	N	N	0,14	7,61	435,5	23,14	85,1	68,6	0,04	0,011
KL19	Kaş Köyü	N	N	N	0,22	6,82	132,1	56,96	78,2	79,8	0,03	0,011
KL20	Öbektas Beldesi	N	N	N	0,07	7,29	559	24,92	104,2	75,01	0,05	0,013
KL21	Ünlüpınar Beld.	N	N	N	0,42	7,71	378,5	23,14	84,2	79,6	0,04	0,012
Ş1	Karaca Mahallesi	N	N	N	0,21	7,51	290,5	17,8	95,1	76,9	0,02	0,054
Ş2	Fatih Mahallesi	N	N	N	0,16	9,23	662	17,8	99,4	65,2	0,02	0,057
Ş3	Alacahan Köyü	N	N	N	0,32	7,65	552	24,92	95,7	77,9	0,02	0,083
Ş4	Evren Köyü	N	N	N	0,17	7,66	331	16,02	92,4	85,9	0,02	0,075
Ş5	Günyüzü Köyü	N	N	N	0,44	7,64	334	17,8	106,3	79,4	0,02	0,074
Ş6	Günyüzü Köyü	N	N	N	0,47	7,61	413,5	21,36	98,8	76,5	0,02	0,098
Ş7	Tekke Mahallesi	N	N	N	0,76	7,67	293	19,58	111,9	78,8	0,02	0,040
Ş8	Tekke Mahallesi	N	N	N	0,13	7,39	525	28,48	90,5	75,1	0,02	0,022
Ş9	Koyunbaba Köyü	N	N	N	0,22	7,54	583	26,7	100	95,0	0,03	0,012
Ş10	Sarıca Köyü	N	N	N	1,59	7,53	552,5	24,92	96,1	77,5	0,02	0,033
Ş11	Sarıca Köyü	N	N	N	1,06	7,63	588,5	28,48	112,7	87,3	0,02	0,036
Ş12	Mertekli Köyü	N	N	N	0,18	7,6	1062	51,62	110,7	90,3	0,02	0,026
Ş13	Karaseyh Köyü	N	N	N	0,08	7,57	530,2	23,14	98,4	85,7	0,02	0,025
Ş14	Yukarı Duruçay Köyü	N	N	N	0,13	7,35	658	33,82	95,5	66,3	0,02	0,100
Ş15	Yukarı Akçalı Köyü	N	N	N	0,52	7,78	366	23,14	103,2	69,1	0,02	0,063
Ş16	Aşağı Duruçay Köyü	N	N	N	1,99	7,84	365,5	17,8	112,1	77,3	0,02	0,040
Ş17	Aşağı Akçalı Köyü	N	N	N	0,19	7,6	554,5	21,36	101,9	82,1	0,02	0,762
Ş18	Sellidere Köyü	N	N	N	0,63	7,79	414,5	24,92	107,5	91	0,02	0,078
Ş19	Sellidere Köyü	N	N	N	0,28	7,28	732,5	40,94	101,3	80,5	0,02	0,064
Ş20	Gökçeler Köyü	N	N	N	0,28	7,78	437	26,7	75,1	86	0,02	0,040
KS1	Akbaba Köyü	N	N	N	0,33	7,84	765,5	17,8	64,1	82,3	0,02	0,063
KS2	Övünce Köyü	N	N	N	0,2	7,43	664	39,16	66,4	71,6	0,02	0,082
KS3	Yuvacık Köyü	N	N	N	0,73	7,95	1023	16,02	99,6	722,2	0,02	0,078
KS4	Cumhuriyet Mah.	N	N	N	0,21	7,66	369	23,14	84,4	79,3	0,02	0,079
KS5	Yavuzselim Mah.	N	N	N	2,02	7,72	162	10,68	193,4	75,7	0,01	0,056
KS6	Bahçelievler Mah.	N	N	N	2,07	7,57	161	8,9	94	86,2	0,02	0,067
KS7	Bahçelievler Mah.	N	N	N	0,19	7,4	640,5	32,04	67,2	67,1	0,02	0,072
KS8	Kabaktepe köyü	N	N	N	0,15	7,71	378,6	19,58	53,5	67,9	0,01	0,038
KS9	Gökçe Köyü	N	N	N	0,52	7,43	544	30,26	106,3	62,2	0,03	0,031
KS10	Gökçe Köyü	N	N	N	0,14	7,55	461	26,7	70,5	638,6	0,01	0,030
KS11	Kayadibi Köyü	N	N	N	0,51	7,49	685	33,82	73,6	72,7	0,02	0,038
KS12	Yavuzselim Mah.	N	N	N	0,24	7,26	606	26,7	79,2	73,6	0,02	0,030

Çizelge 3b. Su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 3b. Physical and chemical analysis results of water samples

No	Numune Alım Yerleri	R	K	TA	B	pH	Eİ	S	DE	AL	Nİ	AMN
KS13	Şehitler Parkı	N	N	N	4,11	7,59	813,5	30,26	140,6	72,5	0,02	0,029
KS14	Köse Barajı Yanı	N	N	N	0,26	7,61	570,3	19,58	116,9	65,9	0,02	0,025
KS15	Köse Dağı Mevkii	N	N	N	0,12	7,32	462	17,8	62,2	66,6	0,02	0,023
G1	Kırıklı Köyü	N	N	N	0,12	7,71	254	12,46	99	75,4	0,02	0,064
G2	Kırıklı Köyü	N	N	N	0,02	7,15	469,5	19,58	75,9	74,2	0,01	0,046
G3	Esenyurt Köyü	N	N	N	0,18	7,77	259	12,46	75,3	69,4	0,02	0,028
G4	Pirahmet Köyü	N	N	N	1,43	7,67	469	17,8	77,8	84	0,01	0,035
G5	Yeniöl Köyü	N	N	N	0,17	7,65	450	19,58	73,8	77,7	0,02	0,025
G6	Arzular Kabaköy Beld./Arzular Mah.	N	N	N	0,06	7,45	469	16,02	94	76,5	0,02	0,053
G7	Arzular Kabaköy Beld./KabaköyMah	ND	ND	ND	54,7	7,74	309	14,24	120,2	76,1	0,02	0,044
G8	Tekke Köyü	N	N	N	0,09	7,64	586,5	32,04	75,9	76,7	0,02	0,081
G9	Bağlarbaşı Mah.	N	N	N	0,35	7,57	559,5	19,58	75,1	82,9	0,02	0,041
G10	Bağlarbaşı Mah.	N	N	N	0,16	7,51	470	19,58	78,8	77,7	0,01	0,031
G11	Bağlarbaşı Mah.	N	N	N	1,11	7,5	389,5	16,02	69,7	84,3	0,01	0,066
G12	Mordut Mah.	N	N	N	0,66	7,88	501	21,36	78,6	70,1	0,01	0,059
G13	Karaer Mah.	N	N	N	0,31	7,58	598	19,58	83,4	75,2	0,02	0,014
G14	Karaer Mah.	N	N	N	0,58	7,43	592	19,58	78,4	68	0,02	0,013
G15	Karaer Mah.	N	N	N	0,03	7,54	599,5	26,7	77,3	70	0,02	0,011
G16	Hasanbey Mah.	N	N	N	0,09	7,53	595,5	23,14	77,2	73,2	0,01	0,019
G17	Hasanbey Mah.	N	N	N	0,26	7,52	597,5	24,92	80,5	75,1	0,01	0,018
G18	Hasanbey Mah.	N	N	N	0,01	7,51	590,5	16,02	98	76	0,01	0,026
G19	Süleymaniye Mah.	N	N	N	0,1	7,85	872	39,16	158,7	72,3	0,02	0,042
G20	Süleymaniye Mah.	N	N	N	0,06	7,84	384	14,24	91,9	70,8	0,02	0,318
G21	Özcan Mah.	N	N	N	0,26	7,6	600,5	19,58	97,3	80,7	0,02	0,023
G22	Mescitli Köyü	N	N	N	0,26	7,88	242,5	12,46	84	71,8	0,02	0,022
G23	Dibekli Köyü	N	N	N	0,25	7,81	282,5	12,46	70,5	84	0,02	0,038
T1	Yücebelen Mevkii	N	N	N	0,16	8,12	434	17,8	106,9	64,4	0,04	0,048
T2	Budak Köyü	N	N	N	0,45	8,16	442,5	16,02	89,6	75,5	0,02	0,074
T3	Kirazlık Köyü	N	N	N	0,58	7,79	535	26,7	82,4	68,8	0,02	0,059
T4	Tuğrulbey Mahallesi	N	N	N	0,13	7,68	433	17,8	86,7	78,8	0,02	0,062
T5	Kaledibi Mahallesi	N	N	N	0,34	7,56	438	21,36	96,3	75,7	0,02	0,036
T6	Altınpınar Köyü	N	N	N	0,21	8,48	239	12,46	100,5	62,9	0,02	0,040
T7	Harmancık Köyü	N	N	N	0,12	7,96	432,5	16,02	113,2	96,4	0,02	0,070
T8	Harmancık Köyü	N	N	N	4,68	8,12	580	30,26	116,1	80	0,03	0,073
KR1	Özkürtün Beld./Çayra Mah.	N	N	N	2,02	8,01	166,5	10,68	127,5	95,9	0,02	0,566
KR2	Özkürtün Beld./Çayra Mah.	N	N	N	0,35	8,01	203	8,9	109,8	11,8	0,02	0,225
KR3	Hanyanı Mah.	N	N	N	0,09	7,32	622	19,58	110,2	98,1	0,02	0,058
KR4	Aşağı Uluköy Mah.	N	N	N	0,56	7,76	418,5	17,8	109,2	94,8	0,02	0,068
KR5	Kırğaç Köyü	N	N	N	0,17	7,77	422	16,02	109,4	93,5	0,02	0,129
KR6	Yeşilköy Köyü	N	N	N	0,19	7,87	276,5	12,46	117,1	101,3	0,04	0,091
KR7	Örümcek OrmanlarıGirişi	N	N	N	0,83	8,05	382	14,24	121,1	98,3	0,02	0,083
KR8	Taşlıca Köyü	N	N	N	1,65	7,86	194	8,9	121,9	98,7	0,02	0,140
KR9	Taşlıca Köyü Hapancuk Mevkii	N	N	N	1,55	7,37	252,5	8,9	126	98,1	0,03	0,090
KR10	Aşağı Uluköy Mah.	N	N	N	0,6	7,87	419,5	16,02	131,5	99,5	0,02	0,064
Min.					0,01	6,8	132,1	8,9	53,5	11,8	0,01	0,011
Mak.					54,7	9,2	1334,5	64,08	757,1	950	0,14	0,762
Ort.					1,11	7,6	514,91	23,43	113,3	102,96	0,031	0,063

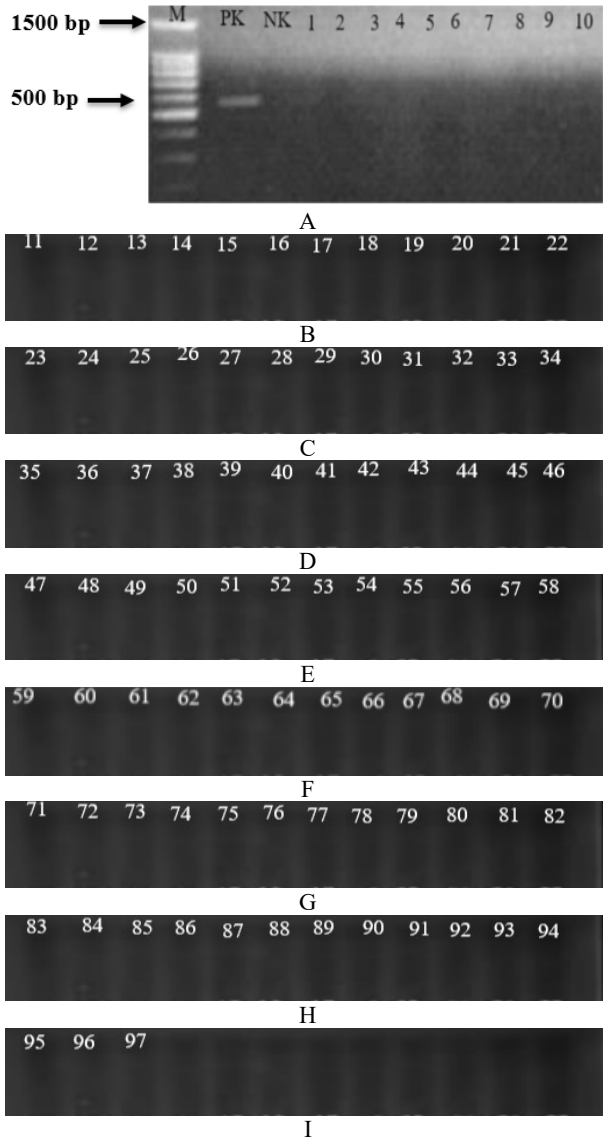
KL: Kelkit; Ş: Şiran; KS: Köse; G: Merkez; T: Torul; KR: Kürtün; N: Normal; ND: Normal Değil; Min: Minimum; Mak: Maksimum; Ort: Ortalama; R: Renk; K: Koku; TA: Tat; B: Bulanıklık (NTU); Eİ: Elektriksel İletkenlik (µS/cm); S: Sertlik (F°S); DE: Demir (µg/l); AL: Alüminyum (µg/l); Nİ: Nitrit (mg/l); AMN: Amonyum(mg/l)

Çizelge 4. Su numunelerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Table 4. Microbiological analysis results of water samples

Numune Alım Yerleri	Numune Sayısı	E. coli (0/100ml)				Koliform Bakteri (0/100 ml)				C. parvum (PCR)
		Üredi	%	Üremedi	%	Üredi	%	Üremedi	%	
Kelkit	21	10	47,62	11	52,38	10	47,62	11	52,38	Negatif
Şiran	20	9	45	11	55	9	45	11	55	Negatif
Köse	15	7	46,67	8	53,33	7	46,67	8	53,33	Negatif
Merkez	23	5	21,74	18	78,26	5	21,74	18	78,26	Negatif
Torul	8	4	50	4	50	4	50	4	50	Negatif
Kürtün	10	3	30	7	70	3	30	7	70	Negatif
Toplam	97	38	39,18	59	60,82	38	39,18	59	60,82	

E.coli ve Koliform üremesi belirlenen numuneler: [Kelkit: KL3, KL5, KL7, KL9, KL11, KL12, KL15, KL16, KL19, KL21, Şiran: Ş4, Ş5, Ş6, Ş9, Ş10, Ş11, Ş12, Ş14, Ş18, Köse: KS2, KS4, KS11, KS12, KS13, KS14, KS15, Merkez: G6, G11, G12, G13, G23, Torul: T1, T2, T6, T8, Kürtün: KR1, KR2, KR3].



Şekil 2. PCR tekniği jel görüntüleri
Figure 2. PCR technique gel images

Numunelerin bulanıklık değerlerinin 0,01-54,7 NTU arasında (ortalama 1,11 NTU) değiştiği belirlenmiştir. Numunelerin 16 tanesinin (%16,49) bulanıklık değerlerinin yönetmelikte (Resmi Gazete, 28580, 2013) belirtilen değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Sularda bulanıklığın oluşmasına çözünmeyen maddeler (örn., Fe, Mn), mikroorganizmalar, organik maddeler ve çeşitli partiküllerin (örn., kil, silt) yoğunluğunun artması neden olmaktadır (Atıcı ve ark., 2016). Koçak & Güner (2009), Erzurum il merkezindeki içme sularının bulanıklık değerlerini 0,01-4,21 NTU arasında tespit etmişlerdir.

Suların pH'sı, içeriğindeki alkali tuzlar ve kalsiyum bikarbonat oranı yüksekse alkali, karbondioksit oranı yüksekse asidik olur (Çankaya ve ark., 2017). TS 266'ya göre suların pH değerinin $6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$ aralığında olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışmada su numunelerinin pH değerlerinin 6,82-9,23 (ortalama 7,64) arasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Bulgular TS 266'da belirtilen değerlerle uyumludur. Çalışmadaki pH bulguları, Ağaoğlu ve ark. (1999)'nın Van bölgesi kaynak sularında ve Alemdar ve ark. (2009)'nın Bitlis ili içme sularında tespit ettikleri ortalama pH değerleriyle (sırasıyla 7,45 ve 7,41) benzerlik göstermektedir.

Sularda elektriksel iletkenlik, elektrolit miktarının (toplam anyon veya kation) bir ölçütüdür (Çetin ve ark., 2016). TS 266'da, suların elektriksel iletkenlik değeri üst sınırı 20 °C'de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bildirilmiştir. Çalışmada elektriksel iletkenlik değerleri 132,1-1334,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ortalama 514,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$) arasında saptanmıştır (Çizelge 3). Çalışmadaki elektriksel iletkenlik değerleri TS 266'da belirtilen sınır değerinin altında bulunmuş ve standartlara uygunluk göstermiştir. Bulgular, Gökçen & Atasever (2019)'in Erzurum halk çeşmelerinde elde ettikleri değerlerle (ortalama 504,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$) uyumludur. Dönderici ve ark. (2010), Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerindeki kaynak sularının elektriksel iletkenlik değerlerinin 25,9-195,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Suların sertliği, içerdikleri magnezyum ve kalsiyum iyonlarından meydana gelmekte ve Türkiye'de Fransız sertlik derecesi (F°S) ile ölçülmektedir. Sertlik derecesi yüksek sular kalp-damar ve böbrek hastalıkları yönünden risk oluşturmaktadır (Koçak ve ark., 2011; Atıcı ve ark., 2016). 1 F°S 10 mg/l CaCO_3 eş değerdir (Oruç, 1972). Çalışmada suların sertlik değerleri 8,9-64,8 F°S (ortalama 23,43 F°S) arasında saptanmıştır (Çizelge 3). Çalışmada, Fransız sertlik derecesine göre numunelerin 12 tanesi (%12,37) sert sular (32,6-54 F°S), 2 tanesi (%2,06) ise çok sert sular (> 54 F°S) sınıfında yer almaktadır. DSÖ suların sertliğinde üst limit değerini 500 mg/l CaCO_3 olarak belirlemiştir (WHO, 1996). Çalışmada 4 (%4,12) numunenin (KL6, KL7, KL19, Ş12) sertlik değerleri DSÖ'nün belirlediği sınır değerinin üzerinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Bu durumun numunelerin toplandığı bölgenin jeolojik özelliklerinden (örn., toprak ve kayacın yapısı) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Nitrit seviyesi, suyun kalitesinin tespitinde önemli bir indikatördür. Nitritin, oksijen kapasitesini azaltan methemoglobin oluşturması ve aminlerle birleşip kanserojenik, mutajenik ve teratojenik etkili nitrozaminleri oluşturması sağlık açısından tehlike oluşturmaktadır (Mitch ve ark., 2003; Sato ve ark., 2018). DSÖ sularda, akut hastalık belirtileri oluşturan, nitrit sınır değerini 3 mg/l olarak belirlemiştir (WHO, 2017). TS 266'da sulardaki nitrit için sınır değeri 0,50 mg/l olarak bildirilmiştir. Çalışmada nitrit değerleri 0,01-0,14 mg/l (ortalama 0,031 mg/l) arasında belirlenmiş ve TS 266'ya uygun bulunmuştur. Su numunelerinde düşük düzeylerde tespit edilen nitrit varlığının kaynağı hayvansal atıklar veya tarımsal gübreler olabilir.

Sulardaki amonyum, oksidasyon reaksiyonları ile ilk aşamada nitrite, daha sonra da nitrate dönüşebilmesi nedeniyle varlığı halk sağlığı açısından önem arz etmektedir (Çankaya ve ark., 2017). TS 266'da içme sularında amonyum miktarının 0,50 mg/l değerinin altında olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışmada numunelerin amonyum değerleri 0,011-0,762 mg/l (ortalama 0,063 mg/l) aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmadaki amonyum değerleri TS 266'ya uygunluk göstermektedir.

Sularda demir seviyesinin yüksekliği borularda demir birikimine ve mikroorganizma sayısının yükselmesine neden olmaktadır. Vücuda alınan demirin fazlalığında karaciğer hasarı oluşmaktadır (Atıcı ve ark., 2016). Ayrıca vücuda demir alımının fazlalığı genetik bozukluklara da neden olabilmektedir (Gökçen & Atasever, 2019). Çalışmada numunelerin demir konsantrasyonu 53,5-757,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ (ortalama 113,3 $\mu\text{g}/\text{l}$) aralığında belirlenmiştir

(Çizelge 3). TS 266'da içme sularındaki demir konsantrasyonu üst sınırı 200 µg/l olarak bildirilmiştir. Çalışmada 2 (%2,06) numunenin (KL10 ve Ş19) demir değerleri TS 266'da belirtilen sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu numunelerdeki demir konsantrasyonunun fazlalığının, boru malzemelerinin ve kaplamalarının korozyonundan, madenlerden, endüstriyel atıklardan ve tarımsal ilaçlamadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Alüminyum yeryüzünde en fazla bulunan metallere biridir ve içme sularında yüksek miktarda bulunabilmektedir. Alüminyuma yüksek düzeyde maruz kalındığında, özellikle sinir sistemi üzerine nörotoksik etkiler (örn., davranış bozukluğu, hafıza kaybı) oluşturmada ve Alzheimer hastalığının gelişmesine neden olmaktadır (Poyraz, 2014; Wang ve ark., 2016). Çalışmada su numunelerinin alüminyum konsantrasyonu 11,8-950 µg/l (ortalama 102,96 µg/l) aralığında belirlenmiştir (Çizelge 3). TS 266'da, içme sularındaki alüminyum konsantrasyonu üst sınırı 200 µg/l olarak bildirilmiştir. Çalışmada 3 (%3,09) numunenin (Ş9, KS3 ve KS10) alüminyum değerlerinin TS 266'da belirtilen sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sularda alüminyum miktarının fazlalığı toprak yapısından, endüstriyel kirlenmeden ve asit yağmurlarından kaynaklanabilir.

Suların kalitesinin belirlenmesinde rutin olarak bakteriyolojik kontrolün yapılması oldukça önemlidir. Bu kontrollerde önemli salgınlara yol açan patojenlerin hepsini incelemek uygulamada pratik olmadığından, fekal kontaminasyonun indikatörü olarak koliform grubu, *E.coli*, enterokoklar ve sülfid indirgeyen anaeroblar incelenmektedir (Alişarlı ve ark., 2007). Çalışmada koliform grubu bakteri ve *E. coli* sayıları Kelkit, Şiran, Köse, Merkez, Torul ve Kürtün numunelerinde sırasıyla 10 (%47,62), 9 (%45), 7 (%46,67), 5 (%21,74), 4 (%50) ve 3 (%30) tanesinde olmak üzere toplam 38 (%39,18) numunede yönetmelikte (Resmi Gazete, 28580, 2013) ve TS 266'da belirtilen sınır değer (0/100 ml) üzerinde saptanmıştır (Çizelge 4). Bu durum, halk çeşmelerinin musluk ve borularının eskimiş olmasından, doğal kaynaklarına veya kanal sistemlerine hayvansal, evsel ve endüstriyel atıkların kontaminasyonundan kaynaklanabilir. Nitekim koliform grubu bakteri ve *E. coli* açısından standartlara uygun bulunmayan numunelerin %68,42'sini hayvancılığın daha yoğun yapıldığı Kelkit, Köse ve Şiran ilçelerinden alınan numuneler oluşturmaktadır. Bu veri hayvansal dışkı kaynaklı bir kontaminasyonu destekler niteliktedir.

Cryptosporidium spp., potansiyel olarak yaşamı tehdit eden su kaynaklı hastalıkların önde gelen protozoer etkenlerinden biridir (Nime ve ark., 1976). Tek hücreli bir parazit olan *Cryptosporidium*, standart içme suyu dezenfeksiyonuna karşı dirençli olması ve gastrointestinal sistem bozuklukları oluşturması nedeniyle su kaynaklı başlıca halk sağlığı problemidir. Bulaşma, çevrenin, su kaynaklarının veya su kanallarının dışkıyla kirlenmesi ve ookistlerin insanlar tarafından yutulması yoluyla gerçekleşir (Betancourt & Rose, 2004). İlk olarak Tarihte kaydedilen en büyük su kaynaklı *Cryptosporidiosis* salgını 1993 yılında ABD'nin Milwaukee eyaletinde gerçekleşmiş ve 403.000 kişinin etkilendiği salgında 50'den fazla kişi ölmüştür (Siwak ve ark., 2023).

Çalışmada konvansiyonel PCR yöntemiyle incelenen 97 su numunesinin hiçbirinde *Cryptosporidium spp.* varlığına rastlanmamıştır (Şekil 2; Çizelge 4). Fakat, Yıldırım Doğan ve ark. (2019), Erzincan ili içme sularındaki *Cryptosporidium spp.* varlığını PCR ve LAMP teknikleriyle incelemişler ve pozitiflik oranlarını sırasıyla %4,3 ve %6,4 olarak bildirmişlerdir. Özçelik ve ark. (2015), Sivas ilinde içme ve kullanma sularındaki *Cryptosporidium spp.* varlığını PCR yöntemiyle araştırmışlar ve 2 örnekte (%2,2) pozitiflik belirlenmişlerdir. Çiçek ve ark. (2011), Van ili içme sularında modifiye asit-fast yöntemiyle numunelerin %1,13'ünde *Cryptosporidium spp.* ookistleri tespit etmişlerdir. Çuhadar ve ark. (2023), Mardin'deki su kaynaklarında kinyoun asit-fast boyama yöntemiyle ile %8,92 oranında *Cryptosporidium spp.* varlığı belirlenmişlerdir. Akkaş ve ark. (2023), Iğdır ilinde 69 kaynak suyu numunesinin nativ-lugol, modifiye asit fast boyama ve nested polimeraz zincir reaksiyon (nPCR) yöntemleri ile analizinde 1 numunede (%1,4) *Cryptosporidium spp.* 'nin pozitif olduğunu tespit etmişlerdir.

Almeida ve ark. (2010), Portekiz'de 167 içme suyu numunesinde PCR yöntemiyle *Cryptosporidium spp.* ve *Giardia spp.* varlığını sırasıyla %10,2 ve %8,4 olarak belirlenmişlerdir. Feng ve ark. (2011), Çin'in Şanghay kentinde 50 kaynak suyunun %32'sinde, 30 musluk suyunun ise 2'sinde *Cryptosporidium spp.* 'nin pozitif olduğunu bildirmişlerdir. Berrouh ve ark. (2023), Fas'ın Marakeş bölgesinde 2016-2020 yıllarında 104 içme suyu numunesinde PCR yöntemiyle *Giardia duodenalis* ve *Toxoplasma gondii* varlığının %67,3 oranında tespit edildiğini, *Cryptosporidium spp.* 'nin ise negatif olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Gümüşhane ilinde incelenen halk çeşmesi sularının içme suyu olarak organoleptik, fiziksel ve kimyasal kalitesi genellikle yönetmelik ve TS 266'da belirtilen standartlara uygun bulunmuştur. Bununla birlikte, 1 numunenin (G7) organoleptik özelliklerinin içme suyu standardına uygun olmadığı belirlenmiştir. Su numunelerinin 16 tanesinin (%16,49) bulanıklık değerlerinin yönetmelikte belirtilen sınır değer üzerinde olduğu belirlenmiştir. Numunelerin 4'ünün (%4,12) sertlik değerlerinin DSÖ'nün belirlediği sınır değer üzerinde olduğu saptanmıştır. Numunelerin pH, elektriksel iletkenlik, nitrit ve amonyum değerleri ilgili yönetmelik ve TS 266'ya uygun bulunmuştur. Ağır metal açısından, 2 (%2,06) numunenin (KL10 ve Ş19) demir, 3 (%3,09) numunenin (Ş9, KS3 ve KS10) ise alüminyum miktarları TS 266'da belirtilen sınır değerlerin üzerinde bulunmuş ve içme suyu olarak tüketime uygun olmadığı saptanmıştır. Mikrobiyolojik olarak, halk çeşmesi sularının %39,18'inin *E.coli* ve koliform grubu bakteri yönünden TS 266'ya uygun olmadığı belirlenmiştir. *E.coli* ve koliform grubu bakteri yönünden standartlara uygun bulunmayan numunelerin %68,42'sini hayvancılığın daha yoğun yapıldığı Kelkit, Köse ve Şiran ilçelerinden alınan numunelerin oluşturduğu görülmüştür. Bu sonuç su kaynaklarına hayvansal dışkı kaynaklı bir kontaminasyon olasılığını destekler niteliktedir. Su numunelerinin hiçbirinde *Cryptosporidium spp.* saptanmamıştır.

Cryptosporidium spp.'nin tespitinde PCR yöntemi, geleneksel yöntemlere (örn., mikroskopik teşhis, ELISA) kıyasla hızı ve yüksek hassasiyeti nedeniyle başarılı bulunmuştur.

Gümüşhane ilinde, halk çeşmelerinin içme suyu tedarik sistemlerinin gelişmesiyle önemleri kısmi olarak azalsa da özellikle kırsal bölgelerde yerleşimlerin kaynak sularıyla beslenen bu çeşmelerin etrafında yoğunlaştığı ve günümüzde hala önemlerini koruduğu görülmüştür. Fakat, çalışmamızda bazı çeşme sularının fiziksel, kimyasal (özellikle alüminyum ve demir) ve mikrobiyolojik açıdan içme suyu olarak kullanıma uygun olmadığı görülmüştür. Bu duruma çeşmelerin musluk ve borularının eskimiş olması veya doğal kaynaklarının kontamine olması sebep olabilir. İçme suyu standartlarına uygun olmadığı belirlenen çeşmelerin sularının tüketilmesi halk sağlığı açısından ciddi sağlık problemleri oluşturabilir. Bu çeşmelerin ilgili kurumlarca denetiminin yapılması, sularının düzenli aralıklarla analiz edilmesi, doğal kaynaklarına veya kanal sistemlerine tarımsal, evsel ve endüstriyel atıkların bulaşının önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, özellikle il ve ilçe merkezlerinde kaliteli kaynak suyu tedarik edilemeyen çeşmelere şebeke sisteminden su verilmesi uygun olabilir.

Bilgi

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır

Kaynaklar

- Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S., & Dede, S. (1999). Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar. *Van Tıp Dergisi*, 6(2), 30–33.
- Akkaş, Ö., Gürbüz, E., Aydemir, S., Şahin, M., & Ekici, A. (2023). Investigation of *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp. and *Cyclospora cayetanensis* in Samples Collected from Different Spring Waters Igdir, Türkiye. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 47(2), 71–7.
- Alemdar, S., Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., & Dede, S. (2007). Van bölgesi su kaynaklarında ağır metal kirlilik düzeyleri. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 23(1), 19–29.
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., & Alişarlı, M. (2009). Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji*, 19(73), 29–38.
- Alişarlı, M., Ağaoğlu, S., & Alemdar, S. (2007). Van bölgesi içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(1), 67–77.
- Almeida, A., Moreira, M. J., Soares, S., Delgado, M. L., Figueiredo, J., Silva, E., Castro, A., & Cosa, J. M. C. D. (2010). Presence of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in drinking water samples in the north of Portugal. *The Korean Journal of Parasitology*, 48(1), 43–48.
- Angelakis, A. N., Capodaglio, A. G., Passchier, C. W., Valipour, M., Krasilnikoff, J., Tzanakakis, V. A., Stürmelihindi, G., Baba, A., Kumar, R., Haut, B., Roubelakis, M. G., Min, Z., & Dercas, N. (2023). Sustainability of Water, Sanitation, and Hygiene: From Prehistoric Times to the Present Times and the Future. *Water*, 15(8), 1614. <https://doi.org/10.3390/w15081614>.
- Aslan, G., Bayram, G., Otağ, F., Direkel, Ş., Özkan, A. T., Çeber, K., & Emekdaş, G. (2012). Mersin ilinde farklı su kaynaklarında *Cryptosporidium* spp. varlığının araştırılması. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 46(1), 93–100.
- Atıcı, A., Gültekin, A., Şen, F., & Elp, M. (2016). Erciş (Van) İlçesi içme sularının su kalitesi özellikleri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 26(4), 517–528.
- Berrouch, S., Escotte-Binet, S., Biary, A., Nast, E., Laaoui, Y., Aubert, D., Maarouf, A., Harrak, R., Villena, I., & Hafid, J. (2023). Investigation of the presence of *Toxoplasma gondii*, *Giardia duodenalis* and *Cryptosporidium* spp. in drinking waters in the region of Marrakech, Morocco. *Journal of Food Protection*, 100112. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100112>
- Betancourt, W. Q., & Rose, J. B. (2004). Drinking water treatment processes for removal of *Cryptosporidium* and *Giardia*. *Veterinary Parasitology*, 126(1-2), 219–234.
- Can, M., Etemoğlu, A. B., & Avcı, A. (2002). Deniz suyundan tatlı su eldesinin teknik ve ekonomik analizi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 147–160.
- Çankaya, S., Topbaş, M., Yavuzılmaz, A., Yeşilbaş-Üçüncü, Ş., Karakullukçu, Ç., Kolaylı, C. C., Dilaver, İ., Acar, G., Parlak, B., Şahin, K., Hamzaoglu, K., Bölükbaş, C., Çan, G., & Beyhun, N. E. (2017). Trabzon ilinde halk çeşmelerinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(EK-1), 21–28.
- Çetin, B., Aloğlu, H. Ş., Uran, H., & Karabulut, Ş. Y. (2016). Gıda işletmelerinde kullanılan suların gıda güvenliği yönünden incelenmesi. *Akademik Gıda*, 14(4), 375–381.
- Çiçek, M., Körkoca, H., & Akkaş, Ö. (2011). Van ili içme sularının *Cryptosporidium* spp. oookistleri yönünden incelenmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68(3), 122–126.
- Çuhadar, V., Şengül, M., & Mete, E. (2023). Mardin'deki Su Kaynaklarında *Cryptosporidium parvum*'un Araştırılması. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 53(3), 156–162.
- Dönderici, Z. S., Dönderici, A., & Başarı, F. (2010). Kaynak sularının fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 67(4), 167–172.
- Feng, Y., Zhao, X., Chen, J., Jin, W., Zhou, X., Li, N., Wang, L., & Xiao, L. (2011). Occurrence, source, and human infection potential of *Cryptosporidium* and *Giardia* spp. in source and tap water in Shanghai, China. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(11), 3609–3616.
- Ghareeb, O. A., & Ali, Q. A. (2023). Waterborne Zoonotic Bacterial Pathogens. *Texas Journal of Medical Science*, 21, 63–69.
- Gökçen, H., & Atasever, M. (2019). Erzurum bölgesindeki içme sularının kalitesinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14(2), 159–169.
- Hascena, M., Malik, M. F., Javed, A., Arshad, S., Asif, N., Zulfiqar, S., & Hanif, J. (2017). Water pollution and human health. *Environmental Risk Assessment and Remediation*, 1(3), 16–19.
- Kaprol, T. (2015). Ayvalık Yerleşiminde XIX. YY Sokak Çeşmeleri. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1), 1–6.
- Koçak, N., Güleç, M., & Tekbaş, Ö. F. (2011). Suyun sertlik derecesi ve sağlık etkileri. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 10(2), 187–192.
- Leclerc, H., Schwartzbrod, L., & Dei-Cas, E. (2002). Microbial agents associated with waterborne diseases. *Critical Reviews in Microbiology*, 28(4), 371–409.
- Lee, R. J., & Cole, S. R. (1994). Internal quality control samples for water bacteriology. *Journal of Applied Bacteriology*, 76(3), 270–274.
- Lv, S., Tian, L. G., Liu, Q., Qian, M. B., Fu, Q., Steinmann, P., Chen, J.-X., Yang, G.-J., Yang, K., & Zhou, X.-N. (2013). Water-related parasitic diseases in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(5), 1977–2016.

- Matta, G., & Kumar, A. (2017). Health risk, water hygiene, science and communication. *ESSENCE-International Journal for Environmental Rehabilitation and Conservation*, 8(1), 179–186.
- Mitch, W. A., Sharp, J. O., Trussell, R. R., Valentine, R. L., Alvarez-Cohen, L., & Sedlak, D. L. (2003). N-nitrosodimethylamine (NDMA) as a drinking water contaminant: a review. *Environmental engineering science*, 20(5), 389–404.
- Nguyen, Y., & Sperandio, V. (2012). Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) pathogenesis. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 2, 90.
- Nime, F. A., Burek, J. D., Page, D. L., Holscher, M. A. & Yardley, J. H. (1976). Acute enterocolitis in a human being infected with the protozoan *Cryptosporidium*. *Gastroenterology*, 70(4), 592–598
- Oruç, N. (1972). Suda sertliğinin önemi, giderilmesi ve tayini. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 187–193.
- Özçelik, S., Malatyali, E., Alim, A., & Değerli, S. (2015). The investigation of *Cryptosporidium* spp. in water samples by PCR. *Cumhuriyet Medical Journal*, 37(3), 182–187.
- Poyraz, B. (2014). Farklı lokasyonlardan alınan içme sularında ağır metal analizi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(1), 16–27.
- Qu, L., Huang, H., Xia, F., Liu, Y., Dahlgren, R. A., Zhang, M., & Mei, K. (2018). Risk analysis of heavy metal concentration in surface waters across the rural-urban interface of the Wen-Rui Tang River, China. *Environmental pollution*, 237, 639–649.
- Resmi Gazete. (2013, 7 Mart). İnsani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik. Sayı: 28580. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130307-7.htm>
- Robinson, G., Elwin, K., Jones, M., & Chalmers, R. M. (2023). A comparison of qPCR and microscopy for the detection and enumeration of *Cryptosporidium* oocysts from drinking water. *Journal of Medical Microbiology*. 72(6), 001715. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.001715>
- Schwarzenbach, R. P., Egli, T., Hofstetter, T. B., Von Gunten, U., & Wehrli, B. (2010). Global water pollution and human health. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 109–136.
- Sato, Y., Ishihara, M., Fukuda, K., Nakamura, S., Murakami, K., Fujita, M., & Yokoe, H. (2018). Behavior of nitrate-nitrogen and nitrite-nitrogen in drinking water. *Biocontrol science*, 23(3), 139–143.
- Siwak, A. M., Baker, P. G., & Dube, A. (2023). Biosensors as early warning detection systems for waterborne *Cryptosporidium*. *Water Science & Technology*, 88(3), 615–630.
- Suraifi, L. A. J., Hamami, A. S. S. A., & Salem, S. A. (2023). Water pollution and human health: A review. *Journal of Genetic and Environmental Resources Conservation*, 11(2), 75–78.
- Tekinşen, O. C. (1976). *Suyun bakteriyolojik muayenesi*. Ankara Üniversitesi Basımevi.
- TSE, 2005. TS 266, Türk İçme Suyu Standartları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Wang, Z., Wei, X., Yang, J., Suo, J., Chen, J., Liu, X., & Zhao, X. (2016). Chronic exposure to aluminum and risk of Alzheimer's disease: A meta-analysis. *Neuroscience letters*, 610, 200–206.
- WHO, (1996). *Guidelines for Drinking Water-Second Edition-Volume 2 Health Criteria and Other Supporting information*. World Health Organization, Geneva.
- WHO, (2017). *Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum*. World Health Organization, Geneva. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
- Yelekçi, S., Acemioğlu, B., & Avcı, H. (2012). Kilis il merkezi içme sularının kullanılabilirliğinin araştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2), 77–81.
- Yıldırım Doğan, N., Yalçın, S., & Mor, N. (2019). Erzincan İli Farklı Su Kaynaklarından *Cryptosporidium* spp.'nin Moleküler Yöntemlerle Tespit Edilmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(1), 1–13.
- Zhang, C. Y., & Oki, T. (2023). Water pricing reform for sustainable water resources management in China's agricultural sector. *Agricultural Water Management*, 275, 108045. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108045>



Live Weight and Egg Production Changes of Pure Lines Used to Obtain Anadolu-T Broiler Parent Line

Emrah Oğuzhan^{1,a,*}, Musa Sarıca^{2,b}

¹Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Samsun, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 31.10.2023 Accepted : 02.07.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Pure lines Breeding Selection Feed efficiency Anadolu-T Broiler</p>	<p>Broiler parent breeding studies in Türkiye were restarted in 2015 using pure lines. In these studies, parent production was carried out through selection and crossing studies on A1, A2 dam lines and B1, B2 sire lines. By revealing the yield characteristics of the parents and hybrids, the material was registered under the name "Anadolu-T" in 2020. According to the breeding program implemented in 2016 in pure lines, during the growth period; selection was made according to characteristics such as live weight (LW), live weight gain (LWG), 49-63 day feed efficiency (FCR), 49 day breast area (BA) and heritability of wing feathering rate. During the laying period; selection was continued in terms of egg production (EP) in the dam lines and fertility rate in the sire lines. Thus, both commercial breeder and commercial broiler performances of pure lines with different characteristics were tried to be improved. In this study, the data obtained between 2017 and 2022 years, according to the applied breeding program was evaluated. It was observed that the hatching egg yield produced at 40 weeks of age was at an acceptable level. It is seen that progress has been made in pure lines in terms of traits such as LW, FCR and BA in both dam and sire lines. The existing pure lines are at a level that will provide a significant capacity for Türkiye, which is being produced under commercial companies. With appropriate propagation and distribution practices, it is possible to meet 10-15% of our country's broiler chicks needs with these material. In the sharing made with the private sector, the productivity characteristics of the breeders were found to be at an acceptable level, and 5-week-old broiler chicken performances were similar to commercial broiler chickens.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1539-1547, 2024

Anadolu-T Etlik Piliç Ebeveyn Hattının Elde Edilmesinde Kullanılan Saf Hatların Canlı Ağırlık ve Yumurta Verim Değişimleri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 31.10.2023 Kabul : 02.07.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Saf hatlar İslah Seleksiyon Yemden yararlanma oranı Anadolu-T broiler</p>	<p>Türkiye'de etlik piliç ebeveyn ıslah çalışmaları 2015 yılında saf hatlar kullanılarak yeniden başlatılmıştır. Bu çalışmalarda A1 ve A2 ana hatları ile B1 ve B2 baba hatlarında seleksiyon ve melezleme çalışmaları ile ebeveyn üretimi gerçekleştirilmiştir. Ebeveyn ve hibritlerin verim özelliklerinin ortaya koyulmasıyla, materyal 2020 yılında "Anadolu-T" ismi ile tescil edilmiştir. Saf hatlarda 2016 yılında uygulanan ıslah programına göre büyütme döneminde; canlı ağırlık (CA), canlı ağırlık artışı (CAA), 49-63 günlük yemden yararlanma oranı (YYO), 49. gün göğüs alanı (GA) ile kanat tüylenme hızına ait kalıtımın korunması gibi özelliklere göre seleksiyon yapılmıştır. Yumurtlama döneminde ise; ana hatlarında yumurta verimi (YV), baba hatlarında ise döllülük oranı yönünden seleksiyona devam edilmiştir. Böylece farklı özelliklere sahip saf hatların hem ticari damızlık hem de ticari etlik piliç performansları geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, uygulanan ıslah programına göre 2017-2022 yılları arasında saf hatlardan elde edilen bazı veriler değerlendirilmiştir. 40 haftalık yaşta üretilen kuluçkalık yumurta veriminin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Hem ana hem de baba hatlarında CA, YYO ve GA gibi özelliklerde saf hatlarda ilerleme sağlandığı görülmektedir. Ticari firmalardan damızlık satın alarak üretim yapan Türkiye açısından, mevcut saf hatlar önemli bir kapasite sağlayacak düzeydedir. Uygun çoğaltma ve dağıtım ile ülkemiz etlik piliç damızlık ihtiyacının %10-15'inin bu materyalle karşılanması mümkündür. Özel sektör ile yapılan paylaşımında damızlıkların verim özellikleri kabul edilebilir düzeyde bulunmuş, 5 haftalık etlik piliç performansları da ticari etlik piliçlerle benzerlik göstermiştir.</p>

^a e_oguzhan87@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-3768-6179>

^c msarica@omu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0001-5331-0596>



Giriş

Dünya kanatlı et üretimi 2022 yılında 139 milyon ton düzeyini geçmiş olup bu üretimin %90'dan fazlasını etlik piliçler oluşturmaktadır (FAO, 2024). Üretimde yıllık büyüme oranı %3-5 arasında değişmekte ve bu artışın gelecekte de sürmesi beklenmektedir. Diğer yandan özellikle COVID-19 salgını ticarete, taşımacılığa, damızlık temininde, özellikle yem kaynaklarının üretim ve dağıtımında bazı problemleri beraberinde getirmiştir. Bu durum bir yandan maliyetlerin yükselmesine neden olurken, bazı ülkelerde tüketim düzeyini de olumsuz etkilemiştir. Yapılan öngörülere göre 2029 yılına kadar gelişmekte olan birçok ülkede piliç eti üretiminde ve tüketiminde artışlar beklenmektedir (Executive Guide to World Poultry Trends, 2022). Bazı tahminlerde ise artan nüfusla, 2050 yılına kadar kanatlı ürünlerine olan talebin iki katına çıkacağı, bunun sağlanabilmesi için sürdürülebilir uygulamalara, özellikle de iklim değişikliği ve bitkisel üretimdeki değişimlere uygun üretimler yapılması gerekliliği ifade edilmektedir (Kleyn & Ciacciariello, 2021). Tüm bunların yanı sıra özellikle 2018 yılında Çin'de ortaya çıkan ve damızlıklardan başlayarak tüm domuz eti üretimini etkileyen Afrika Domuz Ateşi salgınının dolaylı etkisi de beyaz ete olan talebin artmasına sebep olmuştur. OECD-FAO ortaklığında 2012 yılında ortaya koyulan raporda, 2020 yılına kadar kanatlı eti üretiminin domuz eti de dâhil olmak üzere diğer tüm etlerin üretimini aşacağı belirtilmiştir (OECD-FAO, 2012). Ancak bu beklentiler daha erken dönemde gerçekleşmiştir (Çizelge 1.). Bu nedenle günümüzde bazı ülkeler, gıda arz güvenliklerini garanti altına almak amacıyla beyaz et üretimi konusunda damızlık materyal elde etme çalışmalarına hız vermektedirler. 2021-2022 yıllarında Avrupa'da görülen kuş gribi (Avian Influenza) vakaları nedeniyle ticari firmalar Türkiye'ye verdikleri etlik piliç damızlık sayılarında %25'lik bir azaltma yapmıştır. Bu nedenle Türkiye de ıslah çalışmaları ile uygun bir materyali güven kaynağı olarak bulundurmaya zorundadır.

Tavuk ıslah çalışmaları kısmen düşük maliyetle gerçekleştirilebilmekte olup (üretim maliyetinin yaklaşık %0,5-1'i), kuluçkalık yumurta ve günlük civcivlerin bütün dünyaya dağıtılabilmesi mümkün olmaktadır. Etlik piliçlerde canlı ağırlık ve üretim artışında ıslahın rolü ilk sırada yer almaktadır (Havenstein ve ark., 1994). En azından bu payın %80'i kullanılan tavukların genetik potansiyelindeki gelişmelerden kaynaklandığı ve bunun zaman içerisindeki çalışmalara dayalı olduğu söylenebilir. Diğer katkılar ise yem, sağlık koruma, barındırma ve yetiştirme tekniklerindeki ilerlemelerden kaynaklanmaktadır (Türkoğlu & Sarıca, 2018). ıslah çalışmalarında, 20. yüzyılın başlangıcına kadar ebeveyn olacak hayvanların belirlenmesi fenotipik özelliklere göre gerçekleştirilmiştir. Bugün ise üretimde kullanılan etlik

piliçler saf hatlar arasındaki iki, üç veya dörtlü melezlemelere dayanmaktadır. Saf hat üretimi ile son üretim materyali olan etlik piliçler arasında dört generasyon bulunmaktadır (Arthur & Albers, 2003).

Dünyada tavuk ıslah çalışmalarını sürdüren ticari firma sayısı giderek azalmasına karşın, bazı genetik şirketler ticari firmalara destek verilmektedir. Son yıllarda ortaya çıkan tavuk hastalıkları (özellikle zoonoz hastalıklar), savaşlar ve terör hareketleri ticareti zor duruma düşürürken, tavukçulukta damızlık dağıtımını da zorlayabilmektedir (Thiruvenkadan ve ark., 2011). Bu durumda araştırma ve üretim seviyesinde ıslah çalışmalarının ülkeler bazında yeniden uygulanmaya başlandığı görülmektedir.

Türkiye'de etçi tavuk geliştirme çalışmaları 1960'lı yıllardan itibaren başlamıştır. Başlangıçta Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsünde yürütülen çalışmalarla ATE-BRO olarak isimlendirilen etçi ebeveynler geliştirilmiştir (Akbay, 1968). Bu çalışmalar daha sonra Erbeyli Tavukçuluk Araştırma Enstitüsünde sürdürülmüş ve burada ERBRO olarak isimlendirilen etçi ebeveynler geliştirilmiştir (Düzgüneş, 1985). Bu ıslah çalışmalarında ticari etçi ebeveynlerden yararlanma (melezleme) ve seleksiyon uygulanmıştır (Adalığ, 1989). Önemli bir başarıya ulaşan bu çalışmalar, 2000'li yıllardan itibaren uygulanan kamu politikaları ile gerilemeye başlamış ve 2004 yılında tamamen durdurulmuştur. ıslah çalışmalarının TAGEM tarafından 2011 yılında tekrar başlatılmasına karar verilmesinden sonra Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü (EGKTAE) bünyesinde bir araştırma birimi kurulmuştur. Çalışmaların başlangıcında yavaş gelişen etlik piliç ebeveyn üretme olarak belirlenen amaç, yeterli sayıda hızlı gelişen etlik piliç ebeveyn saf hattının temin edilmesiyle hızlı gelişen etlik piliç üretimine kaydırılmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı, Üniversiteler ve Özel Sektörün kararı ile başlatılan çalışmaların amacı, ticari ıslah firmaları seviyesinde ürün üretmek değildir. Artan küresel ve bölgesel risklere karşı gıda arz güvenliğinde bir sigorta oluşturulması, ihtiyaç halinde materyalin özel sektöre paylaşılması ana hedeflerdir. Bu hedeflere uygun olarak 2018-2022 yılları arasında 250.000 ebeveyn damızlık özel sektöre denem amaçlı olarak verilmiştir.

Türkiye'de etlik piliç üretimine dönük damızlık ıslah çalışmaları kapsamında EGKTAE'de yürütülen ve Anadolu-T olarak isimlendirilen materyalin saf hatlara ait bazı özellikleri bu çalışmada ele alınmıştır. Beş yıllık sürede ana (A1 ve A2) ve baba (B1 ve B2) hatlarında, uygulanan seleksiyon sisteminin verim özelliklerine etkisi ile geleceğe dönük yapılacaklar ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Çizelge 1. Dünya et üretim durumu (milyon ton; FAO, 2024)

Table 1. World meat production status (million tons; FAO, 2024)

Et üretim kaynağı	2018	2020	2022	2020-2022 değişim (%)
Küçükbaş	15,8	16,0	16,6	3,75
Büyükbaş	71,5	74,3	76,8	3,36
Domuz	120,9	108,2	122,5	13,22
Kanatlı	127,3	134,8	139,2	3,26
Toplam	335,5	333,3	355,1	6,54

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma EGKTAE Etlik Damızlık Tavuk Islahı Yerleşkesinde bulunan kümesler (Çizelge 2) ve kuluçkahane imkânları ile yürütülmüştür. Çalışmanın hayvan materyalini, ikisi ana (A1 ve A2), ikisi baba (B1 ve B2) hattı olan dört saf hat oluşturmuştur. Saf hatlarda yürütülmekte olan ıslah programı Çizelge 3 ve Çizelge 4'te özetlenmiştir. Tüm saf hatların büyütme ve verim dönemlerinde büyütme ve yumurtlama dönemi kümes sıcaklığı ve aydınlatma uygulamaları benzer tutulmuştur (Çizelge 5). Çalışmaya ait veriler saf hatların 2016 ile 2021 yılları arasındaki bazı sonuçlarına dayanmaktadır.

Tüm üretim dönemlerinde A1, A2, B1 ve B2 hatlarından kümes kapasitelerine göre yeterli civciv çıkışı ile 2016 yılı materyali üretilmiştir. Günlük yaşta kloaktan

cinsiyet ayrımı yapılan civcivlerin erkelerinde mahmuz ve gaga kesimi yapılmıştır. Diğer yandan tüm hatların erkek ve dişilerinde parmak kodlaması yapılarak hatların karışması engellenmiştir. İlk gün enjeksiyonla marek ve sprey newcastle aşılama yapılan civcivlerde değişik yaşlarda new-castle, enfeksiyöz bronşitis, gumboro, salmonella, koksidiyoz, EDS-76 ve ticari ebeveyn işletmelerinde uygulanan diğer aşılama gerçekleştirilmiştir. Kullanılan aşılama kanatlı aşısı satan firmalardan temin edilmiştir. Aşılamalardan sonra alınan kan örneklerinden bağışıklık kontrolleri ve yasal olarak salmonella testleri yapılmıştır. İhtiyaç olduğu durumlarda antibiyotik, paraziter ilaçlar, antikoksidiyal ilaçlar ve diğer ilaçlar kullanılmıştır.

Çizelge 2. Kümesler ve kapasiteleri

Table 2. The houses used and their capacities

Kümes tipi	Adet	Toplam kapasite (hayvan)
Büyütme kümesi grup kafesli kümes	4	7744 ♂♀
Büyütme kümesi grup kafesli kümes	1	4536 ♂♀
Saf hat piliç büyütme kümesi (bireysel kafes)	1	5088 ♂♀
Pedigri bölmeli verim kümesi	2	3200 ♀ + 320♂
Bireysel yer tipi kafesli horoz büyütme kümesi	2	950 ♂
Büyük ebeveyn verim kümesi	3	7000 ♀ + 2000♂

Çizelge 3. Saf hatlarda büyütme döneminde uygulanan seleksiyon programı

Table 3. Selection program applied to pure lines during the growth period

Seleksiyon	CA 1		CA 2		GA-YYO	
	E	D	E	D	E	D
A1	Ortalama CA altındaki %50 hayvan damızlık dışı	En düşük ve en yüksek CA sahip %10 damızlık dışı	Ortalama ile Ortalamanın %10 üstü damızlık	Ortalamanın %10 alt ve üstündekiler damızlık	İki özellik için indeks puanına göre en yüksek %50 damızlık	İki özellik için indeks puanına göre en yüksek %90 damızlık
A2	En düşük ve en yüksek %10 damızlık dışı	En düşük ve en yüksek CA sahip %10 damızlık dışı	En düşük ve en yüksek CA sahip %10 damızlık dışı	En düşük ve en yüksek CA sahip %10 damızlık dışı	En düşük ve en yüksek %10 'luk grup damızlık dışı	En düşük ve en yüksek %10 'luk grup damızlık dışı
B1	En düşük ve en yüksek %10 damızlık dışı	En düşük ve en yüksek CA sahip %10 damızlık dışı	En düşük %10 'luk grup damızlık dışı	En düşük %10 'luk grup damızlık dışı	En düşük %10 'luk grup damızlık dışı	En düşük %10 'luk grup damızlık dışı
B2	En düşük ve en yüksek %10 damızlık dışı	En düşük ve en yüksek CA sahip %10 damızlık dışı	En düşük %10 'luk grup damızlık dışı	En düşük %10 'luk grup damızlık dışı	En düşük %10 'luk grup damızlık dışı	En düşük %10 'luk grup damızlık dışı

CA 1: İkinci hafta canlı ağırlık; CA 2:5-6.hafta canlı ağırlık; GA-YYO:7.hafta göğüs alanı, 7-9.hafta bireysel yemden yararlanma; E:Erkek; D:Dişi

Çizelge 4. Saf hatlarda yumurtlama dönemi uygulanan seleksiyon programı

Table 4. Selection program applied to pure lines during the laying period

Seleksiyon	Döllülük (30-35 hafta; Erkek)	Yumurta verimi (25-35 hafta; Dişi)
A1	-	Ortalamanın üzerinde yer alan % 50'lik gruptaki aileler damızlık
A2	-	Ortalamanın üzerinde yer alan % 50'lik gruptaki aileler damızlık
B1	En yüksek döllülük sağlanan ailelerden %50 damızlık	-
B2	En yüksek döllülük sağlanan ailelerden %50 damızlık	-

Çizelge 5. Büyütme ve verim dönemlerinde kümes sıcaklığı ve aydınlatma programı

Table 5. House temperature and lighting programs for growth and laying period

Yaş (Gün)	Sıcaklık (°C)	Aydınlatma Süresi (saat)	Aydınlatma Şiddeti (lux)
1	32-33	24	80-110
2	32-33	23	80-110
3	31	22	80-110
4	30	21	80-110
5	29	20	80-110
6	28	19	80-110
7	28	18	80-110
8	27	16	60-80
9	27	15	60-80
10	26	14	60-80
11	26	13	60-80
12	25	12	50-80
13	25	11	40-60
14	25	10	20-40
15-147	25-21	8	10
148-154	21	10	30-40
155-168	21	12	40-50
169-175	21	13	50-60
175 ve sonrası	21	15	60-90

Tüm hatların erkek ve dişilerinde ilk iki hafta serbest yemleme yapıldıktan sonra, her haftanın son gününde öğleden sonra saat 14:00'te yapılan canlı ağırlık tartım sonuçlarına göre günlük hayvan başına tüketilecek yem miktarı belirlenmiştir. Belirlenen bu yem miktarı yine günlük olarak büyütme döneminde bireysel olarak her bir kafese, yumurtlama döneminde ise her bir ailede bulunan hayvan sayısına göre hesaplanarak tartılmak suretiyle günlük kısıtlı yemleme olarak gerçekleştirilmiştir. Büyütme döneminde canlı ağırlığa göre, yumurtlama döneminde ise günlük yumurta verimi, haftalık yumurta ve canlı ağırlığa göre kısıtlı yemleme yapılmıştır. Horozlarda ise canlı ağırlığa göre kısıtlı yemleme uygulanmıştır. Su hayvanlara ömürleri boyunca serbest olarak (ad libitum) verilmiştir. Büyütme ve yumurtlama döneminde kullanılan yemler grid ve pelet olarak ticari bir yem fabrikasından alınmıştır.

Hayvanların beslenmesinde ticari bir yem fabrikasından alınan damızlık etçi tavuk yemleri kullanılmıştır. 1-21.günler arasında damızlık gril formda civciv başlangıç yemi (%20 protein ve 11,5 MJ enerji), 22-42.günler arasında gril formda civciv büyütme yemi (%18 protein ve 11,5 MJ enerji), 43-126.günlerde pelet formda piliç geliştirme yemi (%14 protein ve 11,0 MJ enerji) kullanılmıştır. Yumurtlama döneminde ise 127-154.günlerde pelet formda yumurtlama öncesi yemi (%15 protein ve 2750 MJ enerji) ile 155.gün ve sonrasında pelet formda yumurtlama yemi kullanılmıştır. Büyütme döneminde erkekler dişilerle aynı yemle beslenmiş, yumurtlama döneminde ise damızlık horoz yemi ile beslenmiştir. Hiçbir dönemde yemler içerisinde hayvansal yem kaynakları kullanılmamıştır.

Ana ve baba hatlarında farklı olmakla birlikte bireysel canlı ağırlık, yemden yararlanma, göğüs genişliği, göğüs uzunluğu gibi değerler büyütme dönemine ait seleksiyonda kullanılmıştır. Göğüs alanı (GA) özelliğine ait veriler ise canlı hayvanların göğüs kemiğinin enine ve boyuna kumpas yardımıyla ölçülerek bu ölçümlerin birbirleri ile çarpımı sonucunda ortaya çıkan sayısal ifade ile tespit edilmiştir.

Büyütme dönemindeki seleksiyon sonrası seçilen dişilerden kümes kapasitesi ve Anadolu-T büyük ebeveyn

sürüsü oluşturmaya yeter sayıda aileler oluşturulmuştur. Yumurtlama döneminde ise aile düzeyinde ana hatlarında yüksek yumurta verimi, baba hatlarında ise her aile için yapılan döllülük kontrolü son seleksiyon kriteri olarak kullanılmıştır. Tüm saf hat horozlarında döllülük kontrolü amacıyla 30 ve 35 haftalık yaşlarda her aileden elde edilen bir hafta boyunca toplanan yumurtalar kuluçkaya koyulmuş ve kuluçkanın 12. günü döllülük oranları belirlenmiştir. Döllülük oranı horoz seçimlerinde son seleksiyon kriteri olarak kullanılmıştır. Saf hatlarda yumurta verimleri 1 horoz 9-10 tavuk olan aileler düzeyinde belirlenmiştir. Her gün büyüklük, şekil ve kabuk özelliklerine göre kuluçkalık yumurtalar belirlenmiştir. Yumurta veriminin başlamasından itibaren haftanın iki gününde her aileden alınan yumurtalar tartılmış ve bunlardan ortalama yumurta ağırlıkları hesaplanmıştır. Cinsel olgunluk yaşının belirleyici özelliği olarak %10 ve %50 yumurta verim yaşları aileler düzeyinde gün olarak belirlenmiştir. Yumurta verimleri 35-40 haftalık yaşa kadar belirlenmiştir.

Tüm hatlar için uygulanan seleksiyon uygulamaları sonrasında yumurtlama döneminde en iyi ailelerin %50-60'ından gelecek generasyona ait civcivler üretilmiştir. Çalışmalarda elde edilen veriler temel tanımlayıcı istatistiklerle ifade edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Anadolu-T etlik piliç ebeveyn üretiminde kullanılan saf hatların kısıtlı yemleme şartlarında canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları Çizelge 6'da verilmiştir. Saf hatlarda 8.hafta canlı ağırlık değerleri generasyonlara göre artış göstermiştir. Bu artışlar dişilerde ve erkeklerde aynı düzeyde olmamakla birlikte, en önemli ilerlemeler ana hatlarından A2 hattında ve her iki baba hattında (B1 ve B2) görülmüştür. Ayrıca bu hatlarda canlı ağırlık, yemden yararlanma ve göğüs genişlik-uzunluk kriterlerine göre yapılan yoğun seleksiyonun (Çizelge 7) etkili olduğu düşünülmektedir (Emerson, 2003; Flock ve ark., 2005; Schimdt ve ark., 2006).

Çizelge 6. Ebeveyn saf hatların büyüme dönemi canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları
Table 6. Live weight, feed consumption and feed conversion rates of the pure lines during the growth period

Hatlar	Generasyon/Yıl	Dişiler			Erkekler		
		8.hafta			8.hafta		
		CA (g)	YT (g)	YYO	CA (g)	YT (g)	YYO
A1	2	927	2063	2,23	1320	2751	2,08
	3	981	2004	2,04	1244	2510	2,02
	4	944	2044	2,17	1353	2625	1,94
	5	1075	2170	2,02	1351	2646	1,96
	6	1030	2184	2,12	1359	2506	1,84
	7	1122	2173	1,94	1328	2472	1,86
	Ortalama	1013,2	2106,3	2,09	1325,8	2585	1,95
	A2	2	909	2063	2,27	1325	2751
3		1013	2004	1,98	1304	2510	1,93
4		1003	2044	2,04	1346	2625	1,95
5		1087	2170	2,00	1346	2625	1,95
6		1055	2184	2,07	1357	2506	1,85
7		1166	2173	1,86	1413	2472	1,75
Ortalama		1038,8	2106,3	2,04	1348,5	2581,5	1,92
B1		2	997	2063	2,07	1348	2751
	3	996	2041	2,05	1296	2556	1,97
	4	1018	2065	2,03	1373	2667	1,94
	5	1156	2170	1,88	1428	2590	1,81
	6	1102	2184	1,98	1502	2506	1,67
	7	1211	2167	1,79	1470	2469	1,68
	Ortalama	1080	2115	1,97	1402,8	2589,8	1,85
	B2	2	995	2056	2,07	1398	2733
3		1009	2041	2,02	1353	2542	1,88
4		1075	2065	1,92	1368	2667	1,95
5		1173	2170	1,85	1490	2646	1,78
6		1106	2184	1,98	1489	2506	1,68
7		1207	2166	1,79	1443	2469	1,71
Ortalama		1094,2	2113,7	1,94	1423,5	2593,8	1,83

CA;Canlı ağırlık; YT;3-8. Haftalar arasındaki yem tüketimi; YYO;Yemden yararlanma oranı

Diğer yandan canlı ağırlıktaki gelişmelere bağlı olarak yemden yararlanma düzeyinde de önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Bu değerlerin hatların özelliklerine ve seleksiyon kriterlerine göre farklılık göstermesi beklenen bir durum olup (Flock ve ark., 2005; Hocking, 2005; Thiruvenkadan ve ark., 2011) A2 ve B2 hatları ağırlık ve göğüs alanının seleksiyonda daha fazla dikkate alındığı hatlardır. Ayrıca yemden yararlanmaya seleksiyonda ağırlık verilmesinin bunda etkisi yüksektir (Pym ve ark., 1998; Emmerson, 2003). Seleksiyonun göğüs ölçüsüne ait özellikleri kapsamı, canlı ağırlık kazancı kadar yemden yararlanmayı da olumlu etkilemektedir (Schmidt ve ark., 2006). Ayrıca yemden yararlanma yönünde yapılan seleksiyon abdominal yağ düzeyini azaltarak yemden yararlanmayı olumlu etkilemektedir (Leeson ve Summers, 2000).

Saf hatlarda farklı dönemlerde yumurta verimi bakımından farklılıklar olmakla birlikte, ana hatları daha yüksek yumurta verimine sahip olmuştur (Çizelge 8). Temel üreme hattı olan A1'de tüm dönemlerde 75 adet ve üzerinde olan yumurta verimi dönemler ortalaması olarak 78.8 adet olarak belirlenmiştir. Diğer hatlarda beklediği üzere yumurta verimleri daha düşük bulunmuştur. Özellikle baba hatlarında erkek ve dişilerde yüksek canlı ağırlığa göre seleksiyonun etkisiyle yumurta verimleri çoğaltmaları yapacak seviyelerde kalmıştır (Leeson ve Summers, 2000). Kuluçkalık yumurta verimi açısından da

benzer bir durum söz konusudur. Söz konusu materyal ile yapılan bir çalışmada da A1 hattının, ana ebeveyn özelliği bakımından uygun sonuçlar verdiği görülmüştür. (Oğuzhan ve ark., 2019). Anadolu-T'nin büyük ebeveyn sürülerinde ana hattı dişisi olarak kullanılan A1 hattının değişik dönemler ortalaması olarak 40.hafta kuluçkalık yumurta verimi 71,8 adet olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 8). Bu değer ticari firmalardan alınan ebeveyn verimleri ile benzer düzeyde (68,8) olduğu görülmüştür (Aviagen, 2021). İslah işletmelerinin tamamında benzer eğilimler olmakla birlikte, özellikle temel üreme hattı olarak kullanılan ana hattında yumurta üretiminin artmasına dönük uygulamalara daha fazla önem verilmektedir (Mcgray ve ark., 2002; Decuyper ve ark., 2006).

Etlük piliç ebeveyni olacak hatlarda üreme performansı, büyüme hızındaki artışa bağlı olarak azalmaktadır. Bu iki özellik arasındaki negatif genetik korelasyonlar ve yumurta veriminin kalıtım derecesinin düşüklüğü bazı hatlarda yumurta verimi ile gelişme düzeyi arasında farklılık meydana getirmektedir. Ebeveyn üretiminde yapılan melezlemelerde bu özellikte heterosisten yararlanmayı öngören uygulamalar yapılmaktadır. Benzer etkileşimlerin horozlarda sperm özellikleri ve çiftleşme aktivitesi açısından da etkili olduğu bilinmektedir (Siegel, 1959; Cahaner ve ark., 1986; Schmidt ve ark., 1994; Schmidt ve ark., 1998). Bu veriler ışığında planlanan seleksiyon çalışmalarında A1 saf ana hattı temel üreme hattı olarak değerlendirilmiştir. Nitekim A1 hattına ait

önceki çalışmalarda da benzer değerlendirmeler yapılmıştır (Oğuzhan ve ark., 2019). Diğer yandan saf hatların ve karşılıklı melezlemelerle üretilen ebeveynlerin verim özelliklerinin ortaya koyulduğu çalışmalarda A1 hattının 65 haftalık yaşta en yüksek yumurta verimine sahip olduğu, ebeveyn üretimlerinde de A1'in kullanıldığı melezlemelerden daha iyi sonuç alındığı görülmüştür (Erensoy ve Sarıca, 2022). Ayrıca etlik piliç üretimi için yapılan dörtlü melezlemelerden de heterosis görülme oranında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır (Erensoy ve Sarıca, 2023).

Ebeveyn üretiminde kullanılan saf hatlarda kuluçka için yumurta ağırlığı en önemli etkenlerdendir. Üzerinde çalışılan saf hatlara ait yumurta ağırlıkları 40 haftalık yaşa kadarki

yumurtalar olduğu için ağırlık kısmen düşüktür. Uzun süreli yapılan test çalışmalarında yumurta ağırlıkları daha yüksek bulunmuş, yumurtalarda kuluçkalık oranları da %95'in üzerinde belirlenmiştir (Erensoy ve Sarıca, 2022). Etçi ebeveyn ve saf hatlarda genellikle 50-65 haftalık yaşlarda üretilen yumurtaların ağırlıkları nedeniyle kuluçkada sorunlar yaşanabilmektedir (Elibol, 2018). Yumurta ağırlıklarının 25-40 haftalık dönemlerdeki değişimleri, tüm saf hatlarda yumurta ağırlığının 50 gramin üzerine çıkma yaşı 26-28 haftalık yaşlarda gerçekleşmiştir (Çizelge 8). Bu sonuçlar saf hatlardan büyük ebeveyn ve ebeveyn üretimi sağlandığında kuluçka planlaması açısından uygun olduklarını göstermektedir (Leeson ve Summers, 2000).

Çizelge 7. Anadolu-T üretiminde kullanılan saf hat erkeklerde CAA, YT, YYO ve GA özelliklerinin değişimi

Table 7. Changes in CAA, YT, YYO and GA traits in pure line males used in Anadolu-T production

Saf hatlar	Özellikler	Generasyon/Yıl	N	X	Sx	VK (%)
A1	49-63.gün CAA (g)	5	119	359	50,41	14,05
		6	222	355	33,87	9,54
		7	241	374	40,96	10,97
	49-63.gün YT (g)	5	119	924	-	-
		6	222	836	-	-
		7	241	821	-	-
	49-63.gün YYO	5	119	2,630	0,41	15,54
		6	222	2,377	0,26	10,76
		7	241	2,228	0,29	13,20
	49.gün GA (cm ²)	6	222	68,682	4,02	5,85
		7	241	72,562	4,57	6,29
	A2	49-63.gün CAA (g)	5	118	360	46,87
6			139	362	43,57	12,04
7			179	354	35,18	9,93
49-63.gün YT (g)		5	118	924	-	-
		6	139	848	-	-
		7	179	816	-	-
49-63.gün YYO		5	118	2,610	0,36	13,61
		6	139	2,379	0,30	12,41
		7	179	2,327	0,24	10,20
49.gün GA (cm ²)		6	139	66,668	4,74	7,10
		7	179	71,680	3,68	5,14
B1		49-63.gün CAA (g)	5	117	333	42,77
	6		167	372	31,87	8,56
	7		199	345	40,33	11,70
	49-63.gün YT (g)	5	117	896	-	-
		6	167	836	-	-
		7	199	815	-	-
	49-63.gün YYO	5	117	2,745	0,42	15,11
		6	167	2,262	0,19	8,59
		7	199	2,397	0,31	12,76
	49.gün GA (cm ²)	6	167	76,317	5,65	7,40
		7	199	76,029	4,73	6,23
	B2	49-63.gün CAA (g)	5	120	306	50,46
6			166	372	32,13	8,64
7			210	344	34,17	9,94
49-63.gün YT (g)		5	120	924	-	-
		6	166	836	-	-
		7	210	815	-	-
49-63.gün YYO		5	120	3,102	0,52	16,86
		6	166	2,264	0,20	8,78
		7	210	2,395	0,26	10,63
49.gün GA (cm ²)		6	166	84,049	8,36	9,95
		7	210	74,478	5,17	6,95

CAA:Canlı ağırlık artışı; YT:Yem tüketimi; YYO:Yemden yararlanma oranı; GA:Göğüs alanı; N:Sayı; X:Ortalama; Sx:Standart hata; VK:Varyasyon katsayısı

Çizelge 8. Saf hatlarda farklı dönemlere ait yumurta verimi, kuluçkalık yumurta verimi ve yumurta ağırlıklarının değişimi (40.hafta)

Table 8. Changes in egg yield, hatching egg yield and egg weights in pure lines for different periods (40th week; number, hen/day)

Saf Hatlar	Yumurta verimi (adet, tavuk/gün)						Ortalama	
	Dönemler (generasyon-yıl)							
	2	3	4	5	6	7		
A1	76	83	80	82	77	75	78.8	
A2	64	68	72	69	65	62	66.7	
B1	48	61	63	63	55	54	57.3	
B2	54	69	66	65	64	58	62.6	
Saf Hatlar	Kuluçkalık yumurta verimi (adet, tavuk/gün)						Ortalama	
A1	-	76	66	75	72	70		71.8
A2	-	58	65	66	63	60		62.4
B1	-	57	57	56	52	52	54.8	
B2	-	65	59	60	62	57	60.6	
Saf Hatlar	Yumurta ağırlığı (g)						Ortalama	
A1	60,4	59,0	60,6	59,8	59,1	58,1		59,5
A2	57,0	56,0	56,6	55,8	55,7	54,3		55,9
B1	58,8	57,9	57,9	58,9	57,6	57,5	58,1	
B2	60,0	58,0	58,3	58,4	57,5	56,8	58,2	

Ticari sürülerin üretilmesinde kullanılan melezleme yöntemine devam edildikçe saf hatlarda görülebilen akrabalı yetiştirme ile ilgili sorunların büyük ebeveyn ve ebeveyn sürülerinde görülmesi sözkonusu değildir. Bu nedenle ülkemizde de saf hatlarla etlik piliç ebeveyn üretiminde önemli aşamalar sağlanabilmiştir (Sarica ve ark., 2019; Sarica ve ark., 2024). Ülkemizde 2016 yılından itibaren saf hatlarla etlik piliç ebeveyn üretim çalışmalarında gerek materyalde gerekse araştırma-üretim altyapısında önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Bu güne kadar saf hatlardan üretilen tüm alternatif ebeveyn (6 farklı ebeveyn adayı) testleri ile bunlardan dörtlü melezleme ile üretilen tüm hibritler (12 hibrit grubu) verim özellikleri bakımından ticari hibritlerle karşılaştırılmıştır (Erensoy ve Sarica, 2022; Erensoy ve Sarica, 2023). Aynı şekilde saf hatların her generasyonda etlik piliç performansları ticari hibritlerle karşılaştırılarak test edilmekte, saf hatlardaki seleksiyon çalışmaları için veri oluşturulmaktadır (Sarica ve ark., 2024).

Etlik piliç ebeveyn üretiminde kullanılmak üzere ıslah çalışmaları sürdürülen saf hatlardan elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- Altı generasyon boyunca hiçbir saf hatta başlangıç dönemine göre canlı ağırlıklarda gerileme olmamış, özellikle 8 haftalık yaş dikkate alındığında tüm saf hatlarda ilerleme sağlanmıştır.
- Sekiz haftalık yaşta belirlenen yemden yararlanma değerlerinde de tüm saf hatlarda olumlu gelişmeler sağlanmıştır.
- Saf hatların yumurtlama dönemi 40 haftalık yaşla sınırlandırılmıştır. Bunda gelecek generasyona ait çoğaltmalar için yer açılması ve generasyonlar arası sürenin uzatılmaması etkili olmuştur. Saf hatların aile düzeyinde 40 haftalık yaşta verdiği yumurta ve kuluçkalık yumurta verimleri büyük ebeveyn düzeyindeki ticari hatlarla büyük oranda benzerlik göstermektedir. Gelecekte bunların ticari hatlarla aynı koşullarda teste alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır.
- Saf hatlarda yapılan bazı çalışmalarda ana hatlarında yumurta ve döl veriminin biraz daha yükseltilmesi;

hibrit düzeyinde ise 1,68-1,70 düzeyinde gerçekleşen yemden yararlanma oranının, 1,50-1,60 arasında gerçekleşmesini sağlayacak uygulamalara gidilmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Mevcut varyasyonun gelecek nesiller için belirli bir düzeyde daha ağır erkeklerin seçilmesi ile canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranında önemli derecede iyileşmelerin sağlanabileceği düşünülmektedir (Sarica ve ark. 2024).

Geleceğe dönük projelerde yemden yararlanmanın iyileştirilmesi, saf hatlarda kanat tüylenme hızı ile ilgili genetik yapının korunması, klasik seleksiyona ilaveten moleküler tekniklerin kullanımı için hazırlıklar yapılarak kademe kademe uygulamaya koyulması ve iki yöntemin kombine edilmesi daha etkin sonuçlar sağlayacaktır. Özellikle yem değerlendirmeye dönük yeni seleksiyon uygulamalarının planlamaları yapılmış (Ömür boyu yemden yararlanma oranı testi vb.) olup söz konusu özellik açısından etkin sonuçlar alınması beklenmektedir.

- Ana hatlarında 2 adet yavaş (A1 ve A3), 1 adet ise hızlı tüylenen hat bulunmaktadır. Bu durum ana ebeveyn üretiminde ikili melezlemelerde günlük civcivlerde kanat tüylenme hızına göre cinsiyet ayırımı sağlayan ebeveyn üretimine imkân vermektedir.
- Bu çalışmanın sonuçlarında performans özelliklerine yer verilmemesine karşın, saf hatlardan üretilen ana ve baba hattı ebeveynlerde Ondokuz Mayıs Üniversitesinde test çalışmaları yapılmış (Sarica ve ark., 2021a, 2021b), bunlardan üretilen hibritler ticari hibritlerle karşılaştırılarak sonuçlar raporlandırılmıştır (Sarica ve ark., 2019). Bu materyal ile aynı üniversitede biri tamamlanmış ikisi ise devam etmekte olan toplamda 3 adet doktora çalışması bulunmaktadır. Farklı üniversitelerin Veterinerlik fakültelerinde 2 farklı doktora çalışması ise devam etmekte olup ayrıca bu materyal ile ilgili bir adet yüksek lisans tezi tamamlanmıştır.
- Araştırma ve uygulama çalışmalarında elde edilen verilerden hareketle TAGEM'in önerisi ile hatların ebeveyn düzeyinde özel sektörle paylaşılmasına karar

verilmiştir. Yapılan üretimler sonucunda; 2018 yılında 5 firmaya 40.000, 2021 yılında 2 firmaya 25.000, 2022 yılında ise 9 firmaya 113.000 adet olmak üzere toplamda 178.000 adet damızlık materyal deneme amaçlı verilmiştir. Özel sektör ile paylaşılmaya başlanan materyal ile ilgili diğer bir konu ise piyasada kısmen küçük karkas ağırlığında ızgaralık (grill) piliç ihtiyacının bu materyal ile karşılanabileceğidir. Zira yapılan test çalışmalarında 5 haftalık yaşa kadar Anadolu-T hibritlerinde canlı ağırlık kazancı ve yemden yararlanma performansı ticari hatlarla benzerlik gösterirken, son 7-10 günde gelişme hızı kısmen düşerek yemden yararlanma da geri kalmaktadır. Dolayısıyla 5 haftada ticari uygulamalarda seyreltme adı verilen uygulama yerine bu hatların melez döllerini olan Anadolu-T 'nin bazı işletmelerde kullanılmasıyla önemli getiri sağlanabileceği düşünülmektedir.

- Yapılan araştırma ve uygulamalardaki birikim derlenerek hatların tescil işlemleri için başvuru yapılmış, mevzuat gereği işlemler tamamlanarak, 10 Eylül 2020 tarih ve 31240 sayılı Resmî Gazetede bu saf hatlardan üretilen materyal Anadolu-T ismiyle tescil edilmiştir.

Sonuç olarak, ıslah çalışmaları uzun süreli, emek ve bilgi birikimi ile gerçekleşmekte, bazen ürün elde etme sağlanamamaktadır. Bu projeden ortaya çıkanlar gelecek için ümit vericidir. Çalışma ekibinin niteliği ve niceliğinin artırılması, işçilik ve altyapıdaki eksikliklerin tamamlanması ve özel sektör ile uzun süreli anlaşmaya dayalı işbirliği protokolleri ile gelecekte daha etkin sonuçlar alınabilecektir.

Teşekkür

Bu makale Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nce yürütülmekte olan ve 2017-2022 yılları arasında kapsayan "TAGEM/HAYSÜD/Ü/17/A4/P4/424" numaralı projesinin sonuçlarının bir kısmını içermektedir. Enstitü ve proje çalışanlarına verdikleri emek için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Adalığ, H. (1989). ERBRO etlik piliç ana-baba soylarının seleksiyonla ıslahı ve yeni soylar geliştirme projesi. *1989 Yılı Gelişme Raporu, Erbeyli, Aydın*.
- Akbay, R. (1968). *Kasaplık piliç yetiştiriciliğinde Cornish xLeghorn melezlerinden faydalanma imkanları üzerinde araştırmalar*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:519, Ankara.
- Arthur, J. A., & Albers, G. A. A. (2003). *İndustrial perspective on problems and associated with poultry breeding*. In: Muir W.M., Aggrey, S.E., (Editors) *Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology*, pp.1-12. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK.
- Aviagen. (2021). Ross grand parent and parentstock performances. <https://aviagen.com/> [Erişim tarihi: 01 Ekim 2023].
- Cahaner, A., Nitzan, Z., & Nir, I. (1986). Reproductive performance of broiler lines divergently selected on abdominal fat. *Poultry Science*, 65:1236-1243 <https://doi.org/10.3382/ps.0651236>

- Decuypere, E., Hocking, P. M., Tona, K., Onagbesan, O., Bruggeman, V., Jones, E. K. M., Cassy, S., Rideau, N., Metayer, S., Jago, Y., Putterflam, J., Tesseraud, S., Collin, A., Duclos, M., Trevidy, J. J., & Williams, J. (2006). Broiler breeder paradox; a Project report. *World's Poultry Science Journal*, 62:443-453.
- Düzgüneş, O. (1985). *Memleketimizde hibrit ebeveyn soyları geliştirme çalışmaları*. Ulusal Tavukçuluk Sempozyumu'85, 66-73, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Adana.
- Elibol, O. (2018). *Embriyo Gelişimi ve Kuluçka. Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme Hastalıklar*. Pp:151-189, Editörler M.Türkoğlu, M.Sarıca, Bey Ofset Matbaacılık, Ankara.
- Emmerson, D. (2003). *Breeding objectives and selection strategies for broiler production*. Muir, W.M. and Aggrey, S.E., (Editors) *Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology*, pp:133-136. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK.
- Erensoy, K., & Sarıca, M. (2022). Fast growing broiler production from genetically different pure lines in Turkey. 1. Parental traits: growth, feed intake, reproduction, and hatching traits. *Tropical Animal Health and Production*, 54(5). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03319-z>
- Erensoy, K., & Sarıca, M. (2023). Fast growing broiler production from genetically different pure lines in Turkey. 2. Broiler traits: growth, feed intake, feed efficiency, livability, body defects and some heterotic effects. *Tropical Animal Health and Production*, 55(1). <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03461-2>
- Excutive Guide to World Poultry Trends (2022), Access 2023. https://www.poultrytrends.com/poultrytrends/november_2022/MobilePagedReplica.action?pm=2&folio=12#pg14 [Erişim tarihi: 01 Ekim 2023].
- FAO (2024), Access 2024, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [Erişim tarihi: 01 Ocak 2024].
- Flock, D. K., Laughlin, K. F., & Bentley, J. (2005). Minimizing losses in poultry breeding and production: how breeding companies contribute to poultry welfare. *World's Poultry Science Journal*, 61:227-237. <https://doi.org/10.1079/WPS200560>
- Havenstein, G. B., Ferket, P. R., Scheideler, S. E., & Larson, B. T. (1994). Growth, liveability, and feed conversion of 1957 vs 1991 broilers when fed typical 1957 and 1991 broiler diets. *Poultry Science* 73:1785-1794. <https://doi.org/10.3382/ps.0731785>
- Hocking, P. M. (2005). Review of QTL mapping results in chickens. *World's Poultry Science Journal*, 61:215-226. <https://doi.org/10.1079/WPS200461>
- Kleyn, F. J., & Ciacciariello, M. (2021). Future demands of poultry industry: will we meet our commitments sustainably in developed and developing economies? *World's Poultry Science Journal*, 77(2):267-278. <https://doi.org/10.1080/00439339.2021.1904314>
- Leeson, S., & Summers, J. D. (2000). *Broiler Breeder Production*. University Books, Guelp, Ontario, Canada NIH 6NS, 301 p.
- Mcgray, S., Estevez, I., Bakst, M. R., & Pollock, D. L. (2002). Phenotypic traits as reliable indicators of fertility in male broiler breeders. *Poultry Science*, 81(1):102-111. <https://doi.org/10.1093/ps/81.1.102>
- OECD-FAO. (2012), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021*, OECD Publishing and FAO. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-en
- Oğuzhan, E., Yetişir, R., Özkan, İ., & Harman, H. (2019). Etlik Piliç Ebeveynleri Geliştirmek Amacıyla Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde Yetiştirilen Ana Ebeveyn Saf Hatlarının Yumurtlama Dönemine Ait Bazı Verim Özellikleri. *Journal of Poultry Research*, 16(1), 7-13. <https://doi.org/10.34233/jpr.513703>

- Pym, R. A. E., Popovic, B., & Rodero, D. A. V. (1998). *Selection for breast meat yield in Japanese quail using real time ultrasound*. Proc. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, Australia. January 11-16, 1998.
- Sarıca, M., Akbay, R., & Erensoy, K. (2024). *Current Situation and Recommendations in Broiler Breeding Studies in Türkiye (Pure line studies at Transitional Zone Agricultural Research Institute)*. International Poultry Congress, May, 8-11, Bursa, Türkiye, Congress Book, 69.
- Sarıca, M., Yamak, U. S., & Erensoy, K. (2021a). *Yerli etlik piliç ıslahında kullanılan hatlardan karşılıklı melezleme ile ebeveyn ve hibrit üretimi*. OMÜ BAP PYO.ZRT.1901.18.014 No'lu Proje Sonuç Raporu (Yayınlanmamış), Samsun.
- Sarıca, M., Erensoy, K., Oğuzhan, E., Yeter, B., & Camci, Ö. (2021b). Effects of Male Selection for Body Weight on Performance of Offsprings in Broiler Pure-Lines. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 23(3). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1464>
- Sarıca, M., Yamak, U. S., Boz, M. A., Oğuzhan, E., Çağlak, S., Özkan, İ., & Erensoy, K. (2019). *Etlik piliç ebeveynleri geliştirme kapsamında ebeveyn hatların melez döllerinin gelişme ve et kalitesi özelliklerinin belirlenmesi*. TAGEM/16/ARGE17 No'lu Proje Sonuç Raporu, TAGEM, 58 s., Ankara.
- Schmidt, G. S., Figueiredo, E. A. P., Ledur, M. C., & Fairful, R. W. (1994). *Selection for reproductive traits in a White egg stock breeding programme*. Proc. 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. University of Guelph, August 7-12, 1994.
- Schmidt, G. S., Figueiredo, E. A. P., Ledur, M. C., & Munari, D. P. (1998). *Correlated response on reproductive traits when broiler lines are selected for body weight*. Proc. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia, January 11-16, 1998.
- Schmidt, G. S., Figueredo, E. A. P., Ledur, M., De Avila, V. S., & Scheuermann, G. N. (2006). *Effect of selection for breast size in broilers*. Proc. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, MG, Brasil, August 13-18, 2006.
- Siegel, P. B. (1959). Evidence of a genetic basis for aggressiveness and sex drive in the White Plymouth Rock. *Poultry Science*, 38:115-118. <https://doi.org/10.3382/ps.0380115>
- Thiruvankadan, A. K., Prabakaran, R., & Panneerselvam, S. (2011). Broiler breeding strategies over decades: an overview. *World's Poultry Science Journal*, 67:309-336. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000328>
- Türkoğlu, M., & Sarıca, M. (2018). *Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar*. pp:324-370, Editörler M.Türkoğlu, M.Sarıca, Bey Ofset Matbaacılık, Ankara.



Effect of Different Iron Fertilizer Applications on the Chlorophyll, Active Iron and Nutrient Contents of Kiwifruit Leaves

Ceyhan Tarakçıoğlu^{1,a,*}, Derya Türüdü^{2,b}

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu, Türkiye

²Yağlıdere İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Giresun, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 06.11.2023 Accepted : 28.05.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Kiwifruit Iron chlorosis Chelates FeSO₄ Foliar and soil applications</p>	<p>This study was carried out to determine the prevention levels of iron (Fe) chlorosis in kiwifruit by soil application of Fe-EDDHA, Fe-DTPA, Fe-HBED, FeSO₄ and foliar application of Fe-DTPA, Fe-EDTA, FeSO₄ and Fe-Nano fertilizers. While soil treatment was 5g Fe application, foliar treatments was 10 mg L⁻¹ Nano-Fe and the other fertilizers were 75 mg Fe L⁻¹ doses per tree. Leaf samples were taken at different periods (flowering, fruit set, mid season) and their effects on the total and active Fe, total chlorophyll and some nutrient contents of the plants were investigated. According to the results, it was determined that although total Fe content of kiwifruit leaves decreased after the flowering period, active Fe and chlorophyll contents and active Fe/total Fe ratio increased. Leaves have usually sufficient levels of nutrient contents except for Fe and Mg in all treatments. On the other hand, it was determined that foliar applications of Fe-EDTA, FeSO₄ and Fe-DTPA and soil applications of FeSO₄, Fe-HBED and Fe-EDDHA were more effective in preventing of Fe chlorosis in kiwifruit, respectively.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1548-1556, 2024

Farklı Demirli Gübre Uygulamalarının Kivi Yapraklarının Klorofil, Aktif Demir ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 06.11.2023 Kabul : 28.05.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Kivi Demir klorozu Şelatlar FeSO₄ Yaprak ve topraktan uygulama</p>	<p>Bu çalışma, topraktan Fe-EDDHA, Fe-DTPA, Fe-HBED ve FeSO₄ ile yapraktan Fe-DTPA, Fe-EDTA, FeSO₄ ve Fe-Nano gübre uygulamalarının kivi bitkisinde demir (Fe) klorozunu önleme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Toprakta ağaç başına 5 g Fe uygulanırken, yapraktan Fe-Nano 10 mg L⁻¹, diğer gübreler ise 75 mg Fe L⁻¹ dozlarında uygulanmıştır. Farklı dönemlerde (çiçeklenme, meyve tutumu ve vejetasyon ortası) yaprak örnekleri alınarak bitkilerin toplam ve aktif Fe, toplam klorofil ve bazı besin elementi içeriklerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, kivi yapraklarının toplam Fe içeriği çiçeklenme döneminden sonra azalmakla birlikte; aktif Fe ve klorofil içerikleri ile aktif Fe/toplam Fe oranının arttığı tespit edilmiştir. Yapraklar, Fe ve Mg hariç, tüm uygulamalarda genellikle yeterli düzeylerde besin elementi içeriklerine sahip olmuşlardır. Diğer taraftan, sırasıyla yapraktan Fe-EDTA, FeSO₄ ve Fe-DTPA uygulamaları ile topraktan FeSO₄, Fe-HBED ve Fe-EDDHA uygulamalarının kivide Fe klorozunu önlemede daha etkili oldukları belirlenmiştir.</p>

^a ctarakcioglu@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-1846-2097>

^b deryaturudu28@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-5635-0914>



Giriş

Tarım topraklarının toplam demir içerikleri genellikle fazla olmakla birlikte, özellikle kireç kapsamı yüksek ve organik madde içeriği düşük olan topraklarda demir noksanlığı bitkilerin beslenmesi için önemli bir risk oluşturmaktadır. Demir içeren gübrelerin yapraktan veya topraktan uygulanması, klorozu önlemede uzun süreli etkili ve ekonomik olmayabilmektedir. Toprak ve yaprak analizleri, Fe eksikliğinin belirlenmesinde doğru bilgi vermeyebilmektedir. Klorozlu yaprakların toplam Fe içerikleri, yeşil yapraklardan daha yüksek olabilmekte ve teşhisi zorlaştırabilmektedir. Bu nedenle bitkilerde klorofil oluşumunda etkili olan aktif demir (Fe^{+2}) miktarının belirlenmesi gerektiği bildirilmiştir (Lang ve Reed, 1987; Marschner, 1995; Başar, 2000; Güneş ve ark., 2000).

Bilim adamları bitkilerde Fe noksanlığına karşı farklı stratejiler geliştirmeye çalışmaktadır. Bu konuda öncelikle farklı bitki çeşitlerinin demir etkinlikleri tespit edilmiş, klorozu dayanıklı etkin çeşitler ve anaçlar belirlenerek bitki doku kültürü yöntemiyle kirece dayanıklı anaçların ıslahı yapılmıştır (Horuz ve ark., 2016). Bu çalışmaların yanı sıra bazı araştırmacılar, çeşitli inorganik Fe tuzları ile demirli yan sanayi ürün veya atıkların kullanılması, toprak pH'sının düzenlenmesi, Fe-şelatların uygulanması, yapraklara düşük konsantrasyonda farklı seyreltik inorganik veya organik asitlerin püskürtülmesi, toprakta yaraysız formdaki demiri şelatlayıcı şelatörler ve son yıllarda da nanoteknoloji ile üretilen ürünlerin kullanılması gibi çeşitli uygulamalarla bitkilerde demir noksanlığını gidermeye çalışmışlardır. Bu konuda kivide Tagliavani ve ark. (1995) sitrik asit ve sülfürik asit uygulaması; Rombola ve ark. (2000, 2002a-b, 2003) Fe-malat, Fe-sitrat, Fe-DTPA, FeSO₄, Fe-EDTA, sentetik vitanit ve Fe-EDDHA uygulaması; Vizzotto ve ark. (1997, 1999) Fe-EDTA uygulamaları ile Fe noksanlığını gidermeye yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Ülkemizde kivi yetiştiriciliği 1988 yılında Marmara Bölgesi'nde başlamış ve Karadeniz Bölgesi'nde hızla yayılmıştır. Kivi bitkisinin toprak üstü ve toprak altı aksamı çok hızlı gelişim göstermekte, bitkinin yaşına ve terbiye sistemine göre dekara yaklaşık 4 ton meyve ürünü alınabilmekte olup; her yıl yapılan budama ve ürün hasadı ile topraktan fazla miktarda besin elementleri sömürülmektedir. Bu yüzden, kividen her yıl yüksek ürün alabilmek için toprakta eksik olan besin elementlerinin gübreleme ile verilmesi zorunludur. Kivi bitkisinde Yeni Zelanda'da N ve K, Kaliforniya'da Zn, İspanya ve İtalya'da Fe ve Mn noksanlıkları saptanmış olup; N, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve B noksanlıklarının verimde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Clark ve Smith, 1987; Smith ve ark. 1987a, 1988; Tagliavini ve ark. 2000; Xiloyannis ve ark. 2003, Xu ve ark. 2015). Ülkemizde yapılan çalışmalarda Doğu Marmara'da yıldan yıla vejetasyon periyodu içerisinde değişik oranlarda N, K, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn noksanlıklarına rastlanıldığı bildirilmiştir (Soyergin ve ark., 2003a, b). Tarakçıoğlu ve ark., (2007) Ordu İli kivi bahçeleri topraklarının genellikle yeterli miktarlarda besin element içerdiklerini, fakat yapraklarda farklı oranlarda N, P, K, Ca, Na ve Cl noksanlıklarına rastlandığını ve mikro besin elementi bakımından beslenme probleminin olmadığını tespit etmişlerdir. Yine Özkutlu ve ark. (2011) Ordu İli kivi bahçesi topraklarının genellikle yeterli

miktarda Fe içerdiğini; çiçeklenme döneminde yaklaşık %59, vejetasyon döneminde ise %6 oranında yapraklarda Fe noksanlığını olduğunu belirlemişlerdir. Fakat son yıllarda kivide artan verim ve bilinçsiz gübreleme neticesinde bazı makro besin elementlerinin yanı sıra Fe ve Zn noksanlıkları ile B toksikliği görülmeye başlanmıştır.

Bu çalışmada, demir klorozu görülen kivi bahçesinde topraktan ve yapraktan uygulanan demirli gübrelerin farklı örneklem dönemlerinde yaprakların toplam klorofil, aktif demir ve toplam demir ile bazı bitki besin maddesi içeriklerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Ordu İli Altınordu İlçesi'nde 2004 yılında T şeklinde ve 4 m × 5 m mesafeli 8 dişi Hayward ve 1 tozlayıcı Matua çeşidiyle (*Actinidia deliciosa* L.) dikim yapılan kivi bahçesinde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kivi bahçesinde son iki yıl çiçeklenme dönemi başlangıcında demir noksanlığı gözlenmiş, 2018-2019 vejetasyon döneminde bir yıl süreli bir çalışma planlanmıştır.

Araştırmada temel gübreleme (KONTROL) olarak Mart ayında her bir ağaca 120-60-60 g (N-P₂O₅-K₂O) kompoze gübreden [(20-10-10 + 7SO₃), DMPP inhibitörlü, (% 9 NO₃-N, % 11 NH₄-N)], Mayıs ayında ise 60 g N azotlu gübreden [(26-0-0 + 32 SO₃), DMPP inhibitörlü, (% 7,5 NO₃-N, % 18,5 NH₄-N)] taç iz düşümüne uygulanmış ve çapalanmıştır.

Topraktan ağaç başına 5 g Fe dozunda Fe-EDDHA (%6 Fe, o-o:4,8), Fe-DTPA (%7 Fe), Fe-HBED (%6 Fe), FeSO₄.7H₂O (%17 Fe) gübreleri 5 litre su içerisinde bitkinin taç iz düşümüne Nisan ayında uygulanarak çapalanmıştır. Yapraktan uygulamada ise Fe-DTPA (%7 Fe), FeSO₄.7H₂O (%17 Fe), Fe-EDTA combi (%2 Fe, NPK mikro) gübrelere 75 mg L⁻¹, Fe-Nano (6 g L⁻¹) gübresinden 10 mg L⁻¹ dozunda Mayıs ayında (2019 yılı) iki kez püskürtülmüştür. Demir içeren gübreler, topraktan yapılan uygulamalarda T-DTPA vb. gibi, yapraktan yapılan uygulamalarda ise Y-DTPA vb. gibi gösterilerek yorumlanmıştır.

Deneme bahçesinden 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış, Kacar (2016) tarafından aktarılan ve aşağıda belirtilen yöntemlerle analizi yapılmıştır. Bahçe toprağının kumlu killi tın tekstürlü (Bouyoucos, 1951), nötr reaksiyonlu (pH= 7,33 - 1:2,5 toprak:saf su; Grewelling ve Peech, 1960), orta kireçli (%13,8; Çağlar, 1949); orta organik maddeli (%2,30; Jackson, 1962) ve fazla azotlu (%0,177 toplam N; Bremner, 1965) olduğu saptanmıştır. Toprağın alınabilir P içeriği fazla (32,3 mg kg⁻¹; Olsen ve ark., 1954); ekstrakte edilebilir K (0,713 cmol kg⁻¹), Ca (8,33 cmol kg⁻¹) ve Mg (3,26 cmol kg⁻¹) içerikleri fazla bulunmuştur (Pratt 1965). Deneme bahçesi toprağının DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe içeriği orta (3,45 mg kg⁻¹) düzeyde iken, Zn (1,46 mg kg⁻¹) ve Cu içeriklerinin (1,85 mg kg⁻¹) yeterli, Mn içeriğinin ise az olduğu (7,25 mg kg⁻¹) belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Çalışmada demirli gübrelerin etkilerini belirlemek için üç farklı dönemde yaprak örnekleri alınmıştır. Bu amaçla, yaprak örnekleri meyve veren sürgünlerden çiçeklenme döneminde (29/05/2019) ilk çiçeklerin karşısındaki yapraklardan (Testolin ve Crivello, 1987); meyve tutum

döneminde (19/06/2019) son meyveden sonraki ikinci yapraklardan (Clark ve ark., 1986); vejetasyon ortası dönemde (17/07/2019) meyve olgunluğundan önce gelişimini tamamlamış en genç yapraklardan (Velemis ve ark., 1995) yapılmıştır. Yaprak analiz sonuçları, Çizelge 1'de sunulan optimum sınır değerlerine göre yorumlanmıştır.

Bitkide toplam klorofil (a+b) analizinde, taze kivi yaprağı (0,25 g) aseton ile (%80) havanda ezilerek balona süzülüş (25 ml), spektrofotometrede 645 ve 663 nm'de absorbanları ölçülmüş ve aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır. Formülde v= Hacim (ml), w= Yaprak ağırlığı (g), d645, d663nm'deki absorban okumasıdır (Bruinsima, 1963).

$$\text{Klorofil a} = [12,7 \times (d663) - 2,69 \times (d645)] \times (v/1000xw)$$

$$\text{Klorofil b} = [22,9 \times (d645) - 4,68 \times (d663)] \times (v/1000xw)$$

$$\text{Toplam Klorofil, mg g}^{-1} = \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b}$$

Bitkide toplam N analizi Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965), nitrik asit ile kuru yakılan yaprak örneklerinde toplam P molibdfosforik sarı renk yöntemiyle (Kitson ve Mellon, 1944), toplam K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise AAS'de Kacar ve İnal (2008)'in aktardığı metotlarla yapılmıştır. Aktif Fe analizi, 2 g kuru yaprak 1 N HCl asitle (15 ml) dört saat çalkalanmış, bir gece bekletilmiş, süzülüş, saf suyla 25 ml'ye tamamlanmış ve AAS'de okuma yapılmıştır (Takkar ve Kaur, 1984). Araştırma sonuçlarına ait verilerin varyans analizleri Minitab 17 paket programı kullanılarak yapılmış ve çoklu karşılaştırmalar için her dönem ayrı ayrı Tukey testine tabi tutulmuştur.

Çizelge 1. Kivi yapraklarının optimum besin elementi içerikleri

Table 1. Optimum nutrient contents of kiwifruit leaves

Örnekleme Dönemi Kaynak/ Element	Çiçeklenme		Meyve Tutumu		Vejetasyon Ortası	
	Testolin ve Crivello, (1987)		Clark ve ark., (1986)		Velemis ve ark., (1995)	
N, %	2,20 – 2,60		2,2 – 2,8		2,20 – 2,95	
P, %	0,18 – 0,25		0,18 – 0,22		0,20 – 0,60	
K, %	1,60 – 2,00		1,8 – 2,5		2,00 – 3,70	
Ca, %	2,50 – 3,00		3,0 – 3,5		2,10 – 5,00	
Mg, %	0,35 – 0,70		0,3 – 0,4		0,55 – 0,82	
Fe, mg kg ⁻¹	102 – 340		80 – 200		48 – 190	
Cu, mg kg ⁻¹	6 – 22		10 – 15		5 – 13	
Zn, mg kg ⁻¹	22 – 55		15 – 30		12 – 26	
Mn, mg kg ⁻¹	59 – 94		50 – 100		22 – 242	

Çizelge 2. Gübrelemenin yaprağın toplam ve aktif Fe içeriği ile aktif Fe/toplam Fe oranına etkileri

Table 2. Effect of fertilization on the total and active Fe content of the leaf and the active Fe/total Fe ratio

Dönem Gübre	Çiçeklenme Dönemi		Meyve Tutumu		Çiçeklenme Dönemi		Meyve Tutumu	
	Toplam Fe, mg kg ⁻¹		Aktif Fe, mg kg ⁻¹		Aktif Fe/Toplam Fe		Aktif Fe/Toplam Fe	
KONTROL	88,7 b*	81,3 a	25,2 b	28,1 e	0,284 cd	0,346 e		
T-EDDHA	93,9 ab	81,9 a	25,4 b	28,8 de	0,271 cd	0,352 de		
T-DTPA	90,4 b	71,7 b	27,5 ab	31,6 a-e	0,305 abc	0,441 ab		
T-HBED	90,4 b	76,9 ab	29,1 a	34,8a	0,322 ab	0,454 a		
T-FeSO ₄	91,8 ab	77,1 ab	26,7 ab	32,8 abc	0,291 bcd	0,426abc		
Y-DTPA	97,8 a	76,4 ab	25,5 b	30,6 b-e	0,261 d	0,401bcd		
Y-FeSO ₄	89,0 b	76,4 ab	29,5 a	32,7a-d	0,332 a	0,428abc		
Y-EDTA	94,3 ab	78,1 ab	27,4 ab	34,6ab	0,291 bcd	0,443ab		
Y-NANO	92,8 ab	76,2 ab	24,6 b	29,4cde	0,265 d	0,387cde		
Ortalama	92.12	77,33	26,77	31,49	0,291	0,409		

*Aynı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur.

Çizelge 3. Gübrelemenin yaprağın toplam klorofil içeriğine (mg g^{-1}) etkileri
 Table 3. Effect of fertilization on the total chlorophyll content (mg g^{-1}) of the leaf

Dönem / Gübre	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Artış, %
KONTROL	15,91 de*	22,22 cd	39,7 b
T-EDDHA	19,88 ab	24,02 bc	20,7 c
T-DTPA	14,27 e	21,77 cd	52,7 a
T-HBED	15,94 de	20,12 d	26,3 c
T-FeSO ₄	16,25 cde	23,68 bc	45,7 ab
Y-DTPA	17,15 cd	25,41 b	48,1 ab
Y-FeSO ₄	17,26 cd	20,41 d	18,7 c
Y-EDTA	21,80 a	30,70 a	40,9 ab
Y-NANO	18,05 bc	25,57 b	41,7 ab
Ortalama	17,39	23,77	37,17

*Aynı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur.

Yaprakların aktif Fe / toplam Fe oranları çiçeklenme döneminde 0,261-0,332 iken, meyve tutum döneminde artış göstererek 0,346-0,454 arasında değişmiştir. Çiçeklenme döneminde en yüksek oran Y-FeSO₄ ve T-HBED; meyve tutum döneminde ise T-HBED ve Y-EDTA uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Yaprakların toplam klorofil içeriği üzerine uygulamalar %1 düzeyinde önemli etkilerde bulunmuş olup; çiçeklenme döneminde yaprakların toplam klorofil içeriği 14,27-21,80 mg g^{-1} arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde en yüksek değerlere Y-EDTA ve T-EDDHA uygulamalarında ulaşılmıştır. Meyve tutum döneminde ise yaprakların klorofil içeriğinde artış gözlenmiş ve 20,12-30,70 mg g^{-1} arasında değişmiştir (Çizelge 3). En yüksek klorofil içeriği bu dönemde Y-EDTA uygulamasında belirlenmiş, Y-NANO, Y-DTPA ve T-EDDHA'nın etkisi istatistiki anlamda benzer olmuştur. Yine meyve tutum döneminde T-DTPA, Y-DTPA ve T-FeSO₄ uygulamalarıyla yaprakların klorofil içeriğinde sırasıyla %52,7, %48,1 ve %45,7 oranlarında artış saptanmıştır. Çiçeklenme döneminden sonra yaprakların toplam Fe içeriği azalmış olsa bile, aktif Fe ve klorofil içeriklerindeki artışla birlikte yapraklarda Fe klorozunun azaldığı gözlenmiştir.

Kacar (2019), amonyum azotu içeren gübrelerin toprak pH'sını asitleştirmesiyle Fe'in çözünürlüğünün ve yararlılığının arttığını bildirmiş olup; denemede kullandığımız temel gübrelerin inhibitörlü amonyum azotu ve kükürt içermesi, uygulamalar arasında çok belirgin bir fark görülmemesi, temel gübrelemenin de bitkilerin Fe ile beslenmesine katkı sağladığını düşündürmektedir. Ayrıca Tagliavini ve Rombola (2001), NO₃ alımının yaprak apoplastını bazikleştirerek Fe'i inaktif yaptığını, asitli çözeltilerin yapraklara uygulandığında klorozlu yaprakların tekrar yeşillendiğini; Rout ve Sahoo (2015) ise, üre gübresinin kütikülanın geçirgenliğini artırarak Fe alımını teşvik ettiğini belirtmişlerdir.

Genç yapraklara Fe taşınımının sınırlı olması nedeniyle bitkilere sürekli Fe uygulamasının yapılması gerektiği ve bitkilerin toplam Fe ile klorofil kapsamları arasında ilişki olduğu Güneş ve ark. (2000) tarafından bildirilmiş olup; Mirzapour ve Khoshgoftarmanesh (2013), aktif demir analizinin bitkilerin Fe ile beslenmesinde daha iyi bir gösterge olduğunu, Horuz ve ark., (2016) bitkilerde yeterli Fe olsa bile noksanlık belirtilerinin görülebileceğini ve klorozlu bitkilerin daha fazla toplam Fe içerebileceğini bildirmişlerdir.

Sonuçlarımızla benzer şekilde Smith ve ark. (1987b) kivide yaprak oluşumundan meyve tutum dönemine kadar yaprakların Fe içeriklerinin hızla azaldığını bildirmişlerdir. Tagliavini ve ark. (1995) yaprağa uygulanan Fe-DTPA'nın kiviinin aktif ve toplam Fe içeriğini arttırdığını saptamışlardır. Rombola ve ark. (2003) kivi bitkisinin yaprak kuru ağırlığı ve spesifik yaprak ağırlığı üzerine Fe-EDDHA ve vitanit uygulamalarının önemli etkilerde bulunduğunu, hızlı gelişen bitkilerde 'sulandırma etkisi' sebebiyle Fe miktarında artış olmadığını, yaprak uygulamalarının özellikle çiçeklenme döneminde Fe alımını hızlandıracağını, fakat bunun Fe klorozunu tamamen gideremeyeceğini ve bu yüzden vejetasyon periyodu içerisinde uygulamanın birkaç kez yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Lucena (2006), Fe-EDDHA'nın yaprakların aktif Fe içeriğini arttırdığını ve yaprakları tekrar yeşillendirdiğini belirtmiştir.

Pestana ve ark. (2001) yaprağa uygulanan FeSO₄'ın portakal çiçek ve yaprağının Fe ve Zn içeriklerini arttırdığını; Tagliavini ve Rombola (2001), topraktan uygulanan FeSO₄'ın kireçli topraklarda etkisiz kalacağını; Güneş ve ark. (2013) yapraktan uygulanan FeSO₄ ve Fe-Nano (%0,2)'nin armut ve elma yapraklarının Fe içeriğini arttırdığını; yapraktan FeSO₄ uygulamasının Deveci armudu (Gürel ve Başar 2016) ve zeytin (Başar ve Gürel, 2015; Bonyanpor ve ark., 2017) yapraklarının toplam Fe içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Yine Kumar ve ark., (2017) yapraktan mikroelement uygulamasının mandalina yapraklarının klorofil içeriğini; Rajaie ve Tavakoly (2018) ise topraktan Fe-EDDHA uygulamasının portakal yapraklarının klorofil içeriği ve Fe konsantrasyonu arttırdığını bildirmişlerdir.

Korkmaz ve ark. (2023) topraktan uygulanan Fe-EDDHA'nın kireçli toprakta yetiştirilen elma yapraklarının toplam ve aktif Fe ile klorofil konsantrasyonu üzerine önemli etkilerde bulunduğunu; Fe-kleytli gübrelerin orto-orto izomer oranı arttıkça bitkinin Fe alımını arttırdığını bildirmiş olup; Fe-HBED uygulamasında bizim sonuçlarımızla benzer şekilde aktif Fe/toplam Fe oranının en yüksek olduğunu saptamışlardır.

Demir Uygulamalarının Yaprakların Toplam Azot, Fosfor, Potasyum ve Kalsiyum İçeriklerine Etkileri

Yaprakların N içerikleri dönemsel olarak %3,21-3,37, %2,50-2,72 ve %2,27-2,50 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Demir uygulamalarının yaprakların N içerikleri üzerine sadece meyve tutum döneminde önemli etkilerde bulunduğu, Y-EDTA uygulaması dışında bütün uygulamaların istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Gübrelemenin yaprağın toplam N, P, K ve Ca içeriğine etkileri
Table 4. Effect of fertilization on the total N, P, K and Ca content of the leaf

Dönem	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Vejetasyon Ortası	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Vejetasyon Ortası
Gübre		Azot, %			Fosfor, %	
KONTROL	3,21	2,55 ab*	2,30	0,324 c	0,206 abc	0,181 b
T-EDDHA	3,33	2,59 ab	2,27	0,373 b	0,224 abc	0,187 ab
T-DTPA	3,36	2,50 b	2,35	0,406 ab	0,227 abc	0,198 ab
T-HBED	3,37	2,69 ab	2,49	0,413 ab	0,232 ab	0,201 ab
T-FeSO ₄	3,26	2,70 ab	2,46	0,407 ab	0,233 a	0,194 ab
Y-DTPA	3,32	2,70 ab	2,48	0,425 a	0,229 abc	0,208 a
Y-FeSO ₄	3,30	2,52 ab	2,27	0,417 ab	0,204 bc	0,185 ab
Y-EDTA	3,35	2,72 a	2,50	0,406 ab	0,210 abc	0,193 ab
Y-NANO	3,25	2,58 ab	2,35	0,405 ab	0,203 c	0,195 ab
Ortalama	3,31	2,62	2,39	0,397	0,219	0,194
		Potasyum, %			Kalsiyum %	
KONTROL	2,97 ab	1,97 c	1,66 ab	2,63	2,66 ab	3,31
T-EDDHA	3,00 ab	2,51 ab	1,71 ab	2,52	2,59 ab	3,46
T-DTPA	3,26 a	2,65 a	1,80 a	2,74	2,72 ab	3,57
T-HBED	3,23 ab	2,29 bc	1,87 a	2,52	2,55 ab	3,58
T-FeSO ₄	3,40 a	2,51 ab	1,79 a	2,70	2,75 ab	3,34
Y-DTPA	3,02 ab	2,11 c	1,87 a	2,94	2,95 a	3,81
Y-FeSO ₄	3,04 ab	2,04 c	1,72 ab	2,39	2,30 b	3,54
Y-EDTA	2,83 b	2,13 c	1,65 ab	2,60	2,68 ab	3,56
Y-NANO	3,04 ab	1,99 c	1,52 b	2,57	2,53 ab	3,65
Ortalama	3,09	2,24	1,73	2,62	2,64	3,54

*Aynı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur.

Kivi bitkisi yapraklarının toplam N içerikleri dönemsel olarak azalmakla birlikte, Çizelge 1’de verilen optimum değerler ile karşılaştırıldığında bütün dönemlerde kivi bitkisinin N bakımından beslenme probleminin olmadığı ve uygulanan gübre dozunun yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Mills ve ark. (2009) azot noksanlığının kivide yaprak alanı ve fotosentez oranını azaltarak bitki gelişimini ve ürün miktarını sınırladığını, Ku ve ark. (2018) ise vejetasyon periyodu içerisinde kivi yapraklarının N içeriğinin azaldığını saptamışlardır. Kivi bahçelerine yıllık olarak İtalya’da 15-60 kg N da⁻¹ (Lalatta ve ark. 1990), Yunanistan’da 10-40 kg N da⁻¹ (Jastas ve Therios, 1997) gübre uygulandığını; Özdemir ve Özyazıcı (2006) kivi için 8 kg N da⁻¹ gübre dozunun ekonomik olduğunu; Rombola ve ark. (2003) hasattan önce uygulanan 110 g N ağaç⁻¹ dozunun kivi meyvesinin N içeriğini arttırdığını fakat depo ömrünü azaltarak meyve kalitesini etkilediğini ve NO₃ yıkanmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Liao ve ark. (2019) kivide ağaç başına 6 kg organik ve 200 g N, P₂O₅ ve K₂O uygulamalarının gövde gelişimini, gövde çapını, klorofil içeriğini, meyve ve yaprağın besin maddesi içeriklerini arttırdığını saptamışlardır. Öztürk ve Tarakçıoğlu (2022), Ordu’da yürüttükleri bir çalışmada verim ve meyve kalitesi bakımından 200 g N ağaç⁻¹ uygulamasını ekonomik açıdan önermişlerdir. Vajari ve ark. (2018), kiviye yaprakdan uygulanan Üre (%1), ZnSO₄ (2000 mg L⁻¹) ve H₃BO₃ (1500 mg L⁻¹) gübre kombinasyonunun yaprak ve tomurcukların klorofil, çinko ve bor içeriklerinde önemli artışlar sağladığını belirlemişlerdir.

Yaprakların toplam P içeriği çiçeklenme döneminde %0,324-0,425, meyve tutumunda %0,203-0,233 ve vejetasyon ortasında ise %0,208-0,181 arasında değişmiş

ve Fe uygulamalarının etkisi bütün örnekleme dönemlerinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Vejetasyon döneminde kivi yapraklarının toplam P içerikleri azalma eğilimi göstermiş olup; Çizelge 1’de verilen optimum değerlerle karşılaştırıldığında, çiçeklenme döneminde bitkinin P içeriği optimum sınırların üzerinde iken; diğer dönemlerde kısmen optimum sınırlar içerisinde yer almıştır. Smith ve ark., (1988) diğer meyve ağaçlarına göre, kivin vejetasyon periyodu başlangıcında yaprakların P içeriğinin yüksek (> %1) olduğunu ve sonra azaldığını bildirmişlerdir. Mengel ve ark., (1984) yüksek miktarda P içeren bitkilerde demirin inaktif forma dönüştüğünü; Turan ve Horuz (2012), yüksek pH ve P konsantrasyonunun topraktan Fe alımını sınırladığını, Fe-fosfat çökmesinin hem kök bölgesinde hem de bitkilerin iletim dokularında gerçekleşebileceğini ve demirin çözünürlüğünün azalacağını belirtmişlerdir. Mirzapour ve Khashgoftormanesh (2013), bitkilerde Fe noksanlığının tahmininde P/Fe oranının iyi bir indeks olabileceğini bildirmişlerdir. İtalya’da kivi bahçelerine yıllık olarak 15-25 kg P₂O₅ da⁻¹ (Lalatta ve ark. 1990), Yunanistan’da 2-3 yılda bir 10-15 kg P da⁻¹ (Jastas ve Therios, 1997) gübre uygulandığını rapor etmişlerdir. Zuoping ve ark., (2017) Çin’de 10 yaşındaki kivi ağaçlarına ekonomik açıdan dekara 45 kg N, 22,5 kg P₂O₅ ve 30 kg K₂O gübre dozlarını önermişlerdir.

Gübre uygulamalarının yaprakların toplam K içerikleri üzerine etkisi bütün örnekleme dönemlerinde istatistiki bakımdan önemli bulunmuş ve dönemsel olarak %2,97-3,40, %1,97-2,65 ve %1,52-1,87 arasında değişmiştir (Çizelge 4). Yaprakların K içerikleri çiçeklenme döneminde optimum sınırların üzerinde iken, meyve tutumunda yeterli, vejetasyon ortasında ise düşük olarak belirlenmiştir. Smith ve ark. (1987c) kivide K

noksanlığında verimde %65 oranında azalma olduğunu, potasyumca noksan ağaçlarda bakteriyel çiçek çürüklüğü sebebiyle meyve sayısının azaldığını bildirmiş olup; özellikle vejetasyon ortasında ek K'lu gübrelemeyi önermişlerdir. Ordu ekolojik şartlarında 6-7 yaşındaki kivi bahçesine 400-500g K₂SO₄ ağaç⁻¹ (Cangi ve ark., 2003); dokuz yaşındaki kivi bitkisinde 400 g N ağaç⁻¹ ve 300 g K₂O ağaç⁻¹ (Tarakçıoğlu ve ark., 2006) gübre uygulaması ile en yüksek verim alındığını saptamışlardır.

Kivide Fe noksanlığının şiddeti arttıkça N, P ve K içeriklerinin arttığı (Tagliavini ve ark., 2000); portakalda FeSO₄ uygulamalarının yaprağın K, Fe-EDDHA uygulamalarının ise çiçeklerin K içeriğini artırdığı (Pestana ve ark., 2001) tespit edilmiştir. Akgül ve ark., (2013) topraktan uygulanan demir şelatların etkisinin farklı olduğunu ve şeftali yapraklarının K içeriğinin kontrole göre azaldığını saptamışlardır. Kivi bahçelerine yıllık olarak İtalya'da 15-30 kg K₂O da⁻¹ (Lalatta ve ark. 1990), Yunanistan'da 10-40 kg K da⁻¹ (Jastas ve Therios, 1997) gübre uygulandığı belirtilmiştir.

Yaprakların toplam Ca içeriği çiçeklenme döneminde %2,39-2,94, meyve tutumunda %2,30-2,95 ve vejetasyon ortasında ise %3,31-3,81 arasında değişmiş olup; dönemsel olarak artmıştır (Çizelge 4). Çizelge 1'de verilen optimum sınır değerleriyle karşılaştırıldığında, meyve tutum döneminde bitkilerin Ca bakımından yetersiz beslendiği fakat diğer iki dönemde optimum sınırlar içerisinde yer aldığı saptanmıştır. Toprakta ve bitkide fazla miktarda Ca bulunmasının, bitkilerdeki aktif Fe miktarını olumsuz yönde etkilediği (Turan ve Horuz 2012); kiviinin Ca gereksiniminin yüksek olduğu ve alınan Ca'un yaklaşık yarısının yapraklara taşındığı belirtilmiştir (Kotze ve Villiers 1989). Kivide budama ile transpirasyonun arttığı, bunun kiviinin organlardaki Ca birikimini artırarak kalite

özelliklerini geliştirdiği (Xiloyannis ve ark., 2003); hasat öncesi yapraktan uygulanan Ca'un, meyvenin Ca kapsamı ve meyve eti sertliğini arttırdığı saptanmıştır (Koutinas ve ark., 2010; Hashmatt ve ark., 2019).

Demir Uygulamalarının Yaprakların Toplam Magnezyum, Çinko, Mangan ve Bakır İçeriklerine Etkileri

Yaprakların Mg içerikleri dönemsel olarak %0,192-0,223, %0,215-0,249 ve %0,232-0,274 arasında değişmiş olup; gübre uygulamalarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5). Kivi bitkisi yapraklarının toplam Mg içerikleri dönemsel olarak artmakla birlikte, Çizelge 1'de verilen optimum sınır değerleriyle karşılaştırıldığında, bütün dönemlerde kivi bitkisinin Mg bakımından yetersiz beslendiği saptanmıştır. Toprakta NH₄, K, Ca ve Mn'in fazla miktarda bulunması Mg alımını ve taşınımını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Güneş ve ark. 2000). Araştırmamızda yaprakların Ca ve Mn içeriklerinin sezon içerisinde artış göstermesi, temel gübreleme amacıyla kullanılan gübrenin NH₄-N azotu içermesi, bitkinin Mg alımını ve taşınımını olumsuz yönde etkilemiş olabilir, bu yüzden Mg gübreleme önerilebilir. Clark ve Smith (1987), kivide Mg noksanlığının meyve sayısını azaltarak verimi etkilediğini, Mg noksanlığına karşı meyve tutum döneminden önce 20 kg Mg da⁻¹ uygulanmasının gerekli olduğunu önermişlerdir. Kivi yapraklarının Mg içeriklerinin sezon içerisinde artış gösterdiği saptanmıştır (Batelli ve Renzi 1990; Sharma ve ark., 2005).

Uygulamaların yaprakların toplam Zn içerikleri üzerine etkileri istatistiki bakımdan önemli bulunmuş olup; çiçeklenme döneminde 45,9- 56,6 mg kg⁻¹, meyve tutum döneminde 38,3-51,3 mg kg⁻¹ ve vejetasyon ortasında ise 33,9-44,5 mg kg⁻¹, arasında değişmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Gübrelemenin yaprağın toplam Mg, Zn, Mn ve Cu içeriğine etkileri

Table 5. Effect of fertilization on total Mg, Zn, Mn and Cu content of the leaf

Dönem	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Vejetasyon Ortası	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Vejetasyon Ortası
Gübre	Magnezyum, %			Çinko, mg kg ⁻¹		
KONTROL	0,195	0,215	0,232	47,4 bc*	40,1 de	35,0 c
T-EDDHA	0,192	0,222	0,249	52,8 ab	45,6 bc	40,5 b
T-DTPA	0,207	0,215	0,238	56,1 a	43,9 bcd	39,2 b
T-HBED	0,192	0,224	0,237	56,6 a	46,3 b	40,4 b
T-FeSO ₄	0,214	0,227	0,225	52,8 ab	41,4 cde	38,7 b
Y-DTPA	0,207	0,238	0,273	54,8 a	46,1 b	39,7 b
Y-FeSO ₄	0,202	0,223	0,251	53,1 ab	40,2 de	35,2 c
Y-EDTA	0,223	0,249	0,274	55,9 a	51,3 a	44,5 a
Y-NANO	0,201	0,216	0,263	45,9 c	38,3 e	33,9 c
Ortalama	0,204	0,225	0,249	52,8	43,7	38,6
	Mangan, mg kg ⁻¹			Bakır, mg kg ⁻¹		
KONTROL	64,0 ab	70,6 ab	76,7 ab	24,4 b	23,1 bc	19,3 b
T-EDDHA	67,5 a	70,4 ab	76,6 abc	28,5 ab	25,2 abc	19,7 ab
T-DTPA	51,6 d	56,5 d	65,3 e	28,9 ab	23,8 abc	21,7 ab
T-HBED	63,7 ab	73,5 a	79,2 a	34,4 a	30,1 a	22,0 ab
T-FeSO ₄	56,8 cd	61,5 cd	66,6 de	29,8 ab	25,8 abc	20,0 ab
Y-DTPA	63,8 ab	71,1 ab	77,7 ab	30,5 ab	26,7 abc	21,8 ab
Y-FeSO ₄	54,1 cd	59,9 d	66,4 e	34,8 a	28,6 ab	23,7 a
Y-EDTA	59,4 bc	66,8 bc	72,7 bcd	25,5 b	21,3 c	19,1 b
Y-NANO	58,4 bc	60,5 d	68,9 cde	34,8 a	27,2 abc	23,5 a
Ortalama	59,9	65,6	72,2	30,2	25,8	21,2

*Aynı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur.

Yaprakların Zn içerikleri çiçeklenme döneminden sonra azalmakla birlikte bitkinin Zn bakımından yeterli beslendiği saptanmıştır. EDTA gübresi Zn içerdiğinden bunun yaprağa uygulanmasıyla (Y-EDTA) yaprakların Zn içeriğinde artışlar oluşturmuştur. Tagliavini ve ark. (2000) kivide Fe noksanlığının şiddeti arttıkça Zn, Mn ve Cu içeriklerinin arttığını; Rajaie ve Tavakoly (2018) ise yaprağa püskürtülen asit özellikli Fe bileşiklerinin yaprakların Zn ve Cu içeriklerini önemli seviyede arttırdığını belirlemişlerdir. Torkashvand ve ark. (2016) 350 g Üre, 500 g TSP, 500 g K₂SO₄, 80 g FeSO₄'ın topraktan, %0,5 Zn-şelat, Fe-şelat ve Ca'un ise yapraktan uygulanmasının kiviinin verimini, meyve eti sertliğini, meyve pH'sını, meyve kuru madde yüzdesini arttırdığını; vejetasyon ortasında yapraktan Zn ve K uygulamasının ise verimi arttırdığını saptamışlardır.

Kivi bitkisi yapraklarının toplam Mn içerikleri üzerine uygulamaların etkisi önemli olmuş; çiçeklenme döneminde 51,6- 67,5 mg kg⁻¹, meyve tutumunda 56,5- 73,5 mg kg⁻¹ ve vejetasyon ortasında ise 65,3- 77,7 mg kg⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 5). Mangan bakımından bitkilerin çoğunlukla yeterli beslendiği ve vejetasyon periyodu içerisinde arttığı tespit edilmiştir. Loupassaki ve ark. (1997) Mn uygulamasının kivi yapraklarının Mn içeriğini arttırdığını; Hasani ve ark. (2012) Mn ve Zn'nun yapraktan uygulanması ile nar yapraklarının Fe içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Yapraklarının toplam Cu içerikleri üzerine uygulamaların etkisi önemli olmuş; dönemsel olarak 24,4-34,8 mg kg⁻¹, 21,3-28,6 mg kg⁻¹ ve 19,3-23,7 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 5). Yaprakların Cu içeriği sezon içerisinde azalmakla birlikte, optimum sınır değerlerinin biraz üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Baflar ve Zgümüfl (1999), FeSO₄ ve Fe-EDDHA uygulamalarının şeftali yapraklarının Fe içeriğini arttırdığını, yaprakların Cu, Zn ve Mn içerikleri ile Fe arasında negatif ilişki bulunduğunu belirlemişlerdir. Rajaie ve Tavakoly (2018), topraktan uygulanan Fe-EDDHA'nın yaprakların Mn, Zn, ve Cu içeriklerini arttırdığını, şelatlayıcı materyallerin ortamda uzun süre kalarak bu elementlerin yarayışlılıklarını ve bitkilerce alımını teşvik ettiğini literatürlerle ilişkilendirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Demir klorozu görülen kivi bahçesinde yürütülen bu çalışmada, yaprak ve topraktan uygulanan farklı demirli gübrelerin bitkinin toplam ve aktif Fe, klorofil içerikleri ile bazı besin maddesi içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Kivi bitkisi yapraklarının toplam Fe içeriği azalmakla birlikte; aktif Fe, aktif Fe/toplam Fe oranı ve klorofil içeriğinde farklı miktarlarda artışlar saptanmıştır. Yaprakların aktif Fe, aktif Fe/toplam Fe oranı ve klorofil içeriğindeki artışlara göre, kivide Fe klorozunu önlemek için yapraktan EDTA, FeSO₄ ve DTPA uygulamaları; topraktan ise FeSO₄, HBED ve EDDHA uygulamalarının etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca nano gübre uygulamasında 10 mg L⁻¹ düzeyinin 2-2,5 kat fazla uygulama yapılması ile etkili olabileceği düşünülmektedir.

Topraktan ve yapraktan yapılan demirli gübre uygulamaları ile temel gübre uygulamaları arasında istatistiki bakımdan benzerlikler söz konusu olup; yavaş salımlı, NH₄-N ve kükürt içeren iyi bir temel gübreleme

programı ile yapraktan önerilen uygulamaların etkili olabileceği kanaatine varılmıştır. Ayrıca kivi yapraklarının besin maddesi içeriklerinin genellikle optimum sınırlar içerisinde yer alması, temel gübrelemenin olumlu etkisini ortaya koymuş olup; meyve iriliği ve verimi, kalitesi ve depolanma koşulları üzerine etkili olan K ve Ca'un meyve tutum döneminden sonra yapraktan uygulanması ve noksan olan Mg'un gübreleme programı içerisine konulması önerilmektedir.

Bitki bünyesinde taşınımı sınırlı olan demirin, kivi gibi çiçeklenme döneminde hızlı gelişim gösteren bitkilerde noksanlığı görülebilmektedir. Bu dönemde yaprak boyutu küçük olduğu için uygulamada sorun yaşanması nedeniyle, kivi ağaçlarında demir klorozunu azaltmak için hasat öncesinde ve sonrasında yapraktan demir uygulaması yapılabileceği gibi, mart-nisan aylarında kurak geçen dönemlerde sulama sularına düşük oranda demir bileşiklerinin sık uygulanması, yapraktaki gibi rizosferde de Fe yarayışlılığını artırıcı uzun süreli ve daha kalıcı yeni stratejiler geliştirilmesi bakımından önem arz etmektedir.

Bilgi

Bu çalışma, Derya TÜRÜDÜ'nün "Farklı Gübrelerin Kivide Demir Klorozunun Önlenmesi ve Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi" isimli Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir. Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

Kaynaklar

- Akgül, H., Uçgun, K., & Altındal, M. (2013). Bazı şelatlı demir gübrelerinin şeftalide demir eksikliği klorozuna etkileri. *Meyve Bilimi*, 1(1), 12-17. ISSN: 2148-0036
- Baflar, H., & Zgümüfl, A. (1999). Effects of various iron fertilizers and rates on some micronutrient concentrations of peach trees. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 273-281
- Başar, H. (2000). Bursa yöresi şeftali ağaçlarında görülen sarılığa etkili etmenler üzerine bir araştırma. *Turk Journal Agricultural and Forestry*, 24, 237-245
- Başar, H., & Gürel, S. (2015). Response of Gemlik olive trees to soil and foliar treatments of iron in combination with zinc and boron. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(12): 1507-1524. <https://doi.org/10.1080/00103624.2015.1043458>
- Battelli, G., & Renzi, G. (1990). A nutritional survey of kiwi orchards in northern Italy. *Acta Horticulturae*, 282:173-186. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.282.22>
- Bonyanpor, A., Moafpourian, G., & Jamali, B. (2017). Effects of foliar and soil applied iron, manganese and zinc fertilizers on fruit quality of 'zard' olives. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 13(1):175-183
- Bruinsma, J. (1963). The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. *Photochem and Photobiol*, 2, 241-249. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1963.tb08220.x>
- Cangi, R., Tarakçıoğlu, C., & Yalçın, S.R. (2003). Potasyum sülfat ve potasyum humat gübre uygulamalarının Hayward kivi (*Actinidia deliciosa*) çeşidinde verim ve bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(4):402-407
- Clark, C.J., Holland, P.T., & Smith, G.S. (1986). Chemical composition of bleeding xylem sap from kiwifruit vines. *Annals of Botany*, 58: 353-362. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087213>
- Clark, C.J., & Smith, G.S. (1987). Magnesium deficiency of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Plant and Soil*, 104(2): 281-289

- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal, A. (2000). Bitki besleme ve gübreleme. Ankara Üniversitesi Basımevi. ISBN:975-482-516-5
- Güneş, A., İnal, A., & Söylemezoğlu G. (2013). Bitkilerde nano-Fe'in demir beslenmesi üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Ankür A.Ş.
- Gürel, S., & Başar, H. (2016). Effects of applications of boron with iron and zinc on the contents of pear trees. *Notulae Botanicae Horti Agrobotonici*, 44(1): 125-132. [https://doi: 10.15835/nbha4419896](https://doi.org/10.15835/nbha4419896)
- Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G., & Fatahi, R. (2012). Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(3): 471-480
- Hashmatt, M., Morton, A.R., Heyes, J.A., Armour, D., Lowe, T., Black, M., & Kerckhoffs, L.H.J. (2019). Effect of pre-harvest foliar calcium application on fruit quality in Gold3 kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 1253: 327-334. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1253.43>
- Horuz, A., Korkmaz, A., Akınoğlu, G., & Boz, E. (2016). Bitkilerde demir klorozunun giderilme yöntemleri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1): 32-42
- Jastas, P., & Therios, I. (1997). Nutrient survey of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. *Deliciosa Hayward*) in the district of pieria in Northern Greece. *Acta Horticulturae*, 444: 255-260. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.444.39>
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım. ISBN:978-605-395-036-3.
- Kacar, B. (2016). Fiziksel ve kimyasal toprak analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN:978-605-320-460-5
- Kacar, B. (2019). Sürdürülebilir tarımda mikro besin maddeleri. Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN:978-605-7895-25-7
- Korkmaz, A., Gökmen Yılmaz, G., Harmankaya, M., & Gezgin, S. (2023). Reduction of lime-based iron chlorosis in apple trees. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(1): 127-134. [https://doi: http://dx.doi.org/10.29278/azd.1263559](https://doi.org/10.29278/azd.1263559)
- Kotze, W.A.G., & Villiers, J. (1989). Seasonal uptake and distribution of nutrient elements by kiwifruit vines 1. Macronutrients. *South African Journal of Plant and Soil*, 6(4): 256-264. [https://doi: 10.1080/02571862.1989.10634523](https://doi.org/10.1080/02571862.1989.10634523)
- Koutinas, N., Satiropoulos, T., Petridis, A., Almaliotis, D., Deligeorgis, E., Therios, I., & Voulgarakis, N. (2010). Effects of preharvest calcium foliar sprays on several fruit quality attributes and nutritional status of the kiwifruit cultivar Tschelididis. *HortScience*, 45(6): 984-987. Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.6.984>
- Ku, Y.L., Xu, G.Y., Zhao, H., & Cao, C.L. (2018). Effects of humic acid compounded microbial fertilizer on soil improvement and fruit quality of elderly kiwifruit orchard. *Acta Agric Boreali-Sinica*, 33(3): 167-175. [https://doi: 10.7668/hbxb.2018.03.025](https://doi.org/10.7668/hbxb.2018.03.025)
- Kumar, N.C.J., Rajangam, J., Balakrishnan, K., Sampath, P.M., & Kavaya, M.V. (2017). Influence of foliar application of micronutrients on tree growth and chlorophyll status of mandarin orange (*Citrus reticulata* Blanco.) under lower pulney hills. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 5(2): 1100-1104. <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2730>
- Lalatta, F., Visai, C., & Failla, O. (1990). Application of leaf analysis on kiwifruit orchards in northern Italy. *Acta Horticulturae*, 282, 187-192. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.282.23>
- Lang, H.J., & Reed, D.W. (1987). Comparison of HCl extraction versus total iron analysis for iron tissue analysis. *Journal of Plant Nutrition*, 10(7): 107-116. <https://doi.org/10.1080/01904168709363610>
- Liao, Q., Ran, L., & Li, H. (2019). Effect of different proportions of fertilized fertilizer on kiwifruit fertilization. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ)*, 36(6):1708-1719
- Loupassaki, M.H., Lionakis, S.M., & Androulakis, I.I. (1997). Iron deficiency in kiwi and its correction by different methods. *Acta Horticulturae*, 444, 267-272. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.444.41>
- Lucena, J.J. (2006). Synthetic iron chelates to correct iron deficiency in plants. In: J. Abadía & L.L. Barton (Eds.), *Iron Nutrition and Interactions in Plants*. (pp. 103-128). Springer. [https://doi: 10.1007/1-4020-4743-6_5](https://doi.org/10.1007/1-4020-4743-6_5)
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press Inc. ISBN:0-12-473-542-8
- Mengel, K., Bübl, W., & Scherer, H.W. (1984). Iron distribution in vine leaves with HCO₃⁻ induced chlorosis. *Journal of Plant Nutrition*, 7(1-5):715-724. [https://doi:10.1080/01904168409363236](https://doi.org/10.1080/01904168409363236)
- Mills, T., Boldingh, H., Blattmann, P., Green, S., & Meekings, J. (2009). Nitrogen application rate and the change in carbohydrate concentration in leaves, fruit, and canes of gold kiwifruit. *Journal of Plant Nutrition*, 32(12): 2140-2157. [https://doi:10.1080/01904160903351606](https://doi.org/10.1080/01904160903351606)
- Mirzapour, M.H., & Khoshgoftarmanesh, A.H. (2013). Effect of soil and foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of pomegranate. *Journal of Plant Nutrition*, 36(1): 55-66. [https://doi:10.1080/01904167.2012.733049](https://doi.org/10.1080/01904167.2012.733049)
- Özdemir, O., & Özyazıcı, M.A. (2006). Samsun yöresinde kivi azotlu gübre ihtiyacı. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3): 303-309
- Özkutlu, F., Karakaya, F., & Yazıcı, G. (2011, Mayıs 09-12). Ordu ilindeki bazı kivi bahçelerinin toprak ve yaprak analizleriyle besin elementlerinin düzeyinin belirlenmesi. GAP VI. Tarım kongresi, 361-368. Şanlıurfa. ISBN: 978-97597113-29-4
- Öztürk, Y., & Tarakçıoğlu, C. (2022). Azotlu ve potasyumlu gübrelemenin kivi bitkisinde verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37(3):525-540. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1053643>
- Pestana, M., Correia, P.J., Varennes, A., Abada, J., & Faria, E.A. (2001). Effectiveness of different foliar iron applications to control iron chlorosis in orange trees grown on a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 24(4-5), 613-622. [https://doi: 10.1081/PLN-100103656](https://doi.org/10.1081/PLN-100103656)
- Rajaie, M., & Tavakoly, A.R. (2018). Iron and/or acid foliar spray versus soil application of Fe-EDDHA for prevention of iron deficiency in Valencia orange grown on a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 41(2), 150-158. [https://doi: 10.1080/01904167.2017.1382523](https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1382523)
- Rombola, A.D., Brüggemann, W., Tagliavini, M., Marangoni, B., & Moog, P.R. (2000). Iron source affects iron reduction and re-greening of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 23(11-12): 1751-1765. <https://doi.org/10.1080/01904160009382139>
- Rombola, A.D., Dallari, S., Quartieri, M., & Scudellari, D. (2002a). Effect of foliar-applied Fe sources, organic acids and sorbitol on the re-greening of kiwifruit leaves affected by lime induced iron chlorosis. *Acta Horticulturae*, 594: 349-355. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.594.43>
- Rombola, A.D., Brüggemann, W., Lopez-Milan, A.F., Tagliavini, M., Abadia, J., Marangoni, B., & Moog, P.R. (2002b). Biochemical responses to iron deficiency in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Tree Physiology*, 22(12): 869-875. [https://doi: 10.1093/treephys/22.12.869](https://doi.org/10.1093/treephys/22.12.869)
- Rombola, A.D., Toselli, M., Carpintero, J., Ammari, T., Quartieri, M., Torrent, J., & Marangoni, B. (2003). Prevention of iron-deficiency induced chlorosis in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) through soil application of synthetic vivianite in a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 26(10-11), 2031-2041. [https://doi: 10.1081/PLN-120024262](https://doi.org/10.1081/PLN-120024262)
- Rout, G.R., & Sahoo, S. (2015). Role of iron in plant growth and metabolism. *Reviews in Agricultural Science*, 3: 1-24. [https://doi: 10.7831/ras.3.1](https://doi.org/10.7831/ras.3.1)

- Sharma, N., Verma, H.S., & Sharma, S.D. (2005). Foliar sampling techniques and seasonal variation in leaf nutrient contents of kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 696: 241-247. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.696.42>
- Smith, G.S., Asher, C.J., & Clark, C.J. (1987a). Kiwifruit nutrition. Diagnosis of nutritional disorders. 2nd. Ed. Agpress Communications. <http://www.hortnet.co.nz/publications/guides/kn/kiwi.htm>
- Smith, G.S., Clark, C.J., & Hemderson, H.V. (1987b). Seasonal accumulation of mineral nutrients by kiwifruit. I. Leaves. *New Phytologist*, 106(1):81-100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1987.tb04793.x>
- Smith, G.S., Clark, C.J., & Buwalda, J.G. (1987c). Effect of potassium deficiency on kiwifruit. *Journal of Plant Nutrition*, 10(9-13):1939-1946. <https://doi.org/10.1080/01904168709363739>
- Smith, G.S., Buwalda, J.G., & Clark, C.J. (1988). Nutrient dynamics of a kiwifruit ecosystem. *Scientia Horticulturae*, 37: 87-109. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90153-7](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90153-7)
- Soyergin, S., Moltay, İ., & Samancı, H. (2003a). Doğu Marmara bölgesinde kivi bahçelerinin (*Actinidia deliciosa* Chev.) makro besin elementleri açısından beslenme durumu. *Anadolu*, 13(1), 107-123
- Soyergin, S., Moltay, İ., & Samancı, H. (2003b, Ekim 23-25). Doğu Marmara Bölgesi'nde kivi bahçelerinin (*Actinidia deliciosa*) mikro besin elementleri açısından beslenme durumu. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı;161-167. Ordu
- Tagliavini, M., Scudellari, D., Marangoni, B., & Toselli, M. (1995). Acid-spray re-greening of kiwifruit leaves affected by lime-induced iron chlorosis. In: J. Abadia (Ed.). Iron nutrition in soil and plants. (pp.191-195). *Kluwer Academic Publishers*. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0503-3_27
- Tagliavini, M., Abadia, J., Rombola, A.D., Abadia, A., Tsipouridis, C., & Marangoni, B. (2000). Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. *Journal of Plant Nutrition*, 23(11-12): 200-202. <https://doi.org/10.1080/01904160009382161>
- Tagliavini, M., & Rombola, A.D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*, 15 (29): 71-92. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(01\)00125-3](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(01)00125-3)
- Takkar, P.N., & Kaur, N.P. (1984). HCl method for Fe²⁺ estimation to resolve iron chlorosis in plants. *Journal of Plant Nutrition*, 7(1-5): 81-90. <https://doi.org/10.1080/01904168409363176>
- Tarakçıoğlu, C., Aşkın, T., & Cangı, R. (2006, Eylül 14-16). Organomineral gübrenin kivi bitkisinin verim ile yaprakların besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. II Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı;267-272. Tokat
- Tarakçıoğlu, C., Askin, T., Cangı, R., & Duran, C. (2007). Nutritional status in some kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) orchards: A case survey from Karadeniz Region in Turkey. *Journal of Plant Sciences*, 2(2): 187-194. <https://doi.org/10.3923/jps.2007.187.194>
- Testolin, R., & Crivello, V. (1987). İl kiwi suo Mondo. Fed. Reg. Colt. Dir. Veneto. Iripa
- Torkashvand, A.M., Rahpeik, M.E., Hashemabadi, D., & Sajjadi, S.A. (2016). Determining an appropriate fertilization planning to increase qualitative and quantitative characteristics of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* L.) in Astaneh Ashrafieh, Gilani Iran. *Air. Soil and Water Research*, 9: 69-76
- Turan, M., & Horuz, A. (2012). Bitki beslemenin temel ilkeleri. In M.R. Karaman (Ed). Bitki besleme. (s.123-346). *Dumat Ofset Matbaacılık*. ISBN:978-605-87103-2-0
- Vajari, M.A., Moghadam, J.F., & Eshghi, S. (2018). Influence of late season foliar application of urea, boric acid and zinc sulfate on nitrogenous compounds in the bud and flower of Hayward kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 242, 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.029>
- Velemis, D., Karagiannidis, N., Paroussis, E., Simonis, A., & Manolakis, E. (1995). Determination of desirable nutrient leaf levels for kiwifruit in Greece. *Acta Horticulturae*, 383: 385-392. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.383.41>
- Vizzotto, G., Matosevic, I., Pinton, R., Varanini, Z., & Costa, G. (1997). Iron deficiency responses in roots of kiwi. *Journal of Plant Nutrition*, 20(2-3): 327-334. <https://doi.org/10.1080/01904169709365253>
- Vizzotto, G., Pinton, R., Bomben, C., Cesco, S., Varanini, Z., & Costa, G. (1999). Iron reduction in iron-stressed plants of *Actinidia deliciosa* genotypes: Involvement of PM Fe(III)-Chelate reductase and H⁺-ATPase activity. *Journal of Plant Nutrition*, 22(3): 479-488. <https://doi.org/10.1080/01904169909365645>
- Xiloyannis, C., Celano, G., Montanaro, G., & Dichio, B. (2003). Calcium absorption and distribution in mature kiwifruit plants. *Acta Horticulturae*, 610: 331-334. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.610.43>
- Xu, W.P., Wang, L., Yang, Q., Wei, Y.H., Zhang, C.X., & Wang, S.P. (2015). Effect of calcium and boron on the quality of kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 1096: 317-320. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1096.35>
- Zuoping, Z., Min, D., Sha, Y., Zhifeng, L., Qi, W., Jing, F., & Yan'an, T. (2017). Effects of different fertilizations on fruit quality, yield and soil fertility in field-grown kiwifruit orchard. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10(2): 162-171. <https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/2569/pdf>



Analysis and Evaluation on Invasive Beetles (Insecta: Coleoptera) in Türkiye

Aysel Kekillioğlu^{1,a,*}, Zekerya Bıçak^{1,b}

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Nevşehir, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 13.11.2023 Accepted : 14.07.2024</p> <p>Keywords: Fauna Ecology Invasion Insecta Coleoptera</p>	<p>Insects, the most populous living group on Earth, can cause serious problems if they are moved from their natural habitats to other places. In the last fifty years, many biotic elements, including insects and fungi transported from other countries and even continents, have caused significant damage to Türkiye and continue to do so. In this study, it belongs to the Coleoptera order, whose records were stated in Türkiye and found to be invasive; <i>Phoracantha semipunctata</i> (Fabricius, 1775), <i>Phoracantha recurva</i> (Newman, 1840), <i>Cordylomera spinicornis</i> (Fabricius, 1775), <i>Xylotrechus stebbingi</i> (Gahan, 1906), <i>Phrynetta leprosa</i> (Fabricius, 1775), <i>Anoplophora chinensis</i> (Forster, 1771), <i>Anoplophora malasiaca</i> (J. Thomson, 1865), <i>Batocera rufomaculata</i> (De Geer, 1775), <i>Dendroctonus micans</i> (Kugelann, 1794), <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (Olivier, 1790), <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824), <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) and <i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff, 1875) of these taxa; It is aimed to analyze and evaluate the existence of invasive species in our country, their impact areas and risks, by specifying their taxonomy, biomorphology, ecofauna, distribution in Türkiye and the world.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1557-1565, 2024

Türkiye'deki İstilacı Kınkanathlar (Insecta: Coleoptera) Üzerine Analiz ve Değerlendirme

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 13.11.2023 Kabul : 14.07.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Fauna Ekoloji İstila Insecta Coleoptera</p>	<p>Dünya üzerinde yaşayan en kalabalık canlı grubu olan böcekler, doğal yaşam alanlardan başka yerlere taşınmaları durumunda önemli sorunlara neden olabilmektedirler. Son elli yılda Türkiye'de başka ülkelerden ve hatta kıtalardan taşınan böcek ve mantarların da aralarında bulunduğu birçok biyotik unsur önemli düzeyde hasara neden olmuş ve olmaya da devam etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'den kayıtları belirtilen ve istilacı olduğu tespit edilen Coleoptera takımına ait; <i>Phoracantha semipunctata</i> (Fabricius, 1775), <i>Phoracantha recurva</i> (Newman, 1840), <i>Cordylomera spinicornis</i> (Fabricius, 1775), <i>Xylotrechus stebbingi</i> (Gahan, 1906), <i>Phrynetta leprosa</i> (Fabricius, 1775), <i>Anoplophora chinensis</i> (Forster, 1771), <i>Anoplophora malasiaca</i> (J. Thomson, 1865), <i>Batocera rufomaculata</i> (De Geer, 1775), <i>Dendroctonus micans</i> (Kugelann, 1794), <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (Olivier, 1790), <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824), <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773), ve <i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff, 1875) taksonlarının; taksonomisi, biyomorfolojisi ekofaunası, Türkiye ve dünyadaki dağılımı belirtilerek, ülkemizdeki istilacı türlerin varlığı, etki alanları ve riskleri analiz edilerek değerlendirilmeleri amaçlanmaktadır.</p>

^a ayselkekilioglu@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-5841-9408>

^b zekeryabicak@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0003-1200-4001>

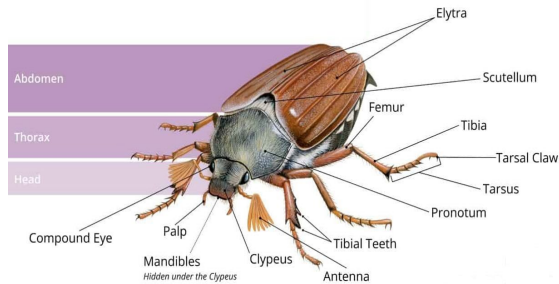


Giriş

Dünya üzerinde canlılar içerisindeki en kalabalık grup olan böcekler değişen ortam koşullarına çok iyi uyum sağlarlar. Doğal yaşam alanlarında böcekler denge halindedir. Ancak doğal yaşam alanlarının dışına taşınmaları durumunda önemli sorunlara neden olabilmektedirler (Hızal ve ark., 2015). Türkiye’de ormanları tehdit eden yerli türlerin yanı sıra istilacı türlerin de uyum sağlayabileceği habitatlar bulunmaktadır. Nasıl davranacağı bilinmediği için, yabancı türler yerli türlerden daha önemlidir. Son elli yılda Türkiye’de başka ülkelerden taşınan böcek ve mantarların da aralarında bulunduğu birçok biyotik unsur önemli düzeyde hasara neden olmuş ve olmaya da devam etmektedir (Oğuzoğlu ve Avcı 2016).

İstilacı yabancı böcek türleri hızlı üreme, büyüme ve yayılma yeteneğine sahiptirler. Farklı çevre koşullarına toleranslı olup birçok bitki türüyle beslenme yeteneğine sahiptir (Yıldız, 2017; Arslangündoğdu ve Hızal, 2019). Uluslararası ticaret ile bitki ve odunsu malzemelerin ithalatı sonucu, *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae), *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) ve *Agrilus bilineatus* (Coleoptera; Buprestidae) gibi istilacı böcek türlerinin Türkiye’ye girişine neden olmuştur (Arslangündoğdu ve Hızal, 2019).

Coleoptera; yaklaşık 350.000 tür ile en büyük böcek taksonudur. Vücutları genellikle çok sertleşmiştir. Çiğneyici ağız tipine sahiptirler. Anten genellikle 11 segmenti geçmez. Karakteristik özellikleri ön kanatların sertleşip elitrayı oluşturmasıdır (Şekil 1). Elitra arka kanatları örter. Ayrıca göğüs iskeletinin basit şekilde olması ve göğüs kaslarının sayısının az olması da diğer bir ayırt edici özelliğidir. Bacaklar kazıcı bacak, yüzücü bacak ve sıçrayıcı bacak şeklinde olabilir. Abdomen dişilerde 9, erkeklerde ise 10 segmentlidir. Holometabol gelişim gösterirler (Berkcan, 2018).



Şekil 1. Ergin bir Coleoptera'nın anatomik yapısı (Anonim 1)
Figure 1. Anatomical structure of an adult Coleoptera

Türkiye’de Coleoptera takımının Cerambycidae familyasına ait (Teke Böcekleri) yabancı 9 tür tespit edilmiştir. Bu böcek türlerinin en çok işgal ettiği ülkelerden biri Türkiye’dir. Türkiye’de tespit edilen türler şunlardır; *Phoracantha recurva* (Newman, 1840), *Phoracantha semipunctata* (Fabricius, 1775), *Cordylomera spinicornis* (Fabricius, 1775), *Xylotrechus stebbingi* (Gahan, 1906), *Phrynetta leprosa* (Fabricius, 1775), *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771), *Anoplophora malasiaca* (J. Thomson, 1865), *Batocera rufomaculata* (De Geer, 1775), *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1854) (Özdikmen, 2017).

Arslangündoğdu ve Hızal’a (2019) göre *A. glabripennis* Türkiye’de Ayberk ve ark. (2014) tarafından yanlış tanımlandığı belirtilmektedir. *Anoplophora* türleri arasında sadece *A. chinensis* Türkiye’de tespit edilmiştir (Arslangündoğdu ve Hızal, 2019; Ayberk ve ark., 2014). Bunlar dışında *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794), *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790), gibi yabancı istilacı Coleoptera takımının Curculionidae familyasına ait türlerin Türkiye’de ormanlarda arttığı belirtilmiştir (Oğuzoğlu ve Avcı, 2016).

Yapılan diğer çalışmalarda; *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773), *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) gibi yabancı istilacı Coleoptera türlerinin Türkiye’de varlığı belirtilmiştir (EPPO Global Database).

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma; 2020-2023 yıllarında Nisan ve Ekim ayları arasında yapılan arazi/saha çalışmalarından elde edilen; gözlem – inceleme verilerimiz, mevcut literatür verileri ile birlikte değerlendirilerek hazırlanmıştır. Buna göre çalışma kapsamında, Türkiye’de tespit edilen istilacı Coleoptera’den (Insecta: Coleoptera) 13 türün; taksonomisi, biyomorfolojisi, ekofaunası, Türkiye ve dünyadaki dağılımı incelenmiştir.

Bulgular

Phoracantha semipunctata (Fabricius, 1775)

Taksonomi

Regnum: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clasis: Insecta

Ordo: Coleoptera

Familia: Cerambycidae

Genus: *Phoracantha*

Species: *Phoracantha semipunctata*

Biyomorfoloji

Yaklaşık 22-28 mm uzunluğundadır. Bu türde gövde parlak koyu kırmızımsı kahverengidir, elytranın üst yarısı boyunca sarımsı bir bant uzanır ve sonunda bir sarı nokta ile belirgin bir diken bulunur (Şekil 2). Dişilerin antenleri vücutla yaklaşık olarak aynı uzunluktadır. Erkeğin antenleri biraz daha uzun ve daha ağırdır (Anonim 2).

Ekofauna

Kökeni Avustralya olup yalnızca okaliptüs ağaçlarında yaşar. Larvaları okaliptüs odunlarında galeriler açmaktadır (Demelt, 1964; Özdikmen 2017).

Türkiye’de dağılım

Bu tür ilk kez 1957 yılında, Acatay (1960) tarafından Güney Anadolu’da Tarsus’da okaliptüs ağaçlarında tespit edilmiştir. Sonraki çalışmalarda Antalya, Adana, Hatay, İçel, Muğla, Kilis, Osmaniye, Şanlıurfa’da kayıt bildirilmiştir (Acatay, 1960; Özdikmen, 2017; Demelt, 1964).

Dünya’da dağılım

Fransa, Yunanistan, İtalya, Malta, Portekiz, İspanya, Türkiye, Kıbrıs, Gürcistan, İsrail, Ürdün, Lübnan, Suriye, Cezayir, Kanarya Adaları, Mısır, Libya, Fas, Mozambik, Namibya, Güney Afrika, Zambiya, Zimbabve, Avustralya, Yeni Zelanda, Papua Yeni Gine, ABD, Meksika, Arjantin, Bolivya, Brezilya, Şili, Ekvador, Peru, Uruguay (Özdikmen, 2017).



Şekil 2. *Phoracantha semipunctata* (Anonim 2)
Figure 2. *Phoracantha semipunctata* (Anonim 2)



Şekil 3. *Phoracantha recurva* (Anonim 3)
Figure 3. *Phoracantha recurva* (Anonim 3)



Şekil 4. *Cordylomera spinicornis* (Özdikmen ve ark., 2017)
Figure 4. *Cordylomera spinicornis* (Özdikmen ve ark., 2017)

***Phoracantha recurva* (Newman, 1840)**

Taksonomi

Familia: Cerambycidae

Genus: *Phoracantha*

Species: *Phoracantha recurva*

Biyomorfoloji

Erkek 15-28,8 mm, dişi ise 19,5-29,2 mm uzunluğundadır. Yumurta silindirik, uçları yuvarlaktır, sarı-beyazdır ve 2,5 mm uzunluğundadır. Larvanın gövdesi beyaz, silindirik ve 25-40 mm uzunluğundadır. Erişkinlerin başı, pronotumu ve karıncıkları koyu kırmızı-kahverengi rengindedir (Şekil 3). Antenler ve bacaklar sarımsı kahverengi ile kırmızımsı kahverengidir. Antenler erkeklerde vücudun 1,6 katı, dişilerde ise biraz daha uzundur. Her vücut bölümünün alt kısmından çıkan çok yoğun, uzun, altın rengi tüyler vardır. Yaşam döngüsünün tamamı 208 ila 355 gün sürer (Anonim 3).

Ekofauna

Avustralya, Papua Yeni Gine kökenlidir. Ölmekte olan veya yeni kesilen, kuraklık nedeniyle strese maruz kalan, ağaçlara saldırırlar. İlkbaharın erken döneminde ortaya çıkar ve çiftleşmek için taze kesilmiş keresteye veya stres altındaki ağaçlara uçarak yumurtalarını ağaç kabuğu yarıklarına bırakır (Anonim 3; Belal ve ark., 2017).

Türkiye`de dağılım

Bu tür şimdiki kadar sadece Özdikmen ve Çağlar (2004) tarafından Karaduvar ilçesinde (İçel ili) 23 Temmuz 2002 tarihinde tespit edilmiştir (Özdikmen ve Çağlar, 2004).

Dünya`da dağılım

Türkiye, Yunanistan, İtalya, Malta, Portekiz, İspanya, Libya, Fas, Tunus, Malavi, Mozambik, Reunion, Güney Afrika, Zambiya, Avustralya, Yeni Zelanda, Papua Yeni Gine, Arjantin, Brezilya, Şili, Paraguay, Uruguay (Özdikmen, 2017).

***Cordylomera spinicornis* (Fabricius, 1775)**

Taksonomi

Familia: Cerambycidae

Genus: *Cordylomera*

Species: *Cordylomera spinicornis*

Biyomorfoloji

Yetişkinler 13– 25 mm uzunluğunda olup, elytra yeşil, mavi ve bronz renginin çeşitli tonlarına sahiptir (Şekil 4). Ancak tüm türlerde elytra bir dereceye kadar metalik parlaklık göstermiştir. Antenleri güçlü dikenler taşımaktadır (Raju ve ark., 2019).

Ekofauna

Afrika kökenlidir, Doğal yayılışı boyunca öncelikle *Entandrophragma*, *Guarea*, *Khaya*, *Lovoa*, *Trichilia*, *Turraeanthus* gibi Meliaceae familyasındaki türleri istila eder. Erginler genellikle kurak mevsimde, kasım-şubat aylarında ortaya çıkarak, kabuk yarıklarına ve taze kesilmiş kütüklere ortalama 30 yumurta bırakırlar (Raju ve ark., 2019).

Türkiye`de dağılım

Bu tür Özdikmen ve ark., tarafından 2016 yılında Kocaeli`de Kongo`dan ihracat edilen tomruklarda, ilk olarak tespit etmiştir (Özdikmen, 2017; Özdikmen ve ark., 2017).

Dünya`da dağılım

Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Malta, İspanya, İsveç ve Birleşik Krallık, Tanzanya, Uganda, Mozambik, Angola, Kamerun, Gine, Gabon, Kongo, Togo, Nijerya, Gana, Gine, Liberya, Sierra Leone, Gine, Nijer, Senegal, Benin, Türkiye (Özdikmen, 2017; Özdikmen ve ark., 2017).

***Xylotrechus stebbingi* (Gahan, 1906)**

Taksonomi

Familia: Cerambycidae

Genus: *Xylotrechus*

Species: *Xylotrechus stebbingi*

Biyomorfoloji

Bu türün Baş kısmı Kahverengi, protoraksı gri tüylerle kaplıdır (Şekil 5). Protoraks'ta ortada enine bir sıra halinde dizilmiş, ikisi sırtta ve ikisi yanlarda olmak üzere, dört küçük kahverengi nokta vardır. Elytra tüysüzdür. Gövdenin alt kısmı gri tüylerle kaplıdır. Antenler vücut uzunluğunun yarısından daha kısadır (Özdikmen ve Tezcan, 2011).

Ekofauna

Kökeni Güney Asya`dır (Hindistan). Birçok ağaç türünü türü sever (kızılağaç, meşe, incir, dişbudak, çitlembik, dut, zeytin, karaağaç, kavak, çınar, sabun ağacı ve sumak). Yaprak döken ağaçlarda polifagdır. (Cocquemot ve ark., 2012).



Şekil 5. *Xylotrechus stebbingi* (Cocquempot et ark., 2012)
Figure 5. *Xylotrechus stebbingi* (Cocquempot et ark., 2012)



Şekil 6. *Phrynetta leprosa* (Özdikmen ve Atak, 2017)
Figure 6. *Phrynetta leprosa* (Özdikmen ve Atak, 2017)



Şekil 7. *Anoplophora chinensis* (Yıldız, 2017)
Figure 7. *Anoplophora chinensis* (Yıldız, 2017)

Türkiye`de dağılım

Bu tür şimdiye kadar sadece Özdikmen ve Tezcan (2011) tarafından Bornova ilçesinde (İzmir ili) 2010 yılında *Morus alba* Linnaeus, 1753 (Moraceae) üzerinde tespit edilmiştir (Özdikmen ve Tezcan, 2011).

Dünya`da dağılım

Arnavutluk, Fransa, Yunanistan, İtalya, Slovenya, İsviçre, Tunus, Afganistan, Butan, Çin (Tibet), Hindistan, İsrail, Nepal, Pakistan, Suriye, Tacikistan, Türkiye (Özdikmen, 2017).

***Phrynetta leprosa* (Fabricius, 1775)**

Taksonomi

Familia: Cerambycidae

Genus: *Phrynetta*

Species: *Phrynetta leprosa*

Biyomorfoloji

Genel olarak kahverengi tonlar hakimdir. Baş kısmında kabartılı elytra kısmında ise zeminde gölgeli kilim desenli görünmektedir (Şekil 6). Elytranın son kısmına doğru her

iki yanda koyu renkli üçgen biçiminde şekil mevcuttur. Anten uzun olup yaklaşık vücut boyutunun 6/5' lik kısmına ulaşmaktadır. Eşeyssel dimorfizm görülmektedir.

Ekofauna

Afrika kökenlidir. Özellikle *Morus alba*, *Morus nigra*, *Hevea brasiliensis*, *Coffea arabica* ve *Chlorophora excelsa* türleri ile beslenir. Genç ağaçların kabuklarını kemirerek kayda değer hasara neden olduğu bilinmektedir. Batı Afrika'da *Chlorophora*'nın önemli bir zararlısıdır. Ağaçlarda büyük galeriler oluşturup hasar verirler (Özdikmen ve Atak, 2017).

Türkiye`de dağılım

Bu tür ilk kez Özdikmen ve Atak (2017) tarafından, Kocaeli ilinde, 2015 yılında Kamerun'dan gelen kereste ihracatı ile gelen ürünlerden tespit edilmiştir (Özdikmen ve Atak, 2017).

Dünya`da dağılım

Fransa, Malta, Türkiye, Angola, Kamerun, Kongo, Gabon, Gana, Sierra Leone, Uganda, Togo (Özdikmen, 2017).

***Anoplophora chinensis* (Forster, 1771)**

Taksonomi

Familia: Cerambycidae

Genus: *Anoplophora*

Species: *Anoplophora chinensis*

Biyomorfoloji

Yetişkinler siyah ve parlaktır (Şekil 7). Dişiler (yaklaşık 40 mm) erkeklerden (yaklaşık 25 mm) daha büyüktür. Anten 11 segmentli olup üzerinde beyaz ya da açık mavi bantlar bulunur. Erkeklerde antenler vücut boyunun 2-2,5 katı kadardır. Elytra erkeklerde dar, dişilerde daha geniş ve yuvarlaktır. Elytra üzerinde çok sayıda dağınık beyaz leke bulunur. Bacaklar açık mavi renktedir. (Hızal ve ark., 2015; Topakçı ve ark., 2017; Yıldız, 2017).

Ekofauna

Kökeni Çin, Japonya, Kuzey Kore'dir. Doğu Asya'ya özgü, polifag bir ağaç delici böcek olup, 100'den fazla ağaç ve çalı türünde hasara neden olmaktadır. Adını ana vatanı Çin'deki narenciye bahçelerine verdiği zarardan almaktadır. Sağlıklı ağaçlara saldırıp floem ve ksileme zarar verir ardından konakçı ağacı öldürür. *Anoplophora chinensis* ağaçları tercih eden bir böcek türüdür. Doğal yayılış alanlarında özellikle *Citrus* cinsine ait bitki türlerinde (Turunçgiller) önemli zararlara neden olmaktadır. Larvaları kambiyum tabakası ile beslenir ve ağaçların odun yapısını bozar. Erginler ise ince dallara ve kabuklara zarar verirler. Avrupa'da ilk kez 2000 yılında İtalya'da keşfedilmiştir (Yıldız, 2017; Hızal ve ark., 2015).

Türkiye`de dağılım

Anoplophora chinensis'in Türkiye'ye ithal edilen süs bitkisi türleri ile girdiği tespit edilmiştir. Türkiye'de ilk kez İstanbul'da görülmüştür. 2014 yılında İstanbul'da (Hızal ve ark., 2015), 2016 yılında Antalya'da (Topakçı ve ark., 2017), 2017 yılında Bartın'da (Yıldız, 2017) tespit edilmiştir. Batı Karadeniz'de, böceğin varlığı, Türkiye'deki yayılış alanını genişlettiğini göstermektedir (Hızal ve ark., 2015; Topakçı ve ark., 2017; Yıldız, 2017).

Dünya`da dağılım

Avusturya, Hırvatistan, Almanya, İtalya, Hollanda, İsviçre, Litvanya, Çin, Endonezya, Japonya, Kore, Myanmar, Malezya, Filipinler, Tayvan, Türkiye, Vietnam (Özdikmen, 2017; Yıldız, 2017).

Anoplophora malasiaca (J. Thomson, 1865)

Taksonomi

Familiya: Cerambycidae

Genus: *Anoplophora*

Species: *Anoplophora malasiaca*

Biyomorfoloji

Beyaz benekli uzun boynuzlu yetişkin böcekler, siyah renkli olup yaklaşık 21 ile 37 mm uzunluğundadır (Şekil 8). Beyaz işaretlere sahip olup antenleri vücutlarından daha uzundur.

Ekofauna

Japonya, Çin ve Malezya'nın büyük bir bölümünde yaygın olarak bulunur. Bu böcek narenciye, elma, armut ve diğer ağaçlarda gelişir. Özellikle narenciye ağaçlarına ekonomik açıdan zarar verir. Yetişkinler yazın başında ortaya çıkar tekrar tekrar çiftleşirler. Dişiler yaz mevsimi boyunca ağaç kabuklarına yumurtalar bırakır. Larvalar floem ve ksilemlerden beslenmek için gövdeyi deler ve sonuçta ağaç ölür. Larvalar gövde derinliğinde olduğu için ilaçlamalardan etkilenmez (Midori, 2003; Adachi, 1994).

Türkiye`de dağılım

Bu tür Özdiçmen (2017) tarafından Haziran 2015 başında İstanbul'da (Şile) *Acer palmatum* Thunberg, 1775 bitkisinde tespit edilmiştir (Özdiçmen, 2017; Adachi, 1994).

Dünya`da dağılım

Avusturya, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Almanya, İtalya, Hollanda, Japonya, Kore, Türkiye (Özdiçmen, 2017).

Batocera rufomaculata (De Geer, 1775)

Taksonomi

Familiya: Cerambycidae

Genus: *Batocera*

Species: *Batocera rufomaculata*

Biyomorfoloji

Erkeklerde anten vücuttan daha uzundur; dişilerde ise vücuttan daha kısadır (Şekil 9). Elytra'nın kenarları koyu renklidir. Açık sarı renk elytra erkeklerde karnın tamamını kaplarken, dişideki gibi son karın segmenti elytranın arkasında çıkıntı yapar (Mir, 2021).

Ekofauna

Tropikal İncir Kurdu *Batocera rufomaculata*, güney Çin'den, Hindistan, Sri Lanka, Madagaskar üzerinden doğu Afrika'ya kadar uzanan tropikal bir dağılıma sahiptir. Erginler mayıs ile ağustos ayları arasında ortaya çıkarlar ve gece uzun uçuşlar yapabilir (Mir, 2021).

Türkiye`de dağılım

Bu tür ilk kez Tozlu ve Özbek (2000) tarafından Adana, Hatay, İçel ve Osmaniye illerinden rapor edilmiştir. Özbek ve Tozlu (2002) bu türün Antalya ilinde de görüldüğünü belirtmiştir (Tozlu ve Özbek, 2000; Özbek ve Tozlu, 2002).

Dünya`da dağılım

Burma, Çin, Hindistan, Nepal, Endonezya, Türkiye, İran, Irak, İsrail, Ürdün, Lübnan, Suriye, Mısır, Malezya, Maldivler, Myanmar, Umman, Yemen, Pakistan, Sri Lanka, Tibet, Tayland ve Vietnam, Madagaskar (Özdiçmen, 2017).

Dendroctonus micans (Kugelann, 1794)

Taksonomi

Familiya: Scolytidae

Genus: *Dendroctonus*

Species: *Dendroctonus micans*

Biyomorfoloji

Erginleri 6-9 mm uzunluğunda, koyu kahverengi ve silindirik (Şekil 10). Bacak ve antenler sarı-kahverengidir. Sırttan bakıldığında yuvarlak baş görülür (Anonim 5).

Ekofauna

Kozmopolit istilacı türdür. Japonya kökenli olup doğudan batıya yayılım göstermiştir. Son 100 yılda, işlenmemiş kütük ticaretinin artmasıyla, sürekli olarak batıya doğru yayılmıştır. Yetişkinler yeni konakçı bulmak için en az 2 ile 3 km uçabilirler, ancak ya geliştikleri aynı ağaçlara ya da hemen bitişik ağaçlara saldırılmayı tercih ederler. Yetişkinler hava akımlarıyla dağılılabirler. Avrupa'nın en büyük ladin zararlısıdır. *D. micans*'ın çok az doğal düşmanı vardır. (Anonim 5; Acatay, 1968; Alkanakıncı ve ark., 2014).

Türkiye`de dağılım

Türkiye'de (Acatay, 1968) tarafından *D. micans* istilası ilk kez 1966 yılında Gürcistan sınırına yakın Kars Posof, doğu ladin ormanlarında keşfedilmiştir. 1990'lı yılların sonunda Artvin'deki ladin ormanlarına yayılmıştır. Ladin tomrukları ile 1985 yılında Giresun'a taşınmış ve 2000'li yıllara kadar bu bölgedeki ladin ormanlarını da istila etmiştir. *D. micans*, Artvin ve Giresun arasında ladin ormanlarında şiddetli saldırılarını sürdürmektedir (Acatay, 1968; Alkanakıncı ve ark., 2014; Akıncı ve ark., 2010).

Dünya`da dağılım

Rusya, Belçika Fransa, Türkiye, Finlandiya, İsveç, Çin, Japonya, Türkiye, Avusturya, Belarus, Belçika, Bosna, Bulgaristan, Hırvatistan, Çekya, Danimarka, Estonya, Almanya, Macaristan, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Polonya, Romanya, Slovakta, İspanya, İsveç, Ukrayna, İngiltere (Anonim 5).



Şekil 8. *Anoplophora malasiaca* (Anonim 4)
Figure 8. *Anoplophora malasiaca* (Anonim 4)



Şekil 9. *Batocera rufomaculata* (Mir, 2021)
Figure 9. *Batocera rufomaculata* (Mir, 2021)



Şekil 10. *Dendroctonus micans* (Anonim 5)
Figure 10. *Dendroctonus micans* (Anonim 5)



Şekil 11. *Rhynchophorus ferrugineus* (Anonim 6)
Figure 11. *Rhynchophorus ferrugineus* (Anonim 6)



Şekil 12. *Leptinotarsa decemlineata* (Anonim 7)
Figure 12. *Leptinotarsa decemlineata* (Anonim 7)

***Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790)**

Taksonomi

Ordo: Coleoptera

Familiya: Curculionidae

Species: *Rhynchophorus ferrugineus*

Biyomorfoloji

Yetişkin böcekler kırmızımsı kahverengidir, yaklaşık 35 mm uzunluğunda ve 10 mm genişliğindedir (Şekil 11). Vücudun orta kısmının üst kısmında koyu lekeler görülür. Erkeklerde burnun dorsal apikal yarısı kısa kahverengimsi tüylerle kaplıdır, dişide ise burun çıplaktır, erkeğe göre daha ince, kavisli ve biraz daha uzundur (Anonim 6).

Ekofauna

Anavatanı güney Asya, Hindistan ve Sri Lanka'dır. Kırmızı palmye böceği, ilk kez Hindistan'da Hindistan cevizlerinde önemli bir zararlı olarak tanımlanmıştır. Bu tür daha sonra diğer Asya, Ortadoğu ve Arap ülkelerinde kaydedilmiştir. Günümüzde dünyanın birçok bölgesinde görülmekte ve başta hurma olmak üzere Palmaceae familyasından bazı bitki türlerine zarar vermektedir (Anonim 6).

Türkiye`de dağılım

Türkiye`de ilk kez 2005 yılında Karut ve Kazak (2005) tarafından Mersin ilindeki hurma ağaçlarında (*Phoenix*

dactylifera L.) tespit edilmiştir. Türkiye'nin Akdeniz ve Ege bölgelerinin büyük bir bölümünde yetişen hurma ağaçlarında yaygın olarak dağılmaktadır (Atakan ve ark., 2009; Karut ve Kazak, 2005; Atakan ve ark., 2012).

Dünya`da dağılım

Mısır, İsrail, Ürdün, Libya, Tunus, İspanya, Bosna, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Yunanistan, Türkiye, Bangladeş, Hong Kong, Hindistan, İran, Irak, İsrail, Japonya, Lübnan, Malezya, Suudi Arabistan, Vietnam, Fransa, Hollanda (Anonim 6; Karut ve Kazak, 2005).

***Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)**

Taksonomi

Familiya: Chrysomelidae

Genus: *Leptinotarsa*

Species: *Leptinotarsa decemlineata*

Biyomorfoloji

Baş, pronotum ve karın kısmı siyah işaretli sarı-turuncu, bacaklar ve scutellum turuncu-sarı, elytra sarı-turuncu ve beş uzunlamasına siyah çizgiledir (Şekil 12). Maksiller palpin apikal segmenti silindirik, apikal olarak yuvarlak, önceki segmentten daha kısadır. Elytra noktalı ve çizgili, epipleura tüysüzdür. Holometabola tip başkalaşım göstermektedir (Anonim 7; Kekillioğlu ve Yılmaz, 2018).

Ekofauna

Anavatanı Meksika'dır. Colorado patates böceği dünya çapında önemli bir istilacı zararlı türüdür. Böcekler kışı toprakta, tipik olarak 7,6 ila 12,7 cm derinlikte diyapozan yetişkinler olarak geçirirler. Ergin bireyler kışlama döneminin ardından çiftleşerek yumurtalarını patates yaprağının alt yüzeyine bırakmaktadır. Larvalar ve yetişkinler, patatesin yaprakları ve sapları ile beslenirler, bu da patates veriminde yaklaşık %30-50'lik bir azalmaya neden olmaktadır. Mücadelesi en zor tarım zararlılarından biridir. Patates böceği tüm Avrupa, Türkiye, İran, Orta Asya ve Batı Çin'de yetiştirilen patates bitkilerine günümüzde zarar vermektedir (Berkcan, 2018; Kekillioğlu ve Yılmaz, 2018; Koca ve ark., 2022).

Türkiye`de dağılım

Türkiye`de ilk kez Edirne'den, 1963 yılında kayıt verilmiştir. Bu tarihten itibaren ülkemizde patates üretimi yapılan her bölgeye yayılmış durumdadır (Koca ve ark., 2022; Uzun ve Tezcan, 2017; Atak,1973).

Dünya`da dağılım

Küba, Meksika, Çin, Azerbaycan, Ermenistan, Irak, Japonya, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Avusturya, Belarus, Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Çekya, Estonya, Almanya, Fransa, Yunanistan, Macaristan, Bosna, İtalya, Litvanya, Hollanda, Lüksemburg, Moldova, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Polonya, Portekiz, Romanya, Sırbistan, Slovenya, İsviçre, Ukrayna, Amerika, Sırbistan, Ukrayna, İngiltere, İspanya, Ukrayna, Türkiye (Anonim 7).

***Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)**

Taksonomi

Familiya: Coccinellidae

Genus: *Harmonia*

Species: *Harmonia axyridis*

Biyomorfoloji

Yetişkinler 4,9-8,2 mm uzunluğunda ve 4,0-6,6 mm genişliğindedir. Vücut orta derecede dışbükey, kısaltılmış ovaldir ve yaklaşık 4/5 genişliğindedir. Baş siyah, sarı veya sarı işaretli siyah olabilir. Pronotum sarımsıdır ve ortasında

siyah işaretler vardır (Şekil 13). Genel olarak elytra, sıfır ila 19 siyah noktalı sarı-turuncudan kırmızıya kadar değişebilir veya kırmızı noktalı siyah olabilir (Koch, 2003).

Ekofauna

Doğu Asya Kökenli *H. axyridis* Asya'dan diğer ülkelere yayılmıştır. 1988'den beri 38 ülkede faaliyet göstermektedir. İstilacı olan bu türün, tarım zararlılarıyla biyolojik mücadelede önemli bir yeri bulunmaktadır. Ceviz, yonca, pamuk, tütün ve süs bitkilerinde yaprak bitlerinin (Hemiptera, Aphididae) biyolojik kontrolünde kullanılan bir Asya türüdür. Çin'de pamuktaki yaprak bitlerinin ana yırtıcılarından biridir (Aysal ve Kıvan, 2014; Almeida ve Silva, 2002).

Türkiye'de dağılım

Türkiye'de ilk kez *H. axyridis* Aysal ve Kıvan (2014) tarafından Tekirdağ'da kaydedilmiştir (Aysal ve Kıvan, 2014).

Dünya'da dağılım

Belçika, Hollanda (yaygın), Fransa, Yunanistan, Almanya, İngiltere, İsviçre, Lüksemburg, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Avusturya, Norveç, Polonya, Galler, İspanya, Kuzey İrlanda, İskoçya, İsveç, Hırvatistan, Macaristan, Sırbistan, Slovakya, Ukrayna, Bulgaristan, Letonya, Romanya, Bosna Hersek, İrlanda, Belarus, Portekiz, Türkiye, Mısır, Kenya, Güney Afrika, Tunus, Çin, Azerbaycan, İran, İtalya, Rusya, Amerika (Aysal ve Kıvan, 2014).

Xylosandrus compactus (Eichhoff, 1875)

Taksonomi

Familya: Scolytidae

Genus: *Xylosandrus*

Species: *Xylosandrus Compactus*

Biyomorfoloji

Bu böcek koyu kahverengi veya siyahtır (Şekil 14). Yetişkin dişi 2 mm uzunluğa ve bunun yarısı kadar genişliğe sahiptir. Baş ön tarafta dışbükeydir. Elytra dışbükey olup kıllar bulundurur ve ince deliklere sahiptir. Yetişkin erkek daha küçük bir böcek olup, tırtıklı bir pronotuma sahiptir ve kanatları yoktur (Anonim 8).

Ekofauna

Asya'ya özgü polifag istilacı bir zararlı olan *Xylosandrus compactus*, ilk olarak 2011 yılında Avrupa kıtasında İtalya'da tespit edilmiştir. O zamandan bu yana Fransa, İspanya, Malta, Monako ve Yunanistan olmak üzere beş Avrupa ülkesinde daha kaydedilmiştir. *X. compactus*'un ana konağı kahvedir, Japonya'da çayın, Güneydoğu Asya ve diğer yerlerde avokado ve kakaonun önemli bir zararlısıdır. (Hızal ve ark., 2023).

Türkiye'de dağılım

Bu türün Türkiye'deki varlığı ilk kez 2023 yılında İstanbul'dan Hızal ve ark., (2023) tarafından rapor edilmiştir (Hızal ve ark., 2023).

Dünya'da dağılım

İtalya, Fransa, Sicilya, Yunanistan, Monako, İspanya, Malta, Türkiye, Benin, Kamerun, Gabon, Gana, Kenya, Liberya, Nijerya, Senegal, Madagaskar, Sierra Leone, Güney Afrika, Tanzanya, Togo, Uganda, Zimbabve, Çin, Hong Kong, Hindistan, Japonya, Malezya, Myanmar, Singapur, Sri Lanka, Tayvan, Tayland, Vietnam, Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Peru, Ekvador (Anonim 8; Hızal ve ark., 2023).



Şekil 13. *Harmonia axyridis* (EPPO)
Figure 13. *Harmonia axyridis* (EPPO)



Şekil 14. *Xylosandrus compactus* (Anonim 8)
Figure 14. *Xylosandrus compactus* (Anonim 8)

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

“Türkiye'deki İstilacı Kınkanathılar (Insecta: Coleoptera) Üzerine Analiz ve Değerlendirme” başlıklı bu çalışma ile ülkemizdeki Coleoptera takımı içerisinde yer alan istilacı yabancı türler özellikle; taksonomik, morfolojik, ekolojik, faunistik, biyocoğrafik dağılım ve özellikler bağlamında incelenmeye çalışılmıştır. Arazi gözlem verilerimiz, mevcut literatür verileri ile birleştirilerek elde edilen tespitlerimiz; Türkiye'ye ait literatür kaydı ve lokalite bilgisi olarak Çizelge 1'de ayrıntılı değerlendirilmiştir.

Buna göre, Coleoptera takımına bağlı istilacı böceklerin ağırlıklı olarak, Cerambycidae familyası üyeleri olduğu görülmektedir. Bu yabancı türlerin özellikle Akdeniz kıyı kesimlerinde, Marmara bölgesinde ve Karadeniz kıyılarında yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte; Cerambycidae haricindeki familya üyelerinin ise, iç bölgelerde de etkin oldukları ve Türkiye genelinde yayılış potansiyeline ulaştıkları tespit edilmiştir. Ülke genelinde yayılım gösteren en etkin istilacı takson, patates böceği olarak bilinen *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)'dır.

İstilacı yabancı organizmalar içinde özellikle böcekler; süs bitkisi ve odun ham maddesi ticareti ile buldukları alanlardan başka alanlara kolaylıkla taşınabilmektedir. 19. yüzyılda Avrupa'da bitki ürünlerin korunması ve bitki zararlılarının girişi ve yayılmasının önlenmesi için, Bitkilere hem doğrudan hem de dolaylı olarak zarar veren organizmaları ele alan, bu zararlıları kontrol etmek amacıyla Uluslararası Bitki Koruma Anlaşması (IPPC) yapılmıştır. Türkiye'de ``Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı`` Taslağı kapsamında 2007 yılında yabancı türlerle mücadele konusunda düzenlemeler yapılmıştır.

Mevzuatta doğaya yabancı türlerin bırakılmayacağı belirtilmiş ve zararlı olan yabancı türlerle ilgili hükümler getirilmiştir (Uzun ve Tezcan, 2017).

İçinde bulunduğumuz küresel iklim değişikliği sürecinde; Coleoptera taksonlarının da önemli yer işgal ettiği istilacı yabancı türlerin her geçen gün daha da yaygınlaşarak, ekolojik ve ekonomik önemli olumsuz etkiler yarattığı görülmektedir. Bu bağlamda ulusal ve uluslararası mevzuat hükümlerinin istisnasız uygulanmaları önemli olmaktadır. Özellikle odun hammaddesi, ahşap ambalaj materyali ve çok sayıda canlı bitkinin ithali, nedeniyle bu türlerin girişini önlemek amacıyla karantina önlemlerinin titizlikle uygulanması

büyük önem taşımaktadır (Oğuzoğlu ve Avcı, 2016). Bu uygulama sürecinde, ihraç edilen kütükler ya giriş limanında dezenfekte edilmeli ya da enfekte olmuş kütükler ihracatçıya yeniden teslim edilmelidir.

İhraç edilen kütükler ya giriş limanında dezenfekte edilmeli ya da enfekte olmuş kütükler ihracatçıya yeniden teslim edilmelidir. Sonuç olarak; istilacı yabancı türlerin geneli ve bunlar içinde öne çıkan böcek taksonları bağlamında, olumsuz çevresel ve sosyal etkileri ile ekonomik sonuçları nedeniyle mevcut çalışmalara ek olarak, içinde mevzuat yeterliliklerinin de değerlendirildiği, yeni çalışmalara ve bunların sürekliliğine gereksinim bulunmaktadır.

Çizelge 1. Türkiye'ye ait kayıt bildirilen Insecta-Coleoptera takımına ait türler.

Table 1. Species belonging to the Insecta-Coleoptera order reported in Türkiye

Ordo	Familya	Tür	Bu çalışmada tespit edilen arazi kayıtları	Türkiye'ye ait literatür kaydı
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Phoracantha semipunctata</i> (Fabricius, 1775)	Adana, Antalya, Hatay, İçel, Kilis, Muğla, Osmaniye, Urfa	Acatay 1960 Tarsus
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Phoracantha recurva</i> (Newman, 1840)	İçel	Özdikmen ve Çağlar 2004 Karaduvar ilçesi (İçel ili)
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Cordylomera spinicornis</i> (Fabricius, 1775)	Kocaeli	Özdikmen ve ark. (2017) Kocaeli
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Xylotrechus stebbingi</i> (Gahan, 1906)	İzmir	Özdikmen ve Tezcan 2011 Bornova
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Phrynetta leprosa</i> (Fabricius, 1775)	Kocaeli	Özdikmen ve Atak (2017) Kocaeli
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Anoplophora chinensis</i> (Forster, 1771)	İstanbul, Antalya, Bartın	Hızal ve ark. (2015) İstanbul
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Anoplophora malasiaca</i> (Thomson, 1865)	İstanbul	Özdikmen (2017) İstanbul (Şile)
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Batocera rufomaculata</i> (DeGeer, 1775)	Adana, Hatay, İçel ve Osmaniye, Antalya	Özbek (2000) Adana, Hatay, İçel ve Osmaniye
Coleoptera	Curculionidae	<i>Dendroctonus micans</i> (Kugelann, 1794)	Kars, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin	Acatay, (1968) Kars Posof
Coleoptera	Curculionidae	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (Olivier, 1790)	Mersin, Adana, Akdeniz ve Ege bölgesi	Karut ve Kazak (2005) Mersin
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824)	Tüm bölgeler	Atak (1973) Edirne
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	Tekirdağ	Aysal ve Kıvan (2014) Tekirdağ
Coleoptera	Curculionidae	<i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff, 1875)	İstanbul	Hızal ve ark., (2023) İstanbul

Bilgi

Bu çalışma, 3rd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology) TURJAF 2023, kongresinde sunulmuştur.

Kaynaklar

- Acatay A. (1960). Tarsus-Karabucak Ormanlarında Zarar Yapan Okaliptus Tekeboceği. İ. Ü. Orman Fak. Dergisi B, 10 (1):16-20.
- Acatay A. (1968). Türkiye'de yeni bir ladin tahrıpçisi, *Dendroctonus micans* Kug. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 18 (1):18-36.
- Adachi İ. (1994). Development and life cycle of *Anoplophora malasiaca* (THOMSON) (Coleoptera: Cerambycidae) on citrus trees under fluctuating and constant temperature regimes. Appl. Entomol. Zool., 29(4):485-497. <https://doi.org/10.1303/aez.29.485>
- Akinci HA, Eroğlu M, Özcan GE. (2010). Ladin ormanlarımızda *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal)'in *Dendroctonus micans* (Kugelann) popülasyonlarına yerleşmesi ve predatörün kolonizasyon düzeyleri. Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 10(2):137-146.

- Alkanakıncı H, Eroğlu M, Özcan, GE. (2014). *Dendroctonus micans* (Kug.) (Coleoptera: Curculionidae)'ın Türkiye'de doğu ladinindeki saldırı stratejisi ve gelişimi. Turkish Journal of Entomology, 38(1):31-42.
- Almeida LM, Silva VB. (2002). Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): Um coccinélideo originário da região Paleártica. Revista Brasileira de Zoologia, 19(3):941-944. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752002000300031>
- Anonim 1. (2023). <https://www.field-studies-council.org/2023/02/22/insect-morphology/> (2023, 02 Eylül).
- Anonim 2 (2023). CABI Digital Library. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.40372> (2023, 02 Eylül).
- Anonim 3. (2023). CABI Digital Library. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.40371> (2023, 02 Eylül).
- Anonim 4. (2023). <https://www.ipmimages.org/browse/subthumb.cfm?sub=14338> (2023, 02 Eylül).
- Anonim 5. (2023). CABI Digital Library, <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.18352> (2023, 02 Eylül).

- Anonim 6. (2023). CABI Digital Library, <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.47472> (2023, 02 Eylül).
- Anonim 7. (2023). CABI Digital Library, <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.30380> (2023, 02 Eylül).
- Anonim 8. (2023). CABI Digital Library, <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.57234> (2023, 02 Eylül).
- Arslangündoğdu Z, Hızal E. (2019). *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) mistakenly reported in Turkey. Florida Entomologist, 102(1):287-289. <https://doi.org/10.1653/024.102.0157>
- Atak U. (1973). Trakya Bölgesinde patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'nin morfolojisi, bio-ekolojisi ve savaş metodları üzerinde araştırmalar. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları. Teknik Bülten No:6, 63.
- Atakan E, Çobanoğlu S, Yüksel O, Bal DA. (2009). Kırmızı palmyeböceği (*Rhynchophorus ferrugineus* (Oliver, 1790) (Coleoptera:Curculionidae)) üzerinde foretik uropodid akarlar (Acarina: Uropodidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 33(2):93-105.
- Atakan E, Yüksel O, Soroker V. (2012). Current status of the red palm weevil in Canary Island date palms in Adana. Türkiye Entomoloji Bülteni, 2(1):11-22.
- Ayberk H, Özdikmen H, Cebeci H. (2014). A serious pest alert for Turkey: a newly introduced invasive longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Cerambycidae: Lamiinae). Florida Entomologist, 97:1852-1855. <https://doi.org/10.1653/024.097.0466>
- Aysal T, Kıvanç M. (2014). Occurrence of an invasive alien species *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in Turkey. Türkiye Entomoloji Bülteni, 4(3):141-146.
- Belal GS, Chavanon G, Chafi A, Chaabane K. (2017). Phenology of *Phoracantha recurva* Newman, 1840 (Coleoptera Cerambycidae) in laboratory and field conditions in North Eastern Morocco. Vie et milieu - Life and environment, 67 (3-4):201-207.
- Berkcan SB. (2018). İç Anadolu'da dağılım gösteren patates böceği *Leptinotarsa decemlineata*, Say (Coleoptera: Chrysomelidae) populasyonlarında mikrosatellit varyasyonu. (Tez No.542000), Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.
- Cocquempot C, Soldati F, Parmain G. (2012). *Xylotrechus stebbingi* (Gahan, 1906) nouveau pour le département de l'Aude (Coleoptera, Cerambycidae). Revue de l'Association Roussillonnaise d'Entomologie, 21(2):68-69.
- Demelt CV. (1964). Palearktik teke böcekleri (Cerambycidae) biyolojisi üzerine 14. üncü etüd *Phorocantha semipunctata* F'nin biyolojisi. Bitki Koruma Bülteni, 4(4):180-190.
- EPPO Global Database, (2023). <https://gd.eppo.int/>, (2023, 02 Eylül).
- Hızal E, Acer S, Altunışık S. (2023). First record of the invasive alien species *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Turkey. BioInvasions Records, 12(1):93-102. <https://doi.org/10.3391/bir.2023.12.1.08>
- Hızal E, Arslangündoğdu Z, Göç A, Ak M. (2015). The new record for Turkish invasive alien insect fauna *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU), 65(1):7-10. <https://doi.org/10.17099/jffiu.48469>
- Karut K, Kazak C. (2005). Akdeniz bölgesi'nde yeni bir hurma ağacı (*Phoenix dactylifera* L.) zararlısı: *Rynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Curculionidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 29(4):295-300.
- Kekillioğlu A, Yılmaz M. (2018). Nevşehir İli ve Çevresindeki *Leptinotarsa decemlineata* (Insecta: Coleoptera)'nın biyoeolojisi üzerine bir araştırma. Uluslararası Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(1):25-28.
- Koca AÖ, Berkcan SB, Alas BL, Kandemir İ. (2022). Population structure and pattern of geographic differentiation of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Turkey. Pest Management Science, 78(9):3804-3814. <https://doi.org/10.1002/ps.6663>
- Koch RL. (2003). The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. Journal of Insect Science, 3(32):32. <https://doi.org/10.1093/jis/3.1.32>
- Midori F. (2003). Recent advances in sex pheromone studies on the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca*. JARQ, 37(2):83-88. <https://doi.org/10.6090/jarq.37.83>
- Mir AH. (2021). Bionomics of *Batocera rufomaculata* De Geer (Coleoptera: Cerambycidae) in mulberry farms of Jammu and Kashmir (India). Life Science Journal, 18(5):60-72. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2018.00041.5>
- Oğuzoğlu Ş, Avcı M. (2016). Türkiye ormanlarında zararlı yabancı istilacı böcek türleri. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi 5-8 Eylül 2016 Konya.
- Özbek H, Tozlu G. (2002). Beklenmedik Misafir. Önemli bir incirin zararlısı: İncir tropikal teke böceği *Batocera rufomaculata*. Hasad, 200:28-29.
- Özdikmen H, Atak Ş. (2017). First detection of *Phrynetta leprosa* (Fabricius) in Turkey (Coleoptera: Cerambycidae). Munis Entomology and Zoology, 12 (1):38-40.
- Özdikmen H, Çağlar Ü. (2004). Contribution to the knowledge of longhorned beetles (Coleoptera, Cerambycidae) from Turkey, Subfamilies Prioninae, Lepturinae, Spondylidinae and Cerambycinae, Journal of the Entomological Research Society, 6(1):39-69.
- Özdikmen H, Şener A, Uçkan F. (2017). First detection of *Cordylomera spinicornis* (Fabricius) in Turkey (Coleoptera: Cerambycidae). Munis Entomology and Zoology, 12 (2):430-432.
- Özdikmen H, Tezcan S. (2011). A synopsis of Turkish *Xylotrechus* Chevrolat, 1860 with a new record, *Xylotrechus stebbingi* Gahan, 1906 (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). Munis Entomology ve Zoology, 6 (1):276-281.
- Özdikmen H. (2017). A complete list of invasive alien longhorned beetles species for Turkey (Coleoptera: Cerambycidae). Munis Entomology and Zoology Journal. 12(2):508-515.
- Raju J, Gokulraam M, Mohan SM, Keshavamurthy GM, Nagaraju DK and Geetha S. (2019). Interception of live exotic species *Cordylomera spinicornis* (Fabricius) (Coleoptera: Cerambycidae) in Tali wood imported from African countries. Journal of Entomology and Zoology Studies, 7(4):432-435.
- Topakçı N, Yükselbaba U, Göçmen H. (2017). Detection and identification of citrus long-horned beetle, *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae) a new pest in Antalya Province, Turkey by sequencing of mtCOI region1. Türk Entomoloji Dergisi, 41(3):325-331. <https://doi.org/10.16970/entoted.320617>
- Tozlu G. ve Özbek, H. (2000). The Tropical Fig Borer, *Batocera rufomaculata* (Coleoptera: Cerambycidae), new for Turkey. Zoology in the Middle East, 20: 121-124. <https://doi.org/10.1080/09397140.2000.10637821>
- Uzun A, Tezcan S. (2017). Yayılmacı yabancı böcek türleri ve önemi. BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi, 19(2):1-12. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.340560>
- Yıldız Y. (2017). *Anoplophora Chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera:Cerambycidae) Reported at New Location in Turkey. Applied Ecology and Environmental Research. 15(4):111-116. https://doi.org/10.15666/aer/1504_111116



Effect of Using Broccoli Powder as an Additive in Quail Diets on Performance and Egg Quality

Ahmet Engin Tüzün^{1,a}, Esra Tuğçe Gül^{2,b,*}, Osman Olgun^{2,c}, Alpönder Yıldız^{2,d}

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu, Koçarlı, 09970 Aydın, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Selçuklu, 42250 Konya, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 09.02.2024 Accepted : 29.02.2024</p> <p>Keywords: Broccoli powder Quail Performance Egg internal quality Egg external quality</p>	<p>This study is conducted to determine the effects of using broccoli floret powder as an additive in the diets of laying quails for performance and egg quality. The study was conducted with a total of 54 female quails, aged 18 weeks, in 3 treatment groups consisting of 6 replicates, and 3 quails were placed in each replicate. Treatment diets are prepared by adding broccoli powder to the basal diets at levels of 0, 5 or 10 g/kg. Quails were fed <i>ad libitum</i> with treatment diets for 8 weeks. In the final of study, the broccoli floret powder addition to diet did not affect the body weight, egg production, eggshell rate, eggshell thickness, yolk and albumen indexes, Haugh unit and yolk <i>L*</i> value of quails. Feed intake of quails decreased with the administration of broccoli powder to the diet. Egg mass decreased by 5 g/kg level of broccoli powder. The 10 g/kg broccoli powder supplement increased egg weight, yolk <i>a*</i> and <i>b*</i> values, and decreased feed conversion ratio. According to these results, the addition of broccoli powder at the level of 10 g/kg to the diets of laying quails was effective in improving performance and yolk color without affecting eggshell quality.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1566-1570, 2024

Bıldırcın Karma Yemlerine Katkı Maddesi Olarak Brokoli Tozu Kullanımının Performans ve Yumurta Kalitesine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 09.02.2024 Kabul : 29.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Brokoli tozu Bıldırcın Performans Yumurta iç kalitesi Yumurta dış kalitesi</p>	<p>Bu çalışma brokoli çiçeği tozunun yumurtlayan bıldırcınların rasyonlarında katkı maddesi olarak kullanımının performans ve yumurta kalitesine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma 16 haftalık yaşta, toplam 54 adet dişi bıldırcın ile 6 tekrardan oluşan 3 muamele grubunda yürütülmüş olup her tekrara 3 adet bıldırcın yerleştirilmiştir. Muameleler bazal rasyona 0, 5 veya 10 g/kg seviyelerinde brokoli çiçeği tozu ilavesiyle oluşturulmuştur. Bıldırcınlar muamele rasyonları ile 8 hafta boyunca serbest olarak yemlenmişlerdir. Çalışma sonucunda rasyona brokoli tozu ilavesi bıldırcınların canlı ağırlık, yumurta verimi, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, yumurta sarı ve ak indeksleri ile Haugh birimi ve yumurta sarısı <i>L*</i> değerini etkilememiştir. Rasyona brokoli tozu ilavesi ile bıldırcınların yem tüketimi azalmıştır. Yumurta kütlesi brokoli tozunun 5 g/kg seviyesi ile düşmüştür. Rasyona 10 g/kg seviyesinde brokoli tozu ilavesi ile yumurta ağırlığı, yumurta sarısı <i>a*</i> ve <i>b*</i> değerleri artmış, yemden yararlanma oranı ise azalmıştır. Bu sonuçlara göre yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına 10 g/kg seviyesinde brokoli tozu ilavesi kabuk kalitesini etkilemeksizin performansı ve yumurta sarısı rengini iyileştirmede etkili olmuştur.</p>

^a atuzun@adu.edu.tr
^c oolgun@selcuk.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-3493-1623>
^d <https://orcid.org/0000-0002-3732-1137>

^b esra.gul@selcuk.edu.tr
^d aoyildiz@selcuk.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-2496-685X>
^d <https://orcid.org/0000-0002-3274-7710>



Giriş

Brokoli (*Brassica oleracea L. var. italica*) son yıllarda sağlıklı beslenme bilincine sahip tüketiciler tarafından büyük ilgi görmektedir. Vitamin ve mineraller, glukozinolatlar, fenolik bileşikler ve flavonoidler gibi fitojenik bileşikler ve antioksidanlar açısından zengin, oldukça besleyici bir sebze olup (Dominguez-Perles ve ark., 2010), tüketimi kanserojen ve kardiyovasküler patolojiler gibi kronik bozuklukların önlenmesinde faydalıdır.

Brokoli ve brokoli yan ürünlerinin kanatlı rasyonlarında kullanımı üzerine çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Brokolinin kanatlı rasyonlarında kullanılan kısımları sap ve yaprak tozu (Hu ve ark., 2011, 2012; Pedroza ve ark., 2018) veya brokoli çiçeği tozudur (Mustafa & Baurhoo, 2018). İlâveten bu çalışmalarda brokoli ürünleri katkı maddesi olarak değil, %15 seviyelerinde yem hammaddesi olarak kullanılmıştır (Pedroza ve ark., 2018). Kurutulmuş brokoli sap ve yapraklarının yumurta tavuk rasyonlarında %9 seviyesinde kullanılmasının performansa etkisinin olmadığı, ancak kabuk kalitesini ve yumurta sarısı rengi ile kolesterol içeriğini olumlu etkilediği bildirilmektedir (Hu ve ark., 2011). Benzer sonuçlar %12 seviyesinde kurutulmuş brokoli çiçeği kullanımında da bildirilmiştir (Mustafa & Baurhoo, 2018). Pedroza ve ark. (2018) ise %15 seviyesine kadar kurutulmuş brokoli sap ve yapraklarının yumurta tavuklarında performans ve yumurta kalitesini etkilemediğini bildirmişlerdir. Etlik piliçlerde ise %12 seviyesine kadar kurutulmuş brokoli sap ve yapraklarının kullanılmasının performansın etkilemeden deri rengini koyulaştırdığı ve etin antioksidan kapasitesini artırdığı bildirilmektedir (Hu ve ark., 2012).

Fitojenik bileşikler kanatlı rasyonlarında performans ve kabuk kalitesi gibi parametreleri olumlu etkileyen bileşiklerdir (Olgun, 2016; Olgun ve ark., 2021; Yıldız ve ark., 2023). Ancak yüksek miktarda rasyona ilâve edildiklerinde olumsuz etkileri olabilmektedir (Olgun, 2016). Mustafa & Baurhoo (2016) etlik piliç rasyonlarında brokoli çiçeği tozu %3 seviyesinde kullanıldığında en iyi canlı ağırlık ve yem değerlendirmenin elde edildiğini ancak bu olumlu etkinin %6 ve 9 seviyesinde azaldığını bildirmişlerdir. Dolayısıyla kanatlı rasyonlarında brokoli gibi insan beslenmesinde kullanılan bitkilerin yan ürünlerinin yem hammaddesi olarak değil de yem katkı maddesi (%1'den az seviyede) olarak kullanımının ön plana çıkması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı brokoli tozunun yem katkı maddesi olarak bıldırcın rasyonlarında kullanımının performansa ve yumurta kalitesine etkisini incelemektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 64583101/2023/150 sayılı izni ile Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Bıldırcın Birimi'nde yürütülmüştür.

Materyal

Çalışmada 16 haftalık yaşta 54 adet dişi Japon bıldırcını kontrol rasyonuna 0, 5 ve 10 g/kg seviyelerinde brokoli çiçeği tozu ilâve edilmiş rasyonlar ile 8 hafta boyunca yemlenmişlerdir (Çizelge 1). Çalışmada bazal rasyon NRC (1994)'nin yumurtlayan bıldırcınlar için önerilen besin madde seviyeleri baz alınarak hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan brokoli tozu (Ferişte Gıda San. Tic. Ltd. Şti., Bornova/İzmir) ve yem hammaddeleri ticari firmalardan tedarik edilmiştir. Çalışma altı tekrardan oluşan üç muamele grubunda yürütülmüş olup her tekrara üç adet bıldırcın yerleştirilmiştir. Çalışmada 16 saat aydınlatma programı uygulanmıştır.

Yöntem

Performans özelliklerinin tespiti

Çalışmada her bir muamele grubu için hazırlanan yem, yemliklere 0,01 g hassas terazi ile tartıldıktan sonra verilmiş ve deneme bitiminde yemliklerde kalan yemler toplanmıştır. Yem tüketimi verilen toplam yemden yemliklerde kalan yem miktarının çıkarılmasıyla g/gün/bıldırcın olarak hesaplanmıştır. Günlük olarak toplanan yumurtalarda yumurta verimi % olarak belirlenmiştir. Deneme bitiminden önceki 3 günde toplanan tüm yumurtalar tartılarak her muamele grubuna ait ortalama yumurta ağırlıkları g olarak belirlenmiştir. Bu verilerden g/gün/bıldırcın olarak yumurta kitlesi Gül ve ark. (2022)'na göre,

$$\text{Yumurta kitlesi} = \frac{(\text{Yumurta verimi} \times \text{Yumurta ağırlığı})}{100}$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı (YYO) ise;

$$\text{YYO} = \frac{\text{Yem tüketimi}}{\text{Yumurta kitlesi}}$$

formülüne göre hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan karma yemin bileşimi ve besin maddeleri içeriği

Table 1. Composition and nutritional content of the feed used in the study

Hammaddeler	g/kg	Besin maddeleri	g/kg
Mısır	544,0	Metabolik enerji, kkal/kg ²	2899,08
Soya küspesi, 46% HP	344,0	Ham protein ³	200,13
Soya yağı	36,5	Ham selüloz ³	28,30
Mermer tozu	56,0	Ham yağ ³	58,38
Dikalsiyum fosfat	11,4	Rutubet ³	128,32
Tuz	3,5	Lisin ²	10,90
Premiks ¹	2,5	Metiyonin ²	4,49
DL-metiyonin	2,1	Sistin ²	3,73
Total	1000,0	Kalsiyum ³	24,98
		Toplam fosfor ³	6,37
		Yararlanılabilir fosfor ²	3,49

¹ Premiks (vitamin-mineral karışımı) her 1 kg yeme sağladığı besin maddeleri vitamin A, 20000 IU; vitamin D₃, 10000 IU; vitamin E, 125 mg; vitamin K₃, 5 mg; vitamin B₁₂, 0,0275 mg; biyotin, 0,30 mg; folik asit, 2,5 mg; nikotinik asit, 112,5 mg; pantotenik asit, 37,5 mg; piridoksin, 3,75 mg; riboflavin, 10 mg; tiamin, 5 mg; bakır, 10 mg; iyot, 3 mg; demir, 50 mg; manganez, 60 mg; çinko, 50 mg; selenyum, 0,75 mg; ² Hesaplanmış değerler; ³ Analiz sonucu bulunan değerler

Yumurta kalite özelliklerinin tespiti

Deneme bitiminden önceki üç günde toplanan tüm yumurtalarda yumurta iç ve dış kalite özellikleri tespit edilmiştir. Bu amaçla her bir yumurta temiz bir cam yüzeye kırılarak kabuğun içi tamamen boşaltılmıştır. Cam yüzey üzerindeki yumurtaların ak ve sarı yükseklikleri yükseklik mihengiri ile belirlenmiştir. Sarı çapı, ak genişliği ve ak uzunluğu ise dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen bu verilerden de;

$$\text{Ak indeksi} = \frac{\text{Ak yüksekliği}}{(\text{Ak genişliği} + \text{Ak uzunluğu})/2} \times 100$$

$$\text{Sarı indeksi} = \frac{\text{Sarı yüksekliği}}{\text{Sarı çapı}} \times 100$$

ve

$$\text{Haugh birimi} = 100 \times \log(\text{AY} + 7,57 - 1,7 \times \text{YA}^{0,37})$$

AY: Ak yüksekliği

YA: Yumurta ağırlığı

formülleri kullanılarak hesaplanmıştır (Haugh, 1937).

Yumurta sarısı L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri Kolorimetre cihazı (Minolta Chroma Meter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japan) ile yumurtaların her birinin aynı noktasından 90° 'lik açıyla alınan ölçümlerden tespit edilmiştir. İçi tamamen temizlenen kabuklar ise 3 gün oda sıcaklığında kurutularak tartılmış ve relatif kabuk ağırlığı yumurta ağırlığının %'si olarak hesaplanmıştır. Mikrometre ile yumurtanın sivri, küt ve orta kısımlarındaki kabuktan kalınlık ölçümleri yapılarak kabuk kalınlığı μm olarak tespit edilmiştir.

İstatistik Analiz

Çalışmadan elde edilen verilere SPSS 18.0 yazılım paketinde (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu durumlarda Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İlaveten verilere ortogonal test uygulanarak linear ve kuadratik etki tespit edilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma**Performans Parametreleri**

Yem katkı maddesi olarak brokoli tozu ilavesinin bıldırcınların performansına etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Bıldırcınların canlı ağırlık (278,2-291,0 g), canlı ağırlık değişimi (5,33-12,67 g) ve yumurta verimi (%90,87-92,86) rasyona brokoli tozu ilavesinden etkilenmemiştir. ($P>0,05$). Rasyona brokoli tozu ilavesi yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi ve yem tüketimini kuadratik olarak

etkilemiş olup yemden yararlanma oranını linear olarak etkilemiştir ($P<0,05$). Rasyonuna 10 g/kg seviyesinde brokoli tozu ilave edilen grubun yumurta ağırlığı (13,55 g), kontrol grubu (12,80 g) ve 5 (12,35 g) g/kg seviyesinde brokoli ilave edilen gruplara göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Kontrol grubu (0 g/kg) ile karşılaştırıldığında yumurta kitlesi (11,89 g/bıldırcın/gün) rasyona 5 g/kg (11,22 g/bıldırcın/gün) seviyesinde brokoli tozu ilavesi ile önemli derecede düşmüş ($P<0,01$), ancak bu düşüş brokoli tozunun 10 g/kg (12,31 g/bıldırcın/gün) seviyesinde ilavesinde gözlenmemiştir. Bıldırcınların yem tüketimi 5 (32,96 g/bıldırcın/gün) ve 10 (34,25 g/bıldırcın/gün) g/kg seviyesinde brokoli tozu ilave edilen gruplarda kontrol (0 g/kg) grubuna (35,94 g/bıldırcın/gün) göre önemli derecede düşmüştür. Yumurtlayan bıldırcınların yemden yararlanma oranı rasyona brokoli tozu ilave ile azalmış (3,03'den 2,78'e), ancak bu azalış kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 10 g/kg brokoli tozu seviyesinde önemli olmuştur.

Mustafa & Baurhoo (2018) yumurta tavuğu rasyonlarında %12 seviyesinde brokoli çiçeği tozu kullanımının yumurta ağırlığını artırdığını ancak diğer performans parametrelerinin brokoli çiçeği tozu (%4, 8 ve 12) seviyelerinden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Kurutulmuş brokoli yaprağı ve sapının (%3, 6 ve 9 seviyelerinde) etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise (Hu ve ark., 2011) performans parametrelerinin etkilenmediği bildirilmiştir. Benzer sonuçlar Pedroza ve ark. (2018) tarafından %15 seviyesinde bildirilmiştir. Damızlık bıldırcınların içme suyuna 200 ve 300 mg/L brokoli yaprağı ekstraktı ilavesinin yumurta verimini ve kitlesini artırdığı bildirilmiştir (Al-Ashoor & Al-Salhi, 2020). Etlik piliçlerde yapılan çalışmalarda ise kurutulmuş brokoli çiçeğinin (%3, 6 ve 9) yem değerlendirmeyi iyileştirdiği (Mustafa & Baurhoo, 2016), kurutulmuş brokoli yaprağı ve sapı (%4, 8 ve 12) ilavesinde ise performans parametrelerinin etkilenmediği (Hu ve ark., 2012) belirtilmiştir. Mevcut çalışmanın aksine önceki yıllarda yapılan çalışmalarda brokoli ürünleri oldukça yüksek seviyede kullanılmış ve farklı hayvan türlerinde çalışılmıştır. Bu durum çalışmalar arasındaki kıyaslamayı zorlaştırmaktadır. Ancak mevcut çalışmada kontrol (0 g/kg) grubu ile kıyaslandığında 10 g/kg (%1) seviyesinde brokoli tozu ilavesi ile yumurta ağırlığında %5,86, yumurta kitlesinde %3,53, yem tüketiminde %4,70 ve nihayetinde yem değerlendirmede %8,25 oranlarında iyileşme gözlenmiştir. Dolayısıyla brokolinin ve yan ürünlerinin yem katkı maddesi olarak 10 g/kg (%1) kullanımının yumurtlayan kanatlılarda performansı iyileştirmede yeterli olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Rasyona brokoli tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınların performansına etkisi

Table 2. Effect of adding broccoli powder to the diet on the performance of laying quails

Parametreler	Rasyon Brokoli tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri	
	0	5	10		L	Q
Deneme başı canlı ağırlık, g	285,3	272,7	272,8	7,48	0,523	0,704
Deneme sonu canlı ağırlık, g	291,0	285,3	278,2	7,61	0,522	0,965
Canlı ağırlık değişimi, g	5,67	12,67	5,33	2,091	0,948	0,120
Yumurta verimi, %	92,86	90,87	90,87	0,552	0,151	0,396
Yumurta ağırlığı, g	12,80 ^b	12,35 ^b	13,55 ^a	0,170	0,030	0,008
Yumurta kitlesi, g/bıldırcın/gün	11,89 ^a	11,22 ^b	12,31 ^a	0,156	0,171	0,004
Yem tüketimi, g/bıldırcın/gün	35,94 ^a	32,96 ^b	34,25 ^b	0,421	0,046	0,006
Yemden yararlanma oranı, g yem/g yumurta kitlesi	3,03 ^a	2,94 ^{ab}	2,78 ^b	0,042	0,016	0,659

^{a, b}: Aynı satırda farklı üst simgelere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P<0,05$).

Çizelge 3. Rasyona brokoli tozu ilavesinin yumurta kabuk kalitesine etkisi

Table 3. Effect of adding broccoli powder to the diet on the egg external quality of laying quails

Parametreler	Rasyon Brokoli tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri	
	0	5	10		L	Q
Kabuk kalınlığı, µm	234,1	225,7	230,7	3,06	0,662	0,330
Relatif kabuk ağırlığı, %	8,54	8,77	8,62	0,137	0,826	0,538

Çizelge 4. Bildircin rasyonlarına brokoli tozu ilavesinin yumurta iç kalitesine etkisi

Table 4. Effect of adding broccoli powder to the diet on the egg internal quality of laying quails

Parametreler	Rasyon Brokoli tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri	
	0	5	10		L	Q
Sarı indeksi	60,79	62,36	59,04	0,675	0,275	0,087
Ak indeksi	4,14	4,22	4,08	0,109	0,824	0,662
Haugh birimi	102,1	103,5	101,9	0,70	0,908	0,352
L*	63,79	65,06	65,84	0,442	0,063	0,788
a*	-2,65 ^b	-2,78 ^b	-1,93 ^a	0,150	0,036	0,092
b*	52,43 ^b	51,78 ^b	58,90 ^a	0,974	0,001	0,010

^{a,b}: Aynı satırda farklı üst simgelere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P<0,05).

Yumurta Kabuk Kalitesi

Rasyona brokoli tozu ilavesinin yumurta kabuk kalitesine etkisi Çizelge 3'te gösterilmiştir. Çalışmada kırık, çatlak yumurta tespit edilmediği için hasarlı yumurta oranı verilmemiştir. Kabuk kalitesi olarak çalışmada kabuk kalınlığı 225,7-234,1 µm ve relatif kabuk ağırlığı ise %8,54-8,77 aralığında tespit edilmiş, ancak gruplar arasında linear veya kuadratik olarak bir farklılık tespit edilmemiştir (P>0,05). Bu sonuçlar kurutulmuş brokoli çiçeği veya yaprağı ile sapının %3 ila 15 seviyesinde kullanıldığı önceki yıllarda yapılan kısıtlı sayıda çalışma sonuçları ile uyumludur (Hu ve ark., 2011; Mustafa & Baurhoo, 2018; Pedroza ve ark., 2018).

Yumurta İç Kalitesi

Karma yeme brokoli tozu ilavesinin bildircinlerde sarı indeksi (59,04-62,36), albümen indeksi (4,08-4,22), Haugh birimi (101,9-103,5) ve yumurta sarısı L* değerine (63,79-65,84) etkisi Çizelge 4 de verilmiştir (P>0,05). Yumurta sarısı a* ve b* değerleri rasyona brokoli tozu ilavesinden sırasıyla linear ve kuadratik olarak etkilenmiştir (P<0,05).

Rasyona 10 g/kg brokoli tozu ilavesi ile yumurta sarısı a* ve b* değerleri 0 ve 5 g/kg brokoli tozu gruplarına göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Mevcut çalışma sonuçları önceki yıllarda albümen ve Haugh birimi gibi yumurta kalite parametrelerinin brokoli ürünlerinden etkilenmediği, yumurta sarı renginin ise zenginleştiğinin bildirildiği çalışmalar ile benzerdir (Hu ve ark., 2011; Pedroza ve ark., 2018; Mustafa & Baurhoo, 2018). Mevcut çalışmaya göre önceki çalışmalarda kullanılan brokoli kısımları (çiçek, yaprak ve sap) ve seviyeleri (%3-15) farklıdır. Buna rağmen 10 g/kg (%1) seviyesinde ksantofil bakımından zengin olan brokoli tozu kullanılması yumurta sarısı renginde iyileşme sağlamıştır.

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, rasyonda yem katkı maddesi olarak brokoli tozunun 10 g/kg seviyesinde ilave edilmesi kabuk kalitesini etkilemeden, yumurtlayan bildircinlerin yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı ile yumurta sarısı iyileştirmede etkili olmuştur.

Kaynaklar

- Al-Ashoor, D. S., Al-Salhi, K. C. (2020). Effect of adding broccoli leaves (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) extract to drinking water on eggs production and intestinal microflora of Japanese quail *Coturnix japonica* Temminck & Schlegel, 1849. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 33(2), 42-51. <https://doi.org/10.37077/25200860.2020.33.2.04>.
- Dominguez-Perles, R., Martinez-Ballesta, M., Garcia-Vigvera, M., Moreno, D. (2010). Broccoli-derived byproducts - a promising source of bioactive ingredients. *Journal of Food Science*, 75(4), 383-392. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01606.x>.
- Gül, E. T., Olgun, O., Yıldız, A., Tüzün, A. E., Sarmiento-García, A. (2022). Use of maca powder (*Lepidium meyenii*) as feed additive in diets of laying quails at different ages: Its effect on performance, eggshell quality, serum, ileum, and bone properties. *Veterinary Sciences*, 9(8), 418. <https://doi.org/10.3390/vetsci9080418>.
- Haugh, R. (1937) The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Mag.*, 43: 522-555.
- Hu, C. H., Zuo, A. Y., Wang, D. G., Pan, H. Y., Zheng, W. B., Qian, Z. C., Zou, X. T. (2011). Effects of broccoli stems and leaves meal on production performance and egg quality of laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 170(1-2), 117-121. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.07.019>.
- Hu, C. H., Wang, D. G., Pan, H. Y., Zheng, W. B., Zuo, A. Y., Liu, J. X. (2012). Effects of broccoli stem and leaf meal on broiler performance, skin pigmentation, antioxidant function, and meat quality. *Poultry Science*, 91(9), 2229-2234. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02142>.
- Mustafa, A. F., Baurhoo, B. (2016). Effects of feeding dried broccoli floret residues on performance, ileal and total digestive tract nutrient digestibility, and selected microbial populations in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 25(4), 561-570. <https://doi.org/10.3382/japr/pfw038>.
- Mustafa, A. F., Baurhoo, B. (2018). Effect of feeding broccoli floret residues on leghorn layer performance and egg quality and nutrient digestibility. *British Poultry Science*, 59(4), 430-434. <https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1460459>.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9th Rev. Ed. Washington, D.C.
- Pedroza, G., Famula, T., King, A. (2018). Broccoli meal fed to laying hens increases nutrients in eggs and deepens the yolk color. *California Agriculture*, 72(4), 243-247. <https://doi.org/10.3733/ca.2018a0024>.

- Olgun, O. (2016). The effect of dietary essential oil mixture supplementation on performance, egg quality and bone characteristics in laying hens. *Annals of Animal Science*, 16(4), 1115-1125. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0038>.
- Olgun, O., Gül, E. T., Yıldız, A., Çolak, A. (2021). Rasyona kakule tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınlarda performans, yumurta kalitesi ve serum biyokimyasal parametrelerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(11), 1999-2003. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i11.1999-2003.4635>.
- Yıldız, A., Kılınc, G., Olgun, O., Gül, E. T. (2023). Rasyona portakal kabuğu tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınlarda performans, yumurta kalitesine ve yumurta sarısı antioksidan aktivitesine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(1), 151-155. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i1.151-155.5808>.



Effect of Adding Capia Pepper (*Capsicum Annum cv. Kapija*) Powder to the Diet on Performance, Egg Quality and Yolk Color in Quails

Esra Tuğçe Gül^{1,a,*}, Ahmet Engin Tüzün^{2,b}, Osman Olgun^{1,c}, Alpönder Yıldız^{1,d}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Selçuklu, 42250 Konya, Türkiye

²Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu, Koçarlı, 09970 Aydın, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 09.02.2024 Accepted : 25.03.2024</p> <p>Keywords: Capia pepper powder Quail Performance Egg quality Egg external quality</p>	<p>The aim of this study is to examine the effects of adding capia pepper (<i>Capsicum Annum cv. Kapija</i>) powder as an additive to layer quail diets for performance and egg quality. The study was conducted with a total of 54 female quails, aged 18 weeks, in 3 treatment groups consisting of 6 replicates, and 3 quails were placed in each replicate. The experimental diets were prepared by adding capia pepper powder to the control diet at levels of 0, 5, or 10 g/kg. Quails were fed with treatment diets for 8 weeks as ad-libitum. Body weight, egg production, feed efficiency ratio, yolk and albumen indexes, and Haugh Unit are not affected by the addition of capia pepper powder to the diet. With the addition of capia pepper powder to the diet, egg weight and mass, feed intake, and yolk a^* value increased, but eggshell ratio decreased. The addition of 10 g/kg capia pepper to the diet decreased the eggshell thickness and yolk L^* and b^* values. According to these results, the administration of capia pepper powder to diets of layer quails positively affected the performance and yolk a^* value, but negatively affected the eggshell quality.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1571-1576, 2024

Karma Yeme Kapyaya Biberi (*Capsicum Annum cv. Kapija*) Tozu İlavesinin Bildircinlarda Performans, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı Rengi Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 09.02.2024 Kabul : 25.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kapyaya biberi tozu Bildircin Performans Yumurta kalitesi Yumurta dış kalitesi</p>	<p>Bu çalışmanın amacı yumurtlayan bildircin karma yemlerine katkı maddesi olarak kapyaya biberi (<i>Capsicum Annum cv. Kapija</i>) tozu ilavesinin performans ve yumurta kalitesine etkisini incelemektir. Çalışma, 18 haftalık yaştaki toplam 54 adet dişi bildircin ile 6 tekrardan oluşan 3 muamele grubunda yürütülmüş olup her tekrara 3 adet bildircin yerleştirilmiştir. Muameleler bazal rasyona 0, 5 veya 10 g/kg seviyelerinde kapyaya biber tozu ilavesiyle oluşturulmuştur. Bildircinler muamele rasyonları ile 8 hafta boyunca serbest olarak yemlenmişlerdir. Canlı ağırlık, yumurta verimi, yemden yararlanma oranı, sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi karma yeme kapyaya biberi tozu ilavesinden etkilenmemiştir. Karma yeme kapyaya biber tozu ilavesi ile yumurta ağırlığı ve kitlesi ile yem tüketimi ve yumurta sarısı a^* değeri artmış, ancak yumurta kabuk oranı azalmıştır. Karma yeme 10 g/kg seviyesinde kapyaya biber ilavesiyle kabuk kalınlığı ile yumurta sarısı L^* ve b^* değeri azalmıştır. Bu sonuçlara göre yumurtlayan bildircin karma yemlerine kapyaya biberi tozu ilavesi performansı ve yumurta sarısı a^* değerini olumlu etkilerken, kabuk kalitesini olumsuz etkilemiştir.</p>

^a esra.gul@selcuk.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-2496-685X>

^c atuzun@adu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0003-3493-1623>

^c oolgün@selcuk.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-3732-1137>

^d aoyildiz@selcuk.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-3274-7710>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Yumurta sarısı rengi tüketici tercihini etkileyen en önemli faktörlerden biridir ve çoğu toplumda yumurta sarısının portakal renginde olması tercih edilmektedir (Özkan & Açıkgöz, 2007). Yumurta sarısına sarı ile kırmızı arasındaki rengini veren karoteonid bileşiklerdir (Blount ve ark., 2000). Ancak kanatlı hayvanlar karoteonid bileşikleri sentez edemedikleri için tükettikleri yemler ile alır ve yumurta sarısı, deri ile adipoz doku gibi dokularda depolarlar. Buğday gibi karoteonid bileşikleri içermeyen yemlerin rasyonda yüksek seviyede kullanılması ile yumurta sarısı rengi kısa sürede açılmaktadır (Sevim ve ark., 2021). Böyle durumlarda tüketici taleplerine uygun yumurta sarısı rengi elde etmek için sentetik veya karoteonid bakımından zengin doğal yemler veya yem katkı maddeleri rasyona ilave edilmektedir (Özkan & Açıkgöz, 2007; Ağma Okur & Kayhan 2018; Sarmiento-Garcia ve ark., 2023). Günümüzde sentetik ürünlere olan olumsuz görüşlerden dolayı doğal renk verici (karoteonidler bakımından zengin) katkı maddeleri ilgi çekmektedir. Bu amaçla yumurta sarı rengini iyileştirmek amacıyla rasyonda kırmızı biber kullanımı üzerine ilk çalışmalar neredeyse bir asır öncesine dayanmakta olup (Brown, 1938), son yıllarda tekrar yoğunlaşmıştır (Lokaewmanee ve ark., 2013; Moeini ve ark., 2013; Ağma Okur & Kayhan, 2018; Sözcü, 2019; Filik ve ark., 2020; Bala ve ark., 2020).

Kapya biberi (*Capsicum Annum Cv. Kapija*) genel olarak sebze olarak üretilmekle birlikte aynı zamanda önemli bir baharat kaynağıdır (Özer ve ark., 2005). Diğer kırmızı biber türleri gibi kapya biberi de antioksidan özelliklere sahip olmasının yanı sıra karotenoidler (kapsantin ve kapsaisin gibi ketokarotenoidler) ve C ile E vitaminleri bakımından oldukça zengindir (Krinsky 1994, 2001; Palevitch & Craker, 1995; Daood ve ark., 1996; Matsufuji ve ark., 1998). Doğal bir pigment kaynağı olarak kırmızı biberin kanatlı rasyonlarına ilavesi sonucunda yumurta sarısı renginin iyileştiği birçok çalışmada kanıtlanmıştır (Lokaewmanee ve ark., 2013; Moeini ve ark., 2013; Ağma Okur & Kayhan, 2018; Sözcü, 2019; Filik ve ark., 2020; Bala ve ark., 2020). Yumurta sarısını koyulaştıran kırmızı biber tozu aynı zamanda kanatlı hayvanların yumurta verim özelliklerini (Sözcü, 2019) ve yemden yararlanma oranlarını (Avcı ve ark., 2012; Sözcü, 2019) iyileştirmektedir.

Kanatlı rasyonlarında kırmızı biber tozu ilavesinin etkilerini inceleyen çalışmalarda genel olarak tozun elde edildiği biber türü verilmemekte olup bu durum çeşitli biber türlerinin farklı seviyelerde kullanımında performans ve yumurta kalitesine etkilerinin bilinmemesine yol açmaktadır. Bununla birlikte kapya biberinin kanatlı rasyonlarında kullanımına yönelik de net bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada yumurtlayan bildircin rasyonlarına doğal pigment kaynağı olarak kapya biber tozunun ilavesinin performansa, yumurta dış ve iç kalitesi ile yumurta sarısı renk parametrelerine etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 64583101/2023/150 sayılı izni ile Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zooteknik Bölümü Bildircin Birimi'nde yürütülmüştür.

Materyal

Çalışmada 18 haftalık yaşta 54 adet dişi Japon bildircini bazal rasyona 0 (0KT), 5 (5KT) ve 10 (10KT) g/kg seviyelerinde kapya biberi (*Capsicum Annum Cv. Kapija*) tozu ilave edilmiş rasyonlar ile 8 hafta boyunca yemlenmişlerdir (Çizelge 1). Çalışmada bazal rasyon NRC (1994)'nin yumurtlayan bildircinler için önerilen besin madde seviyeleri baz alınarak hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan kapya biberi tozu Kurucum Gıda'dan ve yem hammaddeleri de ticari bir firmadan tedarik edilmiştir. Çalışma, altı tekerrürden (n=3) oluşan üç muamele grubunda yürütülmüş olup her tekerrüre üç adet dişi bildircin yerleştirilmiştir. Denemede her bir tekerrür için 30 × 45 cm alan sağlanmış ve yerleşim sıklığı 450 cm²/bildircin olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada 16 saat aydınlatma programı uygulanmıştır.

Yöntem

Performans özelliklerinin tespiti

Çalışmada her bir muamele grubu için hazırlanan yem, yemliklere 0,01 g'a hassas terazi ile tartıldıktan sonra verilmiş ve deneme bitiminde yemliklerde kalan yemler toplanmıştır. Yem tüketimi verilen toplam yem ve yemliklerde kalan yem miktarından g/gün/bildircin olarak hesaplanmıştır. Günlük olarak toplanan yumurtalarda yumurta verimi % olarak belirlenmiştir. Deneme bitiminden önceki 3 günde toplanan tüm yumurtalar bireysel olarak tartılarak her muamele grubuna ait toplam yumurta ağırlığı yumurta sayısına bölünerek ortalama yumurta ağırlıkları g olarak belirlenmiştir. Bu verilerden g/gün/bildircin olarak yumurta kitlesi (YK)

$$YK = \frac{\text{yumurta verimi} \times \text{yumurta ağırlığı}}{100}$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı ise (YYO)

$$YYO = \frac{\text{Yem tüketimi}}{\text{Yumurta kitlesi}}$$

formülüne göre hesaplanmıştır (Gül ve ark., 2022).

Yumurta kalite özelliklerinin tespiti

Yumurta dış ve iç kalite parametreleri çalışmanın son üç gününde toplanan bütün yumurtalardan tespit edilmiştir. Yumurtalar bireysel olarak temiz bir cam yüzeye dağılmayacak şekilde kırılmış ve yumurta kabukları içinde yumurta kalıntısı kalmayacak şekilde temizlenmiştir. Temiz bir yüzeye dikkatlice kırılan yumurta ak ve sarılarının yüksekliği yükseklik mihengiri ile uzunluk ve genişlik ölçümleri ise kumpas ile tespit edilmiştir. Bu verilerden,

$$\text{Ak indeksi} = \frac{\text{Ak yüksekliği}}{(\text{Ak genişliği} + \text{Ak uzunluğu})/2} \times 100$$

$$\text{Sarı indeksi} = \frac{\text{Sarı yüksekliği}}{\text{Sarı çapı}} \times 100$$

$$HB = 100 \times (\log(\text{AY} + 7,57 - 1,7) \times \text{YA})^{0,37}$$

HB : Haugh birimi

AY : Ak yüksekliği

YA : Yumurta ağırlığı

formülleri kullanılarak hesaplanmıştır (Haugh, 1937).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan karma yemin bileşimi ve hesaplanmış besin maddeleri içeriği

Table 1. Composition and nutritional content of the feed used in the study

Hammaddeler	g/kg	Besin maddeleri	g/kg
Mısır	544,0	Metabolik enerji, kkal/kg	2899,08
Soya küspesi, 46% HP	344,0	Ham protein	200,13
Soya yağı	36,5	Ham selüloz	28,30
Mermer tozu	56,0	Ham yağ	58,38
Dikalsiyum fosfat	11,4	Nem	128,32
Tuz	3,5	Lisin	10,90
Premiks ¹	2,5	Metiyonin	4,49
DL-metiyonin	2,1	Sistin	3,73
Total	1000,0	Kalsiyum	24,98
		Toplam fosfor	6,37
		Yararlanılabilir fosfor	3,49

¹Premiks (vitamin-mineral karışımı) her 1 kg yeme sağladığı besin maddeleri vitamin A, 20000 IU; vitamin D₃, 10000 IU; vitamin E, 125 mg; vitamin K₃, 5 mg; vitamin B₁₂, 0.0275 mg; biyotin, 0,30 mg; folik asit, 2,5 mg; nikotinik asit, 112,5 mg; pantotenik asit, 37,5 mg; piridoksin, 3,75 mg; riboflavin, 10 mg; tiamin, 5 mg; bakır, 10 mg; iyot, 3 mg; demir, 50 mg; manganez, 60 mg; çinko, 50 mg; selenyum, 0,75 mg.

Çizelge 2. Karma yeme kapy tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınların performansına etkisi

Table 2. Effect of adding capia pepper powder to the feed on the performance of laying quails

Parametreler	Kapy tozu seviyesi, g/kg			Standart hata ortalaması	P-değeri	
	OKT	5KT	10KT		Linear	Kuadratik
Deneme başı canlı ağırlık, g	257,3	256,3	254,3	6,79	0,868	0,974
Deneme sonu canlı ağırlık, g	253,0	263,3	254,2	7,10	0,950	0,547
Canlı ağırlık değişimi, g	-4,33	7,00	-0,17	2,900	0,558	0,146
Yumurta verimi, %	90,71	93,25	91,93	0,480	0,268	0,053
Yumurta ağırlığı, g	11,56 ^b	12,75 ^a	12,82 ^a	0,218	0,011	0,156
Yumurta kitlesi, g/bıldırcın/gün	10,48 ^b	11,90 ^a	11,78 ^a	0,228	0,009	0,061
Yem tüketimi, g/bıldırcın/gün	30,95 ^b	32,79 ^a	33,41 ^a	0,415	0,012	0,422
Yemden yararlanma oranı, g yem/g yumurta kitlesi	2,96	2,76	2,84	0,046	0,298	0,165

^{a,b}: Aynı satırda farklı üst simgelere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P<0,05).

Yumurta sarısı renk (*L**: parlaklık, *a**: kırmızılık ve *b**: sarılık) değerleri üretici firma tarafından önerilen yönergeler göre kalibre edilmiş Kolorimetre cihazı (Minolta Chroma Meter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japan) ile yumurtaların her birinin aynı noktasından 90°'lik açıyla alınan ölçümlerden tespit edilmiştir. Yumurtalar kırıldıktan sonra temizlenen kabuklar 3 gün oda sıcaklığında kurutularak tartılmış ve yumurta ağırlığının %'si olarak kabuk oranı hesaplanmıştır (Olgun ve ark., 2022). Mikrometre (Mitutoyo, 0,01 mm, Japan) yardımı ile yumurtanın sivri, küt ve orta kısımlarındaki kabuktan kalınlık ölçümleri yapılarak bu üç değerlerin ortalamasından kabuk kalınlığı µm olarak tespit edilmiştir.

İstatistikî analiz

Çalışmadan elde edilen verilere SPSS 18.0 yazılım paketinde (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Grup ortalamaları arasında istatistikî olarak önemli bir fark olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. İlaveten verilere ortogonal test uygulanarak linear ve kuadratik etki tespit edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Performans Parametreleri

Çizelge 2'ye göre yumurtlayan bıldırcın rasyonlarında katkı maddesi olarak kapy biberi tozu kullanımı deneme sonu canlı ağırlığı (253,0-263,3 g), canlı ağırlık değişimi (-4,33 ila 7,00 g), yumurta verimi (%90,71-93,25) ve yemden yararlanma oranını (2,76-2,96) etkilememiştir

(P>0,05). Kontrol (OKT) grubu ile karşılaştırıldığında karma yeme kapy biberi tozu ilavesi ile yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi ve yem tüketimi linear olarak artmış (P<0,05), ancak kapy biberi tozu ilaveli gruplar benzer bulunmuştur. Yumurta ağırlığı 11,56 g'dan (OKT) 12,82 g'a (10KT), yumurta kitlesi 10,48 g/gün/bıldırcın'dan (OKT) 11,90 g/gün/bıldırcın'a (5KT) ve yem tüketimi 30,95 g/gün/bıldırcın'dan (OKT) 33,41 g/gün/bıldırcın'a (10KT) yükselmiştir. Aromatik bitkilerdeki veya bu bitkilerin yan ürünlerindeki biyoaktif maddeler yemin lezzetini artırarak hayvanlarda iştah açıcı bir etkiye sahiptir (Jamroz ve ark., 2003). Kapy biberin ana biyoaktif bileşenlerinden biri olan kapsaisin olup, Sözcü (2019)'nün bildirişinin aksine bıldırcınların iştahını olumlu etkileyerek yem tüketimini artırmış olabilir. Karma yeme kapy biberi tozunun ilavesiyle yem tüketiminin artması ile bıldırcınların besin madde alımı da artmış olabilir. Bu durum canlı ağırlık artışında ve yumurta veriminde rakamsal bir iyileşme sağlarken, yumurta ağırlığı ve kitlesinde istatistikî bir artış ile sonuçlandığı söylenebilir. İlaveten kapsaisin pankreas ve incebağırsak enzimlerinin ve glikoz-6-fosfat dehidrojenaz, lipoprotein lipaz gibi metabolizma enzimlerinin aktivitelerini olumlu etkileyerek besin maddelerinin sindirimini ve enerji metabolizmasını olumlu etkileyebilmektedir (Pulla Reddy & Lokesh, 1992; Platel & Srinivasan, 2004). Avcı ve ark. (2012) bıldırcın rasyonlarında 1 g/kg seviyesinde Şanlıurfa biberi kullanımının yumurta üretimini ve yem tüketimini etkilemeksizin yem değerlendirmeyi iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Sözcü (2019) ise yumurta tavuk rasyonlarına %0, 0,5, 1,0 ve 1,5 seviyelerinde kırmızı biber

tozu ilavesinin yem tüketimini düşürdüğünü, yumurta verimi, yumurta kitlesi ve yem değerlendirmeyi iyileştirdiğini, ancak yumurta ağırlığını etkilemediğini bildirmişlerdir. Kırmızı biber tozunun rasyona %0,3 ila %4 seviyelerinde ilave edildiği bazı araştırma sonuçları yumurtlayan bıldırcınlar (Filik ve ark., 2020) ve yumurta tavuklarında (Şamlı ve ark., 2005, Lokaewmanee ve ark., 2013; Moeini ve ark., 2013; Bala ve ark., 2020) performans parametrelerinin etkilenmediğini belirtmiştir. Bu sonuçlar mevcut çalışma sonuçları ile benzerlik göstermemektedir. Ancak çalışmalarda kullanılan hayvan farklılığı, biber çeşitleri ve seviye farklılıkları, içerdikleri biyoaktif madde miktarları, rasyon farklılığı gibi nedenler arasındaki farklılık çalışma sonuçları arasında farklılığa sebep olabilmektedir.

Yumurta Dış Kalite Parametreleri

Bıldırcın rasyonlarına kapyta biberi tozu ilavesinin yumurta kabuk kalınlığı ve relatif kabuk ağırlığına etkisi Çizelge 3’de gösterilmiştir. Yumurta kabuk kalınlığı linear olarak azalmış ($P<0,05$), rasyonuna 10 g/kg (10KT) seviyesinde kapyta biberi tozu ilave edilen grupta (214,9 μ m), 0 (224,7 μ m) ve 5 (222,1 μ m) g/kg seviyelerinde kapyta biberi tozu ilave edilen gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur. Relatif kabuk ağırlığı da linear olarak azalmış ve kapyta biberi tozu ilave edilen 5KT ve 10 KT gruplarında (%8,33 ve 8,02) kontrol grubuna (%8,72) göre önemli derecede düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Bu sonuçlar Filik ve ark. (2020)’nin bıldırcın rasyonlarına 1, 2 ve 4 g/kg seviyelerinde acı kırmızı biber artığı tozu ilavesinin yumurta kabuk kalınlığını azalttığını, ancak yumurta kabuk oranına ve kırılma direncine etkisinin olmadığını bildirdiği çalışma sonuçları ile kısmen benzerlik göstermektedir. Ancak Avcı ve ark. (2012)’nin bıldırcın rasyonlarında 1 g/kg seviyesinde Şanlıurfa biberi kullanımının kabuk kalitesini etkilemediğini, ilaveten yumurta tavuklarında yapılan çalışmalarda rasyona kırmızı biber tozu (%0,5 ila 4 seviyelerinde) ilavesinin yumurta kabuk kalitesini etkilemediğini bildiren çalışma sonuçları ile benzerlik göstermemektedir (Lokaewmanee ve ark., 2013; Moeini ve ark., 2013; Ağma Okur & Kayhan, 2018; Sözcü, 2019; Bala ve ark., 2020). Filik ve ark. (2020) acı kırmızı biber tozu ilavesinin yumurta kalitesini olumsuz etkilemesinin nedeni olarak vücuttaki yağ yakımı olabileceğini, çünkü yumurta kabuğunun gelişimi için hayati önem taşıyan D vitamini ile kalsiyum ve fosforun vücutta yağ yoluyla transfer edildiğini, dolayısıyla kırmızı biber tozu ilavesinin yağ yakımını hızlandırdığından, yumurta kabuğunun

gelişimi için çok önemli olan D vitamini ile kalsiyum ve fosforun gerekli miktarlarda aktarılmasını engellediğini ileri sürmüşlerdir. Ancak Çizelge 2 incelendiğinde mevcut çalışmada canlı ağırlık kazanımının kapyta biberi tozu ilavesiyle rakamsal bir artış olduğu görülmektedir. Bu çalışmada kapyta biberi tozu ilavesiyle yumurta kitlesi önemli derecede artmış, dolayısıyla optimum kabuk kalitesi için, yem tüketimi artmış da olsa, gerekli kalsiyum miktarında veya metabolizmasında kapyta biberi tozunun olumsuz bir etkisinin olduğu ve daha ayrıntılı çalışmaların gerektiği söylenebilir.

Yumurta İç Kalite Parametreleri

Yumurta iç kalite parametrelerine karma yeme kapyta biberi tozu ilavesinin etkisi Çizelge 3’te gösterilmiştir. Çalışmada sarı indeksi 54,92-57,01, ak indeksi 3,06-3,28 ve Haugh birimi 100,7-101,9 aralığında tespit edilmiş olup, rasyona kapyta biberi tozu ilavesi bu parametreleri etkilememiştir ($P>0,05$). Bu sonuçlar Şamlı ve ark. (2005), Avcı ve ark. (2012), Lokaewmanee ve ark. (2013), Moeini ve ark. (2013), Bala ve ark. (2020) ve Filik ve ark. (2020)’nin bildirişleri ile benzerlik göstermektedir. Ancak Ağma Okur & Kayhan (2018) rasyonlarına %0,75 seviyesinde kırmızı biber tozu ilave edilen free-range olarak yetiştirilen tavukların Haugh biriminin düştüğünü ve albümin yüksekliği ile yumurta sarısı indeksinin etkilenmediğini bildirmişlerdir. Sözcü (2019) yumurta tavuklarında yumurta sarısı indeksinin rasyona %1,5 seviyesinde, albümin indeksi ile Haugh biriminin ise %1,0 seviyesinde kırmızı biber tozu ilavesi ile arttığını bildirmiştir. Bu çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları benzerlik göstermemektedir.

Kırmızı biber kapsantin, kapsorubin ve kapsantin 5,6-epoksid karoteonid gibi kırmızı renk veren bileşikler bakımından zengindir (Marin ve ark., 2004). Yumurta sarısı renk parametreleri ise rasyona kapyta biberi tozu ilavesinden linear olarak etkilenmiştir ($P<0,05$). Kontrol grubu (0KT) ile karşılaştırıldığında yumurta sarısı L^* (65,07’den 58,41’e) ve b^* (52,94’ten 48,15’e) 10KT grubunda önemli derecede düşmüştür. Yumurta sarısı a^* değeri ise rasyona kapyta biberi tozu ilavesi ile -3,08’den 4,07’ye önemli derecede artmış ve bu artış her kapyta biberi tozu seviyesinde önemli olmuştur. Filik ve ark. (2020) rasyona acı kırmızı biber artıkları tozu ilavesinin (1, 2 ve 4 g/kg) yumurta sarısı L^* değerini etkilemediğini, 2 g/kg ilavesinde yumurta sarısı a değerini ve 4 g/kg seviyesinde ilavesinde ise yumurta sarısı b^* değerini artırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Karma yeme kapyta tozu ilavesinin yumurta iç ve dış kalitesine etkisi (n=XXX)

Table 3. Effect of adding capia pepper powder to the feed on the egg internal and external quality of laying quails

Parametreler	Kapyta tozu seviyesi, g/kg			Standart hata ortalaması	P-değeri	
	0KT	5KT	10KT		Linear	Kuadratik
Kabuk kalınlığı, μ m	224,7 ^a	222,1 ^a	214,9 ^b	1,48	0,001	0,764
Relatif kabuk ağırlığı, %	8,72 ^a	8,33 ^b	8,02 ^b	0,095	0,003	0,360
Sarı indeksi	57,01	56,89	54,92	0,712	0,253	0,554
Ak indeksi	3,06	3,16	3,28	0,080	0,302	0,964
Haugh birimi	100,7	101,9	101,6	0,56	0,515	0,554
L^*	65,07 ^a	63,22 ^{ab}	58,41 ^b	1,118	0,011	0,472
a^*	-3,08 ^c	0,88 ^b	4,07 ^a	0,748	<0,001	0,484
b^*	52,94 ^a	51,07 ^{ab}	48,15 ^b	0,746	0,006	0,694

^{a, b}: Aynı satırda farklı üst simgelere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistikî olarak önemlidir ($P<0,05$).

Lokaewmanee ve ark. (2013) yumurta tavuğu rasyonlarına %0,5 seviyesinde 3 farklı çeşit kırmızı biberin tozu ilavesinin yumurta sarısı L^* değerini düşürdüğünü, a^* değerini arttırdığını ve b^* değerini etkilemediğini bildirmişlerdir. Sözcü (2019) yumurta tavuk rasyonlarına seviyelerinde kırmızı biber tozu (%0, 0,5, 1,0 ve 1,5) ilavesi ile yumurta sarısı L^* değerinin arttığını, %1,5 seviyesinde a^* değerinin arttığını ancak yumurta sarısı b^* değerinin kırmızı biber tozu ilavesinden etkilenmediğini bildirmiştir. Ağma Okur & Kayhan (2018) rasyonlarına %0,75 seviyesinde kırmızı biber tozu ilave edilen free-range olarak yetiştirilen tavukların yumurta sarısı L^* değerinin düştüğü aksine yumurta sarısı a^* ve b^* değerinin arttığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışma ile önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçlarında genel ortak sonuç kırmızı biber tozu ilavesi ile yumurta sarısı a^* değerinin arttığını göstermektedir. Ancak yumurta sarı L^* ve b^* değerlerine kırmızı biber tozu ilavesinin etkisi değişkenlik göstermektedir. Yumurta sarısı Roche skalası skoru arttıkça L^* değeri (parlaklık) azalmakta, a^* değeri (kırmızılık) artmakta ve b^* değeri (sarılık) ise Roche skalasında 9'a kadar artarken ve daha yüksek Roche skalası skorlarında azalmaktadır (Grashorn, 2016). Narinç ve ark. (2015) ise Roche skalası yerine daha güvenilir olan yumurta sarısı a^* değerinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla önceki çalışmalardan (Şamlı ve ark., 2005; Avcı ve ark., 2012; Moeini ve ark., 2013; Bala ve ark., 2020) elde edilen rasyona kırmızı biber tozu ilavesinin yumurta Roche skalası skorunu iyileştirdiği ile ilgili sonuçlar ve mevcut çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına 10 g/kg seviyesine kadar kopya biberi tozu ilavesinin yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi ve yem tüketimi ile yumurta sarısı rengini iyileştirdiği ancak yumurta kabuk kalitesini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca mevcut çalışmada rasyona kopya biber tozu ilavesi ile performansın iyileşme ve kabuk kalitesinin kötüleşme nedenin daha iyi anlaşılması için besin maddelerinin sindirimi ve metabolizması üzerine etkilerini inceleyen ileri çalışmalara gereksinim vardır.

Kaynaklar

Ağma Okur, A., Kayhan, E. U. (2018). Impacts of red pepper supplemented diets and different storage conditions on eggs obtained from free-range laying hens. *South African Journal of Animal Science*, 48(5), 987-996. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v48i5.19>.

Avcı, M., Kaplan, O., Yertürk, M. (2012). Comparison of Sanliurfa Pepper and dry Tomato Paste in enhancing egg yolk color of Japanese quails. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(12), 2159-2162.

Bala, D. A., Matur, E., Ekiz, E. E., Akyazi, I., Ergen, E., Ereğ, M., Atmaca, G., Eseceli, H., Ketten, M. (2020). Can dried tomato and red pepper powder be used as a dietary supplement to strengthen defence systems and production performance in laying hens? *European Poultry Science*, 84, 1-15. <http://dx.doi.org/10.1399/eps.2020.323>

Blount, J. D., Houston, D. C., Möller, A. P. (2000). Why egg yolk is yellow? *Trends in Ecology & Evolution* 15(2), 47-49. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01774-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01774-7).

Brown, W. L. (1938). The influence of pimento pigments on the color of the egg yolk of fowls. *Journal of Biological Chemistry*, 122, 655-659.

Daood, H. G., Vinkler, M., Markus, F., Hebshi, E. A., Biacs, P. A. (1996). Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. *Food Chemistry*, 55(4), 365-372. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00136-0](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00136-0).

Filik, G., Filik, A. G., Altop, A. (2020). The effects of dietary hot pepper Capsicum annum waste powder supplementation on egg production traits of Japanese quail layers. *Ciência Rural*, 50, e20190945. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190945>.

Grashorn, M. (2016). Feed additives for influencing chicken meat and egg yolk color Carle R, Schweigert RM. (Eds.), *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color*, Woodhead Publishing Books, Elsevier Ltd., Duxford, UK (2016), pp. 283-302.

Gül, E. T., Olgun, O., Yıldız, A., Tüzün, A. E., Sarmiento-García, A. (2022). Use of maca powder (*Lepidium meyenii*) as feed additive in diets of laying quails at different ages: Its effect on performance, eggshell quality, serum, ileum, and bone properties. *Veterinary Sciences*, 9(8), 418. <https://doi.org/10.3390/vetsci9080418>.

Haugh, R. (1937) The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Mag.*, 43: 522-555.

Jamroz, D., Orda, J., Kamel, C., Wiliczekiewicz, A., Wertelecki, T., Skorupińska, J. (2003). The influence of phytogetic extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gut microbial status in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 12(3), 583-596. <https://doi.org/10.22358/jafs/67752/2003>

Krinsky, N. I. (1994). The biological properties of carotenoid. *Pure and Applied Chemistry*, 66(5), 1003-1010. <https://doi.org/10.1351/pac199466051003>.

Krinsky, N. I. (2001). Carotenoids as antioxidants. *Journal of Nutrition*, 17(10), 815-817. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(01\)00651-7](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(01)00651-7).

Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., Okuda, N. (2013). Effects of dietary red pepper on egg yolk colour and histological intestinal morphology in laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(5), 986-995. <https://doi.org/10.1111/jpn.12011>.

Marín, A., Ferreres, F., Tomás-Barberán, F. A., Gil, M. I. (2004). Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annum L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(12), 3861-3869. <https://doi.org/10.1021/jf0497915>.

Matsufuji, H., Nakamura, H., Chino, M., Takeda, M. (1998). Antioxidant activity of capsantin and the fatty acid esters in paprika (*Capsicum annum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3468-3472. <https://doi.org/10.1021/jf980200i>.

Moeini, M. M., Ghazi, S. H., Sadeghi, S., Malekizadeh, M. (2013). The effect of red pepper (*Capsicum annum*) and marigold flower (*Tagetes erectus*) powder on egg production, egg yolk color and some blood metabolites of laying hens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3(2), 301-305.

Narinç, D., Aygün, A., Küçükönder, H., Aksoy, T., Gürcan, E. K. (2015). An application of Bootstrap Technique in animal science: egg yolk color sample. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(5): 631-637. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2014.12693>

NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th Rev. Ed. Washington, D.C.

Olgun, O., Gül, E. T., Kılınç, G., Yıldız, A., Çolak, A., & Sarmiento-García, A. (2022). Performance, egg quality, and yolk antioxidant capacity of the laying quail in response to dietary choline levels. *Animals*, 12(23), 3361. <https://doi.org/10.3390/ani12233361>

- Özer, A., Erdost, H., Zök, B. (2005). Histological investigations on the effects of feeding a diet containing red hot pepper on the reproductive organs of the chicken. *Phototherapy Research*, 19(6), 501-505. <https://doi.org/10.1002/ptr.1690>.
- Özkan, K., Açıkgoz, Z. (2007). Kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesi. Baskı, Hasad Yayıncılık, İstanbul. pp: 92-94.
- Palevitch, D., Craker, L. E. (1995). Nutritional and medicinal importance of red pepper (*Capsicum spp.*). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plant*, 3(2), 55-83. https://doi.org/10.1300/J044v03n02_08.
- Platel, K., Srinivasan, K. (2004). Digestive stimulant action of spices: a myth or reality? *Indian Journal of Medical Research*, 119(5), 167-179.
- Pulla Reddy, A. C., Lokesh, B. R. (1992). Studies on spice principles as antioxidants in the inhibition of lipid peroxidation of rat liver microsomes. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 111, 117-124. <https://doi.org/10.1007/BF00229582>.
- Sarmiento-Garcia, A., Olgun, O., Kılınc, G., Sevim, B., Gökmen, S. A. (2023). The use of purple carrot powder in the diet of laying quails improved some egg quality characteristics, including antioxidant capacity. *Tropical Animal Health and Production*, 55(3), 220. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03636-x>.
- Sevim, B., Cufadar, Y., Curabay, B. (2021). Farklı oranlarda sarı mısır ve buğday içeren rasyonların yumurta tavuklarında performans, yumurta kabuk kalitesi ve sarı rengi üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(1), 28-36.
- Sözcü, A. (2019). Effects of supplementing layer hen diet with red pepper (*Capsicum annum L.*) powder as natural yolk colourant on laying performance, pigmentation of yolk, egg quality and serum immunoglobulin levels. *Journal of Poultry Research*, 16(2), 80-85. <https://doi.org/10.34233/jpr.600605>.
- Şamlı, H. E., Şenköylü, N., Akyürek, H., Ağma, A. (2005). Doğal pigmentlerin yaşlı tavuklarda yumurta sarısına etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(3), 281-286.



Identification of InDel Variants of *CSN1S1* and *CMTM2* Genes Associated with Prolificacy in Hair, Honamlı, and Kabakulak Goats

Bahar Argun Karşlı^{1,a,*}, Ebru Demir^{1,b}

¹Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, 26160, Eskişehir, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 22.08.2024 Accepted : 10.09.2024</p> <p>Keywords: <i>CMTM2</i> Multiple births Casein Native goat Molecular genotyping</p>	<p>Variations such as insertion and deletion (InDel) in gene regions of alpha S1 casein (<i>CSN1S1</i>) and CKLF like MARVEL transmembrane domain protein 2 (<i>CMTM2</i>) may affect litter size in goats. In this study, a total of 210 animals belonging to Hair (KIL, 66 samples), Honamlı (HNM, 74 samples), and Kabakulak (KBK, 70 samples) goats were genotyped by Polymerase Chain Reaction (PCR) method to detect InDel variations of <i>CSN1S1</i> and <i>CMTM2</i> genes. All goat populations showed polymorphism in terms of both genes in the current study in which the frequency of the desired genotype (II) for the <i>CSN1S1</i> ranged from 0.10 (KBK) to 0.12 (KIL and HNM). The lowest and highest observed heterozygosity (H_o) values were observed in KBK (0.53) and KIL (0.65) goats, respectively. II genotype frequency varied between 0.09 (KIL) and 0.29 (KBK) in terms of the <i>CMTM2</i> gene while H_o values ranged from 0.41 (KIL) to 0.58 (KBK). All goat populations turned out to be under Hardy-Weinberg equilibrium regarding both genes. The results of the current study showed that KIL, HNM, and KBK goats conserve a sufficient genetic variation together with variable frequencies of the desired II genotype in terms of <i>CSN1S1</i> and <i>CMTM2</i> genes. Therefore, it is also thought that variations of the <i>CSN1S1</i> and <i>CMTM2</i> genes may be utilized in Marker Assisted Selection (MAS) studies to improve litter size in studied native goat breeds.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1577-1582, 2024

Kıl, Honamlı ve Kabakulak Keçilerinde *CMTM2* ve *CSN1S1* Genlerinde Çoklu Doğumla İlişkili InDel Varyantların Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 22.08.2024 Kabul : 10.09.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>CMTM2</i> Çoklu doğum Kazein Yerli keçi Moleküler genotipleme</p>	<p>Alfa S1 kazein (<i>CSN1S1</i>) ve CKLF benzeri MARVEL transmembran alanı içeren protein 2 (<i>CMTM2</i>) gen bölgelerinde meydana gelen insersiyon ve delesyon (InDel) gibi varyasyonlar keçilerde bir batında doğan yavru sayısını etkileyebilmektedir. Bu çalışmada ilk defa Kıl (KIL, 66 örnek), Honamlı (HNM, 74 örnek) ve Kabakulak (KBK, 70 örnek) keçilerinde <i>CSN1S1</i> ve <i>CMTM2</i> genlerindeki InDel varyasyonların belirlenmesi için toplam 210 hayvan Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) yöntemiyle genotiplendirilmiştir. Her iki gen bakımından tüm keçi popülasyonlarının polimorfik bulunduğu çalışmada <i>CSN1S1</i> geninde bir batında doğan yavru sayısı için avantaj sağlayan genotip (II) frekansı 0,10 (KBK) ile 0,12 (HNM ve KIL) aralığında değişmiştir. <i>CSN1S1</i> geni için en düşük ve en yüksek gözlenen heterozigotluk (H_o) değeri sırasıyla KBK (0,53) ve KIL (0,65) keçilerinde tespit edilmiştir. <i>CMTM2</i> geni için II genotip frekansı 0,09 (KIL) ile 0,29 (KBK) aralığında değişirken, H_o değerinin 0,415 (KIL) ile 0,585 (KBK) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Çalışılan her iki gen bölgesi içinde tüm popülasyonların Hardy-Weinberg dengesinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar HNM, KIL ve KBK keçilerinde <i>CSN1S1</i> ve <i>CMTM2</i> genleri için istenilen genotip olan II'nin değişen frekanslarda olduğunu ve yeterli genetik varyasyonun bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle <i>CSN1S1</i> ve <i>CMTM2</i> gen bölgelerindeki varyasyonların çalışılan yerli keçi ırklarında bir batında doğan yavru sayısının artırılması için yapılacak Marker Destekli Seleksiyon (MDS) çalışmalarında kullanılabilirliği düşünülmektedir.</p>

^a bhargun@hotmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-1762-9847>

^b ebrudemr@outlook.com.tr

^{id} <https://orcid.org/0009-0008-7758-9323>



Giriş

İlk evcilleştirilen türler arasında bulunan keçi (*Capra hircus*) evcilleştirildiği tarihten bu yana insanlar için önemli bir çiftlik hayvanı olmuştur. Bazı istisnalar dışında çoğunlukla bitkisel üretime uygun olmayan alanlarda küçük çiftçiler tarafından yapılan keçi yetiştiriciliği kırsal alanlarda önemli bir istihdam oluşturarak ülke ekonomilerine önemli katkılar sağlayabilmektedir (Demirbaş ve ark., 2009; Aslan ve ark., 2022; Demir, 2024). Türkiye’de dağlık ve ormanlık alanlarda yoğun olarak yapılan keçi yetiştiriciliği hem ülke meralarının etkili bir şekilde kullanılmasına hem de kırsal bölgelerde yaşayan yetiştiricilere ekonomik gelir sağlamasına olanak tanımaktadır (Günlü & Alaşahan, 2010). Resmi kayıtlara göre Türkiye’de 10.000.000 baş Kıl keçisi ve 200.000 baş civarında Ankara keçisinin yetiştirildiği ve ülkenin toplam hayvan varlığının %19,6’sının keçilerden oluştuğu bilinmektedir (TÜİK 2023).

Kıl (KIL), Tiftik, Kilis, Honamlı (HNM) ve Norduz Türkiye’de yetiştirilen başlıca keçi ırklarıdır. HNM keçileri Akdeniz bölgesinde Antalya, Burdur, Isparta ve Konya illerinde yörelerin yoğun olarak yaşadığı bölgelerde yetiştirilmektedir (Erduran & Kırbas, 2010). Türkiye’de yetiştiriciliği en fazla yapılan keçi ırkı olan KIL keçilerinin, cüsse, döl verimi ve süt verimi bakımından birbirinden oldukça farklılaşan Çandır, Kabakulak (KBK), Pavga gibi alt popülasyonlarının (ekotip) olduğu belirtilmektedir (Aslan ve ark., 2022). Bu ekotiplerden KBK keçileri Antalya ve Muğla arasındaki sınırlı bir bölgede yetiştirilmektedir (Karslı ve ark., 2020).

Çiftlik hayvanlarında ekonomik önemi olan diğer özellikler gibi döl verimi de poligenik kalıtım gösterdiği için çok sayıda gen ve çevre şartlarının etkileri ile şekillenmektedir (Karslı ve ark., 2011). Küçükbaş hayvanlarda özellikle koyunlarda bir batında doğan yavru sayısı üzerine etkili majör etkili genler tespit edilmiştir. Majör genler üzerindeki bazı mutasyonlar ovulasyon oranını ve bir batında doğan yavru sayısını artırmaktadır. Bu majör genlere örnek olarak *BMPR-IB* (Bone morphogenetic protein receptor IB), *BMP-15* (Bone morphogenetic protein-15) ve *GDF9* (Growth differentiation factor 9) genleri verilebilir (Karslı & Balcıoğlu, 2010; Karslı ve ark., 2012). Majör genler dışında keçilerde bir batında doğan yavru sayısı ile ilişkili olduğu bildirilen çok sayıda aday gen de raporlanmıştır (Cui ve ark., 2018; Wang ve ark., 2018; Kang ve ark., 2019; Wang ve ark., 2020).

Keçilerde çoklu doğum ile ilişkili olduğu belirlenen aday genler arasında alfa S1 kazein (*CSN1S1*) ve CKLF benzeri MARVEL transmembran alanı içeren protein 2 (*CMTM2*) genleri de vardır (Wang ve ark., 2018; Kang ve ark., 2019). Diğer memelilerde olduğu gibi keçilerde de dört kazein geni bulunmaktadır. Alfa-S1-, beta-, alfa-S2- ve kappa-kazeinleri sırasıyla *CSN1S1*, *CSN2*, *CSN1S2* ve *CSN3* genleri tarafından kodlanmaktadır. Keçilerde 6. kromozom üzerinde bulunan kazein genleri 85.978 ile 86.211 milyon baz arasında 250 kilo bazlık bir bölgede yer almaktadır (Rahmatalla ve ark., 2022). *CMTM2* hayvanlarda üremede önemli rol oynamakta ve anormal *CMTM2* ekspresyonu spermatogenez bozukluklarına yol açabilmektedir (Kang ve ark., 2019). Ağırlıklı olarak testis ve ilik dokularında ifade edilen *CMTM2* geni dört ekzon ve

üç introndan oluşmaktadır. 16. kromozom üzerindeki *CMTM2* geni yaklaşık 8,8 kilo baz büyüklüğünde olup 248 amino asitlik bir protein kodlamaktadır (He ve ark., 2020). Keçilerde *CMTM2* geni üzerindeki çeşitli InDel mutasyonların üreme ve büyüme özellikleri ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Kang ve ark., 2019; He ve ark., 2020).

Wang ve ark. (2018) Çin’in yerli Shaanbei White Cashmere (SBWC) keçi ırkında, *CSN1S1* geni üzerindeki 11 bç’lik mutasyonun bir batında doğan yavru sayısı ile ilişkili olduğunu ($p < 0.01$) tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ilgili bölgede belirlenen üç genotipten (DD, ID, ve II) II genotipini taşıyan hayvanların daha yüksek çoklu doğum oranına sahip olduğunu vurgulamışlardır. *CMTM* gen ailesi, farklı kromozomlar üzerinde yer alan *CKLF* ve *CMTM1-CMTM8* dahil olmak üzere dokuz genden oluşmaktadır. Bu protein ailesi, kemokinler ve transmembran-4 süper ailesinin üyeleri arasında yapısal ve işlevsel bir bağlantı sağlamaktadır. (Li ve ark., 2020; Ayçiçek 2023). Kang ve ark. (2019) SBWC keçilerinde *CMTM2* geni üzerindeki 14 bç’lik InDel varyasyonunun keçilerde bir batında doğan yavru sayısını etkilediğini bildirmişlerdir.. Söz konusu çalışmada geleneksel Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) işlemi sonucunda sırasıyla 145 ve 131 baz çifti (bç) uzunluğuna sahip I ve D allellerinin mevcut olduğu ve bir batında doğan yavru sayısı bakımından II genotipini taşıyan hayvanların ID ve DD genotipini taşıyanlara göre daha avantajlı olduğu belirtilmiştir.

Türkiye yerli koyun ırklarında bir batında doğan yavru sayısı ile ilişkili olduğu bildirilen majör ya da aday genlerle ilgili çok sayıda çalışma olmakla birlikte (Çelikelioğlu ve ark., 2021; Ağyar ve Kırıkçı 2022; Kırıkçı, 2023, Atay ve ark., 2023, Gedik 2023) Türkiye yerli keçi ırklarında bir batında doğan yavru sayısı ile ilişkili genlerde yapılan çalışma sayısı yok denecek kadar azdır (Demir ve ark., 2020). Dolayısıyla bu çalışmada, KIL, HNM ve KBK keçilerinde daha önce farklı çalışmalarda (Wang ve ark., 2018; Kang ve ark., 2019) çoklu doğumla ilişkili olduğu bildirilen *CSN1S1* ve *CMTM2* genleri üzerindeki InDel varyantların oluşturduğu polimorfizmlerin ilk kez belirlenmesi ve Marker Destekli Seleksiyon (MDS) çalışmalarında kullanıma olanaklarının tartışılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Örnekleme ve DNA İzolasyonu

Bu çalışma kapsamında kullanılan kan örnekleri 2019-2021 yılları arasında Antalya’nın farklı ilçelerinden toplanmıştır. Kıl keçilerine ait örnekler Antalya’nın Akseki, Manavgat ve Korkuteli ilçesindeki dört farklı işletmeden, Kabakulak keçilerine ait örnekler Elmalı ilçesindeki üç farklı işletmeden, Honamlı keçilerine ait örnekler ise Elmalı ve Korkuteli ilçelerindeki üç farklı işletmeden alınmıştır. KIL (66 örnek), HNM (74 örnek) ve KBK (70 örnek) keçilerinden elde edilen toplam 210 kan örneğinden Miller ve ark., (1988) tarafından bildirilen tuzla çöktürme yöntemi kullanılarak genomik DNA’lar izole edilmiştir. DNA izolasyonunun başarılı olup olmadığı %1’lik agaroz jel ile kontrol edilmiştir. Antalya’da

yetiştiriciliği yapılan söz konusu keçilere ait bir görsel Şekil 1’de verilmiştir.

CSN1S1 ve CMTM2 Genlerindeki InDel Varyantların Belirlenmesi

Keçilerde çoklu doğumla ilişkili olduğu belirtilen CSN1S1 geni üzerindeki 11 bç uzunluğundaki ve CMTM2 geni üzerindeki 14 bç uzunluğundaki varyantlar, InDel sonucu oluştuğu için doğrudan geleneksel PZR yöntemiyle belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, CSN1S1 genindeki 11 bç uzunluğundaki ve CMTM2 genindeki 14 bç uzunluğundaki InDel varyasyonları sırasıyla Wang ve ark., (2018) ve Kang ve ark., (2019) tarafından bildirilen PZR protokollerine göre belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan primerler ve genotiplere ait olası bant büyüklükleri Çizelge 1’de özetlenmiştir. Her iki gen bölgesinin çoğaltılmasında ortak bir PZR reaksiyonu (5 µl kalıp DNA, 10 pmol/ µl primer, 12,50 µl EcoTech 2X Master Mix ve 5,50 µl saf su) ve programı (ilk denatürasyon 95°C’de 5 dk ve son uzama 72 95°C’de 10 dk olmakla birlikte 35 döngü olacak şekilde 95°C’de 45 sn denatürasyon, 60 veya 65°C’de 45 bağlanma ve 72°C’de 45 uzama) kullanılmıştır. PZR aşamasında erime sıcaklığı CSN1S1 ve CMTM2 genleri için sırasıyla 60 ve 65°C olarak optimize edilmiş ve elde edilen bant büyüklükleri %3’lük agaroz jel kullanılarak belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Çalışılan keçi ırklarında CSN1S1 ve CMTM2 genleri için allel frekansları, genotip frekansları, gözlenen heterozigotluk (H_o), beklenen heterozigotluk (H_e) değerleri ve ilgili gen bakımından popülasyonun Hardy-Weinberg dengesinde olup olmadığı, ayrıca söz konusu genetik varyasyonlar temelinde çalışılan popülasyonlar

artasındaki filogenetik ilişkinin incelenmesi için genetik mesafe temelli UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) dendrogramı Popgene V.1.32. (Yeh ve ark., 1997) paket programı ile belirlenmiştir.

Bulgular

Bu çalışmada agaroz jel elektroforezi yöntemi hem DNA izolasyonu (Şekil 2) hem de PZR aşamasının (Şekil 3 ve Şekil 4) başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği doğrulanmıştır. Yapılan PCR işlemi sonunda elde edilen gen ve genotip frekanslarıyla birlikte bazı genetik çeşitlilik parametreleri ise Çizelge 2’de özetlenmiştir. CSN1S1 geninde en düşük I allel frekansı KIL (0,30) keçilerinde, en yüksek I allel frekansı ise KBK (0,34) keçilerinde tespit edilmiştir. Her üç popülasyonda da I ve D alleli sırasıyla nadir ve yaygın allel olarak tespit edilmiştir. Çalışılan keçi popülasyonlarında CSN1S1 geni için olası üç genotipin (II, ID ve DD) varlığı gözlemlenmiştir. II genotip frekansı en düşük (0,10) KBK keçilerinde elde edilirken en yüksek değer (0,12) HNM ve KIL keçilerinde tespit edilmiştir. ID genotip frekansı KIL keçilerinde en düşük frekansta (0,35) iken en yüksek değer (0,47) KBK keçilerinde hesaplanmıştır. Çalışılan popülasyonlarda DD genotip frekansı 0,43 (KBK) ile 0,53 (KIL) aralığında değişmiştir. En yüksek heterozigotluk değeri (0,65) KIL keçilerinde belirlenirken en düşük değer (0,52) KBK keçilerinde tespit edilmiştir. Beklenen heterozigotluk değerleri HNM ve KIL keçilerinde gözlenen değerlerden daha düşük iken, KBK keçilerinde (0,55) H_o değerinden daha yüksek bulunmuştur. Etkili allel sayısının 1,71 (KIL) ile 1,80 (KBK) aralığında değiştiği çalışmada, tüm popülasyonların Hardy-Weinberg dengesinde olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$).



Şekil 1. Çalışmanın materyalini oluşturan a) HNM, b) KBK ve c) KIL keçilerine ait temsili hayvanlar (Fotograf: Taki KARSILI 2019-2021)

Figure 1. A representative animal for a) HNM, b) KBK, and c) KIL constituting materials of the study. (Photo: Taki KARSILI 2019-2021)

Çizelge 1. InDel varyantlarının belirlenmesinde kullanılan primerler ve beklenen bant büyüklükleri

Table 1. The utilized primers for the detection of InDel variants and expected band sizes

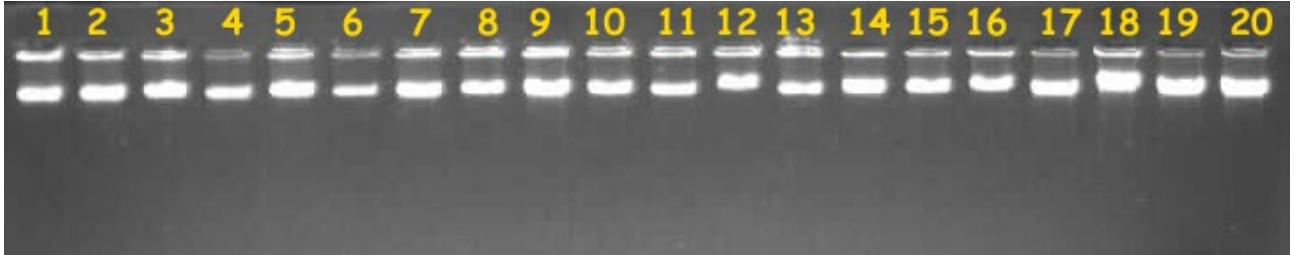
Gen	Primer Dizisi (5'-3')	Bant Büyüklüğü (bç)	Kaynak
CSN1S1	GCTGGAAGCAGTTCGTCA	DD = 159	Wang ve ark., (2018)
	GGGTTGATAGCCTTGATGTT	ID = 159, 170 II = 170	
CMTM2	AGTGCCCTTTTCTCCTCCTA	DD = 131	Kang ve ark., (2019)
	TGACCCTCCACTACCTCTTT	ID = 145, 131 II = 145	

Çizelge 2. Çalışılan gen bölgeleri için gen, genotip frekansları ve genetik çeşitlilik parametreleri

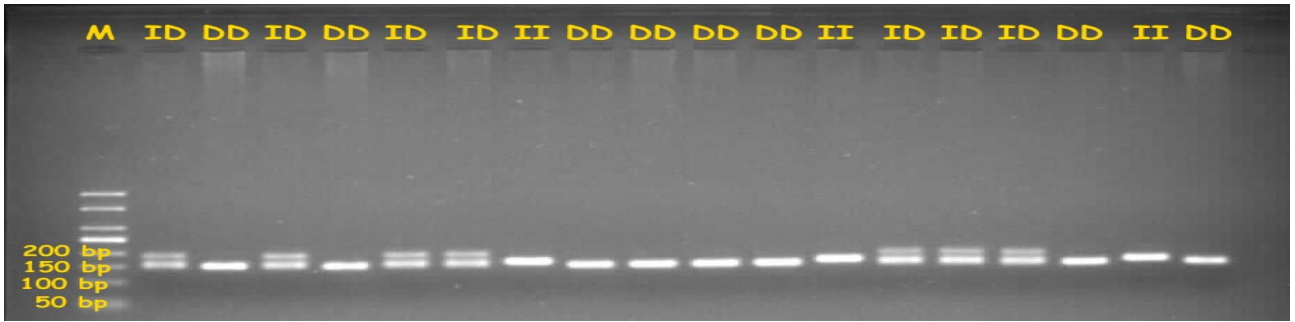
Table 2. Gene, genotype frequencies, and genetic diversity parameters for studied gene regions

Gen	Irk	n	Gen Frekansları		Genotip Frekansları			Genetik Çeşitlilik			HWE
			I	D	II	ID	DD	Ho	He	Ne	χ^2
CSN1S1	HNM	73	0,31	0,69	0,12	0,37	0,51	0,63	0,57	1,74	1,28 ^a
	KIL	66	0,30	0,70	0,12	0,35	0,53	0,65	0,58	1,71	1,75 ^a
	KBK	70	0,34	0,66	0,10	0,47	0,43	0,53	0,55	1,80	0,22 ^a
CMTM2	HNM	74	0,50	0,50	0,23	0,54	0,23	0,46	0,49	2,00	0,48 ^a
	KIL	65	0,38	0,62	0,09	0,59	0,32	0,41	0,52	1,89	3,59 ^a
	KBK	70	0,49	0,51	0,29	0,41	0,30	0,58	0,50	1,99	2,05 ^a

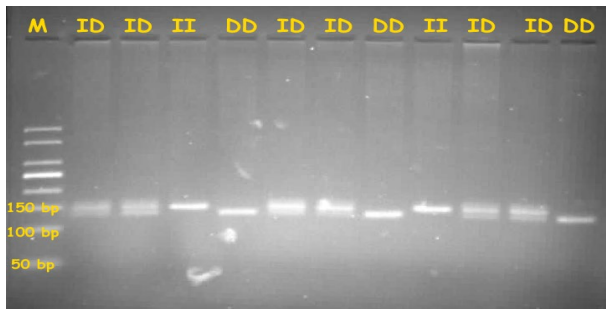
Ho: Gözlenen heterozigotluk; He: Beklenen heterozigotluk, Ne: Etkili allel sayısı; HWE: Hardy-Weinberg Dengesi; $\chi^2_{0,05;1}$: 3.84; a: Hardy-Weinberg dengesinden sapma önemsiz.



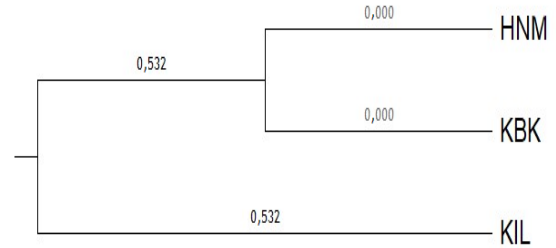
Şekil 2. Rastgele seçilen 20 hayvanda DNA izolasyonuna ait agaroz jel elektroforezi (%1) görüntüsü
Figure 2. An image of agarose gel electrophoresis (1%) of DNA isolation from randomly chosen 20 animals



Şekil 3. Rastgele seçilen 19 hayvanda CSN1S1 genotiplerine ait agaroz jel elektroforezi (%3) görüntüsü.
Figure 3. An image of agarose gel electrophoresis (3%) belonging to CSN1S1 genotypes randomly chosen from 19 animals



Şekil 4. Rastgele seçilen 11 hayvanda CMTM2 genotiplerine ait agaroz jel elektroforezi (%3) görüntüsü
Figure 4. An image of agarose gel electrophoresis (3%) belonging to CMTM2 genotypes randomly chosen from 11 animals



Şekil 5. CSN1S1 ve CMTM2 gen varyasyonları temelinde çizilen genetik mesafe temelli UPGMA dendrogramı
Figure 5. Genetic distance-based UPGMA dendrogram based on variations of CSN1S1 and CMTM2 genes

CMTM2 geninde I allel frekansı en düşük (0,38) KIL keçilerinde tespit edilirken, en yüksek değer (0,50) HNM keçilerinde gözlemlenmiştir. D alleli için en yüksek frekans (0,62) KIL keçilerinde elde edilirken, en düşük değer (0,50) HNM keçilerinde tespit edilmiştir. II, ID ve DD genotipleri için en düşük frekanslar sırasıyla KIL (0,09), KBK (0,41) ve HNM (0,23) keçilerinde tespit edilirken, en yüksek frekanslar sırasıyla KBK (0,29), KIL (0,59) ve KIL (0,32) populasyonlarında gözlemlenmiştir.

CMTM2 geni bakımından en düşük ve en yüksek H_o değerleri sırasıyla KIL (0,41) ve KBK (0,58) keçilerinde gözlemlenmiştir. KIL ve HNM keçilerinde H_o değerlerinin H_e değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Etkili allel sayısı ise 1,89 (KIL) ile 2,00 (HNM) aralığında değişmiştir. CMTM2 geni için çalışılan tüm populasyonların Hardy-Weinberg dengesinde olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$).

Her üç keçi popülasyonunda çalışılan gen bölgelerinden elde edilen genotipler ile hesaplanan genetik mesafe değerlerinden oluşturulan UPGMA dendrogramı Şekil 5’de verilmiştir. Oluşturulan dendrograma göre HNM ve KBK keçileri bir grupta yer alırken, KIL keçileri farklı bir grupta yer almıştır.

Tartışma

Türkiye yerli keçilerinde daha önce *CSN1S1* genindeki 11 bç’lik indelin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Türkiye yerli keçi popülasyonları *CSN1S1* geninde bazı tek nükleotit polimorfizmlerinin belirlenmesine yönelik farklı yöntemlerle (AS-PCR ya da PCR-RFLP) yapılan çalışmalar mevcuttur (Bozkaya ve ark., 2013; Karadağ, 2016). Wang ve ark. (2018) Çin’in yerli ırkı olan SBWC keçilerinde *CSN1S1* genindeki 11 bç’lik InDel için II, ID ve DD genotip frekanslarını tek oğlağı olan grupta sırasıyla 0,16, 0,38, 0,45 olarak ve çoklu doğum yapan grupta ise sırasıyla 0,33, 0,42 ve 0,23 olarak raporlanmıştır. Araştırmacılar elde ettikleri genotipler ile fenotipik verimler arasında yaptıkları ilişki analizleri sonucunda II genotipini taşıyan hayvanların daha yüksek çoklu doğum oranına sahip olduğunu vurgulamışlardır. Mevcut çalışmada ise, *CSN1S1* geni için elde edilen II genotip frekansları 0,10 (KBK) ile 0,12 (HNM ve KIL) aralığında değişmiştir. Bu değerler Wang ve ark. (2018) tarafından SBWC keçilerinde tek oğlağı olan grupla benzer iken, çoklu doğum yapan grupta elde edilen değerlerden düşüktür. Bu farklılığın altında yatan iki temel neden olduğu düşünülmektedir. Bunlardan birincisi bu çalışmada kullanılan yerli keçi popülasyonlarında çoklu doğum oranının yüksek olmamasıdır. Bir diğer neden ise Wang ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmanın aksine örnekleme rastgele yapılmış olması yani çoklu doğum yapan hayvanların seçilmemesidir. Bu nedenle II genotip frekansının Wang ve ark. (2018) tarafından SBWC keçilerinde tek oğlağı olan grupla benzer, çoklu doğum yapan gruptan ise düşük olması şaşırtıcı değildir.

Bu çalışmada kullanılan yerli keçi popülasyonlarının hepsi *CSN1S1* geni için Hardy-Weinberg dengesindedir. Ayrıca HNM ve KIL keçilerinde elde edilen gözlenen heterozigotluk değerleri beklenen heterozigotluk değerlerinden yüksek iken KBK keçilerinde ise yakın değerdedir. Bu çalışmadaki ırklarda elde edilen heterozigotluk değerleri Wang ve ark. (2018) tarafından SBWC keçilerinde (0,50) bildirilen değerden daha yüksektir.

Kang ve ark., (2019) SBWC keçilerinde *CMTM2* geni üzerindeki InDel varyantların çoklu doğuma etkisini araştırmak geleneksel PZR yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada II (145 bç), ID (145 ve 131 bç) ve DD (131 bç) genotiplerinin belirlendiğini ve II genotipini taşıyan hayvanların ID ve DD genotipini taşıyanlara oranla daha fazla bir batında doğan yavru sayısına sahip olduğunu ($p<0.01$) vurgulamıştır. Araştırmacılar *CMTM2* geni için II, ID ve DD genotip frekanslarını sırasıyla 0,42, 0,49 ve 0,08 olarak hesaplamışlardır. Mevcut çalışmada ise HNM, KIL ve KBK keçilerinde II genotip frekansları sırasıyla 0,23, 0,09 ve 0,29 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular II genotip frekanslarının Kang ve ark. (2019) tarafından SBWC keçilerinde bildirilen değerlerden

daha düşük olduğunu göstermektedir. Kang ve ark. (2019) tarafından SBWC keçilerinde H_0 ve H_E değerlerinin sırasıyla 0,55 ve 0,44 olduğu bildirilmiştir. Bildirilen H_0 değerleri HNM ve KIL popülasyonlarında elde edilen değerlerden yüksek iken KBK popülasyonunda elde edilen değerden düşüktür. Ayrıca çalışılan üç popülasyonun Hardy-Weinberg dengesinde olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın altında örnekleme stratejisinin yattığı düşünülmektedir. Çünkü mevcut çalışmada her bir keçi popülasyonuna ait hayvanlar en az üç farklı işletmeden örneklenmiştir. Örnekleme yapılırken işletmeler arasında damızlık materyal değişimi olmamasına ve akrabalık durumuna özellikle dikkat edilmiştir. Bu nedenle mevcut çalışmada heterozigotluğun daha yüksek olduğu ve popülasyonların Hardy-Weinberg dengesinde olduğu düşünülmektedir.

Bilindiği üzere KIL keçilerinin farklı coğrafi bölge ve çevre koşullarına adapte olmuş varyeteleri (KBK, Pavga ve Çandır) bulunmaktadır (Aslan ve ark., 2022). KBK keçileri KIL keçilerinin bir varyetesi olarak kabul edilmekte ve Antalya ile Muğla arasında kalan sınırlı bir alanda yetiştirilmektedir. KIL keçisi varyeteleri içerisinde en iri yapılı olan KBK keçileridir (Karslı ve ark., 2020). KBK keçileri KIL keçilerinin varyetesi olarak kabul edilmesine karşın farklı moleküler yaklaşımlarla yapılan son çalışmalar KBK keçilerinin HNM keçilerine daha yakın olduğunu ortaya koymuştur (Karslı ve ark., 2020; Aslan ve ark., 2022). Benzer şekilde bu çalışmada çoklu doğumla ilişkili olduğu bildirilen *CSN1S1* ve *CMTM2* genleri temelinde yapılan filogenetik ağaçta KBK ve HNM keçileri aynı kümede yer almış ve KIL keçilerinden ayrılmıştır.

Sonuç

Gerçekleştirilen çalışmada üç farklı Türkiye yerli keçi popülasyonunda çoklu doğumla ilişkili olduğu bildirilen *CSN1S1* ve *CMTM2* genleri üzerindeki InDel varyantların oluşturduğu polimorfizmler ilk defa belirlenmiştir. HNM, KIL ve KBK keçilerinde *CSN1S1* ve *CMTM2* genlerinde çoklu doğum için istenilen II genotipinin değişen frekanslarda varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışılan popülasyonlarda heterozigotluğun yüksek seviyelerde olduğu ve popülasyonların Hardy-Weinberg dengesinde olduğu belirlenmiştir. *CSN1S1* ve *CMTM2* genleri temelinde yapılan filogenetik analiz KBK keçilerinin KIL keçilerinden ziyade HNM keçilerine daha yakın olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar *CSN1S1* ve *CMTM2* genlerinin HNM, KIL ve KBK keçilerinde bir batında doğan yavru sayısının artırılması için yapılacak MDS çalışmalarında kullanılabileceğini işaret etmektedir. Ancak MDS çalışmalarına başlanmadan önce yerli keçi popülasyonlarında bir batında doğan yavru sayısına ait fenotipik veriler ile bu genlerdeki polimorfizmler arasında ilişki analizlerinin yapılması faydalı olabilir. Ayrıca KBK keçilerinin KIL keçilerinin bir alt varyetesi olup olmadığına ilişkin daha geniş kapsamlı moleküler yaklaşımlarla (Çip Teknolojisi veya Yeni Nesil Sekans Analizi vb.) yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır. Eğer KBK keçileri KIL keçilerinden genetik olarak farklı ise bu genotipteki özgün genetik varyasyonların korunmasına yönelik çalışmalar planlanmalıdır.

Beyanlar**Etik Onay**

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Protokol No: HAYDEK-970/2023).

Yazar Katkısı

BAK: Projenin planlanması, proje yönetimi, makalenin hazırlanması.

ED: Laboratuvar analizleri, makalenin hazırlanması

Finansal Destek

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FLO/2023/2775 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemektedir.

Kaynaklar

- Ağyar, O., & Kırıkçı, K. (2022). Investigation of FecXI mutation by PCR-RFLP method in Awassi sheep breed. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 11, 88-93.
- Aslan, M., Demir, E., & Karslı, T. (2022). Microsatellite diversity and restriction enzyme-based polymorphisms of MHC loci in some native Turkish goats. *Journal of Agricultural Sciences*, 28, 626-634. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.924222>
- Atay, S., Yurdagül, K. G., Bilginer, Ü., Karslı, T., & Demir, E. (2023). InDel variations of PRL and GHR genes associated with litter size in Pırlak sheep breed. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20, 890-897. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1226643>
- Ayçiçek, S. T. (2023). Küçük hücreli dışı akciğer kanserlerinde immunhistokimyasal CMTM6 ve PD-L1'in klinikopatolojik ve prognostik önemi. (Tez No. 777208) [Tıpta Uzmanlık Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Bozkaya, F., Gurler, S., & Yerturk, M. (2013). Genetic variability of CSN1S1 gene in goat populations raised in Southeastern Region of Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19, 147-152. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.7402>
- Cui, Y., Yan, H., Wang, K., Xu, H., Zhang, X., Zhu, H., Liu, J., Qu, L., Lan, X., & Pan, C. (2018). Insertion/deletion within the KDM6A gene is significantly associated with litter size in goat. *Frontiers in Genetics*, 9, 91. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00091>
- Çelikelioğlu, K., Tekerli, M., Erdoğan, M., Koçak, S., Hacan, Ö., & Bozkurt, Z. (2021). An investigation of the effects of BMPR1B, BMP15, and GDF9 genes on litter size in Ramlıç and Dağlıç sheep. *Archives Animal Breeding*, 64, 223-230. <https://doi.org/10.5194/aab-64-223-2021>
- Demir, E. (2024). Microsatellite-based bottleneck analysis and migration events among four native Turkish goat breeds. *Archives Animal Breeding*, 67, 353-360. <https://doi.org/10.5194/aab-67-353-2024>
- Demir, E., Karslı, B. A., Karslı, T., & Balcıoğlu, M. S. (2020). Determination of SacII and MboII polymorphisms in the Nerve Growth Factor (NGF) gene in four native Turkish goat populations. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33, 145-148. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.633476>
- Demirbaş, N., Tosun, D., & Taşkın, T. (2009). AB üyesi kimi Akdeniz ülkeleri ve Türkiye'de koyun-keçi üretim ve dış ticareti. *Hayvansal Üretim*, 50, 45-53.
- Erduran, H., & Kırbaş, M. (2010). Hair goat breeding and improvement studies in Konya province. *National Goat Congress*, Çanakkale, 193-197.
- Gedik, Y. (2023). Investigation for mutation in BMPR-1B (FecB) fecundity gene in Awassi sheep. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 37, 242-247.
- Günlü, A., & Alaşahan, S. (2010). Türkiye'de keçi yetiştiriciliği ve geleceği üzerine bazı değerlendirmeler. *Veteriner Hekimler Dergisi*, 81, 15-20.
- He, L., Kang, Z., Kang, Y., Xiang, W., Pan, C., Chen, H., Zhu, H., Qu, L., Lan, X., & Song, X. (2020). Goat CMTM2: mRNA expression profiles of different alternative spliced variants and associations analyses with growth traits. *3 Biotech*, 10, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-2125-6>
- Kang, Z., Zhang, S., He, L., Zhu, H., Wang, Z., Yan, H., & Pan, C. (2019). A 14-bp functional deletion within the CMTM2 gene is significantly associated with litter size in goat. *Theriogenology*, 139, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.07.026>
- Karadağ, O. (2016). Honamlı keçisinin bazı morfolojik özellikleri döl verimi ve kazein genleri polimorfizmi bakımından incelenmesi. (Tez No. 420333) [Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karslı, T., & Balcıoğlu, M. S. (2010). An investigation of presence of FecB allele on BMPR-1B (Booroola) gene raised in Turkey in six local sheep breeds using PCR-RFLP method. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 1033-1036.
- Karslı, T., Şahin, E., Karslı, B. A., Eren, M. G., & Balcıoğlu, M. S. (2011). Kangal ve Güney Karaman koyunlarında FecB, FecXG, FecXH allellerinin PZR-RFLP yöntemi kullanılarak araştırılması. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 51, 71-80.
- Karslı, T., Şahin, E., Karslı, B. A., Alkan, S., & Balcıoğlu, M. S. (2012). An investigation of mutations (FecXG, FecXI, FecXH, FecXB) on BMP-15 gene in some local sheep breeds raised in Turkey. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1), 29-33.
- Karslı, T., Demir, E., Fidan, H. G., Aslan, M., Karslı, B. A., Arik, I. Z., Şahin Semerci, E., Karabag, K., & Balcıoğlu, M. S. (2020). Determination of genetic variability, population structure and genetic differentiation of indigenous Turkish goat breeds based on SSR loci. *Small Ruminant Research*, 190, 106147. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106147>
- Kırıkçı, K. (2023). Investigation of BMP15 and GDF9 gene polymorphisms and their effects on litter size in Anatolian sheep breed Akkaraman. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 47, 248-254. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4292>
- Li, M., Luo, F., Tian, X., Yin, S., Zhou, L., & Zheng, S. (2020). Chemokine-like factor-like MARVEL transmembrane domain-containing family in hepatocellular carcinoma: latest advances. *Frontiers in Oncology*, 10, 595973. <https://doi.org/10.3389/fonc.2020.595973>
- Miller, S., Dykes, D., & Plesky, H. A. (1988). Simple salting out procedure for extracting DNA from human cells. *Nucleic Acids Research*, 16, 1215-1215.
- Rahmatalla, S. A., Arends, D., & Brockmann, G. A. (2022). Genetic and protein variants of milk caseins in goats. *Frontiers in Genetics*, 13, 995349. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.995349>
- TÜİK. (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Tablolar, Hayvansal Üretim İstatistikleri (Yıllık), Küçükbaş Hayvan Sayıları. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim Tarihi: 06.05.2024).
- Wang, K., Yan, H., Xu, H., Yang, Q., Zhang, S., Pan, C., Chen, H., Zhu, H., Liu, J., Qu, L., & Lan, X. (2018). A novel indel within goat casein alpha S1 gene is significantly associated with litter size. *Gene*, 671, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2018.05.119>
- Yeh, F. C., Yang, R. C., Boyle, T. B. J., Ye, Z. H., & Mao, J. X. (1997). POPGENE, the user-friendly shareware for population genetic analysis. *Molecular Biology and Biotechnology Centre, University of Alberta, Canada*.



Comparison of Essential Oil Results Obtained from Stems and Leaves of Anatolian Sage (*Salvia fruticosa* MILL.) Using Microwave-assisted Distillation System

Abdullah Genç^{1,a,*}, Habib Doğan^{2,b}

¹Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Department of Mechatronics Engineering, Isparta, Türkiye

²Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Gölhisar School of Applied Sciences, Department of Computer Technology and Information Systems, Gölhisar, Burdur, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 16.03.2024 Accepted : 01.05.2024</p> <p>Keywords: <i>Salvia fruticosa</i> Microwave-assisted distillation Sage Essential oil Magnetron</p>	<p>In this study, firstly, simulation studies are carried out on how to provide microwave support to an industrial-size distillation system, and an industrial-size MDD system is designed. Microwave support is provided by placing 4x3 magnetrons in the distillation boiler. Tests of the sage plant are carried out using both the traditional and this MDD system. In addition, the essential oil results obtained by distillation of sage with stems and leaves or by distillation of only leaves are compared. Chemical analysis of the essential oils obtained from the distillation is performed by GC-MS and effects of the proposed system on the distillation processes is evaluated. According to the results obtained, the oil yield obtained with the MDD system increases by 10% compared to the conventional system for the two different cases where herb is used. Herb and leaves are distilled separately using the MDD system and the yield increase is more than 100% when only the leaves are distilled. Changes in chemical constituents were studied in detail.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1583-1590, 2024

Mikrodalga Destekli Damıtma Sistemi Kullanılarak Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* MILL.) Bitkisinin Sap ve Yapraklarından Elde Edilen Uçucu Yağ Sonuçlarının Karşılaştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 16.03.2024 Kabul : 01.05.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Salvia fruticosa</i> Mikrodalga destekli damıtma Adaçayı Uçucu yağ Magnetron</p>	<p>Bu çalışmada öncelikle endüstriyel boyutta bir damıtma sistemine mikrodalga desteğinin nasıl sağlanacağı noktasında benzetim çalışmaları yapılmış ve endüstriyel boyutta bir MDD sistemi tasarlanmıştır. Damıtma kazanına 4x3 adet magnetron yerleştirilerek mikrodalga desteği sağlanmıştır. Adaçayı bitkisinin testleri hem geleneksel hem de bu MDD sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, adaçayının sap ve yapraklarıyla birlikte damıtılması veya sadece yapraklarının damıtılarak elde edilen uçucu yağ sonuçları karşılaştırılmıştır. Damıtma sonucu elde edilen uçucu yağların kimyasal analizleri GC-MS cihazı ile yapılmış ve önerilen sistemin damıtma süreçlerine etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, herba kullanılan iki farklı durum için MDD sistemiyle elde edilen yağ verimi geleneksel sisteme göre %10 artmıştır. Herba ve yaprak ayrı ayrı MDD sistemi kullanılarak destile edilmiştir ve sadece yaprakların damıtılması durumunda verim artışı %100 den fazla olmaktadır. Kimyasal bileşenlerdeki değişimler detaylı olarak incelenmiştir.</p>

abdullahgenc@isparta.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-7699-2822>

hdogan@mehmetakif.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0001-8685-9569>



Giriş

Elektronik ve haberleşme alanında birçok önemli uygulamada kullanılan mikrodalgalar, 300 MHz-300 GHz frekans bölgesindeki elektromanyetik (EM) dalgalara verilen isimdir. Kullanım alanları olarak cep telefonlarından, radar sistemlerine, mikrodalga fırınlardan farklı ürünlerin ısıtılması gibi birçok alan sayılabilir (Konak ve ark., 2009). Malzemeyle etkileşimleri malzemenin sahip olduğu elektriksel iletkenlik, dielektrik geçirgenlik değeri ve kayıp faktörüyle doğrudan ilişkilidir. Dielektrik geçirgenlik değeri mikrodalgaların malzeme ortamında nasıl yayılacağını belirlerken kayıp faktörü bu dalgalardaki enerjinin ne kadarının malzeme içerisinde absorbe edilip ısıya çevrileceğini belirler (Önol, 2009). Dolayısıyla mikrodalga güce maruz kalacak malzemelerin etkileşim düzeyleri malzemenin sahip olacağı bu özellikler tarafından belirlenir. Ayrıca, günümüzde bu teknoloji, gıdaların ısıtılıp pişirilmesinin yanında, kurutma, sterilizasyon gibi uygulamalarda da yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır. Isıtma tekniği olarak klasik yöntemlerin tersine, malzeme içerisindeki su moleküllerin 2,45 GHz'de titreşerek kinetik enerjinin ısı enerjisine çevrilmesinin sağlanması, malzemenin dışından değil içinden ısıtılmaya başlaması, ısıtmanın daha homojen bir yapıda olması (diferansiyel ısı farkları olmadan) ve ısıtma sürecindeki yüksek verimlilik gibi üstünlükler, mikrodalgaların bu alanda hızlıca yayılmasını sağlamıştır (Büyüktuncel, 2012). Son yıllarda mikrodalga gücü uçucu yağ elde etmek için damıtma yöntemlerinde de sıkça kullanılmaktadır.

Bitkilerin sahip oldukları özellikler onları insanların çok farklı amaçlar için kullanmalarına yol açmıştır. Özellikle tıbbi ve aromatik bitkiler sınıfına giren bitkilerin çok eski zamanlardan beridir farklı hastalıkların tedavisinde, parfümeri sektöründe, gıdaların korunma süreçlerinde kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca, bu bitkiler kimya, ilaç, gıda, boya vb. birçok farklı amaç ve alanda yoğun olarak kullanılmaktadır (Elmas & Elmas, 2021; Elmas, 2021, Katar ve ark., 2022; Yenikalaycı & Özgüven, 1999; Yenikalaycı & Bozari, 2023). Bitkilerin sahip oldukları metabolitlerin onların yaşamlarını devam ettirme, savunma durumlarını sağlamada önemli rol oynadıkları son zamanlarda daha fazla araştırma ile ortaya konmuş, özellikle sekonder metabolitlerin çok değerli amaçlar için kullanılabilceği tespit edilmiştir. Sekonder metabolitler içerisindeki uçucu yağların elde edilmesi ve bahse konu alanlarda kullanılmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Tiring ve ark., 2021; Kocak ve ark., 2021).

Türkiye, tıbbi ve aromatik bitkiler açısından dünyanın sayılı ülkelerinden biri olup, tıbbi ve aromatik bitkiler açısından Avrupa ülkelerine göre oldukça zengin bir floraya sahiptir. Avrupa ülkelerindeki toplam bitki sayısı 13.000 civarında iken, sadece Türkiye'de bu sayının yaklaşık 12.000 olduğu bilinmektedir. Bu bitkilerin yaklaşık 346'sının ticareti yapılmakta ve 112'si ihraç edilmektedir (Yaman ve Kuleasan, 2016). Ayrıca, Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkiler sınıfında en çok değerlendirilen ve çeşitli şekillerde kullanımı bulunan bitkilerden birisi de adaçayıdır. Dünya üzerinde yaklaşık 1000 türü bulunan adaçayı Lamiaceae ailesinin *Salvia* cinsindedir. Bu cins çok yaygın olmasının yanında ticari olarak değerlendirilen ancak birkaç türü bulunmaktadır.

Bunlar tıbbi adaçayı *Salvia officinalis* L., Anadolu adaçayı *Salvia fruticosa* MILL. Syn: *Salvia triloba* ve İspanyol adaçayı *Salvia lavandulaefolia*'dır. Türkiye coğrafyasında adaçayının 104 türü bulunmakta ve bunların 51'i endemiktir. Türkiye son zamanlarda kültürü yapılan adaçayı üretimini artırmış ve yıllık 1.750 ton civarında bir bitkiyi ihraç edecek düzeye gelmiştir (Anonim, 2022). Diğer taraftan adaçayı halk arasında genellikle bitki çayı olarak kullanılmakla birlikte bu bitkinin uçucu yağı içerisindeki 1,8 cineole bileşeni nedeniyle farmakolojide de kullanımı fazladır. Geleneksel tıpta, ağrı kesici, öksürük giderici, balgam sökücü, vs. olarak kullanımı yaygındır (Ververis ve ark., 2023; Koutsoulas ve ark., 2019; Cvetkovikj ve ark., 2015; El Euch ve ark., 2019).

Adaçayının uçucu yağ bileşenleri genelde büyük oranda geleneksel buharlı damıtma yöntemleri kullanılarak elde edilmektedir. Bu yöntemlerde ise ağırlık buharlı damıtmadır ancak suyla damıtmaya göre buharlı damıtmanın daha yaygın olmasının sebebi damıtma süresinin daha kısa olması ve bu şekilde bitkilerde çok fazla ısıya maruz kalmadan mütevelliit bileşen kayıplarının az olmasıdır (Tuğlu ve ark., 2021). Geleneksel buharlı damıtmada adaçayından elde edilen verim %0,9-2,5 arasında değişmektedir. Bu verim adaçayının uçucu yağlarının elde edildiği bitkinin yetiştirme, saklama, kurutma koşullarından, toprak, gübreleme ve sulama koşullarına göre değişiklik sergilemektedir (Katar ve ark., 2022). Covid-19 benzeri salgınlar sonucu tıbbi ve aromatik bitkilere karşı artan talep, arz planlarının gözden geçirilmesi yanında bitkilerden elde edilen uçucu yağların verimini de artıracak damıtma yöntemlerinin tasarlanması ve değerlendirilmesini gerektirmiştir. Geleneksel yöntemlere alternatif olarak farklı damıtma yöntemleri araştırılmış ve denenmiştir. Ultrasonik destekli damıtma, mikrodalga destekli damıtma (MDD) ve süperkritik damıtma yöntemleri bu modern damıtma sistemlerine örnek olarak verilebilir. Süper kritik yönteminde solvent olarak CO₂ kullanımı ve basınç değerinin 500 bar gibi yüksek değerlere çıkması bu yöntemin özel koşullarda kullanımını doğurmuş, daha çok fazla basınç neticesinde yağlarını bırakan bitkilerde kullanımını artırmıştır. Öte yandan birçok sahada kullanılan mikrodalganın gelişmesi, bu tekniğin uçucu yağ eldesinde de kullanımının test edilmesini sağlamıştır. Mikrodalgalar bitkilere nüfuz etme oranına bağlı olarak hücre zarlarının çabucak parçalanmasını ve uçucu yağların dışarı çıkmasını sağlamaktadır. Bitkilerdeki uçucu yağ oranı ve nem miktarına bağlı olarak da mikrodalgaların bitki tarafından absorbesi ve bu absorbe sonucu ortaya çıkacak ısı enerjisinin artması bitkilerde bu tekniğin kullanımını tetiklemiştir. Bu kapsamda mikrodalga gücü uygulanarak geleneksel buharlı damıtma sistemlerinden alınan sonuçlarla karşılaştırma yapan birçok çalışma yapılmıştır (Irakli ve ark., 2023; Drinić ve ark., 2020; Marković ve ark., 2018.; Jažo ve ark., 2022; Mohamed ve ark., 2022). MDD yöntemi, birçok farklı bitkiden uçucu yağ elde edilmesinde kullanılmıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında genelde klasik mikrodalga fırınlara clevenger eklenerek damıtma işlemine mikrodalga gücü uygulandığı, bazı çalışmalarda ise laboratuvar çalışmalarına göre tasarlanmış özel mikrodalga desteği veren cihazların

(örneğin, Ethos-X, CEM, Bioevopeak) kullanıldığı görülmektedir. Mikrodalga gücünün malzemeye etkisinin nüfuz etmesiyle doğrudan ilgili olması, çalışılan bitki miktarına göre farklı sonuçların elde edilmesini doğuracaktır. Bu nedenle az bir ölçekteki (0-1.000 gr'a kadar) bitkiyle yapılan bu mikrodalga destekli çalışmaların halihazırda endüstride kullanılan damıtma sistemleri için uygun olmadıkları açıktır. Çünkü endüstride büyük ölçekli damıtma sistemleri kullanılmakta olup bu sistemlere uygulanacak mikrodalga güç ve süre açısından değerlendirilmesinin farklı yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, bu amaca yönelik olarak öncelikle endüstriyel boyutta bir damıtma sistemine mikrodalga desteğinin nasıl sağlanacağı noktasında benzetim çalışmaları yapılmış ve endüstriyel boyutta bir mikrodalga destekli damıtma sistemi tasarlanmıştır. Bu tasarımın benzetim sonuçları kullanılarak damıtma kazanına 12 adet magnetron yerleştirilerek mikrodalga desteği sağlanmıştır. Adaçayı bitkisinin testleri hem geleneksel hem de bu MDD sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, adaçayının sap ve yapraklarıyla birlikte damıtılması veya sadece yapraklarının damıtılarak uçucu yağ elde edilmesi de bu verimi doğrudan etkilemektedir. Bu yüzden MDD sistemi kullanılarak adaçayı bitkisinin sap ve yapraklarından elde edilen uçucu yağ sonuçları karşılaştırılmıştır. Damıtma sonucu elde edilen uçucu yağların kimyasal analizleri GC-MS cihazı ile yapılmış ve önerilen sistemin damıtma süreçlerine olumlu etkisi değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Mikrodalga Destekli Sistemin Tasarımı ve Üretilmesi

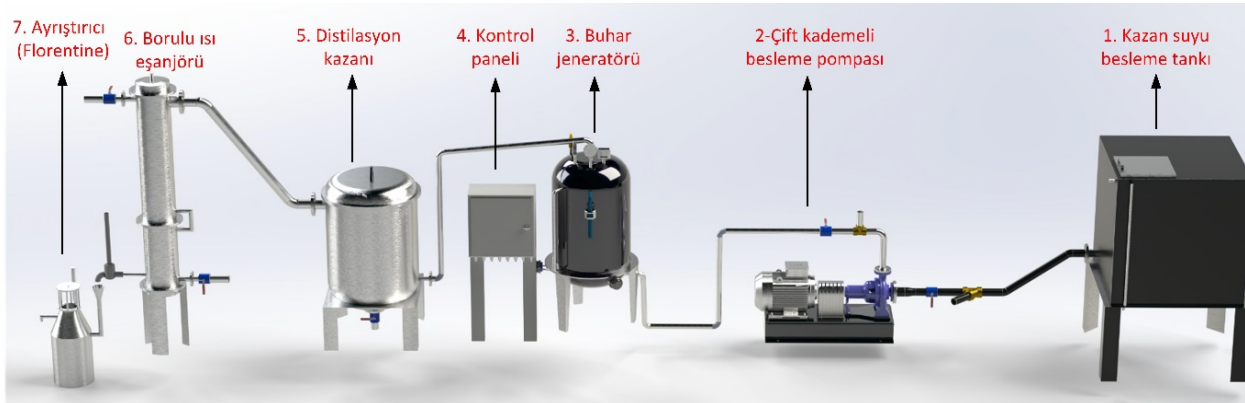
Geleneksel bir buharlı damıtma sisteminin genel yapısı Şekil 1'de verilmiştir. Bu yapıda damıtılacak bitkiler damıtma kazanı içerisine yerleştirilmekte, buhar kazanından sağlanan buhar yardımıyla da bitkilerdeki uçucu yağlar buhara karışarak eşanjöre gitmektedir. Eşanjör soğuk su sistemi ile beslenen bir yapıda olup buraya buharla karışık bir şekilde gelen uçucu yağ+buhar karışımı tekrar sıvıya dönüşmektedir. Sıvıya dönüşen karışım florentine boşalmakta, burada da yoğunluk farkından kaynaklı olarak su altta uçucu yağ üstte kalacak şekilde ayrılmaktadır. Sistemin en önemli bileşeni damıtma kazanı olup, bitkilerin yerleşme biçim ve yoğunluğu, ayrıca sağlanan buharın kazanın içerisinde

hareket edeceği yollar önemlidir. Çünkü bitkiye buhar ne kadar fazla nüfuz ettirilebilirse bitkiden ayrılacak uçucu yağ miktarı o kadar da değişmektedir. Bu nedenle damıtma kazanının mekaniksel tasarımı, buharın belli noktalardan doğrudan eşanjöre ulaşması yerine bitkiye daha fazla nüfuz etmesini sağlayacak biçimde yapılmalıdır. Şekil 1'de verilen sistem elemanlarının tümü çok büyük ölçekli damıtma sistemlerinde kullanılır iken bu çalışmada önerilen sistem görece daha küçük ölçekli olduğu için besleme tankı ve çift kademeli besleme pompası kullanılmamıştır. Bunun yerine su beslemesi şehir şebekesinden sağlanmış olup sistemden dışarıya atılan sıcak su tekrar kullanılmamıştır.

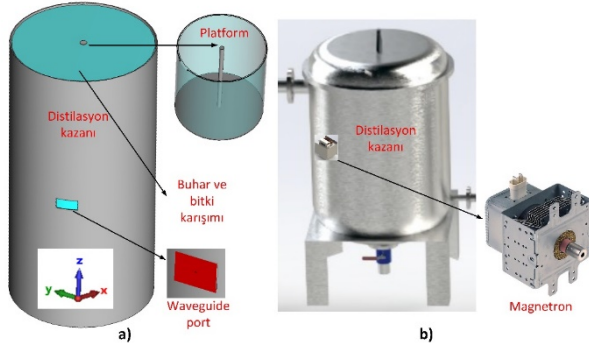
Şekil 2a'da benzetim setup ve Şekil 2b'de ise magnetronun damıtma kazanına yerleşimi gösterilmiştir. Sistemin üretimini gerçekleştirmeden önce elektrik alan dağılımının bitki dolu bir kazanda nasıl yayıldığını belirlemek amacıyla CST Studio Suite programı kullanılarak EM analiz yapılmıştır. Bu sayede kazana yerleştirilecek magnetronların sayısı ve konfigürasyonu belirlenmiştir. Benzetim programında magnetronu temsilen 2,45 GHz frekansta dalga kılavuzu port (waveguide port) kullanılmış ve damıtma kazanı içinde hem boş (hava) hem de bitki buhar doldurulmuştur. Her bir magnetronun giriş gücü 1 kW olup, çıkış gücü 700 W'tır ve buradaki güç farkı magnetronlarda ısı olarak kaybolmaktadır. Dolayısıyla her bir magnetronun bitkilere gönderilen maksimum güç 700 W değerindedir. Magnetronlar 3.500-4.000 Volt gibi yüksek gerilimde çalıştıkları için 220 V şebeke elektriği transformatör kullanılarak yüksek gerilim seviyesine çıkarılmaktadır. Her bir magnetron için tek bir transformatör kullanılmaktadır ve kontrol devresi Şekil 5a'da verilmiştir.

Ayrıca, Şekil 2a'da verilen bitkilerin kazana yerleştirilmeleri ve damıtma sonrası dışarı çıkarılmalarını kolaylaştırmak için bir platform kullanılmış ve benzetim setup belirlenirken dikkate alınmıştır.

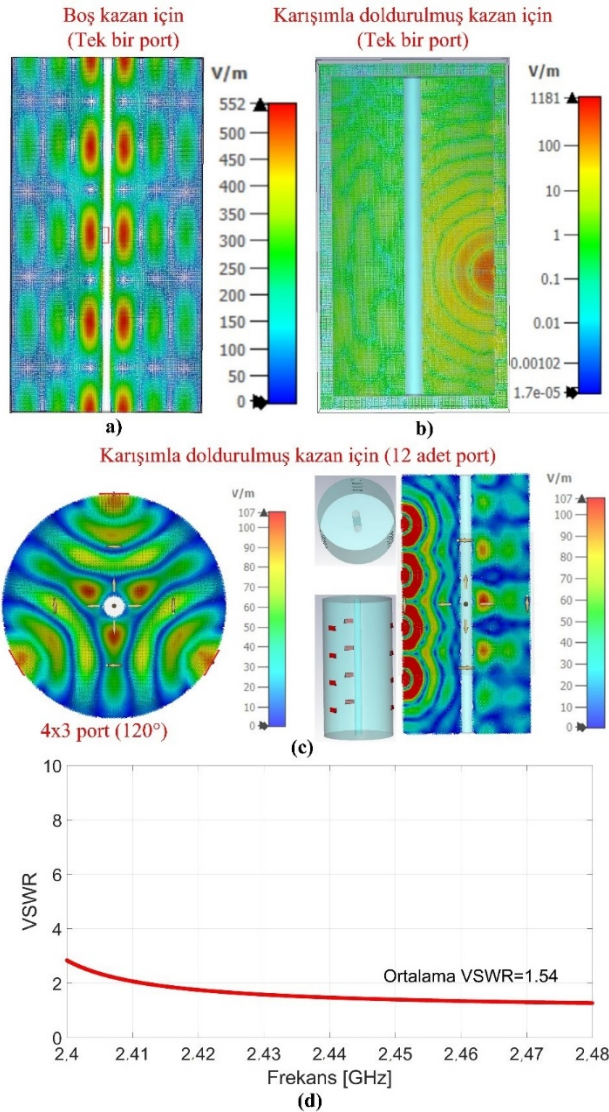
Hem boş kazandaki (bağıl elektriksel geçirgenlik, $\epsilon_r=1$) hem de bitki ve buhar karışımıyla ($\epsilon_r = 1,8+j 0,3$) (Genç ve ark., 2020; Doğan ve ark., 2020) doldurulmuş kazandaki E-alan dağılımı Şekil 3'te verilmiştir. Kayıplı ortamlarda kompleks dielektrik sabitinin reel kısmı (ϵ'), EM enerjinin malzeme içerisinde ne kadar depo edildiğini belirlerken, sanal kısmı (ϵ'') ise EM yayılım hızını, zayıflamayı ve iletim parametrelerini belirler.



Şekil 1. Geleneksel buharlı damıtma sisteminin genel yapısı
Figure 1. General structure of a conventional steam distillation system



Şekil 2. a) Distilasyon kazanı için benzetim setup, b) magnetronun distilasyon yüzeyine yerleştirilmesi
Figure 2. a) Simulation setup for the distillation boiler, b) placement of the magnetron on the distillation boiler



Şekil 3. a) Tek portlu boş kazan için, b) tek portlu, c) 12 farklı portlu bitki-buhar karışımıyla doldurulmuş kazan için E-alan dağılımları, (d) tek bir portun gerilim duran dalga oranı (VSWR)

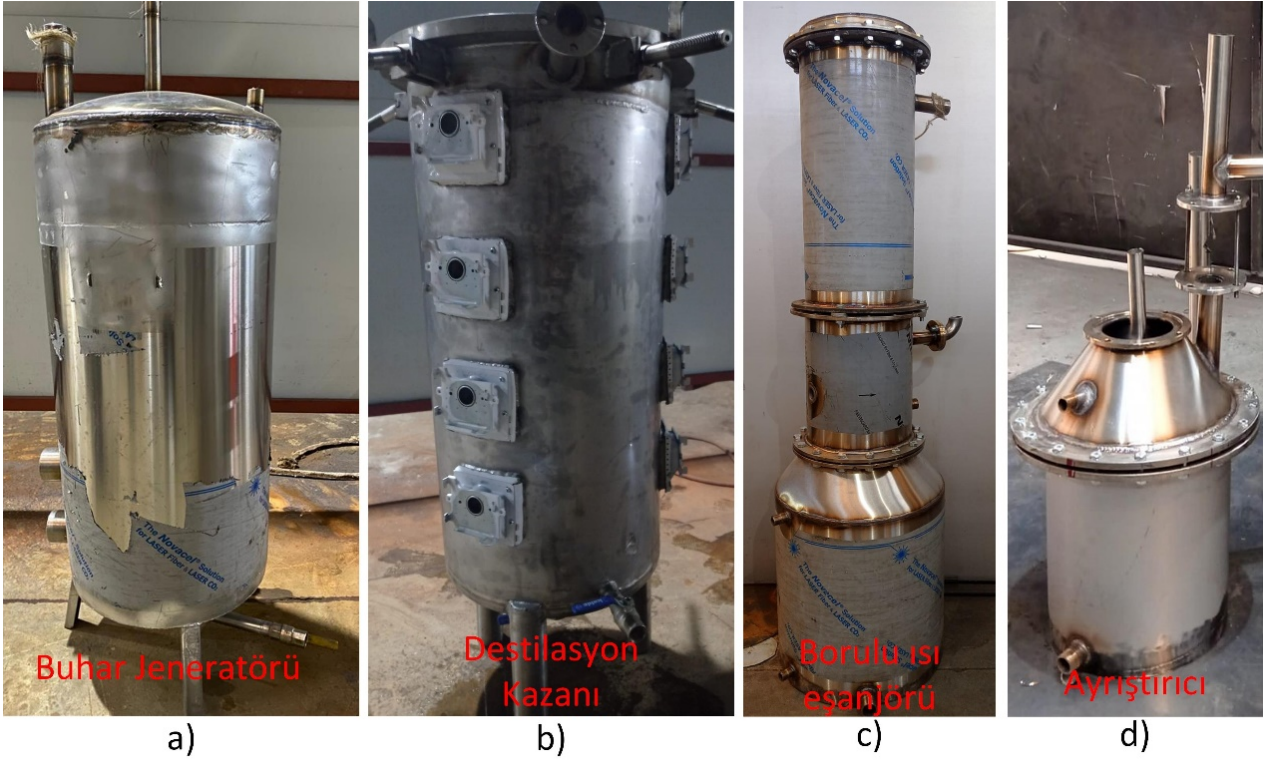
Figure 3. E-field distributions for a) empty boiler with one port, b) boiler with one port, c) boiler filled with plant-steam mixture with 12 different ports, (d) voltage standing wave ratio (VSWR) of a single port

Genel olarak, homojen, yön bağımsız ve kayıplı bir ortam için kompleks dielektrik sabiti Denklem 1'de verilmiştir (Metlek ve ark., 2021; Genc ve ark., 2021).

$$\varepsilon^* = \varepsilon' + j\varepsilon'' \quad (1)$$

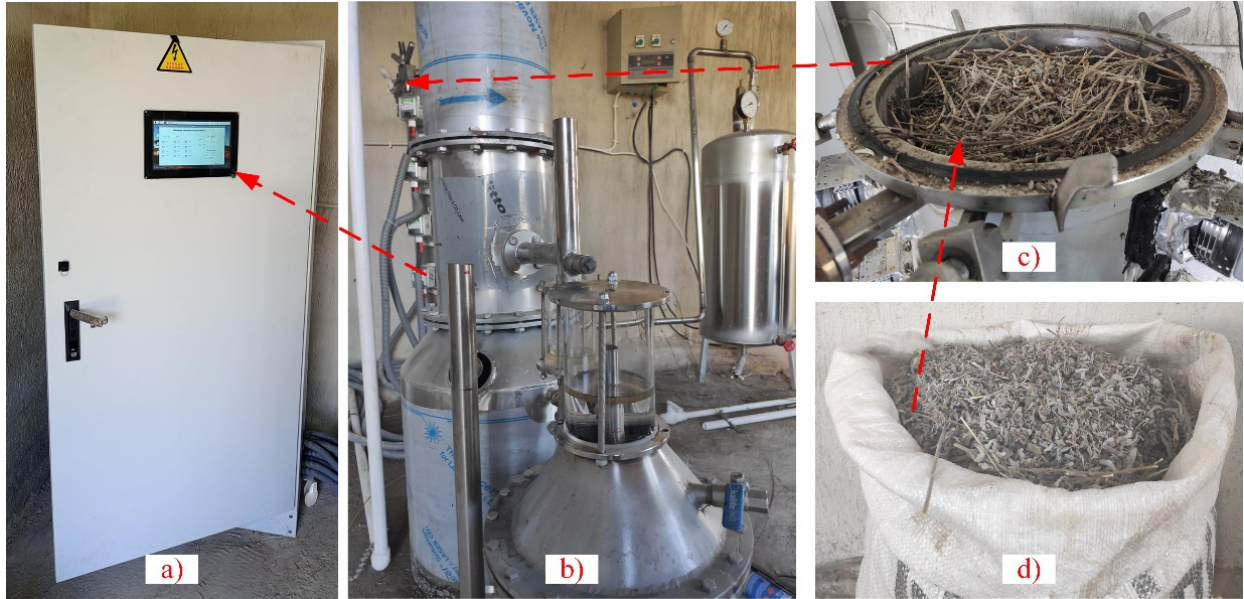
Buna göre, tek bir portun gerilim duran dalga oranının (VSWR) değeri, 1,54 olarak bulunmuştur. Boş kazandaki E-alan dağılımı kazanın merkezinde yoğunlaşmıştır ve bu durum kazanın boyutundan ve çoklu yansımalarından kaynaklanmaktadır. Dolu bir kazandaki E-alan dağılımı magnetronun yerleştirildiği noktadan kazanın merkezine doğru azalır çünkü EM dalga bitki ve hava karışımı nedeniyle ilerlerken zayıflamaya maruz kalır. Bu sonuçlara göre, bitki dolu kazana tek bir magnetron yerine yüksekliğe bağlı olarak daha fazla sayıda mikrodalga gücü verecek magnetron kullanılmalıdır. Buhar kazanının yüksekliği 80 cm için 4 adet magnetron yeterli ve homojen EM gücü sağlamaktadır. Buhar kazanının iç hacmi 100 litre olarak planlanmıştır. Dolayısıyla analiz sürecinde kazanın gerçek boyutları için yükseklik 80 cm ve 41 cm çap değerleri kullanılmıştır. Diğer taraftan bitkiye kazan içinde tüm yönlerde eşit EM gücü uygulamak için 120°'lik açılarda 4x3 dizi şeklinde kazan üzerine magnetronlar yerleştirilmiştir. Şüphesiz magnetron sayısını artırıp daha verimli bir sistem tasarımı da mümkün olabilir ancak burada maliyetlerin dikkate alınması gerekmektedir.

Önerilen MDD sistemi iki aşamada üretilmiştir. Öncelikle geleneksel buharlı damıtma sistemi üretilmiştir. Şekil 4'te verilen geleneksel buharlı destilasyon sisteminin bileşenleri, buhar jeneratörü, destilasyon kazanı, eşanjör ve florentinden oluşmaktadır. Daha sonra MDD sisteminin üretimine geçilmiştir. Bunun için 12 adet magnetron destilasyon kazanına yerleştirilmiş ve bu magnetronlara enerji uygulamak için kontrol panosu içerisinde bulunan transformator, diyot, sigorta, yüksek gerilim kondansatörü kullanılmıştır. Ayrıca, Şekil 5b'de önerilen sistem, endüstriyel proseslere model olması amacıyla bitki türü ve bitkinin yaş veya kuru olmasına bağlı olarak değişecek biçimde her seferinde 5-12 kg'lık bitkiyi damıtacak şekilde tasarlanmıştır. Hem buhar ve damıtma kazanları 100 litre hacimli olarak seçilmiştir. Buhar kazanında her damıtma öncesi 80 litre su olacak şekilde ayarlama yapılmıştır. Buhar kazanına 2 adet 10 kW'lık rezistans monte edilmiş ve suyun kaynaması bu rezistanslar ile sağlanmıştır. Yaklaşık 30 dakikalık bir kaynama süresi sonunda buhar kazanında 4 bar'lık bir basınç elde edildiğinde damıtma kazanına buhar verilmeye başlanmaktadır. Damıtma kazanına buhar 1,2 bar değerinde verilmektedir. Tasarlanan sistemde ESP828 modülü üzerinden kazana eklenecek magnetronun kontrolü için kod yazılmış ve bu modülde bulunan Wi-fi ve Bluetooth özellikleri sayesinde cihazın yazılımı uzaktan kontrol edilebilmiştir. Magnetronlar DC yüksek gerilimle çalıştığından magnetronların trafo ve diğer elektriksel kontrol malzemeleri bir panoda toplanmış ve trafo çıkışları uygun bir kablo ile kazan üzerindeki magnetronlara bağlanmıştır. Magnetronun güç kontrolü için triyak kullanılmış ve bitkilere uygulanan güç ve süre yazılımla kontrol edilmiştir. Sistemin üretilmiş genel yapısı Şekil 5b'de verilmiştir. Şekil 5a'da magnetronların ihtiyaç duyduğu yüksek gerilimi sağlayacak trafoların ve kontrol kartlarının yerleştirildiği pano, Şekil 5c'de adaçayının damıtma kazanına yerleştirilmiş hali ve Şekil 5d'de ise damıtılan adaçayı görülmektedir.



Şekil 4. Üretilen geleneksel destilasyon sisteminin bileşenleri, a) buhar jeneratörü, b) destilasyon kazanı, c) eşanjör ve d) florentin

Figure 4. Components of the produced conventional distillation system, a) steam generator, b) distillation boiler, c) heat exchanger and d) florentine



Şekil 5. a) Magnetronları kontrol etmek için kontrol panosu, b) önerilen MDD sistemi, c) bitki numunelerinin kazana yerleştirilmesi ve d) adaçayı (*S. fruticosa*) bitkisi

Figure 5. a) the control board to control the magnetrons, b) the proposed MDD system, c) the placement of plant samples in the boiler, and d) the sage (*S. fruticosa*) plant

Bitki materyalinin Hazırlanması ve Kimyasal Analizlerin Yapılması

Üretilen sistemin etkinliği adaçayı (*S. fruticosa*) bitkisi kullanılarak test edilmiştir. Bu amaçla denemede Denizli ili Uzunpınar ilçesinden kültür koşullarında yetiştirilerek kurutulmuş bitki örnekleri kullanılmıştır. Adaçayının kuru herba (sap ve yaprakları birlikte) ve saplarından ayrılan kuru yapraklar çalışılmıştır. Sap ve yapraklar (herba) hem

geleneksel yöntemle hem de mikrodalga desteği verilerek damıtılırken, yapraklar sadece mikrodalga desteği ile damıtılmıştır. Her test ölçümü için 5 kg bitki kullanılmıştır. Elde edilen uçucu yağlardan alınan numuneler 25 ml'lik cam şişelere konularak analiz yapılacak laboratuvara ulaştırılmıştır. Analizler Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilikçi Araştırmalar Merkezindeki GC-MS cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Uçucu yağda yapılan kimyasal analiz sonucunda *S. fruticosa* bitkisinde 52 adet bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerden %0,2 değerinden büyük olan 27 tanesi Çizelge 1’de verilmiştir.

Analizi yapılan örneklemede geleneksel buharlı damıtma süresi 90 dakika olarak alınmıştır. Literatürde ve testlerimizde de gözlemlediğimiz üzere 60-70 dakika sonrasında kayda değer bir uçucu yağ damıtılması gerçekleşmemektedir. Bu nedenle sistemin daha fazla enerji harcamaması için süre 90 dakika ile sınırlandırılmıştır. Benzer bir durum da MDD sisteminde söz konusudur. 30-35 dakika sonrasında MDD sisteminde damıtılma neredeyse tamamlanmış gibidir. Bu nedenle de 45 dakika sonunda MDD sistemi sonlandırılmıştır. Ayrıca, geleneksel buharlı damıtma sonuçlarıyla MDD sistemi vasıtasıyla yapılan damıtma işleminin sonuçları karşılaştırıldığında 9 adet bileşende (α -terpinen, limonen, γ -terpinen, terpinolen, α -tuyon, β -tuyon, kafur, linall asetat, bornil asetat) en az %10 düşme, 6 bileşende (β -pinen, sabinen hidrat, *cis*-sabinen hidrat, borneol, *trans*-karyofillen, aromadendren, karyofillen oksit) ise en az %10 artma görülmektedir. En büyük azalış limonen bileşeninde (%56,8), en büyük artış da borneol bileşeninde (%51,2) görülmüştür.

Diğer taraftan, MDD sisteminde gerçekleştirilen sap ve yaprakların karışık damıtılma sonucu ile sadece

yaprakların damıtılma sonuçları karşılaştırıldığında da 13 adet bileşende azalma, 6 adet bileşende artma olmak üzere 19 adet bileşende %10’dan daha büyük değişimler söz konusudur. Ana bileşen olan 1,8-sineol bileşenindeki %19,1’lik değişim önemlidir (Şekil 6). Çünkü Anadolu adaçayının %50’ye yakın değerinin bu bileşen tarafından oluşturulduğu dikkate alınır bu bileşende değişimler daha anlamlı hale gelmektedir. Yine değişim büyüklüğü açısından bakıldığında karyofilen bileşenlerindeki azalma dikkat çekicidir.

Farklı durumlara göre adaçayı bitkisinden elde edilen verim değerleri Şekil 7’de gösterilmiştir. Buna göre uçucu yağ verimleri sırasıyla, %0,8, %0,9 ve %1,84 olarak elde edilmiştir. MDD sisteminde geleneksel sisteme göre %10 civarı bir verim artışı söz konusu iken sadece yaprakların damıtıldığı durumda aynı şartlarda yapılan damıtma işlemine göre %100 den fazla bir verim artışı söz konusudur. Bu da adaçayı bitkisinde uçucu yağların daha çok yapraklarda olduğunu göstermektedir.

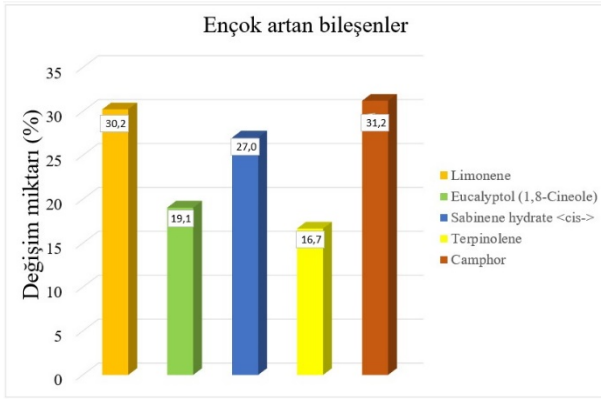
Şekil 6 ve Şekil 7 birlikte değerlendirildiğinde, adaçayı bitkisinde bazı bileşenlerin sap ve yaprak karışımında daha fazla olduğu bazı bileşenlerinde sadece yapraklarda yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Bu durum farklı bileşenlere yönelik yapılacak çalışmalarda önemli bir husustur. Örneğin karyofilen bileşenine ihtiyaç duyulan bir durumda sadece yapraklar yerine sap ve yaprakların birlikte damıtılması daha doğrudur.

Çizelge 1. *S. fruticosa* bitkisinden elde edilen kimyasal analiz sonuçları

Table 1. Chemical analysis results obtained from *S. fruticosa* plant

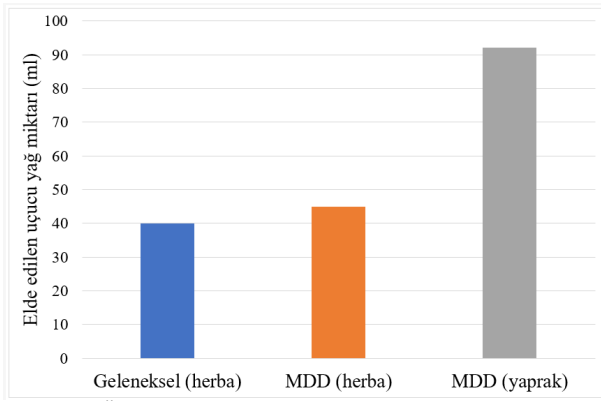
No	Rt	Bileşen	A	B	C	A-B	B-C
1	6,285	α -Thujen	0,57	0,57	0,51	0	0,06
2	6,548	α -Pinen	6,34	6,75	6,75	-0,41	0
3	7,111	Kamfen	5,35	4,89	5,42	0,46	-0,53
4	7,927	Sabinen	0,61	0,66	0,48	-0,05	0,18
5	8,143	β -Pinen	8,53	9,35	8,63	-0,82	0,72
6	8,571	β -Myrcene	4,19	4,26	4,06	-0,07	0,2
7	9,781	α -Terpinen	0,55	0,49	0,41	0,06	0,08
8	10,136	Cymol	0,52	0,49	0,39	0,03	0,1
9	10,386	Limonen	1,99	0,86	1,12	1,13	-0,26
10	10,576	Eucalyptol (1,8-sineol)	34,71	36,06	42,93	-1,35	-6,87
11	11,785	γ -terpinen	1,14	0,89	0,74	0,25	0,15
12	12,416	<i>Cis</i> -sabinen hidrat	0,29	0,37	0,47	-0,08	-0,1
13	13,218	Terpinolen	0,39	0,3	0,35	0,09	-0,05
14	14,081	Linalool	0,42	0,4	0,42	0,02	-0,02
15	14,372	α -Tuyon	2,87	2,32	1,98	0,55	0,34
16	15,023	β -Tuyon	2,98	2,2	2,11	0,78	0,09
17	16,703	Kafur	7,84	6,44	8,45	1,4	-2,01
18	18,283	Borneol	0,41	0,62	0,56	-0,21	0,06
19	18,799	4-Terpineol	0,21	0,21	0,19	0	0,02
20	19,745	β -Fenetil alkol	0,46	0,48	0,43	-0,02	0,05
21	23,375	Linall asetat	0,52	0,45	0,33	0,07	0,12
22	25,465	Bornil asetat	1,01	0,71	0,65	0,3	0,06
23	34,097	<i>Trans</i> -karyofillen	12,28	13,59	8,57	-1,31	5,02
24	35,217	Aromadendren	0,57	0,66	0,37	-0,09	0,29
25	36,282	α -Humulen	2,16	2,22	1,49	-0,06	0,73
26	43,969	Karyofillen oksit	0,23	0,28	0,14	-0,05	0,14
27	44,760	Leden	0,75	0,74	0,38	0,01	0,36
Toplam			97,89	97,26	98,33		

A: Geleneksel buhar damıtma (herba için); B: Mikrodalga destekli damıtma (herba için); C: Mikrodalga destekli damıtma (sadece yaprak için); A-B durumları arasındaki değişim; B-C durumları arasındaki değişim



Şekil 6. Sap ve yaprakların damıtılma sonucuna göre sadece yaprakların damıtıldığı durumdaki en çok değişim gösteren bileşenler

Figure 6. Most changed components in the distillation of stems and leaves compared to the distillation of leaves only



Şekil 7. Üç farklı durum için 5 kg'lık adaçayıdan elde edilen uçucu yağ miktarları

Figure 7. Essential oil amounts obtained from 5 kg of sage for three different conditions

Çünkü sadece yaprakların damıtıldığı durumda bu bileşenler yarı yarıya azalmıştır. Hatta artan bileşenler için sadece yaprakların damıtılması azalan bileşenler için de sadece sapsapların damıtılması gibi durumlarda söz konusu olabilir. Bu durumda yapraklardan ayrı bileşenler elde edilirken sapsaplardan da karyofilen ve yapraklarda azalan bileşenlerin eldesi söz konusu olacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Dünya'nın çoğu yerinde çok farklı türlerde karşımıza çıkan ve çok farklı amaçlar için kullanılan adaçayının içerdiği bileşenler nedeniyle son zamanlarda yapılan çalışmalarla birçok hastalığın tedavisinde etken madde olarak kullanılabilmesi ortaya konulmuştur. Bu çalışmada ülkemizde yaygın olan ve Anadolu adaçayı olarak isimlendirilen *S. fruticosa* bitkisinin farklı şekillerde damıtılması gerçekleştirilmiştir. Önce geleneksel buharlı sistemle damıtma gerçekleştirilmiş daha sonra endüstriyel damıtma ölçeklerine yakın tasarlanmış MDD sistemi kullanılarak damıtma yapılmıştır. Bu iki damıtma yönteminde de bitki bir bütün olarak (sap ve yapraklar) damıtma kazanına konularak işlem gerçekleştirilmiştir. Daha sonra MDD sistemi ile sapsaplar ayrılarak sadece yapraklardan oluşan bitkinin damıtılması sağlanmıştır. Tüm bu damıtma işlemleri sonunda elde edilen uçucu

yağalar GC-MS cihazıyla kimyasal olarak analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

- Analiz sonuçlarına göre MDD sistemi ile yapılan damıtma işleminde yağ kalitesini bozacak bir durum söz konusu olmamıştır. Çünkü ana bileşenler, ilgili ISO standartlarına uygundur.
- MDD sisteminde geleneksel buharlı damıtma süresinin yarısı kadar zamanda çalışılmıştır. Dolayısıyla hem süreden hem de enerjiden kazanç söz konusudur.
- Herba kullanılan iki farklı durum için MDD sistemi ile elde edilen yağ verimi geleneksel sisteme göre %10 artmıştır.
- Beklenildiği gibi bitkinin farklı organlarındaki yağ oranları değişiklik göstermektedir. Bu durumu göstermek için herba ve yaprak ayrı ayrı MDD sistemi kullanılarak destile edilmiştir ve sadece yaprakların damıtılması durumunda verim artışı %100 den fazla olmaktadır. Buradaki yağ oranının artışı MDD sisteminden ziyade numune farklılığından kaynaklanmaktadır.
- MDD sisteminde geleneksel sisteme göre bazı bileşenlerde artma ve azalmalar söz konusudur. Aynı artma ve azalma durumu sadece yaprakların damıtıldığı durum için de geçerlidir.

Bu artan ve azalan bileşenler dikkate alınarak farklı damıtma senaryoları düşünülebilir. Bazı durumlarda sadece sapsapların, bazı durumlarda karılımların bazı durumlarda da sadece yaprakların damıtılması çalışılan bileşenler açısından değerlendirilebilir. Endüstriyel ölçeklere yakın olarak tasarlanan ve adaçayı bitkisinin damıtılmasında kullanılan sistemle mikrodalga desteğinin geleneksel buharlı damıtma süreçlerindeki verim ve süre etkisini artıracak, buna bağlı olarak da harcanan enerji miktarını düşürecek ve uçucu yağ elde edilmesindeki işletme maliyetlerine pozitif katkı sağlayacak sonuçuna ulaşılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) tarafından desteklenen proje (BİGG-1512, Proje No: 2220328) kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yazarlar, desteklerinden dolayı MS Ünal Makina firmasına teşekkür eder.

Kaynaklar

- Anonim, (2022). Adaçayı fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/YATIRI/MCI%20REHBER%20ADACAYI%20FIZIBILITE%20RAPORU.pdf> (Son görülme tarihi: 15.03.2024)
- Büyüktünel, E. (2012). Gelişmiş ekstraksiyon teknikleri I. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, (2), 209-242.
- Cvetkovikj, I., Stefkov, G., Karapandzova, M., & Kulevanova, S. (2015). Essential oil composition of *Salvia fruticosa* Mill. Populations from Balkan Peninsula. *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, 61(01), 19-26. <https://doi.org/10.33320/maced.pharm.bull.2015.61.01.004>

- Dogan, H., Basyigit, I. B., & Genc, A. (2020). Determination and modelling of dielectric properties of the cherry leaves of varying moisture content over 3.30–7.05 GHz frequency range. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 54(3), 254-270. <https://doi.org/10.1080/08327823.2020.1794724>
- Drinić, Z., Pljevljakušić, D., Živković, J., Bigović, D., & Šavikin, K. (2020). Microwave-assisted extraction of *O. vulgare* L. spp. *hirtum* essential oil: Comparison with conventional hydro-distillation. *Food and Bioproducts Processing*, 120, 158-165. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.01.011>
- El Euch, S. K., Hassine, D. B., Cazaux, S., Bouzouita, N., & Bouajila, J. (2019). *Salvia officinalis* essential oil: Chemical analysis and evaluation of anti-enzymatic and antioxidant bioactivities. *South African Journal of Botany*, 120, 253-260. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.07.010>
- Elmas, S. (2021). Türkiye’de Adaçayı Yetiştiriciliği ve Ticari Önemi, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 298-332.
- Elmas, S. ve O. Elmas. (2021) *Salvia fruticosa*’nın (Anadolu Adaçayı) Terapötik Etkileri. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 4(1): p. 114-137. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.764602>
- Genc, A., Basyigit, I. B., Dogan, H., & Colak, B. (2021). Measuring and modelling the complex-permittivity of hemp plant (*Cannabis sativa*) at X band for microwave remote sensing. *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, 35(14), 1909-1921. <https://doi.org/10.1080/09205071.2021.1924294>
- Genç, A., Doğan, H., & Başyigit, İ. B. (2020). A new semiempirical model determining the dielectric characteristics of citrus leaves for the remote sensing at C band. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 28(3), 1644-1655. <https://doi.org/10.3906/elk-1909-92>
- Irakli, M., Bouloumpasi, E., Christaki, S., Skendi, A., & Chatzopoulou, P. (2023). Modeling and optimization of phenolic compounds from sage (*Salvia fruticosa* L.) post-distillation residues: Ultrasound- versus microwave-assisted extraction. *Antioxidants*, 12(3), 549. <https://doi.org/10.3390/antiox12030549>
- Jažo, Z., Glumac, M., Drventić, I., Žilić, L., Dujmović, T., Bajić, D., Vučemilo, M., Ivić, E., Bektić, S., Anačkov, G. T., & Radan, M. (2022). The essential oil composition of *helichrysum italicum* (Roth) g. Don: Influence of steam, hydro and microwave-assisted distillation. *Separations*, 9(10), 280. <https://doi.org/10.3390/separations9100280>
- Katar, D., Katar, N., & Can, M. (2022). Agricultural and quality characteristics of sage (*salvia fruticosa* mill.) depending on nitrogen applications. *Journal of Plant Nutrition*, 45(10), 1441-1449. <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.2020829>
- Koçak, M. Z., Karadağ, M., & ÇeliKcan, F. (2021). Essential oil composition of *Salvia officinalis* and *Rosmarinus officinalis*. *Journal of Agriculture*, 4(1), 39-47. <https://doi.org/10.46876/ja.938170>
- Konak, Ü. İ., Certel, M., & Helhel, S. (2009). Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 20-31.
- Koutsoulas, A., Čarnecká, M., Slanina, J., Tóth, J., & Slaninová, I. (2019). Characterization of phenolic compounds and antiproliferative effects of *salvia pomifera* and *salvia fruticosa* extracts. *Molecules*, 24(16), 2921. <https://doi.org/10.3390/molecules24162921>
- Marković, M. S., Radosavljević, D. B., Pavićević, V. P., Ristić, M. S., Milojević, S. Ž., Bošković-Vragolović, N. M., & Veljković, V. B. (2018). Influence of common juniper berries pretreatment on the essential oil yield, chemical composition and extraction kinetics of classical and microwave-assisted hydrodistillation. *Industrial Crops and Products*, 122, 402-413. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.018>
- Metlek, S., Kayaalp, K., Basyigit, I. B., Genc, A., & Dogan, H. (2021). The dielectric properties prediction of the vegetation depending on the moisture content using the deep neural network model. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 31(1). <https://doi.org/10.1002/mmce.22496>
- Mohamed, T. A., Saleh, I., Ali, S., Hussien, T., Hegazi, N. M., Abdel-Halim, S., Abd El-Razek, M. H., El-Beih, A., Marzouk, M. M., Pare, P. W., Efferth, T., & Hegazy, M.-E. F. (2022). A comparative evaluation of the antimicrobial activities of the essential oils of three salvia species growing in egypt, obtained by hydrodistillation and microwave-assisted hydro-distillation. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 25(5), 1109-1121. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2022.2135388>
- Önol K. (2009). Üretim metalurjisinde mikrodalga uygulamaları. *Metallurji Dergisi*, 154, 21-26.
- Tiring, G., Satar, S. ve Özkaya, O. 2021. Sekonder Metabolitler. *Bursa Uludağ Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1), 203 – 215.
- Tuğlu, Ü., Baydar, H., & Erbaş, S. (2021). Distilasyon yöntemlerinin, sürelerinin ve fraksiyonlarının kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağ oranları ve bileşenleri üzerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(4), 3195-3202. <https://doi.org/10.21597/jist.810615>
- Ververis, A., Kyriakou, S., Ioannou, K., Chatzopoulou, P. S., Panayiotidis, M. I., Plioukas, M., & Christodoulou, K. (2023). Chemical profiling and antioxidant and anti-amyloid capacities of *salvia fruticosa* extracts from greece. *Plants*, 12(18), 3191. <https://doi.org/10.3390/plants12183191>
- Yaman, T., & Kuleaşan, Ş. (2016). Uçucu yağ elde etmede gelişmiş ekstraksiyon yöntemleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(Özel (Special) 1), 78-83.
- Yenikalaycı, A., & Özgüven, M. (1999). Çukurova bölgesinde doğal adaçayı türleri *Salvia* spp ile tıbbi adaçayı *Salvia officinalis* L.’nin kültürü ve kemotaksonomik araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(2), 91–98.
- Yenikalaycı, A., & Bozarı, S. (2023, 29-30, Haziran). Türkiye’nin Muş ilinde yetiştirilen tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* MİLL.)’in uçucu yağlarının bileşenlerinin belirlenmesi. International Paris congress on agriculture & animal husbandry. Paris, Fransa. https://tr.iksadparis.org/_files/ugd/614b1f_3524db3e5e8347b4a6f2b89d04f205e.pdf



Monumental Trees and Related Ecotourism Routes in Ordu Province

Eda Şentürk^{1,a}, Pervin Yeşil^{1,b,*}

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ordu, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 21.02.2024 Accepted : 25.04.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Monument Tree Ecotourism Protection of Monumental Trees Accessibility GIS</p>	<p>Monumental trees are a natural heritage that should be protected. They are distinguished from ordinary trees by their physical and socio-cultural characteristics. A tree's extraordinary height, diameter, crown diameter, trunk diameter and age measurements, interesting root and trunk formations, extreme limits of distribution, and stories attributed to the tree are the beginning of what makes a tree extraordinary. These trees, which are called the heritage of nature, can be used in scientific studies, increase people's environmental awareness and contribute to ecotourism activities. Therefore, documenting monumental trees requires technical and rational planning and management. This study deals with 49 registered monumental trees in Ordu Province. The data used in the study were obtained from the Sites Management System (SAYS) and the State of Environment Report for 2022. Information on the quality and quantity of the registered monumental trees and the findings obtained, their location and route information and other values that contribute to ecotourism are given. The route was created in Geographical Information Systems (GIS) environment by considering the distances of the routes and other natural resources from each other. The study aims to contribute to the protection and promotion of existing monumental trees. In addition, the memorial aims to raise awareness about trees.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1591-1599, 2024

Ordu İlindeki Anıt Ağaçlar ve Bağlantılı Ekoturizm Rotaları

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 21.02.2024 Kabul : 25.04.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Anıt Ağaç Ekoturizm Anıt Ağaçların Koruması Ulaşılabilirlik CBS</p>	<p>Anıt ağaçlar, korunması gereken doğal miraslardır. Fiziksel ve sosyo-kültürel özellikleri ile sıradan ağaçlardan ayrılırlar. Bir ağacın yüksekliği, taç çapı, gövde çapı ve yaş ölçümleri, ilginç kök ve gövde oluşumları, dağılım alanının aşırı sınırlarda bulunması ve yörede ağaca atfedilen hikayeler, tarihte özel bir yerinin bulunması o ağacı olağanüstü yapan özelliklerdir. Doğanın mirası olarak adlandırılan bu ağaçlar, bilimsel çalışmalarda kullanılabilir, insanların çevre bilincini arttırabilir ve ekoturizm faaliyetlerine katkı sağlayabilir. Bu nedenle anıt ağaçların belgelenmesi ve korunması gerekmektedir. Bu çalışmada Ordu İli sınırları içerisinde tescillenmiş 49 adet anıt ağaç, buldukları çevre ile birlikte değerlendirilmektedir. Çalışmada kullanılan verilere Sit Alanlar Yönetim Sistemi (SAYS) ve 2022 yılı Çevre Durumu Raporundan ulaşılmıştır. Tescillenmiş anıt ağaçların nitelik ve nicelik bilgileri ile elde edilen bulgular, buldukları konum ve güzergâh bilgileri ve ekoturizme katkı sağlayan diğer kaynak değerleri hakkında bilgi verilmiştir. Güzergâhlar ve diğer doğal kaynakların birbirleri ile uzaklıkları dikkate alınarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında rota oluşturulmuştur. Yapılan çalışma mevcut anıt ağaçların korunması ve tanıtılmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca, anıt ağaçlar hakkında bilinç oluşturmaya amaçlanmaktadır.</p>

^a edasenturk653@gmail.com

^b <https://orcid.org/0009-0002-4888-7037>

^b perviny48@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-4395-6881>



Giriş

Ağaçlar tarih boyunca insanlık ve doğa için hayati bir öneme sahip olmuştur. Oksijen kaynağı olarak, metrelerce derine uzanan kökleri sayesinde erozyon ve toprak kaybı riskinin önlenmesinde kritik bir rol oynamaktadırlar. Ağaçlar, oksijen üretimine katkı sağlamanın yanı sıra çeşitli canlı türlerine barınak olurlar, peyzaj tasarımında estetik özellikleri için kullanılırlar ve meyve vererek insan beslenmesine katkıda bulunurlar (Jim, 2004; Ünal, 2017). Aynı zamanda doğal ve kentsel çevremizi zaman içinde şekillendiren örüntü ve süreçleri de yansıtırlar (Cloke ve Pawson, 2008). Kendisi de bir mekân olan ve bulunduğu ortamla beraber anlam kazanan, insan ölçeği ile ilişkisi bakımından beden mekân ontolojisini kurabilen anıt ağaçlar hem bu yönüyle, hem de tarihsel süreçteki toplumsal, ideolojik ya da inançsal özellikleriyle sosyo mekânsal bir bellek inşasını mümkün kılmaktadır (Aslan ve ark., 2016). Anıt ağaçlar, toplum psikolojisini derinden etkileyen; toplumda tarih, doğa ve çevre koruma bilincinin yerleşip gelişmesini sağlayan birer canlı eğitim aracıdır (Genç ve Güner, 2003). Aynı zamanda anıt ağaçlar yaşadıkları bölgenin-yerin hatta yöresel ortamın veya mikro-klimanın, toprağa ilk düştükleri günden günümüze ulaşabilmiş canlı tanıklarındır (Saribaş; 2015). Canlı varlıklar olan ağaçlar, hayatlarını belirli periyotlarda tamamlayıp kurumakta olup, bunlardan sadece birkaçı hayatını çok uzun dönemler sürdürebilmektedir. Asırlar boyunca ayakta kalmayı başarabilen bu varlıklar günümüzde kentleşme, sanayileşme, kontrolsüz kesim gibi pek çok baskıya maruz kalmakta olup, bu varlıkların koruma ve bakım tedbirleri ile gelecek nesillere aktarımını desteklemek gerekmektedir. Anayasa'nın 63. maddesi uyarınca, aynı zamanda tabiat varlığı olan anıt ağaçların korunması devletin sorumluluğundadır. Anıt ağaçların korunmasına ilişkin çeşitli düzenlemeler 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıkları Kanunu (KTVKK), Korunan Alanların Tespit, Tescil ve Onayına İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmelik ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 110 sayılı ilke kararında yer almaktadır.

Korunan Alanların Tespit, Tescil Ve Onayına İlişkin Usul Ve Esaslara Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Madde 1'de Aşağıdaki özelliklerden en az birini taşıyan ağaçlar anıt ağaç olarak değerlendirilir: a) Yaş, çap, boy ve form itibarıyla kendi türünün alışılmış ölçülerinde boyutlara sahip olan kuşaklar arasında bağ kurabilecek uzunlukta doğal ömre sahip olan, b) Yöre kültüründe olumlu veya olumsuz, gerçek veya hayal ürünü, mistik veya folklorik bir öyküye sahip olan, c) Yöresel veya ulusal tarihte kimi olaylar ile özdeş hale gelen ve onlara tanıklık eden, ç) Tabiat tarihi ve biyolojik özellikleri itibarıyla türün yayılışı bakımından en kuzey ve en güney veya ekstrem muhitlerde yaşayan fertleri." denilmektedir.

Anıt ağaçlar, "yaş, çap ve boy bakımından türünün alışılmış ölçülerinin üzerinde boyutlara sahip, yerel folklor, kültür ve tarihte özel bir yeri olan, geçmiş ile bugün, bugün ile gelecek arasında köprü kurabilen, ömrü uzun ağaçlardır" (Asan, 1992). Bu tanımlamalar ışığında Bayar ve ark. (2012), anıt ağaçları tarihsel, boyutsal, folklorik ve mistik olarak 4 grupta incelemektedir.

Ülkemizdeki anıt ağaçlar konusu, 20.04.1982 tarihinde yürürlüğe giren 2658 sayılı "Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşmeye Türkiye Cumhuriyeti'nin Katılmasının Uygun Bulunduğu Hakkında

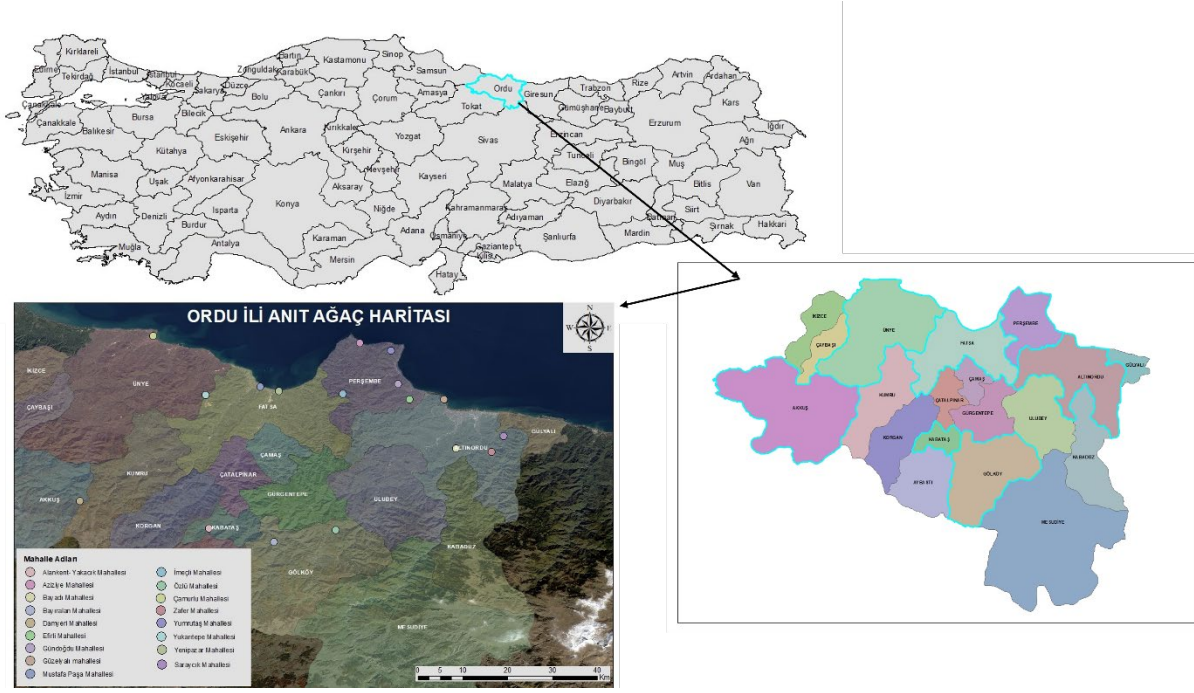
Kanun" ve 14.02.1983 tarih ve 17959 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan "Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme" ile uluslararası bir boyut kazanmıştır. Bu sözleşmenin 2. maddesi "doğal miras" açıklamasına ayrılmıştır. Bu sözleşme ile Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) çerçevesinde "Dünya Mirası Komitesi" adı altında Devletlerarası bir Komite kurulmuştur. Komite, "doğal miras "ın parçalarını oluşturan varlıkların listesini her iki yılda bir güncelleyerek "Dünya Kültür Mirası Listesi" adı altında yayımlama görevini üstlenmiştir (Genç ve Güner, 2003). Ulusal anlamda ise Anayasamızın 63. Maddesi gereğince "Devlet, tarih, kültür ve tabiat varlıklarının ve değerlerinin korunmasını sağlar, bu amaçla destekleyici ve teşvik edici tedbirleri alır" denilmekte ve tabiat varlığı olarak anıt ağaçların korunmasının devletin sorumluluğunda olduğu açıkça belirtilmektedir (Çevikçelik, 2021). 2011 yılından itibaren 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 109. Maddesi ile 2863 sayılı Kanun çerçevesinde anıt ağaç yönetimi ve tescilli görevi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü (TVKGM) bünyesindeki Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Komisyonlarının yetki alanına bırakılmış, TSE ve ilke kararları ile tabiat varlıklarına ilişkin tespit, tescil ve koruma uygulamalarına belirli standartlar getirilmiştir. Anıt ağaçların tespit, tescil ve koruma uygulamalarına ilişkin belirli standartların getirildiği bu düzenlemeler, ekoturizmin önemini ve doğal ve kültürel varlıkların korunmasının ne kadar kıymetli olduğunu bir kez daha vurgulamaktadır.

Ekoturizm, doğal çevrenin korunması ve yerel topluluklara ekonomik fayda sağlama amacıyla gerçekleştirilen bir turizm türüdür. Ekoturizm, doğal ve kültürel çeşitliliğin korunmasına, yerel ekonomilere katkıda bulunmaya ve doğal yaşam alanlarının sürdürülebilirliğini desteklemeye odaklanmaktadır (Wood, 2002). Bu bağlamda, birer ekoturizm elemanı olan anıt ağaçların yönetimi ve korunması, ekoturizm ile doğal varlıkların korunması arasındaki bağın güçlendirilmesine yardımcı olmaktadır.

Ordu İlinde toplam 49 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Bu çalışma Ordu ilinde bulunan anıt ağaçları ele almaktadır. Anıt ağaçların mevcut durum analizi yapılmış ağaçların yakın çevresinde bulunan rekreasyon alanları, doğal ve kültürel alanlar belirlenmiştir. Ağaçların mevcut konumlarına ulaşabilmek için başlangıç noktası Ordu Büyükşehir Belediyesi olarak belirlenen rotalar ArcMap programında oluşturulmuştur. Oluşturulan rotaların yakın çevresinde konumlanan ekoturizm noktaları da gösterilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak seçilen Ordu ili, Türkiye'nin kuzeyinde Doğu Karadeniz Bölgesinde, 41°08' - 40°20' kuzey enlemleri ile 36°40' - 38°06' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kuzeyde Karadeniz, güneyde Tokat ve Sivas illeri, batıda Samsun ve doğuda Giresun ili ile komşudur (Anonim, 2018). Çalışmanın ana materyalini 7 ilçedeki 17 mahallede bulunan toplam 49 adet anıt ağaç oluşturmaktadır. Çalışma anıt ağaçların bulunduğu; Altınordu, Perşembe, Fatsa, Çatalpınar, Gökçöy, Ünye, Kabataş İlçelerinde yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı
Figure 1. Study area

Ordu ilindeki anıt ağaçlar hakkında 2022 Çevre Durumu Raporu incelenmiştir. İncelemeler sonucunda 2022 yılında 45 adet anıt ağaç olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Anıt ağaçların son güncel durumları hakkında bilgiler ise Ordu Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğünden temin edilmiştir. Rota oluşturmak için gerekli olan ekoturizm alanları, Ordu İl Kültür ve Turizm Müdürlüğünden temin edilen verilerle derlenmiştir. Anıt ağaçlar ve ekoturizm alanlarının koordinatlarına Sit Alanlar Yönetim Sistemi (SAYS) web sitesinden ulaşılmıştır. Ulaşılan veriler ArcMap 10.5 öğrenci lisans programı kullanılarak işlenmiştir.

Çalışmanın birinci aşamasında; Ordu ili için Landsat 9 uydu görüntüsü kullanılarak ArcMap programında anıt ağaç koordinatları girilmiştir. Daha sonra Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin belirlediği erişilebilirlik analizi için gereken 500 metrelik erişim mesafesi dikkate alınmıştır (MPYY, 2014). Bu bağlamda, anıt ağaçların bulunduğu noktaların çevresine 500 metrelik bir buffer atanarak, doğal ve kültürel turizm ve rekreasyon noktaları belirlerken, çevresel, ekonomik ve sosyokültürel unsurlar dikkate alınarak belirlenmiştir (Wood, 2002). Bu noktalar, ağaç merkez nokta olarak kabul edilmiş ve erişim mesafesine göre analiz edilmiştir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında; İlçe bazlı anıt ağaçlar arasında rota oluşturulmuştur. Anıt ağaçlara ulaşan rotanın başlangıç noktası, kent merkezinde yer alan Ordu Büyükşehir Belediyesi olarak kabul edilmiştir. Ordu Büyükşehir Belediyesi, şehirdeki ulaşım ağlarının kesişme noktası konumundadır ve çevresindeki turistik ve kültürel noktalara kolay erişim imkânı sunmaktadır. Ayrıca bu alan kentin odak noktası olarak kabul edilebilecek bir noktada yer almaktadır. Bu nedenlerle, Ordu Büyükşehir Belediyesi merkezi, rota başlangıcı olarak belirlenmiştir.

Oluşturulan rota, yolun topografik özellikleri, coğrafi konumu ve çevresel etmenler gibi yol karakterlerini

oluşturan unsurları dikkate alarak anayol güzergahlarını takip etmiş ve yolların 5 km yakınında bulunan doğal ve kültürel turizm alanları belirlenmiş ve haritalanmıştır (Berti, 2015). Çalışmanın dördüncü aşamasında; Anıt ağaçların bulunduğu 7 ilçe arasında rota oluşturulmuştur. Daha sonra Google Earth uygulamasından ekoturizm alanlarının ve bazı anıt ağaçların görsellerine ulaşarak rota haritası üzerine eklenmiştir. Son aşamada ise; Altınordu ilçesi Güzelyalı mahallesindeki 15 adet anıt ağacın durumları yakından incelenmiş, ağaçlar fotoğraflanmıştır. Örnek fotoğraflar kent merkezinde yer alan ve tüm halkın kolayca ziyaret edebileceği noktalardan alınmış olup, problemlerin tespitinin bu noktalarda diğerlerinden daha fazla önemli olduğu öngörüsü ile bu alan seçilmiştir.

Bulgular

Anıt ağaçların bulunduğu 7 ilçede toplam 17 mahallede olmak üzere 49 adet anıt ağacın genel bilgileri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Altınordu İlçesinde toplam 21 adet anıt ağaç bulunmaktadır; Güzelyalı Mahallesinde Turizm Fakültesi kampüsünün içerisinde 15 adet anıt ağaç yer almaktadır. Başlangıç noktasından 4.3 km uzaklıktadır. Anıt ağaçlar küme halindedir ve 2019 yılında tescillenmiştir. Bayadı mahallesinde 1 adet anıt ağaç bulunmakta olup, başlangıç noktasından 21 km uzaklıktadır. Anıt ağaç 200 yaşında ve küme halindedir. 21.09.2012 yılında tescillenmiştir. Saraycık mahallesinde 4 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 28 km uzaklıktadır. Anıt ağaçların 2 tanesi 300 yaşında ve 28.08.2012 yılında tescillenmiştir. Diğer 2 anıt ağaç 210 yaşındadır ve 27.09.2022 yılında tescillenmiştir. Zafer Mahallesinde bulunan 1 adet anıt ağaç başlangıç noktasından 31 km uzaklıktadır.

Çizelge 1. Ordu İli Anıt Ağaçlar Listesi

Table 1. List of Monument Trees in Ordu Province

İÇ	KM	Ağacın Türü	P	AN	BR	KT	Yaşı	Enlem	Boylam	Karar No	Mevki
AO	GZ	<i>Pinus pinea</i>	1	5834	KM	2019		41,0052	37,8689		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Cedrus libani</i>	1	5834	KM	2019		41,0053	37,8691		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Cedrus libani</i>	1	5834	KM	2019		41,0053	37,8691		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus pinea</i>	1	5834	KM	2019		41,0053	37,869		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus pinea</i>	1	5834	KM	2019		41,0054	37,869		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus pinea</i>	1	5834	KM	2019		41,0055	37,869		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus pinea</i>	1	5834	KM	2019		41,0055	37,8691		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Cedrus libani</i>	1	5834	KM	2019		41,0053	37,8697		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus brutia</i>	1	5834	KM	2019		41,0055	37,8696		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Fraxinus Angustifolia</i>	1	5834	KM	2019		41,0056	37,8695		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus brutia</i>	1	5834	KM	2019		41,0056	37,8696		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus brutia</i>	1	5834	KM	2019		41,0057	37,8696		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus brutia</i>	1	5834	KM	2019		41,0057	37,8696		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Pinus pinea</i>	2	774	KM	2019		41,0059	37,8689		Güzelyalı mah.
AO	GZ	<i>Cedrus libani</i>			KM	2019		41,0075	37,8692		Güzelyalı mah.
AO	BY	<i>Tilia Argentea</i>	8	126	KM	21.09.2012	200	40,9065	37,8932	42	Köyüçi
AO	SR	<i>Quercus robur</i>	42	4887	KM	28.08.2012	300	40,9319	37,9881	38	Poturlu
AO	SR	<i>Quercus robur</i>	42	4887	KM	28.08.2012	300	40,9315	37,9885	38	Poturlu
AO	SR	<i>Quercus robur</i>	42	4887	KM	27.09.2022	210	40,9315	37,9886	708	
AO	SR	<i>Quercus robur</i>	42	4887	KM	27.09.2022	210	40,9314	37,9887	708	
AO	ZF	<i>Platanus orientalis</i>	9	3934	TK	27.09.2022	210	40,8993	37,9639	706	
PR	EF	<i>Tilia Argentea</i>	2	454	KM	14.02.2007	400	41,0051	37,7996	1063	Efirli mh. Tepe mevki
PR	İM	<i>Fagus orientalis</i>	114	124	KM	27.09.2022	180	41,0158	37,6662	710	
PR	GN	<i>Quercus petrea</i>	1	1183	KM	17.05.2011	250	41,0358	37,7766		Gündoğdu mh.
PR	YM	<i>Quercus sp.</i>	4	708	KM	4.08.2005	300	41,1023	37,7625	191	Yumrutaş mh.
PR	AZ	<i>Tilia plathyphyllos</i>	3	1255	TK	10.02.2021	140	41,1174	37,7002	548	
FT	MP	<i>Platanus orientalis</i>			KM		200	41,0301	37,5013		Mustafa paşa mh.
FT	MP	<i>Platanus orientalis</i>			KM		200	41,0305	37,5009		Mustafa paşa mh.
FT	MP	<i>Platanus orientalis</i>	1	2909	KM	30.04.1993	250	41,0334	37,4997		Mustafa paşa mh.
FT	MP	<i>Platanus orientalis</i>	1	2909	KM	30.04.1993	250	41,0336	37,4997		Mustafa paşa mh.
FT	MP	<i>Platanus orientalis</i>	1	2909	KM	30.04.1993	250	41,0338	37,4997		Mustafa paşa mh.
FT	YT	<i>Carpinus betulus</i>	47	133	KM		300	41,0137	37,3911		
FT	YT	<i>Carpinus betulus</i>	47	133	KM		200	41,0138	37,3912		
FT	YN	<i>Platanus orientalis</i>			KM	21.03.2019	221	41,0208	37,5381	420	
ÜN	ÇM	<i>Platanus orientalis</i>	1	377	KM	24.06.1983	470	41,1314	37,2861		
AK	DM	<i>Fagus orientalis</i>	56	195	KM	13.01.2011	180	40,8009	37,1388		Damyeri mh.
GK	BY	<i>Carpinus betulus</i>	8	177	KM		250	40,7183	37,5283		Bayıralan mh.
GK	ÖZ	<i>Fagus orientalis</i>	37	101	KM			40,7427	37,6523		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Fagus orientalis</i>	37	101	KM			40,7428	37,6524		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Fagus orientalis</i>	37	101	KM			40,7428	37,6523		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Acer platanoides</i>	37	101	KM			40,7428	37,6525		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Platanus orientalis</i>	37	101	KM			40,7428	37,6522		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Platanus orientalis</i>	37	101	KM			40,7428	37,6522		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Platanus orientalis</i>	37	101	KM			40,7429	37,6521		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Quercus robur</i>	37	101	KM			40,743	37,652		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Fagus orientalis</i>	37	101	KM			40,743	37,6522		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Quercus robur</i>	37	101	KM			40,743	37,6524		Özlü mh.
GK	ÖZ	<i>Tilia Argentea</i>	37	101	KM			40,7431	37,6522		Özlü mh.
KB	AY	<i>Tilia Argentea</i>			TKİ	27.09.2022	300	40,7467	37,398	707	Özlü mh.

İÇ: İlçe; KM: Köy/Mahalle; P: Parsel No; AN: Ada No; BR: Birim; KT: Karar Tarihi; AO: Altınordu, PR: Perşembe; FT: Fatsa; ÜN: Ünye; AK: Akkuş; GK: Gölköy; KB: Kabataş; GZ: Güzelyalı; BY: Bayadı; SR: Saraycık; ZF: Zafer; EF: Efirli; İM: İmeçli; GN: Gündoğdu, YM: Yumrutaş; AZ: Aziziye; MP: Mustafa Paşa; YT: Yukarıtepe; YN: Yenipazar; ÇM: Çamurlu; DM: Damyeri; BY: Bayıralan; ÖZ: Özlü; AY: Alankent-Yakacık; KM: Kümede; TK: Tek-Kırsalda; TKİ: Tek-Kent İçinde;

Anıt ağaç kırsal alanda tek başınadır. 210 yaşında ve 27.09.2022 yılında tescillenmiştir. Bahsedilen anıt ağaçlara ulaşım yolları üzerinde 1km. ulaşım mesafesinde bulunan doğal ve kültürel kaynaklar Şekil 2'de verilmiştir.

Akkuş İlçesi Damyeri mahallesinde 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Rota başlangıç noktasından 94.9 km

uzaklıktadır. Anıt ağaç küme halinde ve 180 yaşındadır. 13.0.1.2011 yılında tescillenmiştir. Bahsedilen anıt ağaca ulaşım yolları üzerinde 1km. ulaşım mesafesinde bulunan doğal ve kültürel kaynaklar Şekil 3'te verilmiştir.

Fatsa İlçesinde toplam 8 adet anıt ağaç bulunmaktadır; Mustafa Paşa Mahallesinde 5 adet anıt ağaç

bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 40.5 km uzaklıktadır. *Platanus orientalis*'ler 250 yaşındadır ve 30.04.1993 yılında tescillenmiştir. Yukarıtepe Mahallesi'nde 2 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 53.5 km uzaklıktadır. *Carpinus betulus* türü ağaçların biri 300 diğeri 200 yaşındadır. Tescil tarihi bulunamamıştır. Yenipazar Mahallesi'nde 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 36.9 km uzaklıktadır. Anıt ağaç küme halinde ve 221 yaşındadır. 21.03.2019 yılında tescillenmiştir. Bahsedilen anıt ağaca ulaşım yolları üzerinde 1km. ulaşım mesafesinde bulunan doğal ve kültürel kaynaklar Şekil 4'te verilmiştir.

Gölköy ilçesinde 12 adet anıt ağaç bulunmaktadır; Bayıralan mahallesinde 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 67.1 km uzaklıktadır. Anıt ağaç küme halinde ve 250 yaşındadır. Tescil tarihi bulunamamıştır. Özlü mahallesinde 11 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 51,8 km uzaklıktadır. Bahsedilen anıt ağaçlara ulaşım yolları üzerinde 1km. ulaşım mesafesinde bulunan doğal ve kültürel kaynaklar Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 2. Altınordu ilçesinde yer alan anıt ağaçların konumları ve anıt ağaçlara ulaşım rotası etrafında bulunan doğal ve kültürel kaynaklar

Figure 2. The locations of the monumental trees in Altınordu district and the natural and cultural resources around the access route to the monumental trees



Şekil 4. Fatsa ilçesinde yer alan anıt ağaçların konumları ve anıt ağaçlara ulaşım rotası etrafında bulunan doğal ve kültürel kaynaklar

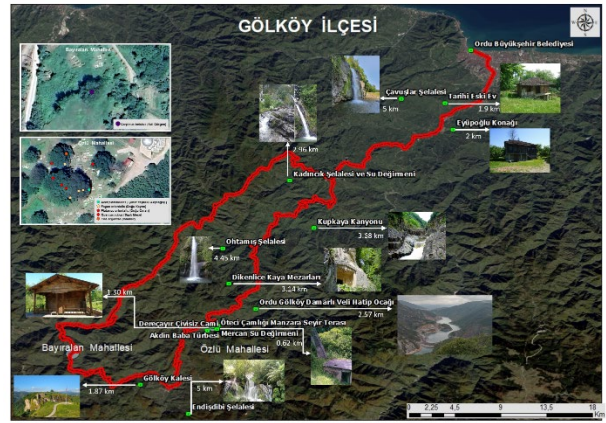
Figure 4. The locations of the monumental trees in Fatsa district and the natural and cultural resources around the access route to the monumental trees

Perşembe İlçesinde 5 adet anıt ağaç bulunmaktadır; Gündoğdu mahallesinde 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 17.1 km uzaklıktadır. Anıt ağaç küme halinde ve 250 yaşındadır. 17.05.2011 yılında tescillenmiştir. Yumrutaş mahallesinde 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 20.4 km uzaklıktadır. Anıt ağaç küme halinde ve 300 yaşındadır. 4.08.2005 yılında tescillenmiştir. Efirli mahallesinde 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 10.8 km uzaklıktadır. Anıt ağaç küme halinde ve 400 yaşındadır. 14.02.2007 yılında tescillenmiştir. Aziziye mahallesinde toplam 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Ordu Büyükşehir Belediyesinden 29.7 km uzaklıktadır. Anıt ağaç kırsal alanda tek başına ve 140 yaşındadır. 10.02.2021 yılında tescillenmiştir. İmeçli mahallesinde 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 29.1 km uzaklıktadır. Anıt ağaç küme halinde ve 180 yaşındadır. 27.09.2022 yılında tescillenmiştir. Bahsedilen anıt ağaçlara ulaşım yolları üzerinde 1km. ulaşım mesafesinde bulunan doğal ve kültürel kaynaklar Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 3. Akkuş ilçesinde yer alan anıt ağacın konumu ve anıt ağaçlara ulaşım rotası etrafında bulunan doğal ve kültürel kaynaklar

Figure 3. The location of the monumental tree in Akkuş district and the natural and cultural resources around the access route to the monumental tree



Şekil 5. Gölköy ilçesinde yer alan anıt ağaçların konumları ve anıt ağaçlara ulaşım rotası etrafında bulunan doğal ve kültürel kaynaklar

Figure 5. The locations of the monumental trees in Gölköy district and the natural and cultural resources around the access route to the monumental trees



Şekil 6. Perşembe ilçesinde yer alan anıt ağaçların konumları ve anıt ağaçlara ulaşım rotası etrafında bulunan doğal ve kültürel kaynaklar
Figure 6. The locations of the monumental trees in Perşembe district and the natural and cultural resources around the access route to the monumental trees



Şekil 7. Kabataş ilçesinde yer alan anıt ağacın konumu ve anıt ağaçlara ulaşım rotası etrafında bulunan doğal ve kültürel kaynaklar
Figure 7. The location of the monumental tree in Kabataş district and the natural and cultural resources around the access route to the monumental tree



Şekil 8. Ünye ilçesinde yer alan anıt ağacın konumu ve anıt ağaçlara ulaşım rotası etrafında bulunan doğal ve kültürel kaynaklar
Figure 8. The location of the monumental tree in Ünye district and the natural and cultural resources around the access route to the monumental tree



Şekil 9. Ordu ili anıt ağaç odaklı, doğal ve kültürel kaynak ziyaretlerine sahip ekoturizm rotaları
Figure 9. Ecotourism routes with monumental tree-oriented, natural and cultural resource visits in Ordu province

Kabataş İlçesinde 1 adet anıt ağaç bulunmakta olup, başlangıç noktasından 84,4 km uzaklıktadır. Anıt ağaç kırsal alanda tek halinde ve 300 yaşındadır. 27.09.2022 yılında tescillenmiştir. Bahsedilen anıt ağaç ulaşım yolları üzerinde 1km. ulaşım mesafesinde bulunan doğal ve kültürel kaynaklar Şekil 7’de verilmiştir.

Ünye İlçesi Çamurlu mahallesinde 1 adet anıt ağaç bulunmaktadır. Başlangıç noktasından 62,8 km uzaklıktadır. Anıt ağaç küme halinde ve 470 yaşındadır. 24.06.1983 yılında tescillenmiştir. Bahsedilen anıt ağaç ulaşım yolları üzerinde 1km. ulaşım mesafesinde bulunan doğal ve kültürel kaynaklar Şekil 8’de verilmiştir.

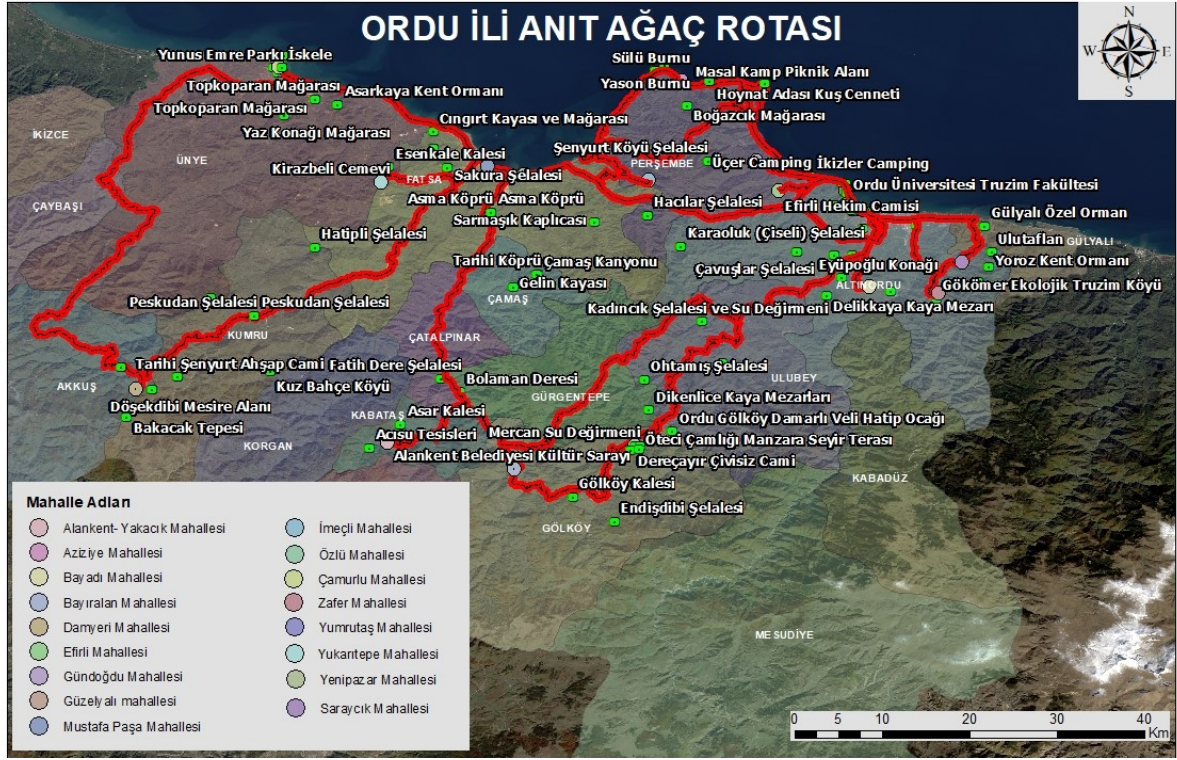
Anıt ağaçların bulunduğu ilçeler arasında rota oluşturulmuştur (Şekil 9). Oluşturulan rota üzerinde ekoturizm alanları koordinatlı olarak gösterilmiştir (Şekil 10).

Altınordu İlçesi Güzelyalı mahallesindeki 4 farklı türe ait, 15 ağaç yakından incelenerek, ağaçların

fotoğraflanmıştır (Şekil 11). Bu alanda yer alan ağaçların bilgilendirme tabelalarının eksik bilgi içerdiği, yazılarının solduğu görülmektedir. Bazı ağaçların üzerinde sadece rakam verilmekte, ağacın adı, tescil tarihi gibi bilgilendirici veriler bulunmamaktadır.

Çalışma alanlarında yer alan anıt ağaçlar 2022 Çevre Durumu Raporuna göre toplam 45 adet olarak kayıt altına alınmıştır fakat Sit Alanlar Yönetim Sistemi (SAYS) web sitesinde güncel 49 adet anıt ağaç kayıt altında görünmektedir. Anıt ağaçların sayısının arttığı mahaller tespit edilmiş ve merkez konuma yakın olanlar araziye gidilerek incelenmiştir (Çizelge 2).

Sit Alanlar Yönetim Sistemi (SAYS) web sitesi verilerine göre 2022 yılından sonra tescillenmiş 10 adet anıt ağaç vardır. Bunlar; Altınordu İlçesi saraycık mahallesinde 2 adet, Fatsa İlçesinde Yenipazar mahallesinde 1 adet, Gökçöy İlçesi özlü mahallesinde 7 adet yeni tescillenmiş olan anıt ağaçlardır (Çizelge 3).



Şekil 10. Anıt ağaç rotaları üzerindeki ekoturizm alanları
Figure 10. Ecotourism areas along the monumental tree routes



Şekil 11. Güzelyalı mahallesinde yer alan anıt ağaçlar (1. *Fraxinus angustifolia* (Sivri meyveli dişbudak); 2,3,4,5,6 *Pinus brutia* (Kızılcım); 7,8,9,10,11 *Pinus pinea* (Fıstık çamı); 12,13,14,15. *Cedrus libani* (Toros sediri).
Figure 11. Monumental trees in Güzelyalı neighbourhood (1. *Fraxinus angustifolia* (Narrow-leaved ash)); 2,3,4,5,6 *Pinus brutia* (Red pine); 7,8,9,10,11 *Pinus pinea* (Stone pine); 12,13,14,15. *Cedrus libani* (Cedar of Lebanon).

Çizelge 2. 2022 Çevre Durumu Raporunda bulunan ama SAYS web sitesinde kayıt altında olmayan ağaçlar
Table 2. Trees included in the 2022 State of the Environment Report but not recorded on the SAYS website

İlçe	Köy/Mahalle	Ağacın Türü (Türkçe)	Ağacın Türü (Latince)
Çatalpınar	Ortaköy mah.	Ihlamur	<i>Tilia platyhyllus</i>
Gülyalı	Turnasuyu mah.	Sapsız Meşe	<i>Quercus petraea</i>
Perşembe	İmeçli mah.	Ihlamur	<i>Tilia platyhyllus</i>
Perşembe	İmeçli mah.	Ihlamur	<i>Tilia platyhyllus</i>
Perşembe	Çamarası Köyü	Doğu Kayını	<i>Fagus orientalis</i>
Altınordu	Güzelyalı mah.	Kızılçam	<i>Pinus brutia</i>

Çizelge 3. Yeni tescillenen anıt ağaçlar
Table 3. Newly registered monumental trees

İlçe	Köy/Mahalle	Ağacın Türü (Türkçe)	Ağacın Türü (Latince)
Altınordu	Saraycık mah.	Saplı Meşe	<i>Quercus robur</i>
Altınordu	Saraycık mah.	Saplı Meşe	<i>Quercus robur</i>
Fatsa	Yenipazar mah.	Yaz Ihlamur	<i>Tilia platyhyllus</i>
Gölköy	Özlü mah.	Çınar Yapraklı Akçaağaç	<i>Acer platanoides</i>
Gölköy	Özlü mah.	Saplı Meşe	<i>Quercus robur</i>
Gölköy	Özlü mah.	Saplı Meşe	<i>Quercus robur</i>
Gölköy	Özlü mah.	Ihlamur	<i>Tilia argentea</i>
Gölköy	Özlü mah.	Doğu Çınarı	<i>Platanus orientalis</i>
Gölköy	Özlü mah.	Doğu Çınarı	<i>Platanus orientalis</i>
Gölköy	Özlü mah.	Doğu Çınarı	<i>Platanus orientalis</i>

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, Ordu ilindeki anıt ağaçlarla ilgili mevcut konumları belirleme sürecinde karşılaşılan kısıtlılıkların temel nedeni, anıt ağaçlar ile ilgili yakın zamanda yapılmış akademik ve yönetsel çalışmaların eksikliğidir. Bu durum, anıt ağaçların mevcut konumlarını belirleme ve analiz etme sürecini uzatmış ve doğru verilere ulaşmayı zorlaştırmıştır. Dolayısıyla, literatürdeki bu boşluğun çalışmanın sonuçlarına ve önerilerine daha fazla vurgu yapılması gerekmektedir. Bu boşluğun farkındalığıyla, gelecekte yapılacak araştırmaların alanın derinlemesine incelenmesine ve anıt ağaçların korunması ve yönetilmesi konusunda daha etkili stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlanabilir. Bu nedenle, ilgili paydaşlar arasında iş birliği ve bilgi paylaşımı teşvik edilmeli ve anıt ağaçların korunması için daha kapsamlı ve bilimsel temellere dayalı çalışmaların yapılması teşvik edilmelidir.

Ordu ilindeki anıt ağaçların ekoturizm potansiyelini değerlendirmeyi amaçlayan bu araştırma sonucunda, ilin zengin anıt ağaç mirasına sahip olduğu ve bu ağaçlar arasında bir rota oluşturulabileceği tespit edilmiştir. Bu rota hem yerel halkın hem de ziyaretçilerin bu eşsiz doğal mirası keşfetmelerine olanak sağlayacaktır. Anıt ağaçlar, sadece doğal güzellikleri ve biyoçeşitliliği korumakla kalmayıp, aynı zamanda yerel kültürel mirasa katkı sağlamaktadır. Yerel halkın anıt ağaçları tanınması ve bu doğal mirası koruma çabalarına katkı sağlaması, ekoturizm açısından son derece önemlidir. Ekoturizm, doğal ve kültürel çevrenin korunması, yerel kalkınmanın teşvik edilmesi ve ziyaretçilere eğitici ve sürdürülebilir deneyimler sunulması amacıyla doğal alanlara yapılan turizm faaliyetlerini kapsayan bir turizm türüdür (Wood, 2002). Anıt ağaçlar, biyolojik çeşitliliği koruma, ekosistem hizmetleri sağlama ve tarihi ve kültürel değerleri temsil etme gibi önemli fonksiyonlara sahiptir. Bu nedenle, ekoturizm rotalarının oluşturulması sırasında anıt ağaçların korunmasına özel bir vurgu yapılması gerekmektedir.

Ziyaretçilerin bu ağaçları görmesi ve değerini anlaması, yerel koruma çabalarını artırabilir ve anıt ağaçların ekoturizm rotaları aracılığıyla korunması ve tanıtılmasına katkı sağlayabilir. Dolayısıyla, ekoturizm rotalarının anıt ağaçların korunmasına olan rolü, doğal ve kültürel mirasın sürdürülebilir yönetimi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ordu ilindeki anıt ağaçlar, sadece yerel halk için değil, aynı zamanda turistler için de çekici bir destinasyon olabilir. Bu ağaçlar, ekoturizm rotaları ve bilgilendirme tabelaları ile desteklenerek, ekoturizm ve doğal kaynak koruma konularında önemli bir rol oynayabilirler. Gelecekteki çalışmalar, bu potansiyelin daha da geliştirilmesi ve ekoturizm uygulamalarının yaygınlaştırılması için önemli olacaktır. Bu şekilde, Ordu ilindeki anıt ağaçlar hem korunacak hem de doğal mirası keşfetmek isteyen herkes için çekici bir destinasyon olacaktır.

Belirli doğal veya kültürel özelliklere sahip ağaçlar olarak anıt ağaçlar, kültürel peyzaj ve toplumda önemli bir rol oynayabilir ve bu nedenle etkili bir koruma politikası gerektirir (Hribar ve Lozej, 2013). Ancak anıt ağaçların tescilinden sonra koruma ve bakımının yapılması, bilgilendirici tabelalarının bulunması gerekmektedir. Tescilden sonraki aşamaların uygulanmasında pek çok sorun yaşandığı gözlenmektedir. Sorunların çözülmesi için aslında bu ağaçlar için hazırlanmış yasa ve yönetmeliklerde bahsedilen usul ve esaslara göre uygulamalar yapılması gerekmektedir.

Anıt ağaçlar, şehirlere eşsiz bir tarih ve peyzaj rolü kazandırmanın yanı sıra tarihi ve kültürel öneme sahip görünümüdür (Wan Noor ve ark., 2016). Bu nedenle Ordu kent merkezinde yer alan anıt ağaçların herkes için daha ulaşılabilir oldukları göz önüne alınarak dikkat çekici çalışmalar yapılmalı, bu alanlar odağında anıt ağaçların özellikleri topluma tanıtılarak farkındalık uyandırılmalıdır. Yaşam alanları içerisinde yer alan bu ağaçların tabelalarında okunaklı bir şekilde Anıt ağaç oldukları,

isimleri, yaşları, boyutsal özellikleri verilerek anıt ağaç kavramının halk açısından farkındalığı sağlanabilecektir.

Anıt ağaçlar, binlere varan yaşlarıyla insanlık tarihine ışık tutan belge niteliğinde taşınmaz tabiat varlıklarıdır. Gelecek kuşaklara karşı önde gelen sorumluluklarımızdan biri “tabiatın sessiz tanıkları” olan anıt ağaçların korunması, bakımlarının yapılması ve söz konusu ağaçlara zarar veren eylemlerin bertaraf edilmesidir. Ülkemizde Kültür ve Tabiat Varlıkları Hukuku alanında akademik eser sayısı oldukça azdır ve özellikle anıt ağaçların hukuki statüsüne dair detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Mevzuatta anıt ağaçlarla ilgili düzenlemeler oldukça yetersizdir ve hatta 2863 sayılı Kanun’da “anıt ağaç” ifadesi dahi geçmemektedir. Anıt ağaç kavramı, Korunan Alanların Tespit, Tescil ve Onayına İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmelik’te tanımlanmış olup, tescili ve koruma önlemleri 110 sayılı ilke kararda düzenlenmiştir (Çevikçelik, 2021). Türkiye’de anıt ağaçlarla ilgili mutlaka değerlendirilen birbirini bütünleyen, destekleyici, geliştiren ve geleceğe taşıyan çalışmalar yapılmalıdır (Polat, 2017). Bu çalışma da anıt ağaçları doğal ve kültürel alanlar ile bütünleşen yapılar olarak düşünerek tüm çevresi ile birlikte dikkate alınması gerektiği düşüncesinden hareketle yürütülmüş, anıt ağaçların da ekoturizm rotalarına dahil edilmesinin bilinç ve farkındalık sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Anonim, (2018). Ordu İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, Ordu Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- Asan, Ü. (1992). Anıt Ağaçların Birey ve Toplum Psikolojisi Üzerindeki Etkileri. Yeşile Çerçeve Dergisi, Sayı 18. S:18-19, İstanbul
- Aslan, P. Y., Özkır, D., & Ofluoğlu, Y. (2016). Bursa kent belleği ve kimliğinin inşasında anıt ağaçların rolü. İdealkent, 7(20), 800-829.
- Bayar, E., Türker, H., & Genç, M. (2012). Gölhisar–Burdur Anıt Ağaçları: Göller Bölgesi Anıt Ağaç Varlığına Yeni İlaveler. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14(22): 83-95.
- Berti, E., 2015, Defining the Cultural Routes of the Council of Europe, 14- 23, Cultural Routes Management: from Theory to Practice, Step-by-step guide to the Council of Europe Cultural Routes, Council of Europe, 212p
- Cloke, P., & Pawson, E. (2008). Memorial trees and treescape memories. Environment and Planning D: Society and Space 26(1) 107 – 122.
- Çevikçelik, M. (2021). Anıt Ağaçların Hukuki Rejimi, Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 23 (2), 1483-1509.
- Genç, M., & Güner, Ş.T. (2003). Göller Bölgesi'nin Anıt Ağaçları, T.C. Isparta Valiliği İl Özel İdare Müdürlüğü Yayını, Isparta, s. 5-6-11-12.
- Hribar, M. Š., & Lozej, Š. L. (2013). The role of identifying and managing cultural values in rural development. Acta geographica Slovenica, 53(2), 371-378.
- Jim, C.Y. (2004). Spatial differentiation and landscape-ecological assessment of heritage trees in urban Guangzhou (China). Landscape and Urban Planning, 69, 51–68.
- Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, (MPYY), (2014). Resmi Gazete (29030 Md5.9 (10.12.2019).
- Polat, Z. (2017). Doğanın mirası: Anıt ağaçlar. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 5(8), 908-916.
- Sarıbaş, M. (2015). Batı Karadeniz Bölgesi'nin Kayda Girmemiş Anıt Ağaçları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(1), 13-21.
- Ünal, M. & Başpınar, V. (2017). Orman Hukuku, 4. Baskı, Savaş Yayınevi, Ankara.
- Wan Noor A, Hassan N, Hassan K, & Nayan NM. (2016). The Morphology of Heritage Trees in Colonial Town: Taiping Lake Garden, Perak, Malaysia . Procedia Social and Behavioral Sciences, 222: 621–630.
- Wood, M. E. (2002). *Ecotourism: principles practices and policies for sustainability*. UNEP.



Kastamonu Garlic Processing Facilities Situation Analysis, Problems and Expectations

Hüseyin Güran Ünal^{1,a,*}

¹Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 19.03.2024 Accepted : 08.05.2024</p> <p>Keywords: Taşköprü Garlic Industry Added value Sustainable agriculture</p>	<p>Garlic is widely used due to its taste and health benefits. Garlic production and consumption is increasing in the world and in Turkey. Although it is widely consumed as dried garlic clove, it is also used in the form of powder, chips, puree, extract, tablet, sauce and oil. Apart from being added directly to meals, it can also be used in the production of products such as garlic, sausage, fenugreek, pastrami, spices, canned food, pickles, pickles, yoghurt, tomato paste and similar products. Garlic is the number one agricultural production in Kastamonu province, which accounts for approximately 20% of Turkey's garlic production. Geographically indicated Taşköprü garlic is the first product that reminds Kastamonu. Thousands of families earn their living from garlic production and require intensive labor. Most of the garlic produced in Kastamonu reaches the consumer in the markets in hand-tied form. Apart from this, high value-added products such as netted garlic in the markets, peeled garlic, puree and black garlic, which are used primarily in the sausage-pastrami-pickle-food sectors, are also processed in the facilities in Kastamonu and marketed throughout the country. In this study, the conditions of the facilities that make up the garlic industry in Kastamonu were examined, their problems were identified and solutions were tried to be developed. The future of Taşköprü garlic depends on the development of the garlic industry in Kastamonu. The sector should be supported, products with high added value should be developed and opened to foreign markets.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1600-1607, 2024

Kastamonu Sarımsak İşleme Tesisleri Durum Analizi, Sorunları ve Beklentileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 19.03.2024 Kabul : 08.05.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Taşköprü Sarımsak Sanayi Katma değer Sürdürülebilir tarım</p>	<p>Sarımsak gerek lezzeti, gerekse sağlığa faydaları sebebiyle geniş kullanım alanı bulmaktadır. Dünyada ve Türkiye’de sarımsak üretimi ve tüketimi artmaktadır. Kuru baş sarımsak olarak tüketimi yaygın olmakla beraber toz, cips, püre, ekstrat, tablet, sos, yağ şeklinde de kullanılmaktadır. Yemeklere doğrudan katılması dışında sarımsak, sucuk, çemen, pastırma, baharat, konserve, salamura, turşu, yoğurt, salça ve benzeri gibi ürünlerin yapımında da kullanılabilir. Türkiye sarımsak üretiminin yaklaşık %20 sini karşılayan Kastamonu ilinde, sarımsak bir numaralı tarımsal üretilmektedir. Coğrafi işaretli Taşköprü sarımsağı Kastamonu’yu çağrıştıran ilk üründür. Binlerce aile geçimini sarımsak üretimi ile sağlamaktadır ve yoğun işgücü gereksinimine ihtiyaç duymaktadır. Kastamonu’da üretilen sarımsağın büyük bölümü el bağı şeklinde pazarlarda tüketiciye ulaşmaktadır. Bunun dışında marketlerde yer alan filelenmiş sarımsak, başta sucuk-pastırma-turşu-gıda sektörlerinde kullanıma sunulan soyulmuş sarımsak, püre, siyah sarımsak gibi katma değeri yüksek ürünler de Kastamonu’daki tesislerde işlenip yurt geneline pazarlanmaktadır. Bu çalışmada Kastamonu’daki sarımsak sanayisini oluşturan tesislerin durumları incelenmiş, sorunları tespit edilip, çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Taşköprü sarımsağının geleceği, Kastamonu’daki sarımsak sanayisinin gelişmesine bağlıdır. Sektöre destek olunmalı, katma değeri yüksek ürünler geliştirilerek dış pazarlara açılım sağlanmalıdır.</p>

^a guranunal@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2891-3488>



Giriş

Sarımsak (*Allium sativum*); Soğangiller (*Alliaceae*) familyasının *Allium* cinsine dâhil bir bitki türüdür. Kuru soğan, frenk soğanı, pırasa ve taze yeşil soğan da bu *Allium* cinsine dâhildir. Sarımsak, tıbbi özellikleri binlerce yıldır bilinen bir bitkidir. Sarımsak, yapısında bulundurduğu eşsiz nitelikleri itibarıyla yalnızca kurutulmuş ya da taze olarak değerlendirilen bir bitkinin çok ötesine geçmiş bulunmaktadır. Piyasada bulunan sarımsak ürünleri genel itibarıyla sarımsak tableti, sarımsaklı sirke, sarımsaklı yoğurt, sarımsaklı zeytin, sarımsak püresi, sarımsak kapsülü, sarımsaklı hardal, (çok çeşitli) sarımsaklı soslar, sarımsak tozu, sarımsak uçucu yağı, sarımsak suyu (ekstrat), kurutulmuş sarımsak ve sarımsak turşusu biçimindedir (Koyuncu, 2012). Sarımsak bir çok yemekte aroma verici olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Kebap, çorba, meze, sos, aperatif tariflerde çiğ, pişmiş ya da toz şekilde kullanımı ve yemeklerin lezzetini artırması rolü ile mutfakta olabildiğince türlü bir kullanım alanı oluşturmaktadır (Canbolat, 2017; Avcı & Erdoğan, 2017; Çirişoğlu & Olum, 2019). Sarımsak, sucuk, çemen, pastırma, baharat, konserve, salamura, turşu, yoğurt, salça ve benzeri gibi ürünlerin yapımında da kullanılabilir (Koyuncu, 2012; Tuna & Akan, 2015; Aydoğdu & Mızrak, 2017; Türker ve ark., 2019; Bülbül ve ark., 2021; Mutlu & Çılgınoğlu, 2022). Evren ve ark. (2006) Sarımsağın birçok gıda maddesinin üretiminde lezzet verici özellikleri yanında antimikrobiyel özellikleri ile de doğal koruyucu olarak da kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kızılaslan & Tokath (2021) Sarımsağın insan sağlığı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, anti-inflamatuvar, antidiyabetik, antionkojenik, antimikrobiyal, antioksidan, kardiyoprotektif, immünomodülatör ve hepatoprotektif etkilerin var olduğunu belirtmişler ve günlük beslenmede sarımsağa yer verilmesi önermişlerdir. Dikel (2015), Su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında sarımsağın, büyümeyi artırmakta, bağışıklık sistemini güçlendirmekte, iştahı artırmakta, mantar ve bakteriyel patojenlerin kontrolünü desteklediğini bildirmiştir. Kokusu sebebiyle tüketimi sınırlı kalan sarımsakta, alternatif ürün olarak son yıllarda tanınan ve yaygınlaşmaya başlayan siyah sarımsakla da ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmış ve faydaları ortaya konmuştur (Bozok & Yalın, 2018; Engin, 2019, Çiçek, 2022, Erol & Ersus, 2022, İlgün ve ark., 2022, Şat & Binici, 2023).

Türkiye'nin 2017-2021 yılları arasındaki 5 yıllık sarımsak üretimi incelendiğinde, yıllara göre değişkenlik göstermekle beraber ortalama olarak 129916±3751 da alanda 118409±9496 ton sarımsak üretilerek 910±54 kg/da verime ulaşılmıştır. Bu yıllardaki kişi başı tüketim

miktarları da ortalama 1±0,04 kg olmuştur. Bu yıllarda Ülke üretiminin %20,1±2,9 ini tek başına karşılayan Kastamonu'da ise ortalama 26736±1327 da alanda 24006±5358 ton sarımsak elde edilmiş ve 893±161 kg/da verime ulaşılmıştır (Çizelge 1).

Sarımsak Kastamonu Taşköprü İlçesi için en çok istihdam sağlayan tarım ürünüdür. Taşköprü'de yaklaşık 4000 aile sarımsak üretimiyle hayatını sürdürmektedir. Bu da nüfusun %75' lik kısmın sarımsak geliriyle hayatını idame ettirdiği anlamına gelmektedir. Sarımsak tarımı çok fazla işgücüne ihtiyaç gösterdiği için Kastamonu-Taşköprü yöresinde nüfusun istihdamında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple sınırlı geçim kaynakları dolayısıyla göç veren Kastamonu'da, sarımsak tarımı nüfusu tarlaya bağlayarak önemli bir geçim kaynağı olmuştur (Çetin & Karakuş, 2005). Kastamonu'yu en fazla çağrıştıran yerel ürünün sarımsak (%38,19) olduğu tespit edilmiştir (Tayfun ve ark. 2017). Başka bir araştırmada Kastamonu'nun sembolü olan Taşköprü Sarımsağı bu şehrin en fazla tanınan gıda ürünü olarak saptanmıştır (Öner & Aydoğdu, 2017). (Genç 2018) yaptığı araştırmada Taşköprü sarımsağının avantajlı yönlerini aşağıdaki gibi tespit etmiştir:

- Üretim aşamasında iklim koşullarına toleranslı, başlarının iri, düzgün ve standart büyüklüğü yanında kaliteli olması nedeni ile ihracata elverişlidir.
- Raf ömrü uzun olup bir yıla yakın süre (10-11 ay) ile soğuk hava depolarına ihtiyaç duyulmadan muhafaza edilebilir.
- Kuru maddeler oranı % 33-37 arasında olduğundan fazla bir ağırlık kaybına uğramamaktadır.
- Taşköprü sarımsağına kokusunu veren kükürtlü uçucu yağlar ve onun türevlerinin miktarları ülkemizde yetiştirilen bütün diğer sarımsaklardan daha fazladır.
- Ülkemizde bileşiminde selenyum elementi bulunan tek çeşittir. Selenyum elementi kanser riskini azaltıcı ve önleyici bir maddedir.
- Mineral maddeler, vitaminler ve amino asitler yönünden en zengin çeşittir. Özellikle stres tedavisinde kullanılan magnezyum ve potasyum ile saç dökülmesi, kısırlık gibi rahatsızlıklara iyi gelen çinkoyu bol miktarda bulundurmaktadır.
- Baharat oranı diğer sarımsaklardan daha yüksek, keskin kokulu ve aromalıdır. Bu nedenle sucuk, turşu, konserve, baharat sanayi alanında en çok aranan çeşittir.

Çizelge 1. Türkiye ve Kastamonu sarımsak istatistikleri (2017-2021) (Anonim, 2023)

Table 1. Türkiye and Kastamonu garlic statistics (2017-2021) (Anonymous, 2023)

Yıllar	Türkiye üretim(ton)	Türkiye ekim alanı (da)	Türkiye verim (kg/da)	Türkiye tüketim (kişi/kg)	Kastamonu üretim (ton)	Kastamonu ekim alanı (da)	Kastamonu u verim (kg/da)	Kastamonu Ürt/Türkiye Ürt (%)
2017	121805	131450	927	1	25968	26515	979	21,3
2018	117688	133400	882	1	20540	25750	798	17,5
2019	103096	124360	829	0,9	17405	26550	656	16,9
2020	116840	126660	922	1,1	22995	25593	898	19,7
2021	132617	133710	992	1	33122	29274	1131	25,0
ort±sd	118409±9496	129916±3751	910±54	1±0,04	24006±5358	26736±1327	893±161	20,1±2,9

Topçu (2019) yaptığı araştırmada düşük sarımsak kullanımı olan tüketicilerin sarımsak alırken daha çok irilik, düzgün baş şekli, parlaklık gibi ürünün albenisine bakarak karar verdiği, orta ve yüksek miktarlarda sarımsak kullanıcılarının ise alımlarında ürünün aroması ve menşesine göre tercih yaptıklarını tespit etmiştir. Akan & Ünüvar (2020), Taşköprü sarımsağını inceledikleri çalışmalarında, tarıma dayalı modern tesisler kurularak bölge halkına yeni iş alanlarında istihdam sağlanması gerektiğini, sanayideki istihdam sayesinde yatırım ve alt yapı olanakları geliştirilip, bölge nüfusunun yerinde kalkınmasına da katkı sağlanacağını belirtmişlerdir. Akan (2014), sarımsağın keskin kokusu ve acılığı sebepleriyle tüm toplumlarda yeterli miktardaki tüketilemediğini, tüketimi artırmak için çok çeşitli işlenmiş alternatif ürünler gündeme getirilmesi gerektiğini bildirmiştir. Gökırmaklı & Bayram (2018), değişen yaşam tarzı ve kadınların çalışma hayatına girmesinin, evlerde yemek pişirme alışkanlıklarını değiştireceğini, hazır yemek sektörü ve hazır gıdalara ait sektörlerin büyüyeceğini vurgulamışlardır. Turfan ve ark., (2016) çalışmalarında, kontrol grubu, -18 °C, saf zeytinyağı ve %0,2 NaCl içeren sirkede bekletilen Taşköprü sarımsağının bazı kimyasal bileşimlerinin değişimi incelemişlerdir. Sarımsağın kimyasal bileşenlerinin korunduğu en iyi muhafaza şekli sirke ve zeytinyağında bekletme; kimyasal bileşenlerin en fazla zarar gördüğü yöntem ise doğal ortamda ve -18 °C'de bekletme olduğunu tespit etmişlerdir. Sarımsağın saklanması ve yeni sarımsak ürünlerinin elde edilmesinde zeytinyağı ve sirke kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Kurnaz & Turfan (2017), Taşköprü sarımsağının farklı saklama koşullarında radyonükleit konsantrasyonları ve element içeriği bakımından insan sağlığı için herhangi bir tehdit oluşturmadığı saptamışlardır.

Sarımsak, Kastamonu ekonomisinde en önemli tarımsal üründür. Binlerce ton sarımsak işlenmeden, el bağı şeklinde tüketicilere ulaşmakta ve sofralarda yer almaktadır. Bunun dışında marketlerde yer alan filelenmiş sarımsak, başta sucuk-pastırma-turşu-gıda sektörlerinde kullanıma sunulan soyulmuş sarımsak, püre, siyah sarımsak gibi katma değeri yüksek ürünler de Kastamonu'daki tesislerde işlenip yurt geneline pazarlanmaktadır. Kastamonu ilinde sarımsak işleyen işletmeler ile ilgili daha önce bir çalışma yapılmamıştır. Son yıllarda işlenmiş ürün ve hazır gıdalara yönelik talep artmaktadır. Hem ürün çeşitliliğinin ortaya konması, hem de katma değeri yüksek sarımsak ürünlerinin bölgedeki üretim potansiyelinin belirlenmesi bu çalışmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın ana amacı Kastamonu ilinde sarımsak sanayisinin durumunu ve sorunlarını belirlemeye çalışmaktır. Sarımsak işleme tesislerine yönelik benzer bir araştırma olmamakla beraber, farklı illerde süt tesisleri, besi tesisleri, seracılık tesisleri, balıkçılık tesisleri üzerine yapılmış farklı araştırmalar mevcuttur (Kayacı & Büyükçapar, 2012; Bars & Akbay, 2013; Bakır & Kibar 2020; Şimşek & Dağdelen 2020; Aydın ve ark., 2022). İldeki sarımsak işleme sanayi potansiyelinin ve mevcut durumunun bilinmesi, Kastamonu'da sarımsak tarımının geleceğine de ışık tutacaktır. Taşköprü sarımsağının katma değerli ürüne dönüşmesini sağlayan bu firmaların sorunlarının ve beklentilerinin de göz önüne alınarak bir değerlendirilme yapılması sağlanacaktır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2023 yılında Kastamonu'da faaliyet gösteren Sarımsak işleyen firmaların yöneticileri ile yüz yüze yapılan anket çalışması verileri ile oluşturulmuştur (K.Ü.ETİK K.K.-7/2-28.04.2023). Firma bilgileri Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Kastamonu Tarım İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Anket çalışmasına 17 firma katılmış olup 1 firma çalışmaya katılmak istememiştir. Çalışmada, anket formları işletme hakkındaki genel bilgiler, sorunları ve beklentileri şeklinde üç bölümden oluşmaktadır. Anket verileri MS-Excel programına girilerek istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular

Genel Durum

İncelenen firmaların %5,9 anonim şirket, %52,9 limited şirket, %41,2 şahıs firması olduğu görülmektedir. Firmaların %5,9 u 4 ortak, 23,5 i 3 ortak, %70,6 sı tek ortaklı olarak kurulmuştur.

Firmaların tecrübeleri incelendiğinde, 0-5 yıl 3, 6-10 yıl 7, 11-15 yıl 5, 16-20 yıl sıfır, 21-25 yıl 2 firma olmak üzere ortalama 10,9±6,4 yıldır faaliyet gösterdikleri tespit edilmiştir.

Kastamonu'da sarımsak sanayisinde faaliyet gösteren firmaların üretim yerleri incelendiğinde 2 firmanın Kastamonu merkezde, 5 firmanın Taşköprü ilçesinde, 10 firmanın Alatarla beldesinde üretim yaptıkları saptanmıştır.

Fiziki imkânları incelendiğinde üretim yaptıkları kapalı alan nezdinde işletme sayısı sırasıyla, 10 adet 0-500 m², 4 adet 501-1000 m², herhangi bir işletme yok 1001-1500 m², 3 adet 1500-2000 m² olarak bulunmaktadır. Ortalama 727,6±622,6 m² kapalı alanda üretimlerini sürdürmektedirler. Firmaların sahip olduğu açık alan nezdinde işletme sayıları ise 0-500 m² 4, 501-1000 m² 4, 1001-1500 m² 2, 1501-2000 m² 3, 2001 m²<4 dür. Ortalama 1847,1± 1980,8 m² açık alanda faaliyetlerini sürdürmektedirler.

Firmaların sahip oldukları depolama alanları incelendiğinde, 0-4 derece soğuk hava deposu sahipliği, 12 firmada (%70,5), 0-50 m² 7, 51-100 m² 4, 101 m²<1 firmadır. Tüm işletmeler genelinde ortalama 43,9±73,1 m² soğuk hava deposu mevcuttur. Fileleme yapan firmalar ve siyah sarımsak firmalarının soğuk hava deposu olmadığı görülmektedir. 8 firmanın (%47) ayrıca -18 derecede ürün dondurduğu deposu mevcuttur. 0-50 m² 5, 51-100 m² 2, 101 m²<1 firmadır. İşletmeler genelinde ortalama 28,2±42,1 m² donuk ürün depoları vardır.

İşletmelerin %23,5'i ilk tesis kuruluşu sırasında TKDK veya Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından hibe desteği kullanmışlardır. %35,3'ü de faaliyete başladıktan sonra bu kuruluşlardan ekipman geliştirme desteği almışlardır.

İşletmelerin istihdam yapılarına bakıldığında, firma sahipleri dışında profesyonel şirket müdürü bulunduran firmalar %5,9, sorumlu yönetici olarak mühendis çalıştıranlar %23,5, pazarlama elemanı istihdam edenler %17,6, tekniker-teknisyen çalıştıranlar %29,4 dür. Firmaların ortalama çalıştırdığı vasıfsız işçi sayısı 12,9±9,4 dur. Genel istihdam göz önüne alındığında sarımsak tesislerinde çalışan sayısı yaklaşık 230-240 kişidir.

İşletmelerin ürün gamı incelendiğinde 3 firmanın sadece fileleme yaptığı, 7 firmanın sadece soyum yaptığı, 4 firmanın hem fileleme hem de soyum yaptığı, 2 firmanın siyah sarımsak ürettiği, 1 firmanın sarımsak ekstratı ürettiği görülmektedir. Sarımsak soyan firmaların birkaçının sarımsak püresi de yaptığı görülmektedir. Fileleme yapan firmaların genellikle 250 gr lık file ambalajlarda marketlerle çalıştığı, soyum yapan firmaların 10-20 kg lık paketlerle sucuk-turşu-yemek firmalarına kullanıma hazır soyulmuş sarımsak tedarik ettiği görülmektedir. Siyah sarımsak üreten firmaların 100-1000 gr lık ambalajlarda ve sarımsak ekstratı üreten firmanın 250-500 cc lik şişelerde market-yöresel gıda satıcısı gibi yerlere mal verdiği görülmektedir.

Firmaların üretim sırasında ortaya çıkan sap-kabuk gibi atıklarını %35,3 çöpe attığı, %58,8 inin çevredeki hayvancılıkla uğraşan kişilere yem olarak ücretsiz verdiği, %5,9 unun tarlaya dökerek gübre yaptığı tespit edilmiştir.

İşletmelerin %29,4 ü bir kez ihracat yaptığını, %11,8 i bir kez ithalat yaptığını belirtmiştir.

İşletmeler %70,6 sı talep gelmesi durumunda fason üretim de yaptıklarını belirtmişlerdir. Fileleme işletmelerinin bir kısmı il dışındaki farklı markalara da üretim yaparken, bazen de fileleme yapmadan kesme-temizleme işlemini yaparak yerinde ambalajlanmak üzere çuvalda sevkiyat da yapmaktadır. Soyum firmaları ise genellikle perakende sektörü dışında gıda endüstrisine ürün yaptıklarından ihtiyaç durumunda kendi aralarında bile alım-satım ve ödünç verme gibi işlemler de yapmaktadırlar.

İşletmeler hammadde sarımsak tedarikini Taşköprü ilçe merkezinde ve Alatarla beldesindeki sarımsak pazarlarından yapmaktadırlar. Satın alma bedelini peşin ödeyen firma %47,1, 15 gün vadede ödeyen %41,1, 30 gün vadede ödeyen firma %11,8 dir. Satış vadeleri incelendiğinde ise %11,8 i 30 gün vadeli, %64,7 si 60 gün vadeli, %23,5'i 90 gün vadeli ortalamalarla mal sattığını belirtmiştir. İşletmeler ortalama 9,7±10,2 gün alım vadesi, ortalama 62,7±24,8 gün satış vadesi ile çalışmaktadırlar.

Kastamonu sarımsağının bulunmadığı mayıs-temmuz ayları arası Gaziantep'ten temin edilen sarımsağın da bu tesislerde işlendiği görülmektedir. Siyah sarımsak ve sarımsak ekstratı üreten firmalar dışında fileleme ve soyum faaliyetlerinin devamı il dışından getirilen sarımsak ile sürdürülmektedir. Firmalar 3 ay boyunca tesisi kapatmamak ve pazar paylarını koruyarak müşteri kaybetmemek için bu yola başvurmaktadırlar. Alıcı firmalar da bu dönemdeki sarımsağın Kastamonu sarımsağı olmadığını bilerek satın almaktadırlar.

İşletmelerin mevcut kurulu kapasiteleri incelendiğinde soyum yapan firmaların ortalama 1305±390 kg/gün, fileleme yapanların ortalama 1643±639 kg/gün, siyah sarımsak üretenlerin ortalama 40±27 kg/gün ve ekstrat yapanların 800±0 kg/gün kapasiteye sahip oldukları belirtilmiştir.

Gerçekleşen üretimleri göz önüne alındığında kapasite kullanım oranları soyum tesislerinde %61,2±24,0, fileleme tesislerinde %54,0±28,5, siyah sarımsakta %82,5±7,5, ekstratta %15±0 dir. Tüm sektörün ortalama kapasite kullanım oranı ise 53,2±24,4 olarak tespit edilmiştir. Firmaların %52,9 u ileriye dönük üretim kapasitelerini artırmak istediklerini bildirmişlerdir.

İşletmelere ihtiyaç duydukları ilk makine sorulduğunda soyum firmalarının %5,9 u kurutma tertibatı, %23,5 i renk ayırma makinası ihtiyaçlarını dile getirirken, %70,6'sı özel

bir makine ihtiyacı belirtmemişlerdir. Fileleme yapanların %28,5'i otomatik terazili paketleme makinasına ihtiyaç duyarken diğerleri özel bir makine ihtiyacı belirtmemişlerdir. Siyah sarımsak üreticilerinin %100'ü otomatik terazili paketleme makinasına ihtiyaç duyarken, Sarımsak ekstratı yapan firmaların %100'ü otomatik kavanoz doldurma makinası ihtiyacını belirtmiştir.

İşletmelerin %41,7'sinin en az bir adet sertifikasyon kurumlarından alınmış kalite belgesi mevcutken %58,3 ünün herhangi bir kalite belgesi mevcut değildir.

İşletmelerin %88,2 in kendisine ait tescilli markası bulunurken, %11,8 inin tescilli markası yoktur.

Ürün ambalajlarında fileleme yapan firmaların 100 ü Taşköprü sarımsağı coğrafi işaretini kullanırken, Taşköprü sarımsağından üretilmesine rağmen soyulmuş sarımsak-siyah sarımsak-sarımsak ekstratı gibi işlenmiş ürünlerde mevzuat gereği coğrafi işaret kullanılmamaktadır.

İşletmelerin %70,6 sının kendisine ait bir internet web sayfası varken, %29,6 sının yoktur.

Firmaların %52,9 yeni ürün geliştirmek üzere AR-GE çalışması yaptıklarını belirtmişlerdir. Fileleme işletmelerinde yeni ürün geliştirme isteği görülmez iken, bazı soyum, siyah sarımsak, sarımsak ekstratı firmalarında katma değerli yeni ürünler geliştirme yönünde bir arayış mevcuttur.

İşletmelerin %29,4 sadece sosyal medyada reklam verirken %70,6'sının hiçbir reklam çalışması olmamıştır.

İşletmelerin hiç biri yurtdışı fuarlarda stant açmamış olup, %29,4'ü yurtiçi fuarlarda en az bir kez yer aldığını bildirmiş, %70,6'sı hiçbir yurtiçi fuarda yer almamıştır. İşletme sahiplerinden yurtiçi fuarları belli zamanlarda ziyaretçi olarak gezenlerin oranı %58,8 iken, %41,2'si hiçbir gıda fuarını ziyaret etmemiştir.

İşletmelerin Sorunları

Kastamonu'da kurulu sarımsak sanayi işletmelerinin sorunları incelendiğinde 6 temel sorun olduğu tespit edilmiştir. Firmalar nezdinde bu sorunların önem sırası farklı olsa da benzer sorunlar yaşamaktadırlar. Temel sorunlar şöyle sıralanmıştır:

- İşletme sermayesi yetersizliği
- İşçi bulamama
- Dalgalı Pazar fiyatı
- Haksız rekabet
- Yeni pazarlara ulaşamama
- Yüksek girdi maliyetleri

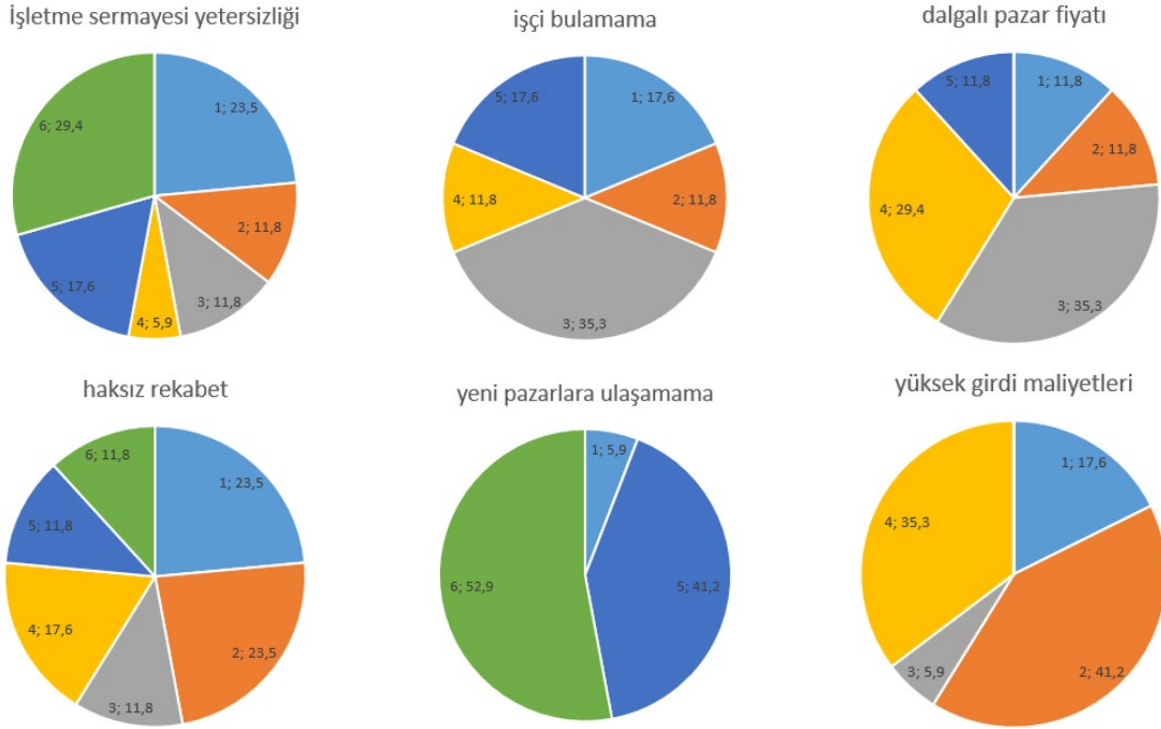
İşletmelerin bu sorunları önem sırasına göre sıraya dizmesi istendiğinde Şekil 1. deki verilere ulaşılmıştır.

Veriler incelenip ortalaması alındığında; yüksek girdi maliyetlerinin 2,6 öncelik ortalaması ile 1., haksız rekabetin 3,1 ile 2., dalgalı Pazar fiyatı ve işçi bulamama sorununun 3,2 ile 3. ve 4., işletme sermayesi yetersizliğinin 3,7 ile 5., yeni pazarlara ulaşamama sorununun 5,3 ile 6. sırada yer aldığı hesaplanmıştır.

İşletmelerin Beklentileri

İşletmelerin istek ve beklentileri şu şekilde, 5 ana bölümde gruplandırılmıştır:

- Genel yönetimden beklentileri
- Yerel yönetimden beklentileri
- Tarım il ve ilçe yönetiminden beklentileri
- Üniversiteden beklentileri
- Sektör paydaşlarından beklentileri



Şekil 1. İşletmelerin sorunlarının öncelikleri
Figure 1. Priorities of businesses' problems

Genel yönetimden beklentileri: İşletmelerin %47 si herhangi bir beklenti beyan etmemiştir. Diğerlerinin istekleri şöyledir: yatırım bürokrasisinin azaltılması, katma değerli ürünler üretilmesi için teşvik verilmesi, vergi ve SGK indirimi yapılması, tarım işçisi sigorta sisteminde düzenleme, hal kanununda düzenleme, İthal Çin sarımsağına kota uygulanması, orjinal tohum üretme ve saklama konusunda destek şeklindedir.

Yerel yönetimlerden beklentileri: İşletmelerin %41,2 si herhangi bir beklenti beyan etmemiştir. Diğerlerinin istekleri şöyledir: Taşköprü sarımsağına sahip çıkılması, yurtiçi ve yurtdışında tanıtımının yapılması, sarımsak borsasının kurulması, Taşköprü'ye hal kurulması, Soğuk hava deposu kurulması, Kastamonu merkezde ortak bir tanıtım ve satış standı kurulması, Taşköprü OSB'nin düzeltilmesi, sektörün bir araya getirilmesi, sarımsak pazarlarındaki kayıt dışı kaçak alım-satımın önlenmesi şeklindedir.

Tarım İl ve ilçe müdürlüklerinden beklentileri: İşletmelerin %52,9 u herhangi bir beklenti beyan etmemiştir. Diğerlerinin istekleri şöyledir: tarla denetimlerinin artırılarak üreticiye destek olunup bilgilendirilmesi, Taşköprü sarımsağının marka değerinin korunması, merdiven altı kaçak ürün işlemenin önlenmesi, analiz desteği verilmesi, tohumluk çalışması yapılması şeklindedir.

Üniversiteden beklentileri: İşletmelerin %52,9 u herhangi bir beklenti beyan etmemiştir. Diğerlerinin istekleri şöyledir: Ürün geliştirme konusunda araştırma yapılması, ürünlerin raf ömrünü artırmak için araştırma yapılması, analiz desteği verilmesi, sarımsak hastalıklarının araştırılması, salamura ve püre gibi ürünlerin korunmasını sağlayacak araştırmalar yapılması, sarımsak atıklarının değerlendirilmesi için araştırma yapılması şeklindedir.

Sektör paydaşlarından beklentileri: İşletmelerin %52,9 u herhangi bir beklenti beyan etmemiştir. Diğerlerinin istekleri şöyledir: Sarımsak sanayicileri birliği kurulması, güç birliği yapılması, dengeli fiyat ve rekabet ortamı oluşturulması şeklindedir.

Tartışma ve Sonuç

Genel Durumun Değerlendirilmesi

Kastamonu sarımsak sanayisini oluşturan işletmelerin yapısı incelendiğinde; görülmektedir ki ortak iş yapma kültürü çok gelişmemiş olup bireysel ve aile şirketi olarak faaliyetlerine devam etmektedirler. İşletmelerin yönetici, pazarlamacı istihdam etmekten kaçındıkları, şirket sahibi olarak yönetim-pazarlama-satın alma-ARGE gibi her türlü işi üstlenme gayretinde oldukları görülmektedir. Sektör genelinde kurumsal bir yapıdan söz etmek mümkün değildir. Kastamonu genelinde sektörün sağladığı istihdam yaklaşık 250 kişidir ve bunların çok büyük çoğunluğu kadındır. Gerek fileleme, gerekse soyum işinde vasıfsız işçiler genellikle kadın işçilerden oluşmaktadır.

Sektörün çoğunlukla sarımsak soyum tesislerinden oluştuğu, bunu fileleme tesislerinin takip ettiği, siyah sarımsak, sarımsak püresi, sarımsak ekstratı gibi daha yüksek katma değerli ürün üreten firmaların çok az olduğu, kurutulmuş sarımsak, sarımsak tableti, sarımsak yağı gibi ürünler üretilmediği görülmektedir.

İşletmeler haftalık kurulan sarımsak pazarına yakın bölgelerde ve Kastamonu'daki sarımsak üretiminin tamamının yapıldığı Taşköprü-Alatarla-Kastamonu Merkez hattında kurularak hammadde tedariki konusunda avantajlı konumdadır. İşletmelerin küçük bir kısmı kuruluş ve faaliyet sırasında hibe desteği kullanmış, diğerleri öz sermayeleri ile yatırım yapmışlardır. Soyulmuş sarımsak üreten işletmelerin sevkiyat öncesi günlük

üretimlerini biriktirmek için küçük soğuk hava depolarına sahip oldukları görülmektedir. Kısa vadede hammadde olarak kullanacakları satın aldıkları sarımsakları soğuk hava deposu yerine zorunlu olarak işletme içinde uygun bir kapalı alanda muhafaza ettikleri görülmektedir. Üretim sırasında çıkan atıkların (sap-kabuk) ekonomik olarak değerlendirilemediği, isteyenlere ücretsiz verildiği veya çöpe atıldığı görülmektedir.

İşletmelerin bildirdiği mevcut kurulu kapasiteleri ve kapasite kullanım oranları incelendiğinde; soyum yapan firmaların ortalama 1305 kg/gün işleme kapasitesi olduğu ve %61,2 kapasite ile çalıştıkları, fileleme yapanların ortalama 1643 kg/gün kapasiteleri olduğu ve %54 kapasite ile çalıştıkları, siyah sarımsak üretenlerin ortalama 40 kg/gün üretim kapasiteleri olduğu ve %82,5 kapasite ile çalıştıkları, ekstrat yapanların 800 kg/gün kapasiteye sahip olduğu ve %15 kapasite ile çalıştıkları belirlenmiştir. Tüm sektörün ortalama kapasite kullanım oranı ise %53,2 olarak tespit edilmiştir. İşletmelerin belirttikleri çalışma performansları göz önüne alındığında Taşköprü sarımsağından yıllık yaklaşık 2000 ton soyulmuş sarımsak ve 1400 ton filelenmiş sarımsak üretmektedirler (Taşköprü sarımsağının bulunduğu 9 aylık periyot dikkate alınmıştır). Soyulmuş sarımsakta fire %30 olarak öngörüldüğünde 2850 ton, filelenmiş sarımsakta fire %15 olarak öngörüldüğünde 1650 ton Taşköprü sarımsağı kullanılmıştır. Bu veriler ışığında yıllık yaklaşık 4500 ton Taşköprü sarımsağının Kastamonu'da filelenmiş ve soyulmuş sarımsak olarak işlendiği düşünülmektedir. Katma değeri daha yüksek siyah sarımsak, sarımsak ekstratı, sarımsak püresi gibi ürünlerde ise yıllık yaklaşık 50 ton üretim, 60 ton sarımsak kullanımı söz konusudur. Bu hesaplamalar dahilinde yaklaşık 1100 ton sarımsak atığının da oluştuğu düşünülmektedir. Soyum tesisleri maliyet avantajı sebebiyle pazar değeri fazla olmayan küçük, perakende tüketime uygun olmayan, nahoş görümlü, sapı kopmuş sarımsakları işlemeyi tercih ettiklerinden bir nevi sarımsak piyasasının çöpünü ekonomiye katmaktadırlar. Fileleme tesisleri de genellikle orta boy sarımsağı işlemeyi tercih etmektedirler.

İşletmeler makine gereksinimi olarak öncelikle işgücünü azaltacaklarını düşündükleri ekipmanları almayı istemektedirler. Soyum tesislerinin bir kısmı lekeli-soyulmamış sarımsağı ayırmak için öncelikle renk ayırıcı makine satın almayı planlamaktadır. Fileleme-siyah sarımsak-püre-ekstrat üreticilerinin bir kısmı ise otomatik tartım-paketleme-dolum yapabilen makinalar almayı planlamaktadır. Genel yatırım ihtiyaçları sorulduğunda ise firmaların yaklaşık yarısı ileriye dönük üretim kapasitelerini artırmayı düşünmediklerini bildirmişlerdir.

İşletmelerin pazarlama konusunda genelde yetersiz olduğu görülmektedir. Pazarlama elemanı çalıştırma, reklam verme, fuarlarda stand açarak firmanın tanıtılması, gıda fuarlarının takip edilmesi, aktif web sayfası üzerinden online satış, kalite sertifikasyonu gibi konularda istekli değillerdir. İthalat ve ihracat konusunda da çok bir girişimleri olmayıp içine kapalı bir görünüm sergilemektedirler. Yaklaşık 10 gün vade ile hammadde alıp, 60 gün vade ile satış yapmaktadırlar. Bu durum firmaları fazladan bir sermaye gereksinimine zorlamaktadır.

Sorunların Değerlendirilmesi

İşletmelerin sorunları benzer olup, sorunların öncelikleri konusunda farklılık vardır. Firmalar yatırım konusunda hibe desteğinden yeterince faydalanmayıp öz sermayelerinden harcadıklarından ve alım-satım vadesi arasındaki yüksek farktan dolayı işletme sermayesi sıkıntısı çekmektedirler. İşletmelerin %23,5'i için bu sorun 1. sırada yer almakta, genelde baktığımızda 5. sırada yer almaktadır.

İşletmeler vasıfsız işçi bulmakta zorlandıklarını bildirmişlerdir. Sarımsak dikim, ot çapalama, sarımsak söküme gibi sezonluk işlerde yeni işçi takviyesi yapamadıkları, hatta mevcut işçilerinden günlük kazançları daha fazla olması sebebiyle ayrılanlar olduğunu belirtmişlerdir. Genç nüfus sarımsak işinde çalışmak istememekte, başka işleri tercih etmektedirler. İşçi bulamama sorunu %17,8'i için 1. sırada yer alırken, genelde 3-4. sırada yer almıştır.

İşletmeler sarımsak teminini haftalık kurulan 2 pazardan temin etmektedirler ve sarımsak fiyatları arz-talebe göre değişkenlik göstermektedir. Sermaye yetersizliği ve depolama sorunu olduğundan ihtiyaçlarını kısa dönemlik olarak az miktarlarda sağlamakta, toplu satın alma yapamamaktadırlar. Bu durum fiyat değişikliklerinden daha fazla etkilenmelerine sebep olmakta, uzun vadeli sabit fiyatlı sözleşmelerle satış yapmalarına engel olmakta veya ciddi risk oluşturmaktadır. Dalgalı Pazar fiyatı sorunu %11,8 işletme için 1.sırada yer alırken, genelde 3-4. sırada yer almaktadır. Fakat fiyat teklifi verilmiş bir sipariş sonrası hammadde tedarikine yönelindiğinden maliyet konusunda risk almaktadırlar. Sabit fiyatlı bir sipariş sözleşmesi sonrası fiyat belirsizliği olan bir pazardan ürün temini işletmeler için oldukça büyük sorunlar yaratabilmektedir.

İşletmeler için bir diğer sorun haksız rekabettir. Merdiven altı veya kaçak diyebileceğimiz şekilde kayıt dışı işlenen sarımsaklar sektörde endişe yaratmaktadır. Hijyenik olmamasına rağmen evlerde elde soydurulan, hiçbir kaydı olmayıp vergiye tabi olmadan satışa sunulan soyulmuş sarımsaklar, evlerin altında kayıt dışı kesilip-temizlenip piyasaya sürülen filelenmiş sarımsaklar sektörde haksız rekabete yol açmaktadır. Bunu dışında sarımsak pazarında sarımsak üreticisinden kayıt dışı mal alıp, kayıt dışı mal satarak gelir elde edip, hiçbir vergiye tabi olmayan araçların sebebiyet verdiği durum da haksız rekabetin bir ayağını oluşturmaktadır. Haksız rekabet sorunu işletmelerin %23,5'i için 1. sırada iken, genelde 2. sırada yer almaktadır.

İşletmeler düşük kapasitede çalışmalarına rağmen yeni pazarlara ulaşamama sorununu çok önemsememekte, pazarlama konusunda da yeterince çaba göstermemektedirler. Bu sorun işletmelerin %5,9'u için 1. sırada yer alırken, genelde 6. ve son sırada yer almaktadır. İşletmeler gerek yurtiçi ve gerekse yurtdışından gelen yüklü miktardaki taleplere cevap verememektedir. Yeterli depolama imkânı ve sermaye bağlama endişesinden dolayı hammadde stoku yapamamaktadırlar. Gelen sipariş sonrası yüklü sarımsak tedarikinin de pazardan kısa sürede yapılmasının da mümkün olmaması sebebiyle talepleri cevapsız bırakmak zorunda kalmaktadırlar.

Vergi, stopaj, işçilik, elektrik, ambalaj gibi işletme giderlerinin yer aldığı yüksek girdi maliyetleri sorunu ise işletmelerin %17,6'sında 1. sırada yer almakta, ayrıca genelde de sorunların 1. sırasında yer almaktadır.

Beklentilerin Değerlendirilmesi

Kastamonu'da sarımsak sanayicilerinin çeşitli sıkıntıları vardır ve bunların aşılabildiği daha rahat ve verimli üretim yapabilmeleri için farklı kesimlerden beklentilerini dile getirmişlerdir. Her ne kadar işletmelerin yaklaşık yarısı herhangi bir beklenti dile getirmese de, bu istekleri olmadığından ziyade gerçekleşme umudu taşımadıklarından kaynaklanmaktadır.

Kastamonu'daki sarımsak sanayicilerinin beklentileri toparlandığında; İthal sarımsağın önlenmesi, Hal kanununun düzenlenmesi, vergi ve SGK primi indirimi, Taşköprü sarımsağına sahip çıkılıp tanıtımının artırılması, fiyat istikrarının sağlanması için sarımsak borsasının kurulması, bölgede büyük bir soğuk hava depolama tesisi kurulması, sarımsak pazarlarındaki ve işlenmesindeki kayıt dışılığın önlenmesi, tarlalardaki kontrollerin artırılıp, çiftçilerin bilinçlendirilmesi, orjinal tohumun korunması ve çoğaltılması, Kastamonu'da bir tanıtım ve satış noktası oluşturulması, katma değerli ürün geliştirme, raf ömrünü arttırma, sarımsak hastalıkları, sarımsak atıklarının değerlendirilmesi gibi konularda üniversitede araştırmalar yapılması, sarımsak sanayicileri birliği kurulması, dengeli fiyat birlikteliği sağlanması şeklindedir.

Kastamonu Taşköprü sarımsağı tüm dünyaca tanınan, marka değeri olan coğrafi işaret sahibi bir üründür. Türkiye'nin sarımsak üretiminin yaklaşık %20'sini tek başına karşılamaktadır. Fakat bu büyük potansiyele karşın ciddi sorunlarla karşı karşıyadır:

- Bölgede hem üreticilerin hem de sanayicilerin sarımsaklarını depolayacakları büyük ölçekli soğuk hava depoları olmaması nedeniyle sezonda üründeki ağırlık kaybı sebebiyle binlerce tonluk kayıplar söz konusudur. Mart ayından sonra ilkel depolamadan kaynaklı filizlenmeler de olmakta ve kaliteli ürün temini zorlukla sağlanabilmektedir. Yerel yönetimler veya büyük yatırımcılar tarafından bölgede büyük ölçekli soğuk hava depoları kurulması gerekmektedir. Böylelikle yüz milyonlarca TL'lik kaybın önüne geçmek mümkün olacaktır.
- Taşköprü sarımsağı, tüm ülke genelinde pazarlarda ve marketlerde aranılan ve tercih edilen bir üründür. Ev tüketimi için büyük çoğunlukla el bağı olarak pazarlanmaktadır. Fakat ne yazık ki, katma değerli ürünlere dönüştürülmesi konusunda büyük eksiklikler vardır. Kurutulmuş sarımsak ürünleri, püre, sarımsak yağı gibi ihracat potansiyeli de yüksek ürünler de üretilmelidir. Kastamonu'daki sarımsak sanayisi bu konuda geliştirilmelidir ve desteklenmelidir.
- Sarımsak atıkları değerlendirilememektedir, 1000 tonun üzerindeki atığın ekonomiye kazandırılması için çaba gösterilmelidir.
- Profesyonelleşememiş küçük ölçekli firmalar kendi imkânlarıyla bir şeyler yapmaya çalışmaktadır. Firmalar kendi kapasitesi ve finansman şartları doğrultusunda küçük siparişlere odaklanmış olup, yurtdışından gelen yüksek miktarda siparişleri altından kalkamayacaklarını düşündüklerinden geri çevirmektedirler. Sektörde firmaların bireysel kapasitelerinin üzerindeki siparişleri karşılayabilecekleri ortak bir yapı ve işbirliği sağlanmalıdır.

- Gerek haksız rekabet, gerekse işletmeler arasındaki rekabetten kaynaklı düşük kar marjlarıyla satış yapmak zorunda kalmakta, ayakta durmaya çalışmaktadırlar. Son 5 yıl içinde 4-5 işletme kapanmıştır. Buna rağmen Kastamonu'da üretilen sarımsağın yaklaşık %20-25'ini işleyerek satımını gerçekleştirmekte, Kastamonu sarımsağı adına büyük fayda sağlamaktadırlar. Firmalar ortak bir fiyat politikası ile kar marjlarını yukarı çekmelidirler.
- İşletmeler, Kastamonu sarımsağının tanıtımını yerel yönetimlerden beklemekte, kendileri fuar, sosyal medya gibi etkin tanıtım kanallarını yeterince kullanmamaktadır. Bu konuda firmalara destek olunup imkân sağlanmalıdır.
- Gerek işçilik maliyetlerinin düşürülmesi, gerekse işçi bulamama sorununa çare olması için işgücü ihtiyacını düşürecek renk ayırma makinesi, sap kesme makinesi, otomatik paketleme makinesi temininde firmalara yol gösterip destek sağlanmalıdır.

Kastamonu'daki sarımsak tarımının gelişmesi için sarımsak sanayisinin de gelişmesi zorunludur. Bu gelişme için yukarıda saydığımız sorunların ve sanayicilerin beklentilerinin göz önüne alınarak hedefler konulması gerekmektedir. Sanayici bu konuda yalnız bırakılmamalı, haksız rekabet ve kayıt dışılık önlenmeli, katma değeri yüksek ürünler için yatırımlar teşvik edilmeli, bilimsel araştırmalarla desteklenmelidir. Sektörün bir çatı altında bir araya gelip iç pazarda rakip olmak yerine dış pazarlarda paydaş olmanın yollarını bulması gerekmektedir.

Bilgi

Etik Kurul İzni Bu çalışma için etik kurul izni Kastamonu Üniversitesi Etik Kurulunun 28/04/2023 tarihli ve 2023/07-02 numaralı kararı ile alınmıştır.

Kaynaklar

- Akan, S. (2014). Sarımsak *Allium Sativum* L. tüketiminin insan sağlığına yararları. *Akademik Gıda*, 12(2), 95-100.
- Akan, S. & Ünüvar F. İ. (2020). Sarımsak üretiminin ekonomik durumu ve Taşköprü ilçesi açısından değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 627-636.
- Anonim, (2023). Sarımsak İstatistikleri (2017-2021). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim 22.12.2023
- Aydın, R., Diler, A., Özdemir, V. F., Yanar, M., Koçyiğit, R. & Yılmaz, A. (2022). Ağrı İli Merkez İlçesi Sığırcılık İşletmelerinin Barınak ve Çevre Özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(6), 1510 – 1522.
- Aydoğdu, A. & Mızrak, M. (2017). Gastronomi Turizmi ve Bir Çekim Gücü Olarak Taşköprü'nün Simgesi Sarımsağın Kullanıldığı Yemekler Üzerine Bir Araştırma. Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu (1066-1074).
- Avcı, G. & Erdoğan, S. M. (2017). Tiroit Fonksiyon Bozukluğunda Fonksiyonel Besinlerin Etkinliği. *Kocatepe Veterinary Journal*, 10(4), 331-336.
- Bakır, G. & Kibar, M. (2020). Muş İli Besi Sığırcılığı İşletmelerinin Bazı Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6), 1687 – 1697.

- Bars, T. & Akbay, C. (2013), Kahramanmaraş İlinde Süt ve Süt Ürünleri İşleyen Mandıra İşletmelerinin Yapısal Analizi, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 16(2), 9 – 20.
- Bozok, D. & Yalın, G. (2018). Gastronomide yeni trend: siyah yiyecekler. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(Ek1), 251-261.
- Bülbul, H., Koca, A. & Gülşen, O. (2021). Kayseri Koşullarında Yetiştirilen Farklı Sarımsak (*Allium sativum* L.) Tiplerinde Allisin Miktarının HPLC Yöntemi ile Belirlenmesi. *Alatırım*, 20(2), 70-76.
- Canbolat, E. (2017). Sarımsağın Besinsel Yönden ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu (935- 949).
- Çiçek, İ. S. (2022). Siyah sarımsağın kardiyovasküler hastalıklar üzerine etkisi. *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1), 299-311.
- Çetin, T. & Karakuş, U. (2005). Taşköprü (Kastamonu) İlçe Merkezinde Nüfus Hareketleri. İstanbul Üniversitesi ve Türk Coğrafya Kurumu Ulusal Coğrafya Kongresi 29-30 Eylül 2005, Bildiri Kitabı s.523-532.
- Çirişoğlu, E. & Olum, E. (2019). Türk Mutfağındaki Fonksiyonel Gıdaların Gastronomi Turizmi Açısından Önemi. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(4), 1659-1680.
- Dikel, S. (2015). Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*, 3(7), 529-536.
- Ergin, S.Ö. (2019). The benefits of black garlic to human health. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(7), 940-945.
- Erol, N. & Ersus, S. (2022). Siyah Sarımsak (*Allium sativum*) Üretimi: Üretim Sırasında Gerçekleşen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler. *Akademik Gıda*, 20(4), 404-411.
- Evren, M., Apan, M. & Albayram, C. (2006). Sarımsağın antimikrobiyel özellikleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, s:689-692
- Genç, G. (2018). Türkiye’de sarımsak üretiminde çalışma koşullarına yönelik bir araştırma: Taşköprü örneği. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 2(3), 59-86.
- Gökırmaklı, Ç. & Bayram, M. (2018). Gıda için gelecek öngörülere: Yıl 2050. *Akademik Gıda*, 16(3), 351-360.
- Güneş, N.T. & Akan, S. (2015). Taşköprü Sarımsağının Hasat Sonrası Fizyolojisine Modifiye Atmosferde Paketleme ve Metil Jasmonat Uygulamasının Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- İlgün, S., Şafak, E. K., Mutlu, S. A. & Karatoprak, G. Ş. (2022). Tek Diş Siyah Sarımsak Ekstrelerinin Antioksidan, Sitotoksik ve Antidiyabetik Etkilerinin Değerlendirilmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (17), 411-425.
- Kayacı, A. & Büyükçapar, H. (2012), Kahramanmaraş İlinde Karada Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Yapısal ve Biyoteknik Analizi, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 14(4), 1 – 6.
- Koyuncu, M. (2012). Sarımsak ve Taşköprü Sarımsağı. Taşköprü Sarımsak Paneli Bildiri Notları, 6 Şubat 2012. (11-20)
- Kızılaslan, N. & Tokatlı, K. (2021). Sarımsağın insan sağlığı üzerine etkileri. *TOĞÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(2), 62-71.
- Kurnaz, A., & Turfan, N. (2017). Farklı Saklama Koşullarının Taşköprü Sarımsağının (*Allium sativum* L.) Radyometrik ve Element İçeriği Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(4), 373-379.
- Mutlu, S. & Çılgınoğlu, H. (2022). Gastronomi Turizmi Kapsamında Yöresel Ürünlerin Geliştirilmesi: Kastamonu Pastırması Örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 10(4), 3034-3054.
- Öner, S. & Aydoğdu, A. (2017). Yerel Halkın Gastronomi Turizmine Karşı Farkındalık ve Tutumu: Kastamonu Örneği. 1 st International Sustainable Tourism Congress (1050-1060).
- Şat, İ. G. & Binici, H. İ. (2023). Fonksiyonel Yeni Bir Gıda: Siyah (Fermente) Sarımsak. Atatürk Üniversitesi Yayınları. 2(1), 1-5.
- Şimşek, G. & Dağdelen, N. (2020). Aydın Yöresindeki Örtüaltı İşletmelerin Yapısal Özelliklerinin İrdelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5), 1163 – 1174.
- Tayfun, A., Aysen, E. & Akbulut, A. (2017). Ankara Atatürk Kültür Merkezi’nde Düzenlenen İl Tanıtım Fuarlarını Ziyaret Edenlerin Memnuniyet Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma: Kastamonu Günleri Örneği. 1 st International Sustainable Tourism Congress (381-390).
- Topçu, Y. (2019). Tüketicilerin Sarımsak Satın Alma Modelini Etkileyen Duyusal Kalite Nitelikleri: TRA1 Bölgesi Örneği. International Congress on Agriculture and Forestry Research. 8-10 April 2019, Marmaris, 552-560.
- Turfan, N., Kurnaz, A., Alay, M. & Sarıyıldız, T. (2016). Farklı Koşullarda Saklanan Taşköprü Sarımsağında Bazı Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 427-437.
- Türker, N., Türkmen, B. M. & Caymaz, E. (2019). Geleneksel Bir Ürün Olarak Kastamonu Pastırması. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, 3(2), 264-277.



Changes in the Sufficiency of Roughage Production for Animal Stock in Balıkesir Province Over the Years

Hülya Hanoğlu Oral^{1,a,*}

¹Department of Animal Production and Technologies, Faculty of Applied Sciences, Muş Alparslan University, Muş, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 12.02.2024 Accepted : 08.05.2024</p> <p>Keywords: Roughage Meadow and pasture Forage crops Straw Stubble</p>	<p>This study aims to present the year-by-year changes in the sufficiency level of roughage production for the needs of animal stock in Balıkesir. Balıkesir has seen a 26.3% increase in total animal stock between 2010 and 2021, reaching 549,432 Animal Units (AU). The share of breed cattle within the total cattle stock stands at 74.3%, while native breeds comprise only 6.7%. Balıkesir ranks third in Türkiye for the stock of breed cattle, and a significant portion of intensive cattle farming operations are located in this province. Accordingly, it holds a leading position in the mixed feed industry. However, during the same period (between 2010 and 2021), small ruminant stock also increased by 104.7%. It ranks seventh in Türkiye for the total number of small ruminants and third in the population of Merinos sheep. The meadow and pastures have become insufficient to meet the needs of the rapidly increasing of the animal stock since 2009, leading to a shift towards intensive and/or semi-intensive systems in small ruminant farming. In Balıkesir, which has a significant potential for forage crop production, the proportion of forage crop planting areas within the total arable land is considerably higher than the Turkish average. To meet the maintenance nutrient needs of the province's livestock through roughage, 2.5 million tons of high-quality roughage are required. The 1.3 million tons of roughage produced from meadow and pasture and forage cultivation only meet about 51.2% of the animals' needs. Therefore, the gap in quality roughage is compensated by low-nutritional-value roughages like straw and stubble or concentrated/mixed feed sources.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1608-1619, 2024

Balıkesir İlinde Kaba Yem Üretiminin Hayvan Varlığına Yeterliliğinin Yıllara Göre Değişimi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 12.02.2024 Kabul : 08.05.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kaba yem Çayır ve Mera Yem Bitkileri Saman Anız</p>	<p>Bu çalışma, Balıkesir ili kaba yem üretiminin ilin hayvan varlığının ihtiyaçlarına yeterlilik seviyesinin yıllara göre değişimini ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. İlin toplam hayvan varlığı 2010-2021 yılları arasında %26,3 oranında artarak 549.432 hayvan birimine (HB) ulaşmıştır. Toplam sığır varlığı içerisinde kültür ırkı sığırların payı %74,3, yerli ırkların payı ise %6,7'dir. Kültür ırkı sığır mevcudu bakımından Türkiye'de üçüncü sırada olup, entansif sığırcılık işletmelerinin önemli bir bölümü bu ildir. Bu potansiyele uygun olarak karma yem sanayisinde ön sıralarda yer almaktadır. Öte yandan aynı dönemde (2010-2021 yılları arasında) ilin küçükbaş hayvan sayısı %104,7 oranında artmıştır. Balıkesir toplam küçükbaş hayvan sayısı bakımından Türkiye'de yedinci, Merinos ırkı koyun varlığında üçüncü sıradadır. Daha ziyade koyun ve keçilerin yararlandığı çayır ve mera alanlarının, 2009 yılından itibaren hızla artan hayvan varlığının ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalması ile küçükbaş hayvancılık da belirli ölçüde entansif ve/veya yarı entansif sistemle yapılmaya başlanmıştır. Önemli bir yem bitkileri üretim potansiyeline sahip olan Balıkesir'de, yem bitkileri ekim alanlarının tarla alanları içindeki payı Türkiye ortalamasının oldukça üzerindedir. İlin hayvan varlığının yaşama payı besin maddesi ihtiyaçlarını kaba yemlerle karşılamak için 2,5 milyon ton kaliteli kaba yem gerekmektedir. Çayır ve meralar ile yem bitkileri yetiştiriciliğinden sağlanan 1,3 milyon ton kaba yem, ihtiyacın ancak %51,2'sini karşılamaktadır. Bu nedenle yem açığı saman ve anız gibi besleme değeri düşük kaba yemler veya kesif/karma yem kaynakları ile karşılanmaya çalışılmaktadır.</p>

^a h.hanoglu@alparslan.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0003-3626-9637>



Giriş

Balıkesir coğrafi konumu, iklim özellikleri ve elverişli arazileri ile hayvan varlığı ve hayvansal üretim bakımından Türkiye'nin önde gelen illerindedir. İlin 2010 yılında toplam 435.090 hayvan birimi (HB) olan toplam hayvan varlığı, 2021 yılında %26,3 oranında artarak 549.432 HB'ne yükselmiştir. Bunda hayvancılık ve yem bitkileri desteklerindeki artışın rolü olduğu söylenebilir. Örneğin, tarımsal amaçlı transferler içerisinde hayvancılık desteklerinin payı 2010 yılında %19,9 iken 2021 yılında %30,1'e kadar yükselmiştir (HMB, 2023). Toplam sığır varlığı içerisinde kültür ırklarının payının %74,3, yerli ırkların payının da %6,7 olduğu Balıkesir, Türkiye'de kültür ırkı sığır varlığı bakımından üçüncü sıradadır (TÜİK, 2023a). Türkiye'deki entansif sığırcılık işletmelerinin önemli bir bölümü Balıkesir'de faaliyet göstermektedir. Buna uygun olarak da karma yem sanayisinde %7,7'lik payı ile Konya, İzmir ve Manisa'nın ardından dördüncü sırada bulunmaktadır (Anonim, 2023a). İlin özellikle güneydoğu ve güneybatısındaki dağlık yörelerde yerli ırklar ile meraya dayalı sığır yetiştiriciliği ağırlıktadır (Hanoğlu Oral ve ark., 2021a).

Balıkesir'de 2010-2021 yılları arasında küçükbaş hayvan sayısı %104,7 artarak 1.685.029 başa ulaşmıştır. İl toplam küçükbaş hayvan sayısı bakımından Türkiye'de yedinci, Merinos ırkı koyun varlığı bakımından üçüncü sırada yer almaktadır (TÜİK, 2023a). Bölgede 2009 yılından itibaren hızla artan koyun varlığının da etkisiyle mera alanları yetersiz kalmaya başlamış, bunun sonucu olarak da yarı entansif ve entansif tarzda küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, özellikle de entansif kuzu besiciliği yaygınlaşmıştır. Ancak bölgenin dağlık yörelerinde küçükbaş yetiştiriciliği ekstansif olarak sürdürülmektedir (Hanoğlu Oral ve ark., 2021b).

Hayvancılık işletmelerinde üretim maliyetinin %60-70'ini yem girdileri oluşturmaktadır. Kaba yemler ruminantların beslenme fizyolojilerine uygun olmalarının yanı sıra, kesif yemlere göre daha ucuz olduklarında işletmelerin yem maliyetini de düşürmektedirler (Alçıçek, 2021). Ruminant yetiştiriciliğinde kaba yemler çok önemli olup, kaba yemsiz sağlıklı ve ekonomik bir ruminant yetiştiriciliği hemen hemen mümkün değil iken, Türkiye'de özellikle sığır besisi ve süt sığıru yetiştiriciliği çoğunlukla kesif yem ağırlıklı yürütülmektedir. Bu tercih veya zorunluluk hem maliyetleri ve dışa bağımlılığı artırmakta hem de sığırlarda metabolizma hastalıkları ve sindirim bozukluklarının çoğalmasına neden olmaktadır. Ayrıca son 5 yılın ortalaması olarak üretilen fabrika yeminin %48,3'ünün ithal yem hammaddelerinden sağlanması (Anonim, 2023a) da kırmızı et ve süt üretim maliyetlerini olumsuz etkilemiştir.

Kaliteli kaba yemler, çayır-mera alanları ve yem bitkileri olmak üzere başlıca iki kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlara belirli ölçüde çalılı mera yemleri de eklenebilir. Balıkesir'de meralar gerek alan gerekse kalite ve verim bakımından yetersizdir. Bu nedenle kaliteli kaba yem açığını kapatmak için öncelikle yem bitkileri üretiminin artırılması gerekmektedir. Ancak günümüzde insan nüfusu ve gelir düzeyinin giderek artması, ister istemez hayvansal ürünlere olan talebi artırmakta, bu da gıda-yem rekabetini daha çok teşvik etmektedir. Örneğin, hâlihazırda tarla alanlarının %41,7'si yem (ot + tane) üretimine ayrıldığı

için bitkisel kökenli gıda üretimine tahsis edilen kısmı azaltmıştır (Gökkuş & Coşkun, 2023). Önemli bir yem bitkisi üretim potansiyeline sahip olan Balıkesir'de ise yem bitkileri ekim alanlarının tarla alanları içindeki payı (%37,1), Türkiye ortalamasının (%15,4) da oldukça üzerinde olup, il 3 milyon tonun üzerinde üretim (yeşil ot + hasıl) gerçekleştirmektedir (TÜİK, 2023b). Bu durum yem bitkileri üretimini artırmanın hem doğrudan ekim alanını artırmak hem de öneriler kısmında belirtildiği gibi farklı yollar ile mümkün olabileceğini göstermektedir.

Türkiye'de kaba yem üretiminin mevcut durumunu ve hayvan varlığına yeterliliğini ortaya koyan birçok değerlendirme yapılmış olmasına karşılık (Acar ve ark., 2020; Açıköz, 2018; Alçıçek, 2021; Hanoğlu Oral & Gökkuş, 2021; Okcu, 2020; Özkan, 2020), farklı ekolojik bölgelerde yer alan iller için yapılan çalışmalar (Bıçakçı & Açıkbaş, 2018; Hanoğlu Oral, 2022; Temel & Şahin, 2011; Turan ve ark., 2015; Uslu ve ark., 2020; Yavuz ve ark., 2020) daha sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada, Balıkesir ilinde kaba yem üretiminin hayvan varlığının ihtiyaçlarına yeterliliği ele alınmıştır. Türkiye'de 1980 yılında doruk noktasına ulaşan hayvan sayısı, 2009 yılına kadar sürekli azalmış ve sonrasında yeniden artış eğilimine girmiştir. Bu durum göz önüne alınarak, Balıkesir ilindeki kaba yem üretimi ile çiftlik hayvanlarının ihtiyaçları arasındaki ilişki özellikle 2010 ile 2021 yılları arasındaki süreç ele alınarak değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Kaba yem Üretiminin Hesaplanması

Çalışmada önce Balıkesir'de çeşitli kaynaklardan sağlanan kaba yem miktarı tahmin edilmiş, daha sonra ildeki sığır, manda, koyun ve keçi varlığının hayvan birimi (HB) cinsinden değerleri hesaplanmıştır. Büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı, çayır ve mera alanları, tahıl ve yem bitkileri ekim alanları ve bunların üretimine ilişkin değerler TÜİK veri tabanından, yem hammaddeleri ithalatına ilişkin veriler ise Türkiye Yem Sanayicileri Birliği'nden sağlanmıştır.

Üzerinde durulan dönemde, yani 2010-2021 yılları arasında bitkisel ve hayvansal üretimde yıllık ortalama değişim hızlarının (YDH, %) hesaplanmasında;

$$YDH = \left(\left(\frac{Y_t}{Y_{t-n}} \right)^{1/n} - 1 \right) \times 100 \quad (1)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır (Kaya Kuyululu, 2012; KB, 2014). Bu eşitlikte Y_t = son yılın (2021) üretim değeri, Y_{t-n} = ilk yılın (2010) üretim değeri, n = son yıl ile ilk yıl arasındaki süreyi ifade etmektedir.

Çayır ve meralardan sağlanan üretim: Çayır ve mera alanlarına ilişkin veriler Balıkesir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır (Anonim, 2023b). Bu değerler ile ildeki çayır ve meraların birim alana yıllık kuru ot verimleri (Gökkuş, 2022a) çarpılarak toplam kuru ot üretimi hesaplanmıştır.

Çalılı meralardan sağlanan üretim: Halen özellikle küçükbaş hayvan merası olarak kullanılmakta olan ve bozuk orman olarak sınıflandırılan meralara ilişkin veriler Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü kayıtlarından (Anonim, 2023c) alınmış, bu değerler ile söz konusu alanların birim

alana otlanabilir yem miktarları (Gökkuş, 2022b) çarpılarak toplam yem üretimi hesaplanmıştır.

Yem bitkilerinden sağlanan üretim: İldeki yem bitkileri ekim alanları ve üretimine ilişkin veriler TÜİK veri tabanından (TÜİK, 2023b) alınmış, üretilen yeşil yem miktarından kuru ot üretimini hesaplamak için mısır silajı ve hasılı üretimi 0,33, diğer yem bitkileri üretimi de 0,25 katsayısı ile çarpılmıştır (Tan, 2017).

Saman üretimi: Tahıllarda tane ve sap ağırlığı biyokütle, tane veriminin biyokütle verimine oranı ise hasat indeksi (Hİ) olarak tanımlanmaktadır (Donald & Hamblin, 1976). Hasat indeksi veya saman/tane oranı gibi biyokütlelerin unsurlarına ilişkin dağılımı ile ilgili birçok kriter, hasatta elde edilen tane veriminden, biyokütlelerin diğer unsurunu/unsurlarını ürün artıklarını tahminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Matías ve ark., 2019). Bu çalışmada sap verimini tahmin etmek için;

$$HI = \left(\frac{TV}{TV+SV} \right) \times 100 \quad (2)$$

şeklinde ifade edilen (Soylu & Sade, 2003) hasat indeksi (Hİ) eşitliğinden yararlanılmıştır. Eşitlikte; TV = tane verimini, SV = sap verimini ifade etmektedir. Buradan tahılların saman verimi (SV) ise;

$$SV = \left(\frac{1-HI}{HI} \right) \times TV \quad (3)$$

eşitliğinden yararlanılarak (Dai et al., 2016) hesaplanmıştır. Tane için hasat edilen tahıllarda biyokütlelerin bir kısmı kök ve anız olarak tarlada kalır. Ayrıca toprağa bağlı kalmayan sapın bir kısmı da çeşitli nedenlerle toplanamaz. Bir başka ifade ile yem veya başka bir amaçla kullanılamaz. Bu durumda tane dışında kalan ve toplanarak çeşitli şekillerde değerlendirilen kısmı ayrıca hesaplamak gerekir. Bu çalışmada söz konusu kısım, yani tane dışında toplanabilecek biyokütlelerin toplam biyokütledeki payı için “yararlanılabilir sap oranı (YSO)” veya “samana dönüşüm katsayısı (SDK)” ifadeleri uygun bulunmuştur. Bu durumda tanıma da bağlı kalınarak yararlanılabilir sap ağırlığı (YSA) da;

$$YSA = SV \times SDK = YSA = SDK \times \frac{(1-HI) \times TV}{HI} \quad (4)$$

eşitliğiyle hesaplanmıştır. Görüleceği üzere bu eşitlikte sağ yanın ikinci unsuru tane dışındaki biyokütleyi verir. Dolayısıyla bu değer SDK ile çarpılarak toplam yararlanılabilir sap ağırlığı hesaplanmış olur.

İlde üretilen tahılların (4) numaralı eşitlik ile hesaplanan saman yararlanılabilir sap ağırlığını tahminde kullanılan değişkenlerden hasat indeksi ve samana dönüşüm katsayıları

Çizelge 1’de verilmiştir. Tane verimleri ise TÜİK veri tabanından sağlanmıştır (TÜİK, 2023b).

Anızlardan sağlanan ot: Bu çalışmada anız olarak tarlada kalan, dolayısı ile anız otlatma suretiyle yararlanılabilecek biyokütle miktarı (4) numaralı eşitlikteki SDK değişkeni yerine tarlada kalan sap oranı (TKS) olarak ifade edilebilecek (1-SDK) değeri yazılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda tane dışındaki biyokütlelerin, yani sapın buğday, çavdar ve tritikale için %30’u, arpa ve yulaf için de %25’inin anız olarak tarlada kaldığı, bunların da ancak %30’unun hayvanlar tarafından otlandığı kabul edilmiştir.

Hayvan Varlığının Hesaplanması

Farklı türleri bir arada ifade edebilmek için ruminant hayvan sayıları Altın ve ark. (2021) tarafından belirtilen katsayılar kullanılarak HB’ne dönüştürülmüştür. Hesaplamalarda 500 kg canlı ağırlığa sahip bir inek 1 HB kabul edilmiştir.

Kaba Yem İhtiyacının Tahmini

Çiftlik hayvanlarının yaşama payı besin maddesi ihtiyacını karşılamak için günlük kuru ot ihtiyacı, 500 kg canlı ağırlıktaki bir hayvanın ağırlığının %2,5’i kadar kuru madde tüketmesi gerektiği dikkate alınarak, 12,5 kg/gün olarak alınmıştır (Altın ve ark., 2011). Kaba yem üretiminde çayır ve mera alanları ile yem bitkilerinden elde edilen kaliteli kaba yemlerin yanı sıra tahıl üretiminin ikincil ürünleri olan sap-saman ve anızdan sağlanacak üretim de dikkate alınmıştır. Hesaplamalarda çayır alanları ve yem bitkilerinden elde edilen kuru ot ve samanın tümünün, meralardan sağlandığı tahmin edilen kuru otun yarısının tüketildiği (Gökkuş 2019), anızların da %30’unun otlandığı (Deniz ve ark., 2010) kabul edilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Kaba Yem Üretimi

Ham selüloz içerikleri %18’den yüksek, buna karşılık protein ve enerji seviyeleri çoğu kesif yemden düşük olan bitkisel kökenli yemler kaba yemler olarak adlandırılmaktadır (Kutlu ve ark., 2005). Kaba yemleri; çayır-meralar ve çalılı alanlardan elde edilenler, yem bitkisi olarak üretilenler, tahıl samanı gibi bitki artıkları ve anız olarak sıralamak mümkündür. Otsu ve çalılı meralar ile anızlardan çoğu kez hayvanlar otlatılarak yararlanırken, çayır otları, üretilen yem bitkileri ve samanlar ise üreticiler tarafından hayvanların tüketimine sunulur.

Çayır ve meraların ot üretimi: Balıkesir ilinin toplam alanı (göller dahil) 1.447.300 ha olup, bunun %44,9’unu ormanlar, %27,0’ını tarım arazileri, %5,7’sini ise çayır ve mera alanları oluşturmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Tahılların saman verimini tahminde kullanılan hasat indeksi ve samana dönüşüm katsayısı
Table 1. Harvest and feeds/total vegetative biomass index used to estimation straw yield of cereals

Tahıllar	Hasat indeksi (Hİ)	Samana dönüşüm katsayısı (SDK)	Tarlada kalan sap oranı (TKS)	Anızdan yararlanma oranı
Buğday	0,30	0,70	0,30	
Arpa	0,35	0,75	0,25	
Çavdar	0,25	0,70	0,30	0,30
Yulaf	0,30	0,75	0,25	
Tritikale	0,30	0,70	0,30	

Çizelge 2. Balıkesir ili arazilerinin kullanım şekillerine göre dağılımı

Table 2. Land use in Balıkesir province

Arazinin kullanım amacı	Alanı (ha)	Toplam alana oranı (%)
Tarım alanları	391.141	27,0
Çayır ve meralar	82.482	5,7
Orman alanları	649.115	44,9
Tarım dışı alanlar	324.562	22,4
Toplam	1.447.300	100,0

Kaynak: Anonim (2023b), TÜİK (2023b)

Çizelge 3. Balıkesir ilinde çayır-mera alanlarının ilçelere göre dağılımı ve kuru ot üretimleri

Table 3. Distribution of meadows and pastures and hay production by districts in Balıkesir province

İlçeler	Çayır-mera alanı (da)	Payı (%)	Faydalı ot (kg/da)	Üretim (ton)
Altıeylül	132.200	16,0	100	13.220
Ayvalık	15.320	1,9	50	766
Balya	37.370	4,5	70	2.616
Bandırma	62.570	7,6	90	5.631
Bigadiç	89.270	10,8	70	6.249
Burhaniye	4.050	0,5	50	203
Dursunbey	61.600	7,5	50	3.080
Edremit	1.900	0,2	50	95
Erdek	8.060	1,0	40	322
Gömeç	2.500	0,3	40	100
Gönen	77.260	9,4	100	7.726
Havran	11.510	1,4	40	460
İvrindi	28.490	3,5	80	2.279
Karesi	90.970	11,0	100	9.097
Kepsut	54.870	6,7	80	4.390
Manyas	40.780	4,9	100	4.078
Marmara	3.570	0,4	50	179
Savaştepe	13.810	1,7	70	967
Sındırgı	57.150	6,9	70	4.001
Susurluk	31.560	3,8	90	2.840
Toplam	824.810	100,0		68.298

Kaynak: Anonim (2023b); Gökkuş (2022a)

İldeki 82.482 ha olan çayır-mera alanının (Anonim, 2023b) toplamdaki payı Türkiye'deki pek çok bölge ve ilden oldukça farklıdır. Örneğin, Türkiye'deki mera alanlarının %38,9'u Doğu Anadolu, %3,9'u Marmara Bölgesinde (Altın ve ark., 2011) bulunurken, %0,6'sı Balıkesir ilinde (Anonim, 2023b) bulunmaktadır. Bu durum Balıkesir'deki mera alanlarının Türkiye geneline göre ne kadar farklı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Balıkesir'deki çayır-mera alanlarının ilçelere göre dağılımı ve kuru ot üretimleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çayır-mera alanlarının toplam yüz ölçümde payının en yüksek olduğu ilçe %16 ile Altıeylül'dür. Bunu Karesi (%11,0), Bigadiç (%10,8) ve Gönen (%9,4) ilçeleri izlemektedir. Buna karşılık Marmara adası ile kıyı ilçeleri olan Burhaniye, Edremit ve Gömeç'te çayır-mera alanları oldukça kısıtlıdır. Bu alanlarının faydalı ot miktarları ilçelere göre 40-100 kg/da arasında değişmekte (Gökkuş, 2022a) olup, ilin toplam kuru ot üretimi 68.298 ton olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Uzun yıllar bilinçsiz bir şekilde sürdürülen zamansız ve ağır otlatmalar (Gökkuş, 2020), ildeki meraların verim güçlerini kaybetmesine ve otlatmaya karşı dirençli olan istilacı türlerin yerleşmelerine imkân sağlamıştır. Doğal ekosistemleri kolayca istila eden bu türler, meraların floristik yapısını değiştirerek kalitelerinin düşmesine ve tür zenginliğinin azalmasına sebep olmuştur.

İlde sanayi ve turizm sektörlerinin gelişmesinden dolayı mera alanlarındaki daralmanın yanı sıra, meraların ot verimi ve kalitesinin de düşmesi, hayvansal üretime olan katkısını azaltmıştır. Bu durum meraya dayalı hayvan yetiştiriciliğini geriletirken entansif hayvancılığı yaygın hale getirmiştir (Yıldırım & Hazar Kalonya, 2021). Nitekim yapılan bir çalışmada 10 baş ve daha az ineği olan işletmelerden meradan yaralananların oranı %10,3 bulunmuştur (Mat & Cevger, 2020).

Çalılı meraların üretimi: Fundalıklar, makilikler, çalılı meralar keçi ve kısmen de koyun yetiştiriciliğinin önemli kaba yem kaynakları arasındadır. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, otsu türlerin sararıp besin değerlerinin düştüğü yaz aylarında ve büyümenin durduğu kış dönemlerinde otlanan çalı türleri önemli bir yem kaynağı oluşturmaktadır (Dökülgen & Temel, 2015; Gökkuş, 2018). Bozuk (veya boşluklu kapalı) orman olarak nitelenen bu alanlar, ağaçların tepe çatılarının %10'dan az oranda alanı örttüğü ormanlardır (OGM, 2021). Yani bu alanların %90'ında ağaç değil, çalı ve otsu türler bulunmaktadır. Bu tür bitki örtülerinin dünyada "çalılı mera" olarak kabul edildiğini belirten Gökkuş (2019), 2012 yılında bu alanların 11,5 milyon ha olduğunu bildirmiş ve söz konusu alanlarda üretilen ve hayvanların yararlanabileceği toplam yem miktarını da 11,3 milyon ton olarak tahmin etmiştir. Ancak OGM (2021) tarafından

yayınlanan verilere göre 2020 yılında bozuk orman (çalılı mera) alanları 9,7 milyon hektara gerilemiştir.

Balıkesir'in arazi varlığı içerisinde 649.115 ha (%44,9) ile orman ve fundalıklar ilk sırayı almakta, bu alanın yaklaşık 240.975 ha'nını çalılı meralar oluşturmaktadır (Anonim, 2023c). Çalılı meraların %16,1'i Dursunbey ilçesinde bulunmakta, bu ilçeyi İvrindi (%10,3), Balya (%9,0), Bigadiç (%8,9) ve Sındırgı (%8,0) izlemektedir. Buna karşılık Marmara ve Ege Denizi'ne kıyısı bulunan ilçelerde çalılı mera alanları oldukça sınırlıdır. Bu meraların otlanabilir yem miktarı 80-120 kg/da arasında değişmekte (Gökkuş, 2022a) olup, toplam yem üretimleri 251.757 ton olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Yem bitkileri üretimi: Yem bitkileri üretimi işletmelerin kaba yem ihtiyacının karşılanmasında çayır ve meralardan daha güvenli ve sürdürülebilir bir seçenektir. Özellikle süt sığırları ile entansif küçükbaş yetiştiricilerinin önemli bir kısmı ya hayvanlarını meraya çıkaracak imkânlara sahip değildirler veya böyle bir uygulamayı tercih etmemektedirler. Zira meraların kuru ot verimi ve büyüme süresine bağlı olarak entansif ruminant

işletmeleri kaba yem ihtiyaçlarının büyük bir bölümünü ancak yem bitkileri ve/veya saman başta olmak üzere bitkisel üretimin yan ürünleriyle karşılayabilmektedirler. Özellikle kaliteli kaba yem kullanma çabasında olan entansif süt sığırcılığı işletmeleri ihtiyaçlarını kaba yem üreterek ve/veya satın alarak karşılama yoluna gitmektedirler. Yetiştiricilerin kaba ve kesif yem üretimini kendi işletmelerinde yapmaları süt maliyetini düşürmede önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple Balıkesir'deki süt sığırcılığı işletmeleri kullandıkları kaba yem ortalama %68,3'ünü kendileri üretmektedirler (Mat & Cevger, 2020). Bu oran Mersin, Adana, Osmaniye ve Hatay gibi illerde %30,7'ye kadar düşmektedir (Özer & İkikat Tümer, 2021).

Balıkesir'de nadas alanları hariç tarla alanlarının %37,1'inde (94.511 ha) yem bitkisi ekilmiştir. Bu oran %15,4 olan Türkiye ortalamasının (TÜİK, 2023b) oldukça üzerindedir. İlde 2010-2021 yılları arasında tarla alanları içerisinde yem bitkileri ekilen alanın oranı %14,3'ten %37,1'e yükselmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Balıkesir ilinde çalılı meraların dağılımı ve yem üretimleri

Table 4. Distribution of shrublands and forage production in Balıkesir province

İlçeler	Çalılı meralar (da)	Payı (%)	Otlanabilir yem (kg/da)	Yem üretimi (ton/yıl)
Altıeylül	16.883	7,0	120	20.260
Ayvalık	3.681	1,5	100	3.681
Balya	21.758	9,0	100	21.758
Bandırma	2.894	1,2	120	3.473
Bigadiç	21.344	8,9	100	21.344
Burhaniye	4.679	1,9	100	4.679
Dursunbey	38.908	16,1	100	38.908
Edremit	3.447	1,4	100	3.447
Erdek	3.147	1,3	100	3.147
Gömeç	1.585	0,7	100	1.585
Gönen	12.605	5,2	120	15.126
Havran	9.276	3,8	100	9.276
İvrindi	24.850	10,3	100	24.850
Karesi	11.793	4,9	120	14.152
Kepsut	14.653	6,1	100	14.653
Manyas	8.843	3,7	120	10.612
Marmara	4.211	1,7	80	3.369
Savaştepe	12.010	5,0	100	12.010
Sındırgı	19.303	8,0	100	19.303
Susurluk	5.105	2,1	120	6.126
Toplam	240.975	100,0		251.757

Kaynak: Anonim (2023c); Gökkuş (2022b)

Çizelge 5. Balıkesir ilinde yem bitkileri ekim alanları

Table 5. Forage crops area in Balıkesir province

Yıllar	Yem bitkileri ekim alanları (ha)								Tarla alanı (ha)
	Fiğ	Yonca	SM	Yulaf	Buğday	İÇ	Diğer	Toplam	
2010	15.961	2.814	19.392	-	-	-	669	38.836	271.242
2015	11.446	3.882	27.049	19.979	11.820	70	5.120	79.366	269.129
2021	5.658	5.945	34.361	28.408	6.102	6.180	7.858	94.511	254.542
YDH*	-9,0	7,0	5,3	6,0	-10,4	110,8	25,1	8,4	-0,6
	Tarla alanı içerisindeki payı (%)								
2010	5,9	1,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,3	14,3	100,0
2015	4,3	1,4	10,1	7,4	4,4	0,0	1,9	29,5	100,0
2021	2,2	2,3	13,5	11,2	2,4	2,4	3,1	37,1	100,0

SM: Silajlık mısır; İÇ: İtalyan çimi; * YDH: 2010-2021 (yulaf, buğday ve İtalyan çiminde 2015-2021) arası yıllık ortalama değişim oranı (%) Kaynak: TÜİK (2023b)

Çizelge 6. Balıkesir ilinde yem bitkilerinden üretilen yeşil ve kuru ot miktarları

Table 6. Total green forage and hay production in Balıkesir province

Yıllar	Fiğ	Yonca	Silajlık mısır	Yulaf	Buğday	İtalyan çimi	Diğerleri	Toplam
	Yeşil ot üretimi (ton)							
2010	107.649	42.708	864.351	0	0	0	9.422	1.024.130
2015	69.961	68.048	1.239.092	146.678	58.500	403	57.343	1.640.025
2021	118.608	260.775	1.795.638	612.373	132.035	181.262	179.573	3.280.264
YDH*	0,9	17,9	6,9	26,9	14,5	176,8	30,7	11,2
Kuru ot üretimi (ton)**								
2010	26.912	10.677	285.236	0	0	0	2.356	325.181
2015	17.490	17.012	408.900	36.670	14.625	101	14.336	509.134
2021	29.652	65.194	592.561	153.093	33.009	45.316	44.893	963.717
Toplam kuru ot üretimindeki payı (%)								
2010	8,3	3,3	87,7	-	-	-	0,7	
2015	3,4	3,3	80,3	7,2	2,9	0,0	2,8	
2021	3,1	6,8	61,5	15,9	3,4	4,7	4,7	

* YDH: 2010-2021 arası yıllık değişim hızı, % (yulaf, buğday ve İtalyan çiminde 2015-2021 arası), ** Kuru otun hesaplanmasında yeşil otlar için 0,25, silajlık mısır için 0,33 katsayısı kullanılmıştır. Kaynak: TÜİK (2023b)

Çizelge 7. Balıkesir ilinde yem bitkileri ekim alanları ve üretimlerinin ilçelere göre dağılımı

Table 7. Distribution of forage crops areas and production by districts in Balıkesir Province

İlçeler	Ekim alanı		Kuru ot üretimi	
	ha	Payı (%)	ton	Payı (%)
Altıeylül	14.666	15,5	175.403	18,0
Ayvalık	2.199	2,3	27.658	2,8
Balya	4.530	4,8	32.039	3,5
Bandırma	2.702	2,9	30.496	3,1
Bigadiç	4.821	5,1	62.883	6,4
Burhaniye	1.003	1,1	13.663	1,3
Dursunbey	3.724	3,9	23.713	2,6
Edremit	454	0,5	7.820	0,7
Erdek	159	0,2	530	0,1
Gömeç	403	0,4	6.258	0,6
Gönen	8.211	8,7	72.016	7,7
Havran	137	0,2	1.937	0,2
İvrindi	6.177	6,5	52.883	5,6
Karesi	8.674	9,2	83.301	8,7
Kepsut	7.815	8,3	73.479	7,9
Manyas	8.788	9,3	100.451	10,2
Marmara	84	0,1	879	0,1
Savaştepe	6.281	6,7	52.669	5,5
Sındırgı	6.384	6,8	51.745	5,4
Susurluk	7.303	7,7	93.896	9,5
Toplam	94.511	100,0	963.717	100,0

Kaynak: TÜİK (2023b)

Balıkesir’de 2010 yılında 325.181 ton olan kuru ot (ve silaj) üretimi yaklaşık üç kat artarak 2021 yılında 963.717 tona ulaşmıştır. Gerek ekim alanı gerekse üretim miktarı bakımından önde gelen yem bitkileri silajlık mısır, yulaf ve yoncadır. Bu üç bitkinin toplam kuru ot üretimi içerisindeki payı %84,1 olmuştur (Çizelge 6). Bu süreçte kaba yem üretimini miktar ve kalite bakımından iyileştirmek için, daha iyi kütle verimi ve besin kalitesine sahip yem bitkileri sisteme dahil edilmiş ve ot üretimi amaçlı yulaf ve buğday ile İtalyan çimi ekim alanı ve üretimi de hızla artmıştır.

Yem bitkileri üretimi Altıeylül (%18,0), Manyas (%10,2) ve Susurluk (%9,5) ilçelerinde yoğunlaşmıştır. Buna karşılık kıyı kesimlerde yer alan 5 ilçenin (Edremit, Gömeç, Havran, Marmara ve Erdek) her birinin yem bitkileri üretimindeki payları %1’in altındadır (Çizelge 7).

Balıkesir Türkiye’deki toplam yem bitkileri üretimi bakımından Konya ve İzmir’in ardından üçüncü sırada olup, yulaf otu üretiminde birinci, silajlık mısır üretiminde ise üçüncü sıradadır (TÜİK, 2023b). Bu değerler Balıkesir’de süt sığırcılığı başta olmak üzere entansif yetiştiriciliğin yaygınlaştığını, dolayısıyla kaba yem üretiminin silajlık mısır ve yulaf otu ağırlıklı yapıldığını göstermektedir. Büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısındaki artışın yanı sıra özellikle kültür ve melez sığırların fazla oluşu, kaliteli kaba ve kesif yem ihtiyacını daha da artırmıştır. Bu nedenle son yıllarda silajlık mısır, yulaf otu ve yonca üretiminin hızlı bir şekilde artması (Çizelge 6), bu değişimin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Yüksek verimli süt ineklerinin en yüksek üretkenliği ve kârlılığı öncelikle besleme yönetimine bağlıdır. Beslemede önemli bir yönetim hedefi, enerji alımını en üst düzeye

çıkarmaktır. Mısır silajı, yüksek enerji içeriği ve tüketim seviyesine sahip olmasından dolayı entansif yetiştirilen ruminant (özellikle süt inekleri) rasyonlarının vazgeçilmez bileşenidir (Fernandez ve ark., 2004; Malekkhahi ve ark., 2023). Doğal mera alanlarının hayvanların besin maddeleri ihtiyacını gerek nitelik gerekse nicelik olarak karşılayamadığı durumlarda yulaf, buğday ve İtalyan çimi otu da hayvan beslemede iyi bir seçenek oluşturmaktadır.

Saman üretimi: Tahıl samanları tane harmanından geriye kalan sap, kavuz ve yaprak artıkları olup, ayrıca %0,1-0,2 oranında elek altı tane içerebilmektedir (Staniforth, 1979). Anız yüksekliği bitkinin alt kısımlarının, özellikle saplarının, üst kısımlardaki dokulara göre daha düşük sindirilebilirliğe sahip olmalarından dolayı saman kalitesini etkilemektedir. Örneğin 20 cm'de hasat edilen arpa, dipten hasat edilen arpadan daha yüksek besleme değerine sahip saman üretmektedir. Ancak, anızın yüksek olması toplam saman verimini düşürmektedir (McCartney ve ark., 2006). Saman verimi ayrıca ürün verimine, çeşide, tarımsal uygulamalara, bölgeye ve iklim şartlarına göre değişmektedir. Hasat edilen saman verimi, tarladan toplama sırasındaki teknik ve çevre şartları sebebiyle toplam üretilen saman veriminden daha düşük olmaktadır (Scarlat ve ark., 2019). Tahıl samanının besleme değeri ve lezzetinin düşük olması, verimli kullanımını kısıtlamaktadır. Rumen yıkımının ve sindirilebilirliğin çok düşük olması, samanın süt sığırlarında yem kaynağı olarak kullanımının önündeki en önemli kısıtlardan birisidir (Wang ve ark., 2022).

Balıkesir'de 2010 yılında 171.942 ha olan tahıl ekim alanı 2021 yılında 128.313 ha'a gerilemiştir. Toplam tahıl ekim alanı içerisinde buğdayın payı %78,4, arpanın payı %13,0, çavdarın payı ise %5,6 olarak gerçekleşmiştir.

Ekim alanlarındaki azalmaya bağlı olarak üretilen saman miktarı da düşmüş, 2010 yılında 719.439 ton olan toplam saman üretimi 2021 yılında 652.159 tona inmiştir. Toplam saman üretiminin %77,6'sı buğday, %11,2'si ise arpadan gelmiştir (Çizelge 8).

Anızlardan sağlanan yem: Anız, tarlalarda hasat ve harman sonrasında toprak yüzeyinde kalan kök, sap, yaprak ve bitki parçası gibi atıkların tümünün ortak adı olup, yaz mevsiminde otlayan hayvanlara önemli seviyede yem sağlamaktadır. Tahıl ekim alanlarından elde edilen saman konusunda çeşitli tahminler bulunmasına rağmen, hayvanların anızlardan ne ölçüde yararlandıklarına ilişkin çok az çalışma vardır. Şanlıurfa'da yapılan bir araştırmada (Deniz ve ark., 2010), buğdayda ortalama boy 100 cm ve bırakılan anız yüksekliği 20 cm olduğunda, tüm sap ağırlığının %34'ünün tarlada kaldığı ve anızın da %30'unun hayvanlar tarafından otlandığı bildirilmiştir. Bu durum dikkate alınarak 2021 yılında ilin tahıl ekim alanlarında kalan anız miktarı 270.767 ton olarak hesaplanmış, bunun 81.231 tonunun hayvanlar tarafından otlanarak tüketildiği tahmin edilmiştir (Çizelge 9).

Toplam kaba yem üretimi: Balıkesir'de 2021 yılında üretilen tahmin edilen 1.821.514 ton kuru kaba yemin %52,9'u yem bitkileri üretiminden, %29,6'sı saman ve anızlardan, %13,8'i çalılı meralardan ve %3,7'si doğal mera ve çayırlardan sağlanmıştır (Çizelge 10).

Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı

Balıkesir'in 2010-2021 döneminde büyükbaş (sığır ve manda) ve küçükbaş hayvan (koyun ve keçi) varlığı, bunların yıllık ortalama değişim hızları ile HB cinsinden değerleri Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 8. Balıkesir ilinde yıllara göre tahıl ekim alanları ve üretilen saman miktarı

Table 8. Cereal acreage and amount of produced straw in Balıkesir province

Yıllar	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Toplam
	Ekim alanı (ha)					
2010	132.704	18.056	12.034	6.077	3.073	171.944
2015	117.376	15.180	10.247	4.308	1.152	148.263
2021	100.597	16.649	7.202	3.524	341	128.313
YDH*	-2,5	-0,7	-4,6	-4,8	-18,1	-2,6
Saman üretimi (ton)						
2010	547.663	59.467	67.402	27.795	17.112	719.439
2015	460.139	56.907	66.856	19.994	4.591	608.487
2021	505.995	73.179	52.718	18.447	1.820	652.159
YDH*	-0,7	1,9	-2,2	-3,7	-18,4	-0,9
Toplam saman üretimindeki payı (%)						
2010	76,1	8,3	9,4	3,9	2,4	100,0
2015	75,6	9,4	11,0	3,3	0,8	100,0
2021	77,6	11,2	8,1	2,8	0,3	100,0

* YDH: 2010-2021 arası yıllık değişim hızı, %; Kaynak: TÜİK (2023b)

Çizelge 9. Balıkesir ilinde otlatılarak yararlanılabilecek anız miktarı

Table 9. The amount of stubble that can be used by grazing in Balıkesir province

Yıllar	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Tritikale	Toplam
	Yararlanılabilen anız üretimi (ton)					
2010	70.414	5.947	8.666	2.780	2.200	90.006
2015	59.161	5.691	8.596	1.999	590	76.037
2021	65.057	7.318	6.778	1.845	234	81.231
YDH*	-0,7	1,9	-2,2	-3,7	-18,4	-0,9

* YDH: 2010-2021 arası yıllık değişim hızı, %; Kaynak: TÜİK (2023b)

Çizelge 10. Balıkesir ilinde toplam kaba yem üretimi
Table 10. Total roughage production in Balıkesir Province

Yıllar	Çeşitli kaynaklardan elde edilen kaba yem üretimi (ton)					
	Yem bitkileri	Çayır ve meralar*	Çalılı meralar*	Saman	Anız	Toplam
2010	325.181	68.298	251.757	503.607	90.006	1.238.849
2015	509.134	68.298	251.757	425.941	76.037	1.331.167
2021	963.717	68.298	251.757	456.511	81.231	1.821.514

*Çayır-mera ve çalılı meraların birim alan başına verimlerinin 2010 yılından sonra değişmediği kabul edilmiştir.

Çizelge 11. Balıkesir ilinin yıllara göre hayvan varlığı
Table 11. Animal presence of Balıkesir Province by years

Yıllar	Hayvan varlığı (baş)							
	Sığır		Manda		Koyun		Keçi	
2010	493.058		2.015		630.302		160.963	
2015	523.022		3.622		792.896		207.334	
2021	544.579		5.475		1.495.379		189.650	
YDH*, %	0,9		9,5		8,2		1,5	
İndeks**	110,4		271,7		237,2		117,8	
	Hayvan birimi (HB) eşdeğerleri							
	HB	%	HB	%	HB	%	HB	%
2010	361.783	83,2	1.557	0,4	59.582	13,7	12.168	2,8
2015	388.660	80,9	2.806	0,6	73.334	15,3	15.545	3,2
2021	398.288	72,5	4.236	0,8	132.472	24,1	14.435	2,6
İndeks**	110,1		272,1		222,3		118,6	

* YDH: 2010 yılından 2021 yılına yıllık değişim hızı, ** İndeks: 2010 yılı hayvan varlığı 100 kabul edildiğinde 2021 yılı hayvan varlığı; Kaynak: Altın ve ark. (2021); TÜİK (2023a)

Bu dönemde yıllık ortalama artış hızı mandada %9,5, koyunda %8,2, kıl keçide %1,5, sığırdaki ise %0,9 olmuştur. Toplam HB varlığında sığırın payı 2010 yılında %83,2 iken 2021 yılında %72,5'e düşmüş, koyunun payı ise %13,7'den %24,1'e yükselmiştir. Buna karşılık manda ve keçide önemli bir değişiklik olmamıştır. Balıkesir büyükbaş hayvan varlığı bakımından Türkiye'de yedinci, kültür ırkı sığır varlığında ise 404.676 baş ile Konya (740.180 baş) ve İzmir'in (652.173 baş) ardından üçüncü sırada yer almaktadır. Ayrıca küçükbaş hayvan varlığında da yedinci, Merinos ırkı koyun varlığında ise 505.749 baş ile Ankara (875.177 baş) ve Eskişehir'in (860.073 baş) ardından üçüncü sırada bulunmaktadır (TÜİK, 2023a).

Balıkesir'de büyükbaş hayvan varlığı Altıeylül (%16,9), Bigadiç (%13,7) ve İvrindi (%9,0); küçükbaş hayvan varlığı ise Altıeylül (%13,9), Karesi (%12,5) ve İvrindi (%10,4) ilçelerinde yoğunlaşmıştır. Mandaların büyük çoğunluğu (%75,6) Altıeylül ilçesinde bulunmaktadır. Marmara Adası ile denize kıyısı olan Erdek ve Gömeç ilçelerinde büyükbaş ve küçükbaş hayvan mevcudu oldukça düşüktür (Çizelge 12).

Kaba Yem Yeterliliği

Balıkesir'de üretilen toplam kaba yem 1,8 milyon ton olup (Çizelge 10), bu miktar HB'ne bölünerek elde edilen HB başına kaba yem üretimi değerleri Çizelge 13'te verilmiştir. Buna göre 2010 yılında HB başına yıllık 2.847 kg olan kaba yem üretimi 2021 yılında %16,4 artarak 3.315 kg'a, HB başına günlük kaba yem üretimi ise 7,8 kg'dan 9,1 kg'a yükselmiştir. Bir hayvanın günlük kuru ot ihtiyacının canlı ağırlığının %2,5'i kadar olduğu esas alınır, 2021 yılında HB başına günlük kaba yem açığı 3,4 kg olmaktadır.

Balıkesir'de 2010 yılında kaliteli kaba yem ihtiyacının 1.985.098 ton olmasına karşılık üretim 645.236 tonu

kaliteli kaba yem olmak üzere 1.238.849 ton olarak gerçekleşmiş ve 746.249 ton kaba yem açığı meydana gelmiştir. Kaliteli kaba yem üretimi toplam kaliteli kaba yem ihtiyacının ancak %32,5'ini karşılayabilmiştir. Hayvan birimi cinsinden toplam hayvan varlığının 2010-2021 döneminde %26,3 oranında artmasına karşılık, yem bitkilerinin toplam kuru ot üretimi %196,4 oranında artmıştır (Şekil 1). Bu nedenle 2021 yılında kaliteli kaba yem üretiminin toplam kaba yem ihtiyacını karşılama oranı %51,2'ye yükselmiştir (Çizelge 14).

Saman ve anız gibi besleme değeri düşük kaba yemlerin de dikkate alınması halinde 2021 yılında toplam kaba yem üretiminin hayvanların ihtiyaçlarını karşılama oranı %72,7'ye yükselmektedir. Bu oranın yem kaynaklarının büyüklük ve verimliliği ile bu kaynaklardan yararlanan hayvan mevcuduna bağlı olması sebebiyle il seviyesinde yapılan çalışmalarda çok farklı sonuçlara ulaşılmaktadır. Üretilen kaba yemlerin ihtiyacı karşılama oranı Bitlis'te %25,4 (Bıçakçı & Açıkbaş, 2018), Muş'ta %53,3 (Hanoğlu Oral, 2022), Iğdır'da %64,7 (Temel & Şahin, 2011), Siirt'te %41,0 (Turan ve ark., 2015), Kahramanmaraş'ta %36,2 (Uslu ve ark., 2020) ve Kırşehir'de %11,6 (Yavuz ve ark., 2020) olarak tahmin edilmiştir.

Balıkesir'de yem bitkilerine tahsis edilen arazi miktarı diğer bitkilere ayrılan alanları azaltılmaktadır. Buna rağmen çiftlik hayvanlarının besin ve enerji ihtiyaçlarını yeterince karşılayabilecek düzeyde kaba yem üretilmemektedir. Özellikle nitelikli kaba yemlerdeki açık daha fazladır. Bu durum Balıkesir'in İstanbul ve Bursa gibi büyük illere yakınlığı sebebiyle hayvansal ürünlerin pazarlanmasında sorun yaşanmaması ve buna bağlı olarak hayvancılığın gelişmesi ve sonuçta yem ihtiyacının da artmasından ileri gelmektedir. Hayvancılık işletmelerinin önemli bir bölümü de hayvanlarına verdikleri sap-samanı artırmak veya daha

küçük işletmeler anızda otlatmak durumunda kalmaktadırlar. Saman tek başına hayvan besleme için yeterli değildir. Ham selüloz içeriğinin yüksek olmasından dolayı zayıf sindirilebilirliğin yanı sıra, düşük enerji değeri ve ham protein içeriği verimli hayvanların rasyonunda kullanımını sınırlamaktadır. Bu nedenle uygun şekilde takviye edilmesi halinde besin maddesi ihtiyacı görece düşük olan hayvanların rasyonlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Flachowsky ve ark., 1999; López ve ark., 2005).

Kaba yem üretimindeki eksiklik ve meraların yeterince kullanılmaması ve/veya yetersizliği, ildeki sığır

yetiştiriciliğinin genelde kesif yeme dayalı olarak yürütülmesine sebep olmaktadır. Özellikle yüksek verimli süt sığırları ve besi işletmelerinde rasyonların kesif yem oranı genellikle önerilenin üzerindedir. Oysa yem masraflarının en aza indirilmesi ve verimliliğin artırılabilmesi için rasyondaki kaba/kesif yem oranları dengeli olmalıdır. Örneğin yüksek verimli süt sığırlarının günlük kuru madde tüketiminin yaklaşık %45-55'inin kaba yemlerden sağlanması önerilir (Özen, 1999). Kesif yem oranının artması bazen maliyeti düşürse bile, hayvan sağlığı açısından kaba yem oranının belirli değerlerin altına inmemesi gerekmektedir.

Çizelge 12. Balıkesir ilinde 2021’de büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığının ilçelere göre dağılımı

Table 12. Cattle and small ruminant numbers in districts of Balıkesir province in 2021

İlçeler	Büyükbaş				Küçükbaş			
	Sığır	Manda	Toplam	Payı (%)	Koyun	Keçi	Toplam	Payı (%)
Altıeylül	88.778	4.138	92.916	16,9	220.775	14.014	234.789	13,9
Ayvalık	6.784	282	7.066	1,3	33.067	5.324	38.391	2,3
Balya	26.323	0	26.323	4,8	82.519	4.300	86.819	5,2
Bandırma	15.508	115	15.623	2,8	32.401	4.858	37.259	2,2
Bigadiç	75.039	38	75.077	13,7	72.650	6.850	79.500	4,7
Burhaniye	13.187	130	13.317	2,4	36.349	9.323	45.672	2,7
Dursunbey	25.673	77	25.750	4,7	75.220	14.990	90.210	5,4
Edremit	7.575	10	7.585	1,4	21.957	3.110	25.067	1,5
Erdek	4.292	0	4.292	0,8	4.580	4.810	9.390	0,6
Gömeç	1.982	0	1.982	0,4	13.557	2.522	16.079	1,0
Gönen	43.378	386	43.764	8,0	144.320	14.940	159.260	9,5
Havran	16.945	0	16.945	3,1	18.716	4.935	23.651	1,4
İvrindi	49.670	0	49.670	9,0	167.394	7.855	175.249	10,4
Karesi	43.894	0	43.894	8,0	199.994	10.395	210.389	12,5
Kepsut	27.809	0	27.809	5,1	66.720	9.385	76.105	4,5
Manyas	21.115	0	21.115	3,8	59.415	2.925	62.340	3,7
Marmara	971	0	971	0,2	7.427	6.507	13.934	0,8
Savaştepe	15.072	0	15.072	2,7	36.079	2.355	38.434	2,3
Sındırgı	29.329	13	29.342	5,3	103.438	42.151	145.589	8,6
Susurluk	31.255	286	31.541	5,7	98.801	18.101	116.902	6,9
Toplam	544.579	5.475	550.054	100,0	1.495.379	189.650	1.685.029	100,0

Kaynak: TÜİK (2023a)

Çizelge 13. Balıkesir ilinde HB başına çeşitli kaynaklardan sağlanan kaba yem üretimi

Table 13. Total roughage production, and roughage per animal units of Balıkesir province

Yıllar	Yem bitkileri	Çayır ve meralar	Çalılı meralar	Saman	Anız	Toplam
	HB başına kaba yem üretimi (kg yıl ⁻¹)					
2010	747,4	157,0	578,6	1.157,5	206,9	2.847
2015	1.059,9	142,2	524,1	886,7	158,3	2.771
2021	1.754,0	124,3	458,2	830,9	147,8	3.315
HB başına kaba yem üretimi (kg gün ⁻¹)						
2010	2,1	0,4	1,6	3,2	0,6	7,8
2015	2,9	0,4	1,4	2,4	0,4	7,6
2021	4,8	0,3	1,3	2,3	0,4	9,1
İndeks*	234,6	79,1	79,2	71,9	71,9	116,4

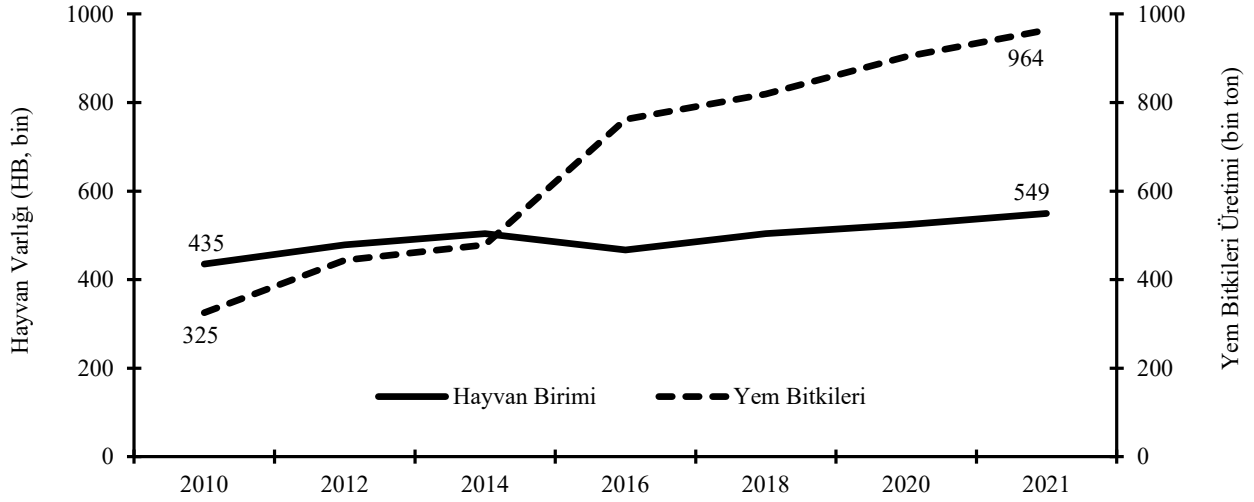
* 2010 yılı kaba yem üretimi 100 kabul edildiğinde 2021 yılı kaba yem üretimi; Kaynak: Tablo 10 ve 12’den yararlanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 14. Balıkesir ilinde toplam kaba yem üretiminin hayvan varlığının ihtiyaçlarını karşılama oranı

Table 14. The situation of meeting the needs of animal presence in total roughage production in Balıkesir Province

Yıllar	Toplam kaba yem ihtiyacı (ton)	Toplam kaba yem üretimi (ton)	Toplam kaba yem açığı (ton)	Kaliteli kaba yem üretimi (ton)	Kaliteli kaba yem açığı (ton)	Karşılama oranı (%)*
2010	1.985.098	1.238.849	746.249	645.236	1.339.862	32,5
2015	2.191.574	1.331.167	860.407	829.189	1.362.385	37,8
2021	2.506.784	1.821.514	685.270	1.283.772	1.223.012	51,2

* Kaliteli kaba yem üretiminin hayvanların ihtiyaçlarını karşılama oranı; Kaynak: Altın ve ark. (2011) ve Çizelge 10’dan yararlanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Balıkesir ilinde hayvan varlığı ve yem bitkileri üretimindeki değişim
Figure 1. Change in animal existence and forage crop production in Balıkesir province

Öneriler

Kaba yem (özellikle nitelikli yem) üretiminin artırılabilmesi için yapılabilecekler aşağıda sıralanmıştır.

- Çayır ve meralarda otlatmaya karşı dirençli olan istilacı türlerin yayılmasını önlemek ve mevcutları azaltmak veya yok etmek için uygun ıslah yöntemleri (mekanik, kimyasal, biyolojik vb.) uygulanmalıdır.
- Mevcut meraların korunabilmesi için Mera Kanunu'nun 14'üncü maddesinde tahsis amacı değişikliğini kolaylaştıran hükümler yürürlükten kaldırılarak söz konusu değişiklikler daha zor hale getirilmelidir.
- Orman sınırları içerisinde alınarak hayvan otlatılması yasaklanan çalılı alanlara mera statüsü kazandırılarak otlatılmalarına izin verilmelidir.
- Balıkesir ilinin ortalama yıllık yağış miktarı 550 mm'dir. Bu yağış kuşağında tarım alanları içerisindeki nadas alanlarının oranı (%2,5), Türkiye'deki oranın (%12,4) (TÜİK, 2023b) yaklaşık beşte biridir. Kaliteli kaba yem açığını kapatmak için bu alanların bir kısmı kuraklığa dayanıklı yem bitkileri yetiştirilerek değerlendirilmelidir.
- Sürdürülebilir tarım için ekim nöbeti sistemlerinde yem bezelyesi, fiğler ve mürdümük gibi baklagil yem bitkilerine daha fazla yer verilmelidir.
- Kışlık ara ürün olarak yem bitkileri üretimi teşvik edilmelidir.
- Uygun olan yerlerde meyve bahçelerinde ara ürün olarak çok yıllık çayır üçgülü, ak üçgül, domuz ayrığı ve kırmızı yumak, bir yıllık olarak da tek yıllık çim, yem bezelyesi ve fiğ türleri gibi yem bitkileri yetiştirilmelidir. Bu şekilde hem meyve bahçelerindeki yabancı ot sorunu azaltılacak, toprak verimliliği sürdürülebilecek, organik madde ve biyolojik çeşitlilik korunabilecek (Giacalone ve ark., 2021) hem de kaba yem üretilmiş olacaktır.
- Sap-saman gibi bitki artıkları üre, amonyak ve sodyum hidroksit (NaOH) gibi maddeler ilave edilerek (Coşkun, 2021) besin değerleri yükseltip hayvanlara verilmelidir.

Kaynaklar

- Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Başaran, U., Gülümser, E., Can, M., & Kaymak, G. (2020). Türkiye'de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi, 13-12 Ocak 2020, Ankara, Cilt: I, 529-554. ISBN-978-605-01-1321-1
- Açıkgöz, E. (2018). Türkiye'de Yem Bitkileri Araştırmalarında Gelecek Planlanması. Türkiye'de Tarım Ürünleri ve Yem Bitkileri Üretim Durumu, Sorunları ve Çözüm Yolları Çalıştayı, 9-10 Kasım 2018, Muş, 12-16.
- Alççek, A. (2021). Türkiye Kaba Yem Üretimi, Sorunları ve Çözüm Önerileri. III International and XII National Animal Science Conference, 27-28 November 2021, Bursa, Türkiye, 117-125.
- Altın, M., Gökkuş, A., & Koç, A. (2011). Çayır ve Mera Yöntemi, 1. Cilt (Genel İlkeler). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 376 s.
- Altın, M., Gökkuş, A., & Koç, A. (2021). Çayır Mera Islahı (2. Baskı). Palme Yayıncılık, Ankara. ISBN-978-605-282-789-5
- Anonim. (2023a). Türkiye Yem İstatistikleri. Türkiye Yem Sanayicileri Birliği. (Erişim: <https://www.yem.org.tr/Birligimiz/istatistikler> Erişim tarihi: 24 Kasım 2023)
- Anonim. (2023b). Balıkesir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonim. (2023c). Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü Kayıtları.
- Bıçakçı, E., & Açıkbay, S. (2018). Bitlis İlindeki Kaba Yem Üretim Potansiyelinin Hayvan Varlığına Göre Yeterliliğinin Belirlenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1): 180-185. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.364336>
- Coşkun, B. (2021). Hayvan beslemede hiç saman kullanmayalım mı? Türkiye Hayvancılığında Kaba Yem Sorunları ve Çözüm Yolları Çalıştayı, Türkiye, 109-128.
- Dai, J., Bean, B., Brown, B., Bruening, W., Edwards, J., Flowers, M., Karow, R., Lee, C., Morgan, G., Ottman, M., Ransom, J., & Ottman, M. (2016). Harvest Index and Straw Yield of Five Classes of Wheat. *Biomass & Bioenergy*, 85: 223-227. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.12.023>
- Deniz, İ., Tutuş, A., Ateş, S., & Okan O.T. (2010). Buğday Sapının Hasat İndeksi ve Soda-Oksijen-AQ Pişirmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, 5: 2052-2060.

- Donald, C.M., & Hamblin, J. (1976). The Biological Yield and Harvest Index of Cereals as Agronomic and Plant Breeding Criteria. *Advances in Agronomy*, 28: 361-405. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60559-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60559-3)
- Dökülgen, H., & Temel, S. (2015). Yaprakını Döken Karaçalı (*Palirus spina-christi* Mill.) Türünde Yaprak ve Yaprak + Sürgünlerinin Mevsimsel Besin İçeriği Değişimi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 5(3): 57-65. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jist/issue/15545/385068>
- Fernandez, I., Martin, C., Champion, M., & Michalet-Doreau, B. (2004). Effect of Corn Hybrid and Chop Length of Whole-Plant Corn Silage on Digestion and Intake by Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 87(5): 1298-1309. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73279-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73279-8)
- Flachowsky, G., Kamra, D.N., & Zadrazil, F. (1999). Cereal Straws as Animal Feed-Possibilities and Limitations. *Journal of Applied Animal Research*, 16: 105-118. <https://doi.org/10.1080/09712119.1999.9706272>
- Giacalone, G., Peano, C., Isocrono, D. & Sottile, F. (2021). Are cover crops affecting the quality and sustainability of fruit production? *Agriculture*, 11(12): 1201.
- Gökkuş, A. (2018). Çalılı Alanların Önemi ve Meraya Kazandırılması. Türkiye'de Tarım Ürünleri ve Yem Bitkileri Üretim Durumu, Sorunları ve Çözüm Yolları Çalıştayı, 9-10 Kasım 2018, Muş, 38-54.
- Gökkuş, A. (2019). Organik Hayvancılığın Kaba Yem Kaynakları: Çayır-Mera ve Çalılı Alanlar. VI. Organik Tarım Sempozyumu, 15-17 Mayıs 2019, İzmir, 148-158.
- Gökkuş, A. (2020). A Review on The Factors Causing Deterioration of Rangelands in Türkiye. *Turkish Journal of Range and Forage Science*, 1(1): 28-34. <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjrf/issue/57216/774544>
- Gökkuş, A. (2022a). Balıkesir İli Çayır-Mera Alanlarında İlçelere Göre Faydalı Ot Miktarları konusunda 23 Aralık 2022 tarihli yazışma.
- Gökkuş, A. (2022b). Balıkesir İli Çalılı Meralarında İlçelere Otlanabilir Yem Miktarları konusunda 23 Aralık 2022 tarihli yazışma.
- Gökkuş, A., & Coşkun, E. (2023). Geleceğın Türkiye'sinde Doğal Çayır ve Meraların Önemi. *Acta Natura et Scientia*, 4(1): 58-67. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2023.353.06>
- Hanoğlu Oral, H., & Gökkuş, A. (2021). Evaluation of Total Roughage Production and its Sufficiency for Livestock in Türkiye. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(3): 2423-2433. <https://doi.org/10.21597/jist.899304>
- Hanoğlu Oral, H., Kuz, H.İ., Dayanıklı, C., Önalđı, A.T., Alarşlan, E., & Duman, E. (2021a). Balıkesir İlinde Ekstansif Sığır Yetiştiriciliğinin Organik Üretim Modeline Dönüştürölme Olanakları. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(2), 492-504. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol5iss2pp492-504>
- Hanoğlu Oral, H., Kuz, H.İ., Dayanıklı, C., Önalđı, A.T., Alarşlan, E., & Duman, E. (2021b). Ekstansif Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Organik Hayvancılığa Geçiş Olanakları: Balıkesir İli Örneği, Türkiye. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 320-330. <https://doi.org/10.19159/tutad.996602>
- Hanoğlu Oral, H. (2022). Muş İlinde Kaba Yem Üretimi ve Yeterlilik Durumu. *Hayvansal Üretim*, 63(2): 67-76. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.900005>
- HMB (Hazine ve Maliye Bakanlığı). (2023). Genel Bütçe İstatistikleri. Muhasebat Genel Müdürlüğü. (Erişim: <https://muhasebat.hmb.gov.tr/merkezi-yonetim-butce-istatistikleri> Erişim tarihi: 24 Kasım 2023)
- KB (Kalkınma Bakanlığı). (2014). Onuncu Kalkınma Planı Hayvancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara, 144 s.
- Kaya Kuyulu, Ç.Y. (2012). Avrupa Birliği'nde Süt Üretiminde Kota Uygulamalarının Gelişimi ve Sistemin Türkiye'ye Uyarlanması. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 83(1): 49-58.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., & Çelik, L. (2005). Genel Hayvan Besleme. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Adana, 175 s. <https://www.ruminantbesleme.com/wp-content/uploads/2018/09/genel-hayvan-besleme.pdf>
- López, S., Davies, D.R., Giráldez, F.J., Dhanoa, M., Dijkstra, J., & France, J. (2005). Assessment of nutritive value of cereal and legume straws based on chemical composition and in vitro digestibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 1550-1557. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2136>
- Malekkhahi, M., Razzaghi, A., & Vyas, D. (2023). Replacement of Corn Silage with Shredded Beet Pulp and Dietary Starch Concentration: Effects on Performance, Milk Fat Output, and Body Reserves of Mid-Lactation Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 106(3): 1734 - 1745. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22415>
- Mat, B., & Cevger, Y. (2020). Balıkesir İlindeki Süt Sığırılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Sorunları. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 36(4): 277-286. DOI: 10.15312/EurasianJVetSci.2020.309
- Matias, J., Cruz, V., Antonio, A., & González, D. (2019). Evaluation of Rice Straw Yield, Fibre Composition and Collection Under Mediterranean Conditions. *Acta Technologica Agricultrae*, 22: 43-47. <https://doi.org/10.2478/ata-2019-0008>
- McCartney, D.H., Block, H.C., Dubske, P.L., & Ohama, A.J. (2006). The Composition and Availability of Straw and Chaff from Small Grain Cereals for Beef Cattle in Western Canada. *Canadian Journal of Animal Science*, 86(4): 443-455. <https://doi.org/10.4141/A05-092>
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü). (2021). Türkiye Orman Varlığı-2020. Ankara, 58 s. ISBN 978-605-7599-68-1
- Okcu, M. (2020). Türkiye ve Doğu Anadolu Bölgesi Çayır-Mera Alanları, Hayvan Varlığı ve Yem Bitkileri Tarımının Mevcut Durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3): 321-330. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.708884>
- Özen, N. (1999). Süt Sığırlarının Beslenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Notu. No: 3, Antalya.
- Özer, B., & İkkat Tümer, E. (2021). Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(2): 187-200. <https://doi.org/10.36846/CJAFS.2021.47>
- Özkan, U. (2020). Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme. *Türk Ziraat Mühendisliği Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 29-43. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkager/issue/53651/690715>
- Scarlat, N., Fahl, F., Lugato, E., Monforti-Ferrario, F., & Dallemand, J. F. (2019). Integrated and Spatially Explicit Assessment of Sustainable Crop Residues Potential in Europe. *Biomass and Bioenergy*, 122: 257-269. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.01.021>
- Soylu, S. & Sade, B. (2003). Makarnalık Buğdaylarda (*Triticum durum* L.) Bitki Boyu, Hasat İndeksi ve Bunlara Etkili Faktörlerin Kombinasyon Yeteneği ve Kalıtımı. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 13 (1) 75-90.
- Staniforth, A. R. (1979). *Cereal straw*. Oxford University Press, Oxford, 175 pp. ISBN: 978-0-19-859466-6
- Tan, M. (2017). Muş Tarımında Yem Bitkilerinin Önemi ve Alternatif Yem Bitkileri. Muş Ovası Tarım ve Hayvancılık Çalıştayı, s. 97-110, 15-16 Mayıs, Muş.
- Temel, S., & Şahin, K. (2011). İğdir İlinde Yem Bitkilerinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1): 64-72. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyutbd/issue/21979/236003>
- Turan, N., Özyazıcı, M.A., & Tantekin, G.Y. (2015). Siirt İlinde Çayır Mera Alanlarından ve Yem Bitkilerinden Elde Edilen Kaba Yem Üretim Potansiyeli. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1): 69-75. doi:10.19159/tutad.37366

- TÜİK. (2023a). Hayvancılık İstatistikleri. (Erişim: [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101& locale=tr](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr) Erişim tarihi: 24 Kasım 2023)
- TÜİK. (2023b). Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim tarihi: 24 Kasım 2023)
- Uslu, Ö.S., Kızılışımşek, M., & Balcı, F. (2020). Kaba Yem Üretimi ve İhtiyacı Yönünden Kahramanmaraş İlinin Genel Durumu. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2): 147-160. <https://dergipark.org.tr/en/pub/dufed/issue/57933/763830>
- Wang, B., Sun, H., Wang, D., Liu, H., & Liu, J. (2022). Constraints on the utilization of cereal straw in lactating dairy cows: A review from the perspective of systems biology. *Animal Nutrition*, 9: 240-248. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.01.002>
- Yavuz, T., Kır, H., & Gül, V. (2020). Türkiye’de Kaba Yem Üretim Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Kırşehir İli Örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3): 345-352. <https://doi.org/10.19159/tutad.728119>
- Yıldırım, M., & Hazar Kalonya, D. (2021). Kır-Kent Çeperinde Yer Alan Kırsal Yerleşimlerin Sosyo-Mekânsal Dönüşümü: Ödemiş Örneği. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 3(1): 22-55. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1203388>