

TURJAF

12(1): 2024



Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology
International Peer-Reviewed Journal | ISSN: 2148-127X
www.agrifoodscience.com



Editorial Team

Editor in chief

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

Associate Editor

Prof. Dr. Hasan Eleroğlu, Cumhuriyet University, Türkiye

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

Manuscript Editor

Dr. Kadir Erensoy, Ondokuz Mayıs University, Türkiye

Editorial Board

Prof. Dr. Ebubekir Altuntaş, Gaziosmanpaşa University, Türkiye

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

Prof. Dr. Zeki Bayramoğlu, Selçuk University, Konya, Türkiye

Prof. Dr. Kezban Candoğan, Ankara University, Türkiye

Prof. Dr. Yusuf CUFADAR, Selçuk University, Konya, Türkiye

Prof. Dr. Mahmut Çetin, Çukurova University, Adana, Türkiye

Prof. Dr. Suat Dikel, Çukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Hasan Eleroğlu, Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Naif Geboloğlu, Gaziosmanpaşa University, Türkiye

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

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

Prof. Dr. Sedat Karaman, Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa Karhan, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Hüseyin Karlıdağ, İnönü University, Türkiye

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

Prof. Dr. Halil Kızılaslan, Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Kürşat Korkmaz, Ordu University, Türkiye

Prof. Dr. Abdulrezzak Memon, Uşak University, Türkiye

Prof. Dr. Yusuf Ziya Oğrak, Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Türkiye

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

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

Prof. Dr. Zeliha Selamoğlu, Niğde University, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet Şahin, Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye

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

Prof. Dr. Yusuf Yanar, Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Arda Yıldırım, Tokat Gaziosmanpaşa 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 ÜNALAN, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

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

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



Associate Prof. Dr. Hasan Gökhan Doğan, Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye
Associate Prof. Dr. Ekrem Mutlu, Kastamonu University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Cem Okan ÖZER, Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Türkiye
Associate Prof. Dr. Emre Şirin, Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye
Associate Prof. Dr. Hatıra Taşkın, Çukurova University, Türkiye
Dr. Emre Aksoy, Ömer Halisdemir University, Türkiye
Dr. Allah Bakhsh, Nigde Omer Halisdemir University, Türkiye
Dr. Mustafa Duman, Nigde University, Türkiye
Dr. Burak Şen, Omer Halisdemir University, Türkiye

Section Editors

Prof. Dr. Alper Durak, Turgut Özal Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Gülistan Erdal, Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Zeki Gökalp, Erciyes University, Türkiye
Prof. Dr. Rüştü Hatipoğlu, Cukurova University, Türkiye
Prof. Dr. Teoman Kankılıç, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Türkiye
Prof. Dr. Osman Karkacier, Akdeniz University, Türkiye
Prof. Dr. G. Tamer Kayaalp, Cukurova University, Türkiye
Prof. Dr. Nuray Kızılaslan, Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Prof. Dr. Hasan Rüştü Kutlu, Cukurova University, Türkiye
Prof. Dr. Hülya Eminçe Saygı, 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 Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Erkan Yalçın, Bolu Abant İzzet Baysal University Türkiye
Prof. Dr. Durdane Yanar, Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Associate Prof. Dr. Hüsnü AKTAŞ, Mardin Artuklu Üniversitesi
Associate Prof. Dr. Hatun Barut, Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute.,Türkiye
Associate Prof. Dr. Berken Cimen, Cukurova University,Türkiye
Associate Prof. Dr. Nazlı Ercan, Cumhuriyet University, Türkiye
Associate Prof. Dr. Cemal Kurt, Cukurova University, Türkiye
Assistant Prof. Muhammad Azhar Nadeem, Sivas bilim ve teknoloji üniversitesi, Türkiye
Associate Prof. Dr. Senay Ugur, Türkiye
Associate Prof. Dr. Uğur Serbester, Çukurova University, Türkiye
Associate Prof. Dr. Mustafa Sevindik, Osmaniye Korkut Ata University, Türkiye
Assoc. Prof. Özhan Şimsek, Erciyes University, Türkiye
Associate Prof. Dr. Gülsüm Yıldız, Abant izzet baysal üniversitesi, Türkiye
Dr. Gökhan BAKTEMUR, Sivas University of Science and Technology, Türkiye
Dr. Sara Yasemin, Siirt University, Türkiye

Regional Editors

Prof. Dr. Himayatullah Khan, KPK Agricultural University, Peshawar, Pakistan
Prof. Dr. Abderrahim BENSLAMA, University of M'sila, Cezayir
Dr. Abdul Hannan, University of Agriculture, Pakistan
Dr. Aimee Sheree Adato Barrion, University of the Philippines Los Baños, Filipinler
Dr. Claudio Ratti, University of Bologna, İtalya



Dr. Dima Alkadri, University of the Bologna, İtalya
Dr. Fernanda Cortez Lopes, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil, Brezilya
Dr. Gheorghe Cristian Popescu, University of Pitesti Â, Romanya
Dr. Idrees A. Nasir, University of the Punjab, Pakistan
Dr. Jelena Zindovic, University of Montenegro, Karadağ
Dr. Muhammad Amjad Ali, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, Pakistan
Dr. Muhammad Naeem Sattar, University of the Punjab, İsveç
Dr. Muhammad Rizwan ShafiqShafiq, R. Friedrich-Wilhelms-University, Almanya
Dr. Muhammad Qasim Shahid, South China Agricultural University, Çin
Dr. Muhammad Younas Khan, University of Quetta, Pakistan
Dr. Neelesh Sharma, Faculty of Veterinary Science & Animal Husbandry, Hindistan
Dr. Noosheen Zahid, University of Nottingham, Malezya

Statistics Editor

Prof. Dr. Soner Çankaya, Ondokuz Mayıs University, Türkiye
Prof. Dr. Hüdaverdi Bircan, Cumhuriyet Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Adnan ÜNALAN, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Foreign Relations

Emre Aksoy, Biological Sciences, Middle East Technical University, Türkiye



Contents

Research Paper

Investigation of The Effect of Different Marination Methods on Organoleptic Quality of Beef

Hayrettin Mutlu, Esra Koç Terlemez 1-6

Functional Analysis of Thyme Production in Denizli Province

Arif Semerci, Enver Ken 7-14

A Study on Consumers' Meat Consumption Preferences

Fatma Kaya Yıldırım, Beyza Hatice Ulusoy, İrem Karataş 15-21

Introduction and Morphological Description of the Classic Hünkârî Pigeons in Türkiye

Murat Türkeş, Serkan Gündüz 22-32

Determination of the Usability of Whey and Molasses in the Coating of Fruit

Fadime Seyrekoğlu 33-39

Comparison of Laying Hens with Slow and Fast-Growing Broiler Strains of Stunning, Slaughter, Meat and Bone Characteristics

İhsan Bülent Helva, Mustafa Akşit, Zeynep Yardım 40-47

Evaluation of Winter Lentil Varieties for Yield and Some Quality Criteria in Isparta Conditions

Aykut Şener, Muharrem Kaya 48-58

Determination of Bacteria Levels Contained in Some Probiotic Preparations Consumed and Confirmation by PCR

Özen Yurdakul, Elif Gizem Yılmaz, Erdi Şen, Soner Tutun 59-65

Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Vermicompost on Plant Characteristics of Sambucus sp. (Sambucus nigra L.)

Mehmet Şakar, Öznur Öz Atasever 66-71

Effect of Thermosonication Treatment on Enzyme Activity and Phenolic Compounds in Apple Juice: FTIR and HPLC Study

Hande Baltacıoğlu, Emine Melike Türk, Gözde Doğanay 72-82

Factors Affecting Consumers' Food Away from Home Consumption Decisions: a Pilot Study on Türkiye

Osman İnanç Güney 83-90



Review Articles

Effects of Food Additives on Health

Sena Yaren Sarıcan, Nurten Beyter, İlkey Yılmaz

91-99

Microorganisms and Effects on the Olive Oil Quality

Alper Aydın, Başar Uymaz Tezel, Mustafa Öğütçü

100-108

Is Sustainable Fishing Possible?

Sıla Ozan, Uğur Başer

109-115

The Importance of Plant-Based Milks in the Food Industry and Ensuring Microbial Safety

Ulaş Baysan

116-124



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 \(Journals\)](#),
- [Sobid 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](#)
- [The Turkish Academic Network and Information Centre \(ULAKBIM\)](#),
- [ULAKBIM TR Index list of Journals \(TR-INDEX\)](#)



This work is licensed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#)

ISSN: 2148-127X



Turkish JAF Sci.Tech.



EISSN: 2148-127X

Web

Editör: Hasan Eleroğlu

Yayıncı: Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

Yayın Formatı: Elektronik

Yayın Dili: Türkçe, İngilizce

Yayına Başladığı Yıl: 2013

Dizinlendiği Yıllar: 2014 - 2023 (Fen)

Yıllık Yayın Sayısı: 12

Konu Kategorisi: Fen > Ziraat Fen > Mühendislik

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

Konu Alanları: Ziraat Mühendisliği Gıda Bilimi ve Teknolojisi

Makale Sayısı

2732

Atıf Sayısı

2044

Kendine Atıf Sayısı

715

Atıf Alan Makale Sayısı

823

Atıf Ortalaması

0,75

Kendine Atıf Oranı

%34,98



Investigation of The Effect of Different Marination Methods on Organoleptic Quality of Beef

Hayrettin Mutlu^{1,a,*}, Esra Koç Terlemez^{2,b}

¹*Istanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye*

²*Istanbul Gedik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları ABD, İstanbul, Türkiye*

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 13.12.2022 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Gastronomy Nutrition Marinating Beef Grilling and Organoleptic</p>	<p>The objective of our research is to investigate the effects of different marination methods on the organoleptic properties of beef. In our study, we utilized beef from cattle not exceeding 2 years of age, which was procured from a local market in Istanbul. The cuts obtained from the region known as "sirloin" were marinated in onion juice, pineapple juice, and milk at a temperature of 4°C for 6 hours. After marination, the marinated cuts were allowed to stand at room temperature for 10 minutes and were then grilled at an ambient temperature of 174°C until the core temperature reached 55°C using a grilling technique. For the samples, pH levels, weight losses, and water activity values were measured both before and after cooking, including before and after marination. During the 6-hour marination process, a decrease in pH was observed in the case of meats marinated with onion and pineapple liquids in comparison to the control sample, while an increase in pH was noted in the case of meats marinated with milk. The average sensory analysis scores for meats marinated with three different marinades were found to be 23.9% ± 1.7 for milk marinade, 30.7% ± 2.7 for onion marinade, and 15.5% ± 4.5 for pineapple marinade (f=92.1077; p=0.0001). As a result of the analyses, it can be concluded that marinating beef with milk is more suitable for achieving minimal loss and maximum moisture activity during the grilling process, and it also yields favorable results in sensory analysis.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 1-6, 2024

Marinasyon yöntemlerinin kırmızı etin kimyasal ve organoleptik kalitesi üzerine etkisinin incelenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 13.12.2022 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Gastronomi Beslenme Kırmızı Et Marinasyon Izgara ve Organoleptik</p>	<p>Bu araştırmanın amacı farklı marinasyon yöntemlerinin dana etinin organoleptik özellikleri üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Bu çalışmada, İstanbul ilinde yerleşik bir marketten satın alınan 2 yaşı geçmemiş dana eti kullanılmıştır. Antrikot olarak bilinen bölgeden elde edilen etler, soğan suyu, ananas suyu ve süt içinde 4°C'de 6 saat marine edilmiştir. Marine edilmiş parçalar 10 dk ortam sıcaklığında bekletilerek, yüzey sıcaklığı 174°C olan ızgarada merkez sıcaklığı 55°C olana kadar ızgara tekniğiyle pişirilmiştir. Örneklerde, pişirme öncesi (marinasyon öncesi ve sonrası) ve pişirme sonrası; pH, ağırlık kayıpları ile su aktivitesi değerleri ölçümü yapılmıştır. Altı saat süren işlemde, kontrol örneğine göre soğan ve ananas sıvısı ile marine edilen etlerde pH düşüşü yaşanırken, süt sıvısı ile marine edilen etlerde pH artışı gözlemlenmiştir. Üç farklı marinasyon sıvısı ile marinasyon işlemi yapılmış etin ortalama duyu analiz puanları süt marinasyonu için %23,9±1,7; soğan marinasyonu için %30,7±2,7; ananas marinasyonu için %15,5±4,5 bulunmuştur (f=92.1077; p=0,0001). Yapılan analizler sonucunda dana antrikot etinin ızgara pişirme işleminde minimum ağırlık kaybı ve maksimum nem aktivitesi açısından ve duyu analiz sonuçlarının olumlu olması yönünden süt ile marine edilmesinin daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.</p>

^a hayrettin.mutlu@istun.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-6560-5831>

^c kcc.esra@hotmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0002-8188-3989>



Giriş

Beslenmenin temel öğelerinden biri olan kırmızı et protein yönünden oldukça zengin olup, yüksek besinsel değerlere sahip bir besindir (Aşçıoğlu, 2013; Çarbuğa, 2019). Etin renk, koku, tat, doku gibi duyuşal özellikleri ve su tutma kapasitesi, pişirme verimi gibi fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için marinasyon yöntemi kullanılmaktadır (Fletcher, 2004; Tan ve Ockerman, 2005). Genel olarak üç tür marinasyon yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar daldırma, enjeksiyon ve tamburlama yöntemlerdir. Geleneksel bir yöntem olan daldırma tekniği uygulanarak marinasyon sıvısı ile dolu kaba hayvan eti daldırılarak bekletilmektedir. Enjeksiyon sisteminde ise marinasyon sıvısı çoklu iğne sistemi ile hayvan etine enjekte edilmektedir. Tamburlama yönteminde ise kendi ekseni etrafında dönen tamburlarda marinasyon sıvısı ile hayvan eti karıştırılarak uygulanmaktadır (Ergezer ve Gökçe, 2004). Marine etme, sadece ürünün tadını etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda ürünün güvenliğini ve dayanıklılığını da artırmaktadır (Björkroth, 2005). Marinasyonun daha etkin bir hale gelmesi için marine edilecek etlerin yüzey alanı genişletilip, daha küçük parçalar haline getirilmelidir. Diğer bir seçenek de tuz, soğan, sarımsak, biber gibi toz baharat karışımlarını da ete eklemeştir. Sıkça kullanılan başka bir marinasyon sıvısı ise bu karışımın yağ, su ve sirke ile karıştırılarak sıvı formda ete uygulanmasıdır (Gerhard, 2006). Son yıllarda Türkiye’de tüketimi artan kırmızı et, farklı yöntem ve teknikler geliştirilerek hazırlanmakta ve satışa sunulmaktadır. Marinasyon ile elde edilene asidik yapı etin duyuşal özelliklerinde pozitif etki ederek ürünün satış fiyatına ise yükseliş olarak yansımaktadır (Ergezer, 2005).

Her geçen gün lezzet algısının değişmesi, tüketicilerin beklentilerindeki artış tüketilen ürünün duyuşal ve görsel açıdan daha tatmin edici olmasını gerektirmektedir (Smutzer, 2013) bu bağlamda çalışmamızın amacı farklı marinasyon yöntemlerin dana etinin organoleptik özelliklerinde meydana getirdiği değişikliklerin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, 1,5-2 yaş arası hayvandan elde edilen ve İstanbul ilinde yerleşik bir marketten satın alınan dana antrikot eti ve diğer malzemeler +4°C soğuk zincirde özel taşıma kutusunda (Eps strafor taşıma kabı, Ambalaj Stok, Denizli-Türkiye) Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü mutfağına getirilmiş ve ileri analize alınana kadar +4°C’de buzdolabına (Öztiryakiler GN 600 NTV, İstanbul-Türkiye) kaldırılmıştır.

Örnek Hazırlama

İki yaşı geçmemiş dana çiğ antrikot etinden kalınlığı 1,5 cm, uzunluğu 17 cm ve ağırlığı ortalama 213,3±5,9 g olan üç eşit parça çıkarılmıştır. Parçalar ayrı kaplarda, soğan, ananas ve süt soslari içinde 4°C’de 6 saat marinasyona bırakılmıştır. Bu çalışmamaii tekrarlı gerçekleştirilmiştir. Çalışma öncesi İstanbul Gedik Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulundan (2020-4) izin alınmıştır.

Marinasyon

Çalışmada kullanılan marinasyon yöntemi “daldırma-immersiyondur”. Daldırma yöntemi pek çok mutfakta yaygın biçimde tercih edilmesi, uygulama kolaylığı ve

ilave donanıma gerek olmaması gibi faktörler sebebiyle kullanılmıştır. Bu yöntemin bir diğer avantajı ise derili veya derisiz her türlü ete uygulanabilir olmasıdır (Ergezer ve Gökçe, 2004). Hazırlanan et örnekleri marinasyon işlemi için paslanmaz çelik gastronomi kütvetleri (Öztiryakiler, 0311.13065.31 Tip: Nötr) içinde önceden hazırlanmış üç farklı marinasyon çözeltilerine daldırma yöntemi ile konulmuştur. Marinatlara konulan örnekler 6 saat süre boyunca +4°C’lik dondurucuda bekletilmiştir. Tüm marinasyonlar 1:1 (saf su: marinasyon sıvısı) oranı kullanılmıştır.(Gök ve ark.2016)

Nem miktarı tayini

Numunelerden marinasyon işlemi öncesinde ve sonrasında iç, dış ve yağlı kısımlarından parçalar alınarak nem tayin cihazı kullanılarak nem tayini yapılmıştır (Presica XM 50, İsviçre). Et örneklerinde nem tayini “Association of Analytical Chemists” yönteminde belirtilen talimatlar uygulanarak gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990).

pH ölçümü

Marinasyon işlemi öncesinde ve sonrasında et dilimleri pH ölçümüne tabi tutulmuştur. Her ölçümde 10 g örneğe 100 mL saf su ilave edilmiş, örnekler homojenizatörde (Ika, 800/500 W Türkiye) bir dk homojenize edildikten sonra pH metre (Schott Instruments, Lab 86, İngiltere) kullanılarak ölçülmüştür. Örneklerin marinasyon işlemi öncesi pH ölçümleri ise pH test kâğıdı (Isolab No: 101.02.001, İstanbul, Türkiye) ile belirlenmiştir. Et örneklerinde pH ölçümü Gökalp ve arkadaşlarının pH ölçüm yönteminde belirtilen talimatlar uygulanarak gerçekleştirilmiştir (Gökalp ve ark., 2010)

Pişirme kaybı tayini

Numunelerde marinasyon öncesi ve sonrası ile pişirme sonrası hacim değişiklikleri gözlenmiştir. Ağırlıklar mutfak hassas terazisi ile ölçülmüştür (Neck 600g, İstanbul, Türkiye).

Marinat Absorbsiyonu Marine edilen örneklerin marinat absorbsiyonu ağırlık esasına göre Marinat absorbsiyonu=100× (Marinasyon sonrası ağırlık–Marinasyon öncesi ağırlık)/ Marinasyon öncesi ağırlık, formüle göre belirlenmiştir. Son ürün verimi, pişirilmiş örneklerin son ürün verimi ağırlık esasına göre Young ve ark. (Young ve ark., 1999) tarafından belirtilen Verim=100×(pişmiş ağırlık / marinasyon öncesi ağırlık) formülü ile belirlenmiştir.

Pişirme işlemi

Marinasyon sıvısından çıkarılan etler, süzdürülerek yoğun sıvıdan arındırılmıştır. Arındırılan etler 10 dk ortam sıcaklığında bekletilmiştir. Kontrol örneği +4°C de muhafaza edilmiş olup testlerden 10 dk önce oda sıcaklığına bekletilmiştir. Pişirme öncesinde ızgara 174°C yüzey sıcaklığı kazandırılmış ızgarada tamamlanmıştır (Silver, İstanbul, Türkiye). Farklı marinasyon sıvılarının içerisinde bekletilen et örneklerinin tümü aynı pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi koşullarında işlenmiştir. Numunelerin merkez sıcaklıkları 72°C dereceye gelinceye kadar, iki yüzeyi de eşit derecelerde ızgara (grill) yöntemi ile pişirilmiştir. Pişirme işlemi gerçekleştirildiğinde probe termometre ile merkez sıcaklık kontrol edilmiştir (TP101, Kayseri, Türkiye).

Pişirme süresi ve sıcaklık ölçümleri: 174°C sıcaklıkta merkez sıcaklığı 55°C olmak üzere Soğan suyu, ananas suyu ve süt marilenmiş numuneler sırasıyla 1,38 dk, 1,25dk ve 2,15 dk süresince pişirilmiştir.

Duyusal analiz

Pişirilmiş et örnekleri hijyenik bıçak yardımıyla yaklaşık 2×2×2 cm ebatlarında kesilmiştir. Panelistlerin son üründe görsel ayırımı rahat yapabilmeleri için kesilen son ürün dilimleri beyaz renkli tabaklarda servis edilmiştir. Etlerin duysal özelliklerinin analizleri, duysal analiz eğitimlerini tamamlamış, Gastronomi uzmanı 7 kadın 8 erkek olmak üzere toplam 15 panelist gerçekleştirmiştir. Panelistlerden, et örneklerini renk, koku, sululuk, yumuşaklık, tat ve genel beğeni açısından 5'li Likert ölçeğine göre (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) arasında değerlendirmeleri istenmiştir. Tatları nötrlemek için örnekler arasında su kullanılmıştır (Altuğ ve Elmacı, 2011).

İstatistik analizler

İstatistik analizler için SPSS 19.0 hazır istatistik paket programı kullanılmıştır. Farklı marinasyon sıvılarında (soğan suyu, ananas suyu ve süt) marine edilmiş örneklerin pişirme öncesi (PÖ) ve pişirme sonrası (PS) ortalama nem (%) ile ağırlık kaybı (%) değerleri ki-kare testi ile sınımlanmıştır (P<0,05). İkinci aşamada, farklı Marinasyon işlemleri ile muamele görmüş ve pişirilmiş ürünlerin organoleptik (tat, kokutat, koku, renk, sululuk, doku, ağız hissi-çiğnenilebilirlik ve yumuşaklık) değerlendirme

kriterleri ortalama değerleri one-way ANOVA ve post-hoc(duncan) testi ile analiz edilmiştir (P<0,05).

Bulgular

Farklı marinatlar ile işlem görmüş etlerin pişirme öncesi ve sonrası nem ölçüm sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Farklı marinasyon sıvılarının pişirme öncesi ve sonrası nem oranına etkilerine bakıldığında soğan, ananas, süt marinasyonu için öncesinde ortalama %96,03, %93,66 ve %93,32 iken sonrasında sırasıyla %90,75, %94,08 ve %95,41 olarak tespit edilmiştir. Soğan marinasyonunda nem oranı düşerken ananas ve süt marinasyonunda nem artışı tespit edilmiştir.

Pişirme işlemi sonucu pH değişimine bakıldığında ise (Çizelge 2), soğan ve süt marinasyonunda azalma olurken ananas marinasyonunda artış tespit edilmiştir. Pişirme işlemi sonucu en yüksek ağırlık kaybı %25,7 ile ananas sosu ile marine edilmiş örnekte görülmüştür. Bunu, %20,4 ile soğan marine suyu ve %16,1 süt ile marine edilmiş örnekler takip etmiştir. Marine edilmiş örneklerin iç, dış ve yağlı kısımlarında pişirme sonrası ortalama nem değerleri; soğan marinasyonu için %90,7±%7,2; ananas marinasyonu için %94,1±%3,8 ve süt marinasyonu için %95,4±%1,7 olarak tespit edilmiştir. Dana eti örneklerinde ortalama marinat absorpsiyon oranı ise; %2,6 ananas, %1,4 süt ve %1,0 soğan sosu olarak gerçekleşmiştir. Elde edilen verilere göre en yüksek değer ananas sıvısında, en düşük değer ise soğan sıvısında bulunmuştur. Duyusal analiz sonuçları Çizelge 3 ve Grafik 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Farklı marinatlar ile işlem görmüş etlerin pişirme öncesi ve sonrası nem ölçüm sonuçları

Table 1. The Moisture Measurement Results Before and After Cooking Meats Treated with Different Marinades

Bölge	Soğan Marinasyonlu		Ananas Marinasyonlu		Süt Marinasyonlu	
	Pişirme Öncesi Nem	Pişirme Sonrası Nem	Pişirme Öncesi Nem	Pişirme Sonrası Nem	Pişirme Öncesi Nem	Pişirme Sonrası Nem
İç	%83,99	%96,97	%90,35	%89,84	%90,35	%93,84
Dış	%94,33	%92,45	%94,42	%97,25	%93,42	%97,25
Yağlı	%97,73	%82,82	%96,20	%95,14	%96,20	%95,14
Ortalama	%96,03	%90,75	%93,66	%94,08	%93,32	%95,41
SS	0,02	0,07	0,03	0,04	0,03	0,02

Çizelge 2. Marinasyon öncesi ve sonrası pH ve Ağırlık değişimleri

Table 2. The pH and Mass Changes Before and After Marinaton

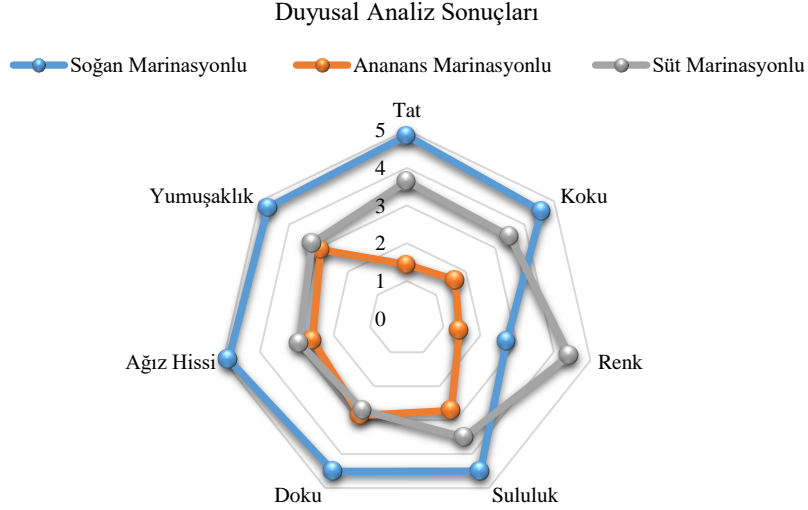
	MÖ pH	M pH	MPÖ pH	PS pH	MÖA g	PÖAg	PSA g	AK g
Soğan	6,21	6	6,02	5,98	218,02	220,14	175,14	45
Ananas	6,21	5	5,57	5,74	206,75	212,12	152,24	59,8
Süt	6,21	7	6,24	6,12	215,15	218,24	180,12	38,12

MÖ: Marinasyon Öncesi; MPÖ: Marine pH (pişirme öncesi); PS: Pişirme sonrası; MÖA: Marinasyon Öncesi Ağırlık; PÖA: Pişirme Öncesi Ağırlık; PSA: Pişirme Sonrası Ağırlık; AK: Ağırlık Kaybı

Çizelge 3. Duyusal analiz (panelist değerlendirme) sonuçlarının karşılaştırılması

Table 3. Comparison of Sensory Analysis Results

Duyusal Analiz Alt Parametreleri	Soğan Marinasyonu	Ananas Marinasyonu	Süt Marinasyonu
Tat	4,9±0,3	1,4±0,8	3,64±0,8
Koku	4,5±0,6	1,6±0,7	3,50±0,7
Renk	2,7±1,3	1,4±0,5	4,43±0,7
Sululuk	4,5±0,05	2,7±0,6	3,50±0,5
Doku	4,5±0,06	2,9±1,2	2,71±0,9
Ağız Hissi (Çiğnenilebilirlik)	4,9±0,03	2,6±0,8	2,93±0,8
Yumuşaklık	4,7±0,06	2,9±0,06	3,21±1,2
Toplam puan	30,7±2,7	15,5±4,5	23,9±1,7



Grafik 1. Duyusal analiz sonuçlarının karşılaştırılması
Graphics 1. Comparison of Sensory Analysis Results

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, farklı marinasyon sıvılarının kırmızı etin kimyasal ve organoleptik kalitesine etkisinin incelenmesi için farklı marinasyon sıvılarıyla marine edilmiş kırmızı etin pişirme öncesi ve sonrası pH, absorpsiyon oranı, nem miktarı ve duyusal analizleri yapılmıştır. Pişirme işlemi sonucu en yüksek ağırlık kaybı %25,7 ile ananas sosu ile marine edilmiş örnekte görülmüştür. Bunu, %20,4 ile soğan marine ve %16,1 süt marine edilmiş örnekler takip etmiştir.

Marinasyon süresi 6 saat süren işlemde, kontrol grubuna göre soğan ve ananas sıvısında pH düşüşü yaşanırken, süt sıvısında pH artışı gözlemlenmiştir. Farklı asidik özelliklere sahip sıvıların ete nüfuz ederek eti yumuşatıp yumuşatmadığı, lezzeti artırıp artırmadığı ve tüketiciler için tercih edilip edilmediği araştırılmıştır. Daldırma yöntemi kullanılarak 6 saat süren marinasyon işleminde marinat sıvılarının ete nüfuz etmesinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Daldırma yöntemi kullanılan benzer bir çalışmada marinasyon işlemi 24, 48 ve 72 saat olarak üç farklı zamanda uygulanmıştır. Marinasyon süresinin marine edilen etlerin marinat alımı, etteki nem oranı ve renk değerleri üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca marinat alımının 48 saate kadar devam ettiği, ancak 48 saat sonrasında azaldığı bildirilmiştir (Çelik, 2019). Çalışmamızla benzerlik gösteren bu bilgilere göre; çalışmamızın ananas örneğinde karşılaşılan marinasyon sırasında etin jelleşmesi ve soğan örneğinin marinasyon sırasında renk değerlerinin değişimi marinasyon süresi ile açıklanabilmektedir. Örneklerde sunulan dana antrikot etlerinin nem miktarı kontrol örneği olarak marinasyon işlemi öncesinde, marinasyon işlemi sonrasında ve pişirme işlemi sonrası olarak üç farklı zamanlarda ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre; hem pişmiş hem çiğ örneklerin sonuçlarını marinasyon sıvı çeşidinin ileri düzeyde etkilediği gözlemlenmiştir.

Çiğ dana etinde ortaya çıkan ortalama nem değeri, diğer marinasyon sıvıları ile karşılaştırıldığında en düşük seviyede kalmıştır. Pişmiş dana etinin verileri

incelendiğinde ise en düşük değerin soğan suyunda bulunduğu, en yüksek değerin ise süt ile elde edilen marinasyon sıvısında bulunduğu anlaşılmıştır. Araştırma bulgularımıza göre marinasyon öncesi ve sonrası nem miktarlarına bakıldığında ananas ile marinasyonda nem oranı soğan ile marinasyonda daha düşük bulunmuştur. Çalışmamız bu yönüyle literatür ile benzerlik göstermektedir. (Cesur 2009, Serdaroğlu 2007, Ke ve ark., 2009). Marinasyon sıvısı olarak zeytinyağı, üzüm suyu ve domates suyu kullanılan bir çalışmada üzüm suyunda en düşük nem oranı bildirmektedir (Çarbuğa, 2019; Bor, 2011).

Bu çalışmada pH değişimi incelendiğinde ise diğer çalışmalar(Cesur, 2009);Çarbuğa, 2019;Kahraman ve ark., 2010). ile benzer olarak pH oranı soğan ve ananas sıvısı ile marine edilmiş etlerde düşme eğilimi göstermiştir. Bu çalışmada da asidik özelliği olan soğan ve ananas sıvısında süt örneğine göre pH düşüşü daha çok meydana gelmiştir. Benzer bir çalışmada soğan sıvısının marinasyon sonrası eti yumuşatabileceğine dair olumlu sonuçlar bildirilmiştir (Demir ve Oral,2018). Yine soğan suyu ile yapılan başka bir çalışmada ise et dilimlerine 24 saat süren marinasyon sonrası doğal pH 5,7 olan soğan suyuna organik asit olan sitrik asit ilavesi ile bu değerin zamana göre 4,8; 4,3; 3,8 ve 3,3 seviyelerine düştüğü bildirilmiştir (Çelik, 2019).

Literatürde marine sıvılarının et örneklerinin pişme kayıplarına etkisi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Marinasyon sıvısı olarak sitrik asit veya tuz çözeltilerinin kullanıldığı çalışmalarda düşük pişirme kaybı değerleri elde edilmiş, ancak marinasyon sıvısı olarak sebze ve meyve suları kullanıldığında daha yüksek pişirme kayıpları oluşmuştur (Önenç ve ark., 2004; Serdaroğlu ve ark., 2007; Ergezer, 2005; Oreskovich, 1992; Young vd, 1999; Bor, 2011).

Çalışmamızda pişirme işlemi sonucu asidik özelliği olan ananas ve soğan örneklerinde daha fazla pişirme kaybı görülmüştür. Bunun sebebinin ananas içerisinde bulunan bromelin enziminin, doku liflerini hidrolize ederek su

tutma kapasitesinin azalttığı buna bağlı olarak pişirme kaybı oranını artırmasıdır (Ketnawa ve Rawdkuen, 2011). Benzer bir çalışmada sebze suyu, kırmızı üzüm suyu, nar suyu, siyah havuç suyu ve karadut suyu marinasyon sıvısı olarak kullanılmıştır. 24 saatlik marinasyon süresinde en fazla pişirme kaybı sebze suyunda görülmüştür. Ancak 48 saatlik marinasyon süresinde ise en fazla pişirme kaybının görüldüğü örnek kırmızı üzüm suyu olmuştur (Bor, 2011).

Çalışmanın duyusal analiz sonuçları incelendiğinde ise soğan suyu ile marine edilen etlerin marinasyon sıvılarına renklerinin kırmızıdan gri renk tonlarına geçerek karardığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte et ızgara yöntemi ile pişirildikten sonra istenilen et kriterleri yumuşaklık sululuk gibi özellikler etlerde bulunmuştur. Ancak soğan suyundan kaynaklı aromalar nedeniyle panelistler açısından et fazla aromatik bulunmuştur. Yine benzer bir çalışmada geleneksel daldırma yöntemi kullanılarak dana eti soğan suyu ile 24, 36 ve 72 saat olarak marine edilmiştir. Duyusal analiz uygulanan bu etler; soğan yapısında bulunan uçucu sülfürlü bileşiklerin etin tadına nüfuz ettiği, sonucunda ise panelistler tarafından fazla aromatik olduğu belirtilmiştir (Çelik, 2019). Panelistler tarafından yapılan tadım işleminin ardından puanlama testi sonuçları genellikle iyi ve çok iyi aralığındadır. Yapılan benzer bir çalışmada ise soğan suyunun da olduğu bir marinasyon sıvısında marine edilmiş olan etten yapılan köftelerde soğan suyunun konsantrasyonu arttıkça renkte koyulaşma olduğu bildirilmiştir (Gibis, 2007). Yaptığımız çalışmada ise soğan marinasyonu ile yapılan panelist analizleri incelendiğinde, benzer şekilde soğan marinasyonu ile hazırlanan ette panelistlerin renk puanı diğer değerlendirme puanlarına göre düşük bulunmuştur. Ananas sıvısıyla marine işlemi yapılan dana antrikot marinasyonu süreci boyunca renginin kırmızıdan pembemsiye dönüşü gözlemlenmiştir. Buna ek olarak 6 saatlik marinasyon süreci ile birlikte etteki kolajen yapının fazlasıyla açığa çıkması sonucu 1,5-2 yaş aralığındaki dana antrikotun jelleştiği ve etin bütünlüğünü koruyamadığı gözlemlenmiştir. Izgara yöntemi ile pişirildikten sonra ise tadım uzmanlarının tadımlarının ardından etin yumuşaklığının olumlu fakat geri kalan gevreklik, tekstür, sululuk ve lezzetin olumsuz olduğu gözlemlenmiştir.

Cesur (2009) yaptığı çalışmada meyve suları kullanarak marinasyon işlemi uyguladığı tavuk göğüs etlerinin duyusal muayenelerinde olumlu sonuçlar elde etmiştir. Fakat düşük pH nedeniyle oluşan ve meyve sularından kaynaklanan asidik tadın olumsuz etki bıraktığını ifade etmiştir. Yapılan bu çalışmada da ananas ile yapılan duyusal değerlendirme analizleri incelendiğinde, ananas marinasyonu en düşük panelist puanını almıştır. Tekstür, gevreklik, yumuşaklık gibi değerlendirme kriterleri açısından da diğer marinasyon yöntemlerine göre daha düşük puan almıştır. Ancak Maki ve Frogning (1987) çalışmasında ise hindi etine uygulanan marinasyon işleminin etin duyusal özelliklerine katkı sağlamadığı görüşüne varılmıştır. Frogning ve Sackett (1985) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise benzer bir marinasyon duyusal özelliğe olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Farklı marinasyonlarla marine edilen hindi etlerinin gevreklik ve sululuk değerlerinde kontrol örneklerine göre artış gözlemlenmiştir. Süt kullanılarak marine edilen dana etinde ise marinasyon süreci boyunca renk bütünlüğünü korumuş, ızgara yöntemi ile pişirildikten

sonra ise duyusal testlerde panelistlerden sululuk başta olmak üzere yumuşaklık ve gevreklik açısından lezzetli bulunmuştur. Bu çalışmada yapılan istatistiksel veriler incelendiğinde; soğan marinasyon sıvısı içerisinde yapılan marinasyonda nem değerlerinin pişirme öncesi $96,03 \pm 0,02$ ve pişirme sonrasında $90,75 \pm 0,07$ verilerinde değişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte ananas sıvısı örneğinde pişirme öncesi $93,66 \pm 0,03$; pişirme sonrasında $94,08 \pm 0,04$ değerinde artış olduğu, süt sıvısı örneğinde ise pişirme öncesinde $93,32 \pm 0,03$; pişirme sonrasında $95,41 \pm 0,02$ değerinde düşüş olduğu saptanmıştır. İşlem görmüş dana antrikot etin pişirme öncesi (PÖ), pişirme sonrası (PS) % nem miktarları ile ağırlık kaybı (%) ortalama değerleri ki-kare testi ile sınanmıştır. Test sonucu bahsedilen parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür (Ki-kare değeri= 2.2157; $p=0.69 > 0.05$). Duyusal panel verilerinin istatistiksel verileri yorumlandığında; üç farklı marinasyon sıvısı ile marinasyon işlemi yapılmış etin ortalama puanları süt marinasyonu için $23,9 \pm 1,7$; soğan marinasyonu için $30,7 \pm 2,7$; ananas marinasyonu için $15,5 \pm 4,5$ bulunmuştur. Duyusal değerlendirme ortalama puanları arasındaki fark ananas marinasyonu ile hazırlanmış olan örnek için anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($f=92.1077$; $p=0.0001$). Ayrıca çalışmada kullanılan marinasyon sıvılarına çeşitli çeşni, baharat ve lezzet vericilerin de eklenmesiyle farklı duyusal karakterde ürünlerin çıkacağı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışma Türk insanının damak zevkine uyan farklı katkı maddeleriyle geliştirilerek marine ürünlerin tüketiminin artırılmasına örnek olmaktadır.

Sonuç

Kırmızı etin marinasyonunda ananas suyu ve süt tercih edilebilir. Kullanım amacına göre ananas suyu kullanacak ise marinasyon işleminin süresinin kısaltılması veya ananas sıvısına bromelin enziminin etkisini azaltacak süt, zeytinyağı gibi maddeler eklenmesi, soğan suyu ile yapılan marinasyonda renk kaybını önlemek için zeytinyağı eklenmesi, organoleptik kaliteyi iyileştirebilir. Süt kullanılarak yapılan marinasyonda renk kaybı en az olmaktadır. Sonuç olarak soğan suyu ile yapılan et örnekleri genel anlamda daha yüksek lezzet, genel beğeni değerlerine sahip olmuştur. Süt sosu ise ete daha yumuşaklık ve sululuk sağlayarak önemli bir lezzet verici olmuştur. Elde edilen bu iki marinasyon sıvısı bir arada kullanılarak daha iyi sonuçlar elde etmek mümkün olabilir. Yapılan analizler sonucunda dana antrikot etinin ızgara pişirme işleminde minimum ağırlık kaybı ve maksimum su aktivitesi açısından ve duyusal analiz sonuçlarının olumlu olması yönünden süt ile marine edilmesinin daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uygun marinasyon yöntemlerinin istenilen sonuçtaki etin elde edilebilmesi için önemli bir faktör olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarında etin gastronomi ve beslenme bilim dalına, yiyecek ve içecek sektörüne, et üreticilerine, restoranlara ve et teknolojisi alanındaki araştırmacılara hitap etmesi, ayrıca ulusal bir değeri olan ürüne değer kazandırılması ile ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir. Farklı marinasyon süreleri ve farklı marinasyon reçeteleri ile dizayn edilmiş geniş çaplı çalışmaların alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Çıkar Çakışması

Yazarlar çıkar çakışması bildirmemektedir.

Kaynaklar

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). Official methods of analysis. Assoc Anal Chem., Association of Analytical Chemists, Vol. II, 15th ed. Sec.985.29. Washington, DC.
- Aşçıoğlu, Ç. (2013). Farklı pişirme yöntemlerinin sığır bonfilelerinin (Longissimus dorsi) besinsel ve kalite özellikleri üzerine etkisi, (Yüksek Lisans Tezi) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Björkroth, J. (2005). Microbiological ecology of marinated meat products. *Meat Science*, 70(3), 477-480.50
- Bor, Yasemin. (2011). Hindi Etlerinin Marinasyonunda Bazı Doğal Antioksidan Kaynaklarının Kullanımı, (Yüksek Lisans Tezi) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Cesur, E. (2009). Effects of marinating with sourcherry, pomegranate, orange, grape or apple juice on the chemical, sensorial and textural properties of chicken breast meat.
- Çarbuğa, Ü. (2019). Marinasyon işlemlerinin sığır eti üzerindeki kimyasal, duyuşsal ve tekstürel etkilerinin belirlenmesi (Doktora Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Çelik, S. (2019). Soğan suyunun et marinasyonunda kullanılabilirliğinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demir, H., ve Oral, M. O. (2018). Nonthermal pasteurization of onion juice by continuous UV- C reactor. *Journal of Food Safety*, 38(6), e12533.
- Ergezer, H. (2005). Değişik yöntemlerle marine edilmiş kanatlı etlerinin kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşsal özellikleri (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ergezer, H., ve Gökçe, R. (2004). Kanatlı Etlerinin Marinasyon Tekniğı İle İşlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 227-233.
- Fletcher, D. L., (2004). Further Processing of Poultry, in *Poultry Meat Processing and Quality*, 108-135, Eds. Mead, G. C. CRC Press, Boca Raton.
- Froning, G. W., and Sackett, B. (1985). Effect of salt and phosphates during tumbling of turkey breast muscle on meat characteristics. *Poultry Science*, 64(7), 1328-1333.
- Gerhard, F.,(2006). *Meat Products Handbook. 1.*, Cambridge,: Woodhead Publishing Limited,456-486 England
- Gibis, M. (2007). Effect of oil marinades with garlic, onion, and lemon juice on the formation of heterocyclic aromatic amines in fried beef patties. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(25), 10240-10247.
- Gök, V.,ve Bor, Y.(2016). “Effect of Marination with Fruit and Vegetable Juice on the Some Quality Characteristics of Turkey Breast Meat”, *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 18(3), 481-488.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 2012. Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu, Erzurum, Atatürk Üni. Yayın no: 751 Ziraat Fak. Yayın No: 318, Ders Kitapları Serisi No:69
- Grunert, K. G. (1997). What’s in a steak? A cross-cultural study on the quality perception of beef. *Food quality and preference*, 8(3), 157-174.
- Kahraman, T., Bayraktaroğlu, A., Ghassan, I. S. S. A., ve Aksu, F. (2010). Bazı Organik Asitlerle Yapılan Marinasyon İşleminin Sığır Et Kalitesi Üzerine Etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 36(2), 25-32.
- Ketnawa, S., and S. Rawdkuen. (2011). Application of Bromelain Extract for Muscle Foods Tenderization.” *Food and Nutrition Sciences* 02 (05): 393–401. doi:10.4236/fns.2011.25055.
- Makı, AA ve Froning, GW (1987). Tuz ve fosfat varlığında tam karkasların yuvarlanmasının hindi göğüs kasının kalite özelliklerine etkisi. *Kümes Hayvanları Bilimi*, 66 (7), 1180-1183.
- Oreskovich, D. C., Bechtel, P. J., McKeith, F. K., Novakofski, J., and Basgall, E. J. (1992). Marinade pH affects textural properties of beef. *Journal of Food Science*, 57(2), 305-311.
- Önenç, A., Serdaroğlu, M., ve Abdraimov, K. (2004). Effect of various additives to marinating baths on some properties of cattle meat. *European Food Research and Technology*, 218(2), 114-117.
- Serdaroğlu, M., Abdraimov, K., and Oenenc, A. (2007). The effects of marinating with citric acid solutions and grapefruit juice on cooking and eating quality of turkey breast. *Journal of Muscle Foods*, 18(2), 162-172.
- Smutzer, G., Patel, J. Y., Stull, C. J., Abarintos, A. R., Khan, K. N. and Park, C. K. (2013). A Preference Test For Sweet Taste That Uses Edible Strips. *Appetite*, 73, 132- 139.
- Tan, FJ ve Ockerman, HW (2005). Marine edilmiş tavuk butlarının mikrobiyolojik kalitesini iyileştirmek için nisin ve yuvarlanma uygulanabilirliği. *Asya- Avustralya hayvan bilimleri dergisi*, 19 (2), 292-296.
- Tomris A., ve Elmacı, Y. (2011). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir. ISBN:978-9944-5660-8-7.
- Young, L. L., Buhr, R. J., and Lyon, C. E. (1999). Effect of polyphosphate treatment and electrical stimulation on postchill changes in quality of broiler breast meat. *Poultry science*, 78(2), 267-271.



Functional Analysis of Thyme Production in Denizli Province

Arif Semerci^{1,a,*}, Enver Ken^{1,b}

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Çanakkale, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 22-02-2023 Accepted : 08-10-2023</p> <p>Keywords: Thyme Marginal yield Marginal product Efficiency Econometric analysis</p>	<p>This study aimed to conduct an econometric analysis of thyme production in Denizli province agricultural enterprises. The data used in the research were obtained through face-to-face questionnaires in 82 agricultural enterprises determined according to the Simple Random Sampling Method. Research findings revealed that to obtain an average yield of 95.10 kg per decare, 10.296 seedlings, 8,93 cc pesticides, 52.34 kg of chemical fertilizers, 16.57 liters of diesel, 4.49 hours of machinery, and 17.84 hours of labor were needed. In this study, the relationships between the amount of thyme production and the number of seedlings, chemical fertilizers, pesticides, and the machinery used in the whole production, the amount of diesel, the amount of labor used, and the production area were analyzed with the help of the Cobb-Douglas production function. The coefficient of determination for the estimation equation was 0.89 and was found to be significant at the 1% level. Among the variables included in the estimation equation, the production elasticity coefficients of pesticide use and diesel use were negative, while the production elasticity coefficients of the seedling number, chemical fertilizer amount, labor, and production area variables were found to be positive. The fact that the sum of the production elasticity coefficients of the factors in the estimation equation for the amount of thyme production ($\sum\beta_i$) was 1.12 indicates there is increasing returns to scale. Among the variables in the production function, the variables with marginal efficiency coefficient above 1 were determined as the production area (3.20) and the fertilizer factor (1.33). The research findings revealed that production factors, except fertilizer amount and production area inputs, were not used effectively in thyme production.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 7-14, 2024

Denizli İlinde Kekik Üretimini Fonksiyonel Analizi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 22-02-2023 Kabul : 08-10-2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kekik Marjinal Verim Marjinal Ürün Etkinlik Ekonometrik Analiz</p>	<p>Bu çalışmada, Denizli ili tarım işletmelerinde kekik üretiminin ekonometrik analizinin yapılması amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan veriler Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi'ne göre belirlenen 82 adet tarım işletmesinde yüz yüze anket uygulamasıyla elde edilmiştir. Araştırma bulguları birim alandan ortalama 95,10 kg verim elde edebilmek için dekar başına; 10.296 adet fide, 8,93 cc zirai mücadele ilacı, 52,34 kg kimyevi gübre, 16,57 lt mazot, 4,49 saat makine işgücü ve 17,84 saat işgücüne gereksinim duyulduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada kekik üretim miktarı ile; fide sayısı, kimyevi gübre, tarımsal mücadele ilacı ile üretimin tamamında kullanılan makine çekigücü ile mazot miktarı, işgücü kullanım miktarı ve üretim alanı arasındaki ilişkiler Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu yardımıyla analiz edilmiştir. Hazırlanan tahmin denkleminde ilişkin determinasyon katsayısı 0,89 olup %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tahmin denkleminde yer alan değişkenlerden tarımsal mücadele ilacı kullanımı ve mazot kullanımına ait faktörlerin üretim elastikiyeti katsayılarının negatif, fide sayısı, kimyevi gübre miktarı, işgücü ve üretim alanı değişkenlerine ilişkin üretim elastikiyeti katsayılarının pozitif karakterli olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma kekik üretim miktarına ilişkin oluşturulan tahmin denkleminde yer alan faktörlerin üretim elastikiyeti katsayıları toplamının ($\sum\beta_i$)1,12 olması nedeniyle ölçeğe artan getirinin söz konusu olduğunu göstermiştir. Üretim fonksiyonunda yer alan değişkenler arasında marjinal etkinlik katsayısı 1'in üzerinde olan değişkenler üretim alanı (3,20) ve gübre faktörü (1,33) olarak tespit edilmiştir. Araştırma bulguları kekik üretiminde gübre miktarı ve üretim alanı girdileri dışında kalan diğer üretim faktörlerinin etkin kullanılmadığını ortaya koymuştur.</p>

^a arifsemerci@comu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-0893-3748>

^c enverken@hotmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0001-7472-3883>



Giriş

Dünya’da tıbbi ve aromatik bitkiler, odun dışı orman ürünleri ve baharat gibi sınıflandırmalarda yer alan kekik bitkisi, söz konusu sınıflar içinde ekonomik bakımdan yüksek değer ve önem içeren bir üründür (TOB, 2020). Türkiye kekik üretiminde önemli bir konuma sahip olup, dünya kekik üretimi ve ticaret hacminin yaklaşık olarak 2/3’sini karşılamaktadır. Türkiye 2021 yılında 66.693.749 ABD\$ kekik ve kekik ürünleri ihracatı ve 6.988.311 ABD\$ düzeyinde de ithalatı yapmıştır (TÜİK, 2022).

TÜİK 2021 yıl verilerine göre, Türkiye’de toplam 199.573 dekar alanda 21.174 ton kekik üretimi gerçekleştirilmiş ve birim alandan 106,10 kg/da verim elde edilmiştir. 2004-2021 yılları arasında ülkenin kekik üretim alanlarında %380,14, üretim miktarında ise %302,49’luk artış meydana gelmiştir. Türkiye’de 2021 yılı itibarıyla kekik üretim alanlarının %92,63’ünü ve üretim miktarının da %86,17’sini Denizli ili oluşturmaktadır.

Denizli ilinde 2021 yılı itibarıyla toplam tarım arazisi varlığı 376.738 hektar olup, bu arazilerin %4,91’inde kekik üretimi yapılmaktadır. Aynı yıl il genelinde kekik üretiminden elde edilen gayrisafi üretim değeri ise 291.920.000 TL’dir. Kekik üretiminden elde edilen gelirin ilin toplam tarımsal üretim değerindeki payı %1,77 olup, bitkisel üretimde bu oran %3,56 düzeyindedir. İl genelinde kekik üretimi, bitkisel üretim deseninde 4., bitkisel üretim değerinde ise 9. sırada yer almıştır (TOB, 2022).

Kekik üretim değeri bakımından Denizli ili ekonomisi için önemli bir gelir kaynağı olması nedeniyle il özelinde bir ölçüde stratejik öneme sahip ürün olarak kabul edilebilir. Bu nedenle kekik üretimde; maliyet, karlılık ve sektöre yönelik uygulanan tarım politikalarının incelenmesi, ekonomik yönden analizinin yapılması hem üreticiler hem de politika uygulayıcıları açısından önem taşımaktadır.

Tarımsal üretimde işletmeler rekabetçi bir kimliğe sahip olabilmeleri için ürünlerin üretim maliyetinin düşük düzeyde ürün karlılığının da yüksek düzeyde tutulması gerekmektedir. Bu bağlamda tarımsal üretimde kaynakların etkin kullanımı ve verimlilik düzeyi üretici refahı açısından büyük öneme sahiptir. Zira, üretim faktörlerinin optimal düzeyde kullanımı üretim maliyetlerini de önemli düzeyde azaltabilmektedir (Semerci, 2022a,b).

Yapılan literatür incelemesinde gerek Türkiye’de gerekse Dünyada kekik üretiminde kullanılan girdiler ile üretim miktarı arasındaki ilişkiyi fonksiyonel analiz yardımıyla açıklayan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Kekik üretiminde yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak üretim tekniğinin incelenmesi ve ürün maliyeti ile ürüne ilişkin karlılık düzeyini belirleyen araştırmalar ön plana çıkmaktadır. Bu bölümde kekik üretimine yönelik olarak yürütülen araştırmalara ait temel bilgiler verilmiştir.

Kinsella (1993), ABD Oklahoma Eyaleti’nde kekik ve adaçayının maliyet analizi üzerine yaptığı çalışmada geleneksel ürünler yerine alternatif ürün olarak kekik ve adaçayı tarımının işletme karlarını arttırabileceği sonucuna ulaşmıştır. Özdemir (1998), Çalışmada Ege Bölgesi’nde doğada kendiliğinden yetişen kekik bitkisinin envanter tespiti ile üretime alınma çalışmalarındaki gelişmeler, pazarlama yapısı ve bu yapıda yer alan sorunlar incelenmiş, çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Al-Baqain ve Nasr (2004), Yürütülen araştırma sonucunda incelenen işletmelerde kekik üretiminin ekonomik yönden karlı ve yatırım yapılabilir bir faaliyet alanı olduğu sonucuna varılmıştır. Okan ve Şafak (2004), Manisa ili Akhisar ilçesi’nde yapılan çalışmada, uzun yıllardır yapılan tütün üretiminin yerini tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde yer alan ve üretim alanı her geçen gün artan kekik bitkisi ile karşılaştırmaya alınmıştır. Yapılan çalışma sonucunda kekik üretimi küçük üretim alanlarında diğer ürünlere nazaran daha yüksek düzeyde kar getirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Köksal ve ark. (2010), Kekik üretiminde işletmelerin yapısına ve bilgi kaynaklarına göre etkili olan faktörleri belirlemek amacıyla Denizli ilinde 35 kekik üreticisine anket uygulaması yapılmıştır. Yapılan çalışmada; incelenen işletmelerin küçük ölçekli olduğu ve tarımsal gelirlerinin önemli bir kısmını kekik üretiminden karşıladıkları rapor edilmiştir. Nasr vd. (2011), Ürdün’de tıbbi ve aromatik bitkilerin teknik etkinliğini ve verimliklerini ortaya koymak amacıyla 2006-2007 üretim döneminde 50 işletmeden veriler derlenmiştir. Araştırmada, teknik etkinlik bakımından 36 işletmenin verimli, 14 işletmenin ise verimsiz çalıştığı tespit edilmiş olup, çalışma kapsamında kekik üretiminin maliyet analizi de yapılmıştır.

Altunel (2012), Yapılan araştırmada Ege Bölgesi’nde ormandan toplayıcılık yaparak elde ettikleri kekik, defne ve çamfıstığı gelirinin analizi yapılmıştır. Gül vd. (2014), Bu çalışmada Denizli ili Merkez ve Güney ilçelerinde Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi ile belirlenerek kekik üretimi yapan 100 işletmeden anket yolu ile elde edilen veriler incelenmiştir. Yapılan çalışmada incelenen işletmelerde kekik üretimine yönelik olarak; kekik verimi, üretim değeri, üretim maliyeti, brüt kar, net kar ve nispi kar değerleri hesaplanmıştır.

İmami ve ark. (2015), Arnavutluk’ta yapılan araştırmada incelenen işletmelerde kekikle birlikte rezene, adaçayı ve defne yaprağı başta olmak üzere tıbbi aromatik bitkilerin yıllar itibarıyla giderek daha fazla önem kazandığı ve birçok tarım işletmesi için önemli bir gelir kaynağı olduğu belirtilmiştir. Aslan ve Gül (2017), Çalışma, Denizli ilinde kekik üretimi yapan 100 üretici ile anket yoluyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Denizli ilindeki kekik üretiminin yapısı, pazarlama durumu ve karşılaşılan sorunlara yönelik çözüm önerileri getirilmiştir.

Kan ve ark. (2018), Kütahya ilinde yapılan çalışmada, buğday, arpa ve şeker pancarı gibi çeşitli geleneksel tarım ürünleri ile tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen gelirlerin karşılaştırması yapılmıştır. Çalışma sonucunda, kekik bitkisinin buğday ürününe oranla yaklaşık 9 kat, arpaya oranla 18 kat ve şekerpancarına oranla 4 kat daha fazla gelir getirdiğini tespit edilmiştir. Çelik ve Gül (2019), Hatay ilinde tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine yapılan araştırmada incelenen işletmelerde kekik bitkisinin verim değeri ve üretim değeri hesaplanmış, ürüne ilişkin maliyet analizi yapılmıştır.

Dumitru ve ark.(2020), Romanya’da yapılan çalışmada tıbbi ve aromatik bitkilerden kekik, fesleğen, lavanta ve zufa otu üretimi ekonomik yönden analiz edilmiştir. Çalışmada kekik bitkisinin verim ve üretim değeri yanında üretim maliyeti de ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Karlı ve ark. (2020), Denizli ilinde Gayeli Örnekleme Yöntemi'ne göre belirlenen 58 tarım işletmesinde yüz yüze yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler yardımıyla kekik üretiminde bulunan tarım işletmelerinin sosyo-ekonomik yapıları incelenmiş, ürünün üretimi ve pazarlama aşamasında karşılaşılan sorunlar tespit edilmeye çalışılmıştır. TOB (2020), T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2020 yılında kekik üretimi için hazırlanan fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi kapsamında kekik üretiminin ekonomik önemi, ticareti, yatırım ve karlılığı gibi konularda değerlendirmeler yapılmıştır.

Almansour ve Ali (2021), Suriye'de yürütülen araştırmada kekik üretiminin maliyeti, karlılık düzeyi ve yatırım yapılabilirliğini incelenmiştir. Çalışma kapsamında; kekik üretiminde tesis dönemi masrafları ve üretim dönemi masrafları hesaplanmış olup, ayrıca ürünün net kar değeri, net kar oranı, yatırımın geri dönüş süresi ile fayda masraf oranı ve iç karlılık oranı hesaplanmıştır. Yürütülen araştırma kekik üretiminin özellikle küçük ölçekli aile işletmeleri açısından daha karlı olduğunu kanıtlamıştır. Ibishi ve Musliu (2021), Kosova'da yapılan çalışmada, incelenen işletmelerde kekik üretiminin ekonomik analizi yapılmıştır.

Karlı ve ark. (2021), Denizli ilinde 2019 yılında Neyman Yöntemi kullanılarak belirlenen 58 adet kekik üretim işletmesinde anket çalışması yapılmıştır. Araştırma kapsamında; birim alandan elde edilen verim ve üretim değeri, ürün maliyeti, maliyet içinde değişen ve sabit masraf oranları yanında ürüne ilişkin brüt kar, net kar değeri, nispi kar oranı hesaplanmış, elde edilen bulgular diğer araştırma bulgularıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Khesht ve ark. (2021), İran'ın Kalat şehrinde 1.589 aile ile yürütülen çalışmada kekik ile birlikte diğer tıbbi ve aromatik bitkilerin kırsal kalkınmaya etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında kekik üretimi ekonomik özellikleri boyutuyla ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Literatürde günümüze kadar kekik üretiminde üretim miktarı ile üretimde kullanılan üretim faktörleri arasındaki ilişkileri inceleyen bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu bakımdan bu çalışma konusunda hazırlanan ilk çalışma niteliğindedir. Denizli ilinde kekik üretiminin ekonometrik analizinin amaçlandığı bu çalışmada, üretimde kullanılan girdiler ile üretim miktarı arasındaki ilişki fonksiyonel analiz yardımıyla ortaya konulmuştur.

Çalışmada; Türkiye'nin en önemli kekik üretim merkezi olan Denizli ilinde üretiminde yer alan girdilerinin marjinal etkinlik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla girdilere ilişkin elastikiyet katsayısı, marjinal verim, marjinal ürün değeri ve marjinal etkinlik katsayıları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda kapsamında incelenen işletmelerde girdi kullanım etkinliklerine bağlı olarak birim alandan daha yüksek verim ve üretim değerine ulaşılabilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmanın ana materyalini, Denizli ilinde kekik üreten 82 tarım işletmesinden 2021 yılı üretim döneminde elde edilen veriler oluşturmaktadır. Yürütülen araştırmada konuyla ilgili çeşitli kurum ve kuruluşların hazırladığı yayınlar ile diğer araştırmacılar tarafından yapılmış araştırma sonuçları, resmi istatistikler, makale, inceleme ve tezlerden de ikincil veriler olarak

yararlanılmıştır. Çalışmada; Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), kekik ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde yürütülen çeşitli yayınlardan, tezlerden ve raporlardan faydalanılmıştır. Bu araştırma bilimsel araştırmalar etik kurul ilkelerine uygun olarak "Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilimsel Araştırma Etik Kurulu'nun 21.10.2021 tarih ve E-84026528-050.01.04-2100198622 sayılı" kararı doğrultusunda yürütülmüştür.

Yöntem

Örneklemede Kullanılan Yöntem

Araştırma kapsamında örnek hacminin belirlenmesinde, Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi kullanılmıştır. Örneğe girecek işletmelerin belirlenmesinde Denizli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi'nde kayıtlı ve kekik üretiminde bulunan tarım işletmeleri ana kütle olarak kabul edilmiştir.

2020 Yılı Denizli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verilerine göre Denizli ilinde toplam kekik üretim alanı 149.788,34 da, üretici sayısı ise 5.914'tür. Denizli ili kekik üretim alanlarında %98 ve üretici sayısında ise %97'lik pay ile Pamukkale, Güney, Buldan, Çal, Bekilli ve Tavas ilçeleri gayeli olarak seçilmiştir.

Araştırma kapsamında örnek hacminin belirlenmesinde denklem 1'de gösterilen 'Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi' uygulanmıştır (Yamane, 1967; Çiçek ve Erkan, 1996). Örnek hacminin belirlenmesinde %99 güven aralığı ve %1 hata payı sınırları içerisinde çalışılmıştır. Örnekleme çalışması sonucunda anket uygulanacak işletme sayısı 82 adet olarak belirlenmiştir.

$$n = \frac{NS^2t^2}{(N-1)d^2 + S^2t^2} \quad (1)$$

$$D^2 = \left(\frac{d}{t}\right)^2 \quad (2)$$

Formül 1'e göre;

n = Örnek Hacmi

N = Örnekleme Çerçevesinde Ait Toplam Birim Sayısı

S = Standart Sapma

T = Güven Sınırı

D = Kabul Edilebilir Hata

Araştırmanın örnekleme çerçevesini Pamukkale, Güney, Buldan, Çal, Bekilli ve Tavas ilçelerinde yer alan işletmeler ve bu işletmelerin sahip oldukları kekik üretim alanları oluşturmuştur. Diğer ilçelerde yer alan işletmeler ile söz konusu 6 ilçede ekstrem değere sahip olan işletmeler kapsam dışı tutulmuş ve böylece toplam 4.844 işletmenin sahip olduğu kekik üretim alanları dikkate alınmıştır.

Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi formülünde;

Ortalama kekik üretim alanı= 24,38 da

Ortalama kekik üretim alanı varyansı (S²)= 73,98

N=4.844

N-1=4.843

t_(0,01)=2,58

t²=6,66

d=2,44

d²=5,94

olarak dikkate alınmıştır.

Araştırma kapsamında uygulanan anket sayısının ilçelere göre dağılımında; her bir ilçenin örnekleme çerçevesindeki toplam işletme sayıları içindeki payı dikkate alınarak yapılmıştır. Hesaplamaya göre; Güney ilçesinde 33, Pamukkale ilçesinde 26, Buldan ilçesinde 13, Çal ilçesinde 7, Bekilli ilçesinde 2 ve Tavas ilçesinde 1 adet anket uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Kekik Üretiminin Ekonometrik Analizinde Kullanılan Yöntem

Araştırmada kekik üretim miktarı ile üretim miktarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılan fonksiyonel analizde Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu kullanılmıştır (Doll ve Orazem, 1984; Beattie ve Taylor, 1987; Neill, 2003; Tanrıöver ve Genç, 2005; Beattie ve ark., 2009; Gujarati ve Porter, 2014). Cobb-Douglas üretim fonksiyonu tarımsal üretimin birçok dalında kullanılmaktadır (Kamanga ve ark., 2000; Vural ve Turhan, 2011). Cobb-Douglas üretim fonksiyonu; hesap kolaylığı sağlaması, ölçeğe getirinin tespiti, üretim elastikiyetlerine ilişkin istatistikî testlerinin yapılabilmesi nedeniyle tercih edilmektedir (Heady ve Dillon, 1966). Fonksiyona ait denklem, Denklem 3’de görülmektedir (Ulveling ve Fletcher, 1970).

$$Y = aX_1^{b_1}X_2^{b_2}X_3^{b_3} \dots X_n^{b_n} \quad (3)$$

Üssel kalıptaki fonksiyonu doğrusal forma dönüştürmek için denklemin logaritması alındığında denklem, Denklem 4’teki gibi yazılır.

$$\log Y = \log a + b_1 \log X_1 + b_2 \log X_2 + b_3 \log X_3 + \dots + b_n \log X_n + e^u \quad (4)$$

Fonksiyonda yer alan “Y” bağımlı değişkeni, “X₁, X₂, X₃, ..., X_n” bağımsız değişkenler ifade etmektedir. b_i = 1, 2, 3, ..., n değerlerini almakta ve üretim elastikiyetini göstermektedir.

Uygun bir istatistik paket programı yardımıyla, regresyon denklemine ait determinasyon katsayısı (R²), bağımsız değişkenlere ilişkin üretim elastikiyeti (b_i), standart hatalar (sb_i), önem düzeyleri (tb_i), geometrik ortalamalar, içsel bağıntı (otokorelasyon), çoklu bağıntı varlığı (multicollinearity), denklemin standart hatası ve önem düzeyi (F testi) incelenmiştir (Green ve ark., 2000). Ekonometrik analizde yapılan testler ve ilgili istatistikî problemlerin detayları şöyledir;

Determinasyon Katsayısı (R²): Bağımlı değişkendeki değişmelerin, bağımsız değişkenlerdeki değişimler ile açıklanan kısmını ifade etmektedir (Kip ve İşyar, 1976). Çoklu belirleme katsayısının istatistikî açıdan anlamlı olup olmadığı “F testi” kullanılarak test edilmektedir (Dawson ve Lingard, 1982; Gürler, 1996).

Kısmi Regresyon Katsayılarının (b_i) Önem Testi (Student-t testi): Fonksiyonu oluşturan bağımsız değişkenlerin her birinin tek başına belirli bir önem düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmektedir. t testinin gösterimi Denklem 5’te gösterildiği gibidir.

$$t_{b_i} = \frac{b_i}{s_{b_i}} \quad (5)$$

Denklem 5’te gösterimi verilen, b_i= değişkenin katsayısı, S_{b_i}= katsayının standart hatasını ifade etmektedir. Hesaplanan t değeri, verilen serbestlik derecesinde t_{tablo} değerinden büyük ise b_i katsayısı belirtilen önem düzeyinde istatistikî olarak anlamlı olmaktadır (Çiçek, 1990).

İçsel Bağlantı (Otokorelasyon): Bağımlı değişkenin (Y), t döneminin hata terimi, t-1 döneminin hata terimi ile ilişkili olması otokorelasyon problemi oluşturabilmektedir. İlâveten değişkenler arasındaki ilişkiyi sunan matematiksel kalıbın yanlış seçimi, kimi bağımsız değişkenlerin fonksiyona alınmaması, bağımsız değişkendeki ölçüm hataları da otokorelasyona sebep olabilmektedir (Kılıçbay, 1996). Araştırmada, hata terimlerinde otokorelasyon varlığını test etmek için “Durbin-Watson İstatistiği”nden faydalanılmıştır.

Çoklu Bağıntı (Multicollinearity) Problemi: Fonksiyonda yer alan değişkenlerin tamamının veya bir kısmının birbiri ile yüksek derecede korelasyonlu olması, korelasyon katsayısı 0,80’den fazla ise, multicollinearity problemi ile karşılaşmaktadır. Belirlenen katsayılardan herhangi biri 0,80’den büyük ise yüksek korelasyonlu değişkenlerden biri fonksiyonun dışına atılarak işleme devam edilir (Gürler, 1996). Tahmin edilen üretim fonksiyonun yorumlanmasında kullanılan yöntemler aşağıdaki gibidir.

Üretim Elastikiyetleri: Belirli bir üretim düzeyinde, üretim faktörlerinden herhangi birinde (X_i) meydana gelen yüzde değişiminin üretim miktarında (Y) gerçekleştireceği yüzde değişme oranı üretim elastikiyeti olarak ifade edilmektedir. Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonunun özelliği gereği, fonksiyonda yer alan bağımsız değişkenlere ait katsayılar, ilişkili oldukları üretim faktörlerinin marjinal üretim elastikiyetlerini göstermektedir (Heady ve Dillon, 1961 ; Dillon, 1966). Bu durumda eğer üretim elastikiyetleri katsayıları toplamı ((Σβ_i)>1 ise ölçeğe artan getiri, (Σβ_i)<1 ise ölçeğe azalan getiri ve (Σβ_i)=1 ise ölçeğe sabit getiri sözkonusu olmaktadır (Karkacier, 2001).

Ortalama Verim, Marjinal Verim ve Marjinal Gelir: Belirli bir üretim seviyesinde, birim üretim faktörüne karşılık gelen üretim miktarı ortalama verim olarak ifade edilmektedir. Bir üretim faktörünün son biriminin kullanımından sağlanan üretim miktarı ise marjinal verimlilik olarak adlandırılmaktadır (Tuna, 1993). Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonunun özelliği gereği, geometrik ortalamalar üzerinden hareket edilmektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda ortalama ve marjinal verimler denklem 6 ve denklem 7’de görüldüğü gibidir (Singh ve ark., 2004; Mobtaker ve ark., 2010; Rafiee ve ark., 2010).

$$\text{Ortalama verim (OVi)} = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}_i} \quad (6)$$

$$\text{Marjinal verim (MVi)} = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}_i} \times b_i \quad (7)$$

\bar{Y} , üretim miktarının geometrik ortalamasını; \bar{X} , üretim faktörünün geometrik ortalamasını; b_i, ilgili üretim faktörünün katsayısını göstermektedir. Marjinal verimin ürün fiyatı ile çarpımı sonucu marjinal gelir (MG) elde edilmektedir (Karagölge, 1973). Marjinal gelir hesaplamasında kullanılan formül Denklem 8’de gösterilmektedir.

$$\text{Marjinal gelir (MGI)} = \text{MVi} \times \text{Fy} \quad (8)$$

Marjinal Etkinlik Katsayısı (MEK): Üretim faktörünün üretimde ne ölçüde etkin kullanılıp kullanılmadığının tespiti faktörün etkinlik katsayısı ile belirlenmektedir. Etkinlik kavramı, faktörden en üst düzeyde faydalanmayı ifade etmektedir. Faktörün etkin kullanımı, söz konusu faktörün marjinal gelirinin, marjinal masrafına eşit olduğu noktada mümkün olmaktadır. Bu eşitlik çerçevesinde, faktörün etkinlik katsayısını hesaplamak için faktörlerin marjinal gelirinin faktör fiyatına (faktörün marjinal masrafı) bölünmesi gerekmektedir (Denklem 9).

$$\text{MEK} = \frac{\text{Faktörlerin Marjinal Geliri}}{\text{Faktör Fiyatı (Faktörlerin Marjinal Masrafı)}} \quad (9)$$

Buna göre; MEK = 1 ise faktör etkin kullanılmaktadır, MEK > 1 ise faktör az kullanılmakta ve kullanım artırılmalıdır ve MEK < 1 ise faktör aşırı kullanılmakta ve kullanım azaltılmadığıdır. Araştırma kapsamında faktör fiyatlarının belirlenmesinde değişkenlerin serbest piyasada oluşan birim fiyatı veya fırsat maliyeti dikkate alınmıştır. Ürün fiyatlarında ise anket uygulanan işletme yöneticilerinin beyanı esas alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında incelenen işletmelerin toplam tarımsal gayrisafı üretim değeri 9.131.982,15 TL olarak hesaplanmıştır. Bu değer %60,57'sini kekik üretimi, %21,40'ını diğer bitkisel ürünlerden elde edilen üretim değerleri ve %18,03'ünü de hayvancılık faaliyetlerinden elde edilen üretim değerleri oluşturmaktadır. Denizli ilinde yapılan benzer bir çalışmada işletmeler toplam tarımsal gayrisafı üretim değerinin %62,52'sini kekik, %21,59'unu hayvancılık ve %15,89'unu da diğer bitkisel ürün grupları sağlamışlardır (Karlı ve ark., 2021).

İşletmelerin Bitkisel Üretim Faaliyetleri

İncelenen işletmelerde 5.630,70 da alanda bitkisel üretim yapılmaktadır. Üretim deseninde %65,54 ile kekik üretimi ilk sırada yer alırken, bu ürünü %12,38 ile buğday ikinci sırada, %6,39 ile arpa üçüncü sırada, %4,23 ile adaçayı dördüncü sırada ve %2,89 ile bağcılık beşinci sırada takip etmektedir.

Denizli ilinde yürütülen bir çalışmada işletme başına düşen ortalama bitkisel üretim alanının %81,69'unu kekik, %8,95'ini ceviz, %3,68'ini hububat, %2,59'unu adaçayı ve %1,18'ini zeytinlik alanların oluşturduğu rapor edilmiştir (Karlı ve ark., 2020). Yine Denizli ilinde yapılan başka bir çalışmada kekik üretiminin işletmelerin toplam üretim değerinden aldığı pay %48,48 olarak tespit edilmiştir (Aslan ve Gül, 2014). Arnavutluk'ta tıbbi ve aromatik bitkilerin yaygın olarak yetiştirildiği Şkodör Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada incelenen işletmelerin toplam üretim alanının (3.361 ha) %3,63'lük kısmının kekik tarımına ayrıldığı belirlenmiştir (Imami ve ark., 2015).

İşletmelerin bitkisel üretim faaliyetleri sonucu elde ettikleri üretim değeri 7.485.482,15 TL olarak bulunmuştur. Toplam üretim değerinde en yüksek pay %73,89 ile kekik üretimine aittir. Kekik üretimi üzerine yapılan benzer bir çalışmada işletmelerin elde ettikleri toplam gayrisafı üretim değerinin %42,20'sini kekik,

%29,90'ını hayvancılık, %17,20'sini tarla ürünleri, %10,20'sini meyvecilik ve %0,50'sini sebzeçilik faaliyetinden karşılamaktadır (Aslan ve Gül, 2014).

İşletmelerin Kekik Üretim Faaliyetleri

İncelenen işletmelerde 3.690,20 dekar alanda toplam 350.921,24 kg kekik ürünü elde edilmiş olup, birim alanda ortalama kekik verimi 95,10 kg/da olarak belirlenmiştir. İşletmeler geneli dikkate alındığında işletme başına düşen ortalama kekik üretim alanı 45 da olup, bu alanda 4.279,53 kg kekik elde edilmiştir.

Denizli ilinde 2019 yılı üretim döneminde yapılan bir çalışmada ortalama işletme büyüklüğü 53,93 da olup, kekik verimi 144,28 kg/da olarak saptanmıştır (Karlı ve ark., 2021). Romanya'da yapılan bir çalışmada ise incelenen işletmelerde kekik verimi 1.300 kg/da olduğu belirtilmiştir (Dumitru ve ark., 2020). TÜİK 2021 yılı verilerine göre Denizli ilinde birim alandan elde edilen kekik verimi 98,69 kg/da olarak gerçekleştirilmiştir.

Kekik Üretiminin Fonksiyonel Analizi

Araştırma kapsamında Denizli ilinde 82 tarım işletmesinden elde edilen veriler yardımıyla kekik üretim miktarı ile fide sayısı, kimyevi gübre kullanım miktarı, tarımsal mücadele ilacı kullanım miktarı ile üretimin tamamı için kullanılan makine çekigücü ile kullanılan mazot miktarı ve işgücü kullanım miktarları arasındaki ilişkiler Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu yardımıyla analiz edilmiştir (Hayami, 1970; Özçelik, 1989; Neill, 2002). Çalışmada kekik üretimi tahmin fonksiyonunda yer alan değişkenler aşağıda gösterilmiştir.

Bağımlı değişken;

Y = Kekik üretim miktarı (kg/işletme)

Bağımsız değişkenler;

X₁ = Fide sayısı (adet/işletme)

X₂ = Kimyevi gübre miktarı (kg/işletme)

X₃ = Tarımsal mücadele ilacı (cc/işletme)

X₄ = Makine çekigücü (saat/işletme)

X₅ = Mazot miktarı (lt/işletme)

X₆ = İşgücü (saat/işletme)

X₇ = Üretim Alanı (da /işletme)

Yapılan çalışmada Denizli ilinde Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi'ne göre tespit edilen 82 adet kekik üretim işletmesinden elde edilen veriler kullanılarak yapılan ekonometrik analiz sonucunda üretimde yer alan değişkenler arasındaki fonksiyonel bağıntı Denklem 10'da gösterilmiştir.

$$Y = 1.149 \times X_1^{0,061} \times X_2^{0,107} \times X_3^{-0,014} \times X_4^{0,076} \times X_5^{-0,125} \times X_6^{0,067} \times X_7^{0,949} \quad (10)$$

$$(S=0,1004; R=0,945; R^2=0,893; F=87,867)$$

Denkleme ilişkin çoklu korelasyon ve determinasyon katsayıları ($F_{\text{hesap}87,867} > F_{\text{tablo}2,62}$) %1 olasılık seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1).

Araştırmada, otokorelasyonun belirlenmesinde en yaygın test olan, Durbin ve Watson tarafından geliştirilmiş "Durbin-Watson D İstatistiği" kullanılmıştır. Otokorelasyon varlığının tespit edilmesinde ayrıca; " β Density Fonksiyonu", "Tchil Nagor Tablosu", "Von Neuman Oranı" gibi testler de kullanılabilir (Gürler, 1996).

Çizelge 1. Kekik üretim fonksiyonuna ilişkin varyans analiz tablosu

Table. Variance analysis table for the thyme production function

	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Regresyon	7	6,197	0,885	87,867	0.000
Kalan	74	0,746	0,010		
Toplam	81	6,942			

Çizelge 2. Kekik üretimi tahmin denkleminde ait temel istatistikler

Table 2. Basic statistics of the thyme production estimation equation

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tah. Denk. Std. Hat.	İstatistiki Değişimler					Durbin-Watson
					R ² Değişim	F Değişim	df1	df ²	F Ön. Düz.	
1	0,945 ^a	0,893	0,882	0,1004	0,893	87,867	7	74	0,000	1,911

a. Tahminleyiciler; işgücü, kimyevi gübre, tarımsal mücadele ilacı, makine çekigücü, mazot, fide sayısı, üretim alanı. Bağımlı Değişken: üretim miktarı.

Çizelge 3. Kekik üretiminde yer alan faktörlerin üretim elastikiyeti katsayıları

Table 3. Production elasticity coefficients of the factors involved in thyme production

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	(Σβ _i)
Üretim Elastikiyetleri (β _i)	0,061	0,107	-0,014	0,076	-0,125	0,067	0,949	1,121
Standart hata (seβ _i)	0,28	0,131	0,065	0,178	0,199	0,066	0,037	-
tβ _i	0,435	1,432	-0,276	1,321	-1,142	1,672**	23,881*	-

X₁: (Fide Sayısı-adet-); X₂: (Kimyevi Gübre-kg-); X₃: (Tarımsal Mücadele İlacı-cc-); X₄: (Makine çekigücü-saat-); X₅: (Mazot Miktarı-lt-); X₆: (İşgücü Miktarı-saat-); X₇: (Üretim Alanı-da-); (*): %1 ihtimal düzeyinde önemli; (**): %10 ihtimal düzeyinde önemli.

Çizelge 4. Kekik üretim modelinde katsayıların marjinal kıymetleri ve etkinlik katsayıları

Table 4. Marginal values and efficiency coefficients of the coefficients in the thyme production model

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	Y
Geometrik ortalama	354786,4	1745,72	274,69	497,57	549,09	554,33	35,23	3389,64
Marjinal ürün kıymeti (TL)	0,01	3,32	-2,76	4,27	-6,08	6,56	752,40	-
Faktör fiyatları (TL)	0,02	2,50	250,00	40,00	7,88	110,00	235,00	-
Marjinal etkinlik katsayısı	0,47	1,33	-0,01	0,11	-0,77	0,06	3,20	-

X₁: (Fide Sayısı-adet-); X₂: (Kimyevi Gübre-kg-); X₃: (Tarımsal Mücadele İlacı-cc-); X₄: (Makine çekigücü-saat-); X₅: (Mazot Miktarı-lt-); X₆: (İşgücü Miktarı-saat-); X₇: (Üretim Alanı-da-)

Çalışma kapsamında oluşturulan tahmin denkleminde otokorelasyon varlığı “Durbin Watson (DW) Testi” kullanılarak test edilmiş olup, denkleme ait DW_{H(hesap)} 1,911 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Yapılan test sonucunda (DW_L 1,52; DW_U 1,77) hesaplanan değerinin (DW_{H(hesap)} 1,911) %5 düzeyinde tablo değerinden (DW_{U(0.05)} 1,77) yüksek olması nedeniyle fonksiyonda otokorelasyon probleminin olmadığı anlaşılmıştır (Gürler, 1996).

Modele ait determinasyon katsayısı (R²) 0,893 bulunmuştur. Belirlenen değer bağımsız değişkende meydana gelen değişmelerin %89,30’unun modele dâhil edilen bağımsız değişkenlerce açıklanabileceğini göstermektedir (Çizelge 2).

Bağımsız değişkenlere ait üretim elastikiyeti katsayıları incelendiğinde; tarımsal mücadele ilacı kullanımı ve mazot kullanımına ait faktörlerin üretim elastikiyeti katsayılarının negatif, fide sayısı, kimyevi gübre miktarı, işgücü ve üretim alanı değişkenlerine ilişkin üretim elastikiyeti katsayılarının pozitif karakterli olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 3).

Fonksiyonda yer alan faktörlerin üretim elastikiyetleri katsayıları toplamı (Σβ_i) 1,121’dir. Bu değer kekik üretiminde ölçüğe göre artan getiriyi ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile kekik üretiminde yer alan değişkenler %1 artırıldığında, üretim miktarında %1,121 oranında bir artış olması beklenebilir (Çizelge 3).

Oluşturulan denklemde istatistiki açıdan üretim alanı (X₇) değişkeni %1, işgücü (X₆) değişkeni ise üretim elastikiyeti katsayıları bakımından %10 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur. Teorik açıdan konuya yaklaşıldığında kekik üretiminde üretim alanlarında yapılacak %1’lik artışın üretim miktarını %0,949, işgücü miktarındaki %1’lik artışın ise üretim miktarını %0,067 artıracağı söylenebilir.

Bununla birlikte üretim alanı değişkenine ilişkin yorumun “kekik üretiminde kullanılan girdiler karşılığında birim alandan daha yüksek düzeyde verim elde edilmesi gerektiği” şeklinde yapılması daha uygun olacaktır. Diğer bir ifade ile üretim alanının artırılmasından ziyade birim alandaki verimlilik düzeyini artırarak üretim miktarında artış sağlanabilmesi mümkün görülmektedir. Tahmin denkleminde yer alan fide sayısı, mazot kullanımı, kimyevi gübre kullanımı, zirai mücadele ilacı kullanımı ve makine çekigücü kullanımına ilişkin faktörler ise istatistikî açıdan önemsiz olması nedeniyle bir yorumda bulunulmamıştır.

Çizelge 4 incelendiğinde kekik üretiminde kullanılan girdiler içinde zirai mücadele ilacı miktarı (X₃) ve mazot kullanım miktarına (X₅) ilişkin faktörlerin negatif karakterli oldukları anlaşılmaktadır. Bu nedenle tüm faktörler için hesaplama yapılmakla birlikte sadece bu iki değişken hakkında ekonomik ve teknik yorumda bulunulmamıştır.

Yapılan çalışmada marjinal ürün değerlerinin belirlenmesinde faktör fiyatları olarak kullanılan girdilerin serbest piyasada belirlenen birim fiyatları dikkate alınmıştır. Denklemde yer alan değişkenler arasında en yüksek marjinal etkinlik katsayısı 3,20 ile üretim alanı değişkenine (X_7) ait olup, bu değişkeni 1,33 katsayısı ile kimyevi gübre faktörü (X_2) izlemektedir (Çizelge 4).

Yapılan araştırma marjinal etkinlik katsayılarına göre üretim alanı ve kimyevi gübre girdileri ekonomik optimum düzeyinin altında kullanıldığını ortaya koymuştur. Bu nedenle marjinal etkinlik katsayısı yüksek olan bu faktörlerin kullanımının artırılması gerekmektedir. Tarımsal mücadele ilacı ve mazot faktörleri aşırı kullanımları nedeniyle (elastikiyet katsayılarının eksi karakterli olmasına bağlı olarak) marjinal ürün değerleri negatif çıkmıştır. Marjinal etkinlik katsayısı 1'in altında kalan diğer faktörler aşırı kullanılmakta olup, ekonomik optimum düzeyde kullanılabilmesi için mutlaka azaltılmaları gerekmektedir.

Kekik üretimi tahmin denkleminde yer alan girdilerin kullanımında özellikle; yetiştirme tekniğine uygun sayıda ve kalitede fide kullanılması, tarımsal mücadelenin tam ve zamanında yapılması (çevreye duyarlı tarımsal mücadele teknikleriyle bitki hastalık ve zararlılarına karşı mücadele edilmesine önem verilmesi), makine çekigücünün ise özellikle birim alanda önerilen düzeyde kullanılması (bu amaçla toprak hazırlığı aşamasının zamanında ve özenle yapılması, toprağın gereksiz yere yorulmaması ve yapısının bozulmaması), makine çekigücü kullanımının azaltılması gerekmektedir.

Makine çeki gücünde azalma sağlanması aynı zamanda mazot kullanım seviyesinde de düşüş sağlayacaktır. İşgücüne ilişkin marjinal etkinlik katsayısı kekik üretiminde bu faktörün aşırı kullanıldığını işaret etmektedir. İncelenen işletmelerde kekik üretiminde nitelikli ve kaliteli işgücü kullanımına gereken dikkat ve özenin gösterilmesi gerekmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Türkiye dünya kekik üretimi ve ticaretinde lider ülke konumundadır. Araştırma alanı olarak belirlenen Denizli ili ise toplam üretimdeki yaklaşık %90'lık pay ile ülke kekik üretiminde ilk sırada yer almaktadır. Bu çalışmada Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi'ne göre belirlenen 17 yerleşim biriminde 82 tarım işletmesinden yüz yüze anket metodu ile elde edilen veriler yardımıyla kekik üretim miktarı üzerinde etkili olan faktörler üretim fonksiyonu yardımıyla analiz edilmiştir.

İncelenen işletmelerde ortalama kekik verimi 95,01 kg olup, bu verim değerine ulaşabilmek için dekar başına; 10,296 adet fide, 8,93 cc zirai mücadele ilacı, 52,34 kg kimyevi gübre, 16,57 lt mazot, 4,49 saat makine işgücü ve 17,84 saat insan işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır.

Yürütülen çalışmada kekik üretim miktarı ile üretimde etkili olabileceği düşünülen girdiler arasındaki ilişki fonksiyonel olarak analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında bağımlı değişken olarak kekik üretim miktarı bağımsız değişkenler ise; fide sayısı, kimyevi gübre kullanım miktarı, tarımsal mücadele ilacı kullanım miktarı ile üretimin tamamında kullanılan makine çekigücü ile kullanılan mazot miktarı, işgücü kullanım miktarı ve üretim alanı olarak dikkate alınmıştır.

Kekik üretimine ilişkin tahmin denkleminde yer alan faktörlerin üretim elastikiyetleri katsayıları toplamı ($\sum \beta_i$) 1,121 olarak hesaplanmıştır. Bu değer kekik üretiminde ölçeğe artan getirinin söz konusu olduğunu ifade etmektedir. Oluşturulan denklemde üretim elastikiyeti katsayıları bakımından üretim alanı değişkeni (X_7) %1, işgücü değişkeni (X_6) ise %10 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur.

Denklemde yer alan değişkenler arasında en yüksek marjinal etkinlik katsayısı 3,20 ile üretim alanı değişkenine (X_7) ait olup, bu değişkeni 1,33 katsayısı ile kimyevi gübre faktörü (X_2) izlemektedir. Tahmin denkleminde yer alan marjinal etkinlik katsayılarına göre üretim alanı ve kimyevi gübre girdileri ekonomik optimum düzeyinin altında kullanılmaktadır. Bu nedenle marjinal etkinlik katsayısı yüksek olan bu faktörlerin kullanımının artırılması, kalan faktörlerin ise kullanımları mutlaka azaltılmaları gerekmektedir.

Yapılan araştırma kekik üretiminde; üretim tekniğine uygun sayıda ve nitelikte fide kullanılması, tarımsal mücadelenin zamanında ve etkin bir şekilde yapılması, makine çeki gücünün ise araştırma kurumlarınca tavsiye edilen düzeyde kullanılması, üretimin her aşamasında nitelikli ve kaliteli işgücü kullanımına gereken özen ve dikkatin gösterilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Kaynaklar

- Al-Baqain R, Nasr R. (2004). Economics of Thyme Production Under Plastic Houses in Jordan. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 10(6): 691-697.
- Almansour BM, Ali GA. (2021). Economic Analysis of Thyme (*Origanum Syriacum*) Production for Smallholder Farmers. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 923, 2021 Second International Conference for Agricultural Science 29-30 September 2021, Muthanna, Iraq (VIRTUAL), (Vol. 923, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Altunel T. (2012). Odun Dışı Orman Ürünlerinin Toplayıcı/Üretici Açısından Sosyoekonomik Önemi. Istanbul University. *Journal of the Faculty of Forestry*. 62(1):85-99.
- Aslan O, Gül M. (2017). Economic Structure and the Problems of Thyme Producer Farms in Denizli. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 7(1): 64-69.
- Beattie BR, Taylor CR. (1987). *The Economics of Orniduction*, John Wiley and Sons Inc., New York. USA.
- Beattie BR, Taylor CR, Watts MJ. (2009). *The Economics of Production (Second Edition)*. Krieger Publishing Company, 299 pp.
- Çelik AD, Gül A. (2019). Hatay İlinde Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Piyasası ve Geliştirilmesi İmkanları, *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(5): 1127 - 1133.
- Çiçek A. (1990). Tokat İli Kazova Bölgesinde Şekerpancarı Üretimi ve Üretim Girdilerinin Ekonometrik Analizi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 134 s. Adana.
- Çiçek A, Erkan O. (1996). Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri. GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Notları Serisi No:6, 118 s. Tokat.
- Dawson PJ, Lingard J. (1982). "Management bias and returns to scale in a Cobb-Douglas production function for agriculture". *European Review of Agricultural Economics*, 9(1): 7-24.
- Dillon JL. (1966). *The Analysis of Response in Crop and Livestock Production*. Pergamon Press: New York. USA.
- Doll JP, Orazem F. (1984). *Production Economics Theory with Applications*, John Wiley and Sons Inc., New York. USA.

- Dumitru EA, Berevoianu RL, Muscalu A, Tudora C. (2020). Estimating the Economic Efficiency of Medicinal Crops. *Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 20(3): 223-228.
- Green SB, Salkind NJ, Akey TM. (2000). *Using SPSS For Windows, Analyzing and Understanding Data*. Second Edition. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River. 430 pp. New Jersey. USA.
- Gujarati DN, Porter D. (2014). *Temel Ekonometri*. Literatür Yayıncılık. (5.Basımdan Çeviri). 915 s. İstanbul, Türkiye.
- Gül M, Aslan O, Sirikçi BS (2014). Determining the Costs, Production Inputs and Profit of Thyme Production Enterprises in Denizli province of Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17 (4): 562-569.
- Gürler ZA. (1996). Tarımsal Üretim Ekonomisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Tokat.
- Hayami Y. (1970). On the use of the Cobb-Douglas production function on the cross-country analysis of agricultural production. *American Journal of Agricultural Economics*, 52(2), 327-329.
- Heady EO, Dillon JL. (1961). *Agricultural Production Functions*. Iowa State University Press, Ames, 667 s. Iowa. USA.
- Heady OE, Dillon J L. (1966). *Agricultural Production Functions*. Iow State University Press. USA.
- Ibishi L, Musliu A. (2021). Impact of MAPs on Improving the Socio-Economic Situation of Rural Families in Kosovo. *Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID)*, 115(2): 39-50.
- Imami D, Ibrahliu A, Fasllia N, Gruda N, Skreli E. (2015). Analysis of the Medicinal and Aromatic Plants Value Chain in Albania. *Gesunde Pflanzen*, 67(4): 155-164.
- Kamanga BC, Kanyama-Phiri G, Minae S. (2000). Maize Production Under Tree-Based Cropping Systems in Southern Malawi: A Cobb-Douglas Approach. *AfricanCrop Science Journal*, 8(4): 429-440.
- Kan Y, Fidan A, Bilginer, SA. (2018). IPARD Programı Desteklerinin Alternatif Üretim Modeli Uygulaması, Kütahya Örneği. (Erişim: <https://kutahya.tdkk.gov.tr/Duyuru.aspx?Id=4410>. Erişim Tarihi: 11.11.2022)
- Karagölge, C. (1973). Arazi tasarruf şekillerine göre erzurum ilindeki tarım işletmelerinin ekonometrik analizi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: Ankara.
- Karlı B, Demir Z, Dalgıç A. (2020). Denizli İlinde Kekik Üretimi Yapan İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Yapısı ve Sorunları. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 151-160.
- Karlı B, Demir Z, Gül M, Kadakoğlu B. (2021). Economic Analysis of Thyme Production: A Case Study of Denizli Province, Turkey. *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences*, 5(1): 59-64.
- Karkacier O. (2001). Tarım Ekonomisi alanına ilişkin fonksiyonel analizler ve bu analizlerden çıkartılabilecek bazı kantitatif bulgular. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:49, Ders Notları Serisi No:26, 73 s. Tokat.
- Khesht MA, Jafari H, Alizadeh K. (2021). The Impact of Cultivation of Medicinal Plants on the Economic Income of Rural Settlements Case Study of Kalat City Villages. *Propósitos y Representaciones*, Mar. 2021, Vol. 9, SPE(2), e957.
- Kılıçbay A. (1996). *Ekonometrinin Temelleri*. İstanbul Üniversitesi Yayınları: İstanbul.
- Kinsella AM. (1993). *Cost and Return Analysis for Producing Sage and Thyme for Processing* (Doctoral dissertation, Oklahoma State University). 53 s. Illinois, USA.
- Kip E, İşyar Y. (1976). Basit Ve Çoklu Regresyon Analizlerinin Zirai Ekonomi Problemlerine Uygulanması, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:460, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Köksal Ö, Güneş E, Özer OO., Özden M. (2010). Analysis of Effective Factors on Information Sources at Turkish Oregano Farms. *African Journal of Agricultural Research*, 5(2): 142-149.
- Mobtaker HG, Keyhani A, Mohammadi A, Rafiee S, Akram A. (2010). Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agric Ecosyst Environ*, 137(3-4):367- 372.
- Nasr RE, Yousef MA, Tadros MJ. (2011). Technical Efficiency of Medicinal and Herbal Plant Farms in Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 7(3): 508-517.
- Neill RJ. (2003). Production and Production Functions: Some Implications of A Refinement to Process Analysis. *Journal of Economic Behaviour & Organization*, 51(4): 507-521.
- Okan T, Şafak İ. (2004). Akhisar Yöresindeki Kekik ve Tütün Üretiminin Ekonomik Açından Karşılaştırılması. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 54(1): 187-205.
- Özçelik A. (1989). Ankara Şeker Fabrikası civarındaki seker pancarı yetiştiren tarım işletmelerinde şeker pancarı ile buğday için fiziki üretim girdileri ve üretimin fonksiyonel Analizi A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1113, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, 53 s. Ankara.
- Özdemir FF. (1998). Kekik Bitkisinin Ege Bölgesinde Üretimi, Toplanması, İşlenmesi, İç ve Dış Pazarlaması Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 207 s. Ankara.
- Rafiee S, Mousavi Avval SH, Mohammadi A. (2010). Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy*, 35(8): 3301- 3306.
- Semerci A. (2022a). Tarımsal Üretimde Kaynak Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi: Yağlık Ayçiçeği (*Helianthus annuus, L.*) Üretimi Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(2): 263-281.
- Semerci A. (2022b). Yağlık Ayçiçeği (*Helianthus annuus, L.*) Üretiminde İşletme Büyüklük Gruplarına Göre Girdi Kullanım Etkinliğinin Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(2): 227-243.
- Singh G, Singh S, Singh J. (2004). Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Conversion and Management*, 45 (3): 453-465.
- Tanrıöver N, Genç YK. (2005). Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu Üzerine Bir Genelleme. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu. İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005, İstanbul.
- Tuna Y. (1993). The economical results of the productivity growth in the agriculture: an evaluation about Turkey. *Productivity Journal*. MPM Publication No. 487(13):26-41.
- TOB. (2020). Kekik Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi. (Erişim: <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/Projeler/Kekik+Fizibilite+Raporu+ve+Yatirimci+R+ehberi.pdf>, Erişim Tarihi: 07 Haziran 2022)
- TOB. (2022). Denizli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2022 Yılı Brifing Raporu.
- TÜİK. (2022). Dış Ticaret İstatistikleri. (Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=25¶m2=0&sitcrev=0&isicrev=0&sayac=5802> Erişim Tarihi: 16 Ağustos 2022).
- Ulveling EF, Fletcher LB. (1970). A Cobb-Douglas production function with variable returns to scale. *American Journal of Agricultural Economics*, 52(2): 322-326.
- Vural H, Turhan Ş. (2011). Bursa İlinde Şeftali Üretiminin Ekonometrik Analizi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 1-6.
- Yamane T. (1967). *Elementary Sampling Theory*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice- Hall, Inc., 405 s. USA.



A Study on Consumers' Meat Consumption Preferences

Fatma Kaya Yıldırım^{1,a,*}, Beyza Hatice Ulusoy^{1,b}, İrem Karataş^{2,c}

¹Yakın Doğu Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Lefkoşa, KKTC

²İstanbul Ticaret Üniversitesi Turizm İşletmeciliği, İstanbul, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 31.07.2023 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Grilled meat Cooking methods Consumption preferences Istanbul Questionnaire</p>	<p>This study was conducted to determine the grilled meat consumption preferences of consumers. The material of the research consisted of data collected from 406 people by face-to-face survey method. In the research, it was determined that all of the consumers included in the survey consumed meat. When the mean and correlation values of the variables are examined, it is seen that the average of the rare cooked meat variable is 1,863 and that the participants rarely prefer it. When the other mean and correlation values were examined, the medium cooked meat variable was 3.149; hard-cooked meat variant 2,887; the taste variable has an average value of 2,674, indicating that the participants prefer this type of meat from time to time. When the participant gender and grilled meat consumption preferences were examined, no significant difference was observed in the medium cooked variable in the participant gender ($P>0.05$); It was observed that there was a significant difference ($P<0.05$) between undercooked, overcooked and flavor variables and gender groups. As a result of the analysis made between the education levels of the participants and their grill meat consumption preferences, it was seen that there was a significant difference ($P<0.05$) in all three different education levels. It was determined that the explanatory, confirmatory factor and reliability analysis results of the grill meat consumption preference scale were at an acceptable level. When the hypothesis test results were examined, the gender and age hypotheses were partially accepted, while the education hypotheses were fully accepted.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 15-21, 2024

Tüketicilerin Et Tüketim Tercihleri Üzerine Bir Araştırma

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 31.07.2023 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Izgara eti Pişirme yöntemleri Tüketim tercihleri İstanbul Anket</p>	<p>Bu çalışma tüketicilerin ızgara eti tüketim tercihlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın materyalini 406 kişiden yüz yüze anket yöntemi ile toplanan veriler oluşturmuştur. Araştırmada ankete dahil olan tüketicilerin tamamının et tükettiği belirlenmiştir. Değişkenlerin ortalama ve korelasyon değerlerine bakıldığında az pişmiş et değişkeninin ortalaması 1,863 ile katılımcıların nadiren tercih ettiğini göstermektedir. Diğer ortalama ve korelasyon değerleri incelendiğinde orta pişmiş et değişkeni 3,149; çok pişmiş et değişkeni 2,887; lezzet değişkeni ise 2,674 ortalama değerine sahip olması bu şekildeki etleri katılımcıların zaman zaman tercih ettiğini göstermiştir. Katılımcıların cinsiyeti ve ızgara eti tüketim tercihleri incelendiğinde orta pişmiş değişkeninde katılımcı cinsiyetinde anlamlı bir fark gözlenmezken ($P>0,05$); az pişmiş, çok pişmiş ve lezzet değişkenleri ile cinsiyet grupları arasında anlamlı bir fark ($P<0,05$) olduğu gözlenmiştir. Katılımcıların eğitim durumları ile ızgara eti tüketim tercihleri arasında yapılan analiz sonucunda ise üç farklı eğitim durumunda da anlamlı bir fark ($P<0,05$) olduğu görülmüştür. Izgara eti tüketim tercihi ölçeğinin açıklayıcı, doğrulayıcı faktör ve güvenilirlik analiz sonuçlarının kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Hipotez test sonuçları incelendiğinde ise cinsiyet ve yaş hipotezleri kısmen kabul edilirken, eğitim hipotezleri tamamen kabul edilmiştir.</p>

^a atma.kaya@neu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-1281-846X>

^c beyza.ulusoy@neu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0001-9278-2537>

^e iremkaratas05@gmail.com

^f <https://orcid.org/0000-0002-5962-0306>



Giriş

Gıda maddelerinin tüketim alışkanlıkları ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye değiştiği gibi yöresel olarak da farklılık göstermektedir. Özellikle bir toplumun gıda talebi ve tüketim alışkanlıkları öncelikle gıda kalitesine, fiyat ve hijyen özelliklerine, ülkedeki milli gelir dağılımına ve tüketicinin eğitim seviyesine bağlı olarak değişim göstermektedir (Şengül, 2004). Gıda kalitesi; hazırlama teknikleri, besin kaybı veya toksik bileşiklerin oluşumu gibi etkenlerle bozulabilir (Assumpção ve ark., 2020). Özellikle çocuk ve genç bireylerin sağlıklı gelişimlerinde hayvansal kaynaklı gıda ürünleri, büyük öneme sahip olup mutlaka fizyolojik gereksinimlerini karşılayacak düzeyde tüketilmelidir. Gelişim çağında yetersiz beslenme yetişkinlik döneminde birçok hastalığın ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir (Gözener ve ark., 2016). Sağlıklı beslenme için ana besin bileşenlerinin vücuda alınması önemlidir (Alageyik ve ark., 2020). Et, az miktarda karbonhidratın yanı sıra su, protein, amino asitler, mineraller, yağlar, vitaminler ve diğer biyoaktif bileşenlerden oluşmaktadır (Singh ve Gallier, 2014; Onurlubaş ve ark., 2015; Bassam ve ark., 2022). Böylelikle önemli bir protein ve demir vitamini sağlayıcısı olan et, sağlıklı bir insan için gerekli olan gıda ürünlerinin başında gelmektedir (Kubberød, 2002; İskender ve ark., 2015).

Etin hazırlanma yöntemleri; I) kuru ısıda pişirme yani kavurma, ızgarada pişirme, tavada kızartma ve II) nemli ısıda pişirme yani buğulama veya bir sıvı içinde pişirme şeklindedir. Izgara et, yağ ilavesi gerektirmediği için kalorisinin diğer yöntemlere göre nispeten daha düşük olması, sağlıklı bir pişirme şekli olduğunu düşündürmektedir. Diğer yandan, birçok çalışma ızgara et tüketimi ile kanser ve bunun gibi rahatsızlıklara yol açabilecek tehlikeli bileşiklerin üretimi arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Kömür yardımıyla ızgara yapmak kirlilik riskini artırır ve daha yüksek seviyelerde benzen, formaldehit, polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH), heterosiklik aromatik aminler (HAA) ve diğer piroliz ürünleri gibi kimyasal kanserojenlere maruz kalma kaynağı olabilirler (Le Marchand ve ark., 2002; Bassam ve ark., 2022). Bu sebeple pişmiş et ve ürünlerinde, pişirme yöntemlerine, sıcaklığa, süreye ve etin türüne göre değişen seviyelerde çok sayıda HAA sözkonusu olabilir. Bunlarda 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo piridin (PhIP), 2-amino-3,8 dimetilimidazo kinoksa (MeIQx) ve 2-amino-3, 4,8 trimetilimidazo kinoksalin (Di-MeIQx), insan maruziyeti ve kanserojen etki açısından en önemli HAA'lardır. HAA'lar DNA'ya bağlanmadan önce, 1A familyasının (özellikle CYP1A2) sitokrom P450 enzimleri tarafından N-oksidasyon yoluyla metabolik aktivasyon, ardından Nasetiltransferaz-2 (NAT2) ile O-esterifikasyonu gerektirir (Zheng ve ark., 1998; Le Marchand ve ark., 2002). Lang ve ark., (1994) iyi pişmiş et tercihi olan kişilerde hem NAT2 hem de CYP1A2 aktivitelerini değerlendirdikleri çalışmada Kolorektal Kanser (CRC) riskinin 6.45 kat arttığını tespit etmişlerdir. Et hazırlamada uygulanan yüksek sıcaklık, kanserojen etkisi kanıtlanmış heterosiklik aromatik aminler (HAA), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve glikasyon son ürünlerinin (AGE) oluşmasına sebebiyet vermektedir. Yüksek sıcaklık ve düşük nem koşullarının protein ve karbonhidrat açısından zengin bileşenlerle birleştirilmesi AGE'lerin

konsantrasyonlarını artırmaktadır. Bu durum mikrovasküler komplikasyonlar, diyabet ve kardiyovasküler gibi kronik hastalıkların oluşumuna sebebiyet vermektedir. Yüksek düzeyde heterosiklik aromatik amin içeren et tüketimi ise kolorektal, prostat, renal parankim, özofagus ve mide neoplazmaları şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Assumpção ve ark., 2020). Yüksek sıcaklıkta pişirilen ızgara et, yüksek oranda pirazin oluşmasına ve aromasının değişmesine hatta çeşitli toksik bileşiklerin gözlenmesine sebep olur. Izgarada kullanılan kömür türü de tehlikeli bileşiklerin seviyelerini etkileyebilmektedir. Örneğin HAA seviyeleri hindistan cevizi kömürü üzerinde pişirilen ızgara ette daha yüksekken, aynı et için bambu kömüründe üzerinde pişirildiğinde PAH seviyesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Bassam ve ark., 2022). Devlin ve ark. (2017), etin yumuşaklık ve tat gibi özelliklerinin ölüm öncesi ve ölüm sonrası faktörlere bağlı olduğunu belirtmektedir. Pathare ve Roskilly (2016) ise uygulanan pişirme yöntemlerinin etin kalitesinde etkili olduğundan bahsetmektedir. İsmail ve ark. (2019) ise etin yumuşaklığında pişirme sıcaklığı derecesinin etkili olduğunu vurgulamaktadır.

Dengeli beslenme, insan sağlığının korunması ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için önemlilik taşımaktadır. Tüketicilerin cinsiyet, yaş, vücut ağırlığı, yerleşim yeri, beslenme alışkanlıkları gibi bazı faktörlerinin et tüketim tercihleri üzerinde etkili olduğu gözlenmektedir. Bunun için et tüketim davranışlarının bölgesel olarak saptanması, tüketicilerin tüketim alışkanlıkları ve tercihlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle katılımcıların ızgara eti tercihleri ile cinsiyet, yaş ve eğitim durumlarının arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla bu çalışma planlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

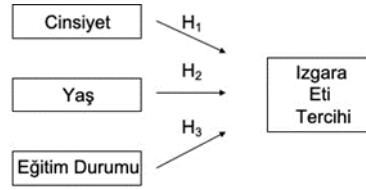
Çalışmanın Evreni ve Örneklem

Çalışmanın materyalini İstanbul ilinde ikamet eden toplam 406 katılımcıya yüz yüze görüşme tekniği ile uygulanan anket sonucu elde edilen veriler oluşturulmaktadır.

Çalışmanın örnekleme ise kolaydan örnekleme olarak biçimlendirilmiş ve anket formu araştırmacılar tarafından iki bölümden oluşturulmuştur (Çizelge 1). Birinci bölüm, katılımcıların demografik değişkenlerini belirlemeye yönelik üç soru içermektedir. Bu değişkenler; (a) Cinsiyet, (b) Yaş, (c) Eğitim Durumu şeklindedir. İkinci bölüm ise katılımcıların ızgara etini nasıl tercih ettiklerini belirlemeye yönelik toplamda on iki maddeden oluşmaktadır. Oluşturulan anket formu 5'li likert tipinde, olumludan olumsuz olma üzere "Kesinlikle Katılıyorum", "Katılıyorum", "Kararsızım", "Katılmıyorum" ve "Kesinlikle Katılmıyorum" şeklinde sınıflandırılmıştır (Tezbaşaran, 2008). Çalışmanın evrenini her türlü ızgara etini tüketen kişiler oluşturmaktadır.

Araştırmanın Modeli ve Hipotezler

Çalışma kapsamında belirlenen bağımsız değişkenlerin farklı hipotezler ile ızgara eti tercihi üzerindeki etkisinin saptanması araştırma modelini oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma modeli
Figure 1. Research model

Çizelge 1. Anket formu

Table 1. Questionnaire form

Izgara Eti Tüketim Tercih Anket Formu					
Izgara eti tercihiniz	1	2	3	4	5
Izgara etinin az pişmiş halini tercih ederim.	5	4	3	2	1
Izgara etinin hafif kanlı halini tercih ederim.	5	4	3	2	1
Mermer yüzeyli, kas içi yağı olan etleri tercih ederim.	5	4	3	2	1
Izgara etini hafif yanık tercih ederim.	5	4	3	2	1
Izgara etinin çok pişmiş olanını tercih ederim.	5	4	3	2	1
Etin iç kısmının kahverengiye dönmüş olan halini tercih ederim.	5	4	3	2	1
Izgara etinde mühürlenmiş olanını tercih ederim.	5	4	3	2	1
Marine edilmiş etlerde baharatın tadını yoğun bir şekilde almayı tercih ederim.	5	4	3	2	1
Izgara etinin çok az pişmiş olanını tercih ederim.	5	4	3	2	1
Izgara etinde iç kısmının pembemsi olanlarını tercih ederim.	5	4	3	2	1
Izgara etinin orta pişmiş halini tercih ederim.	5	4	3	2	1
Ette, ızgara izleri görünsün isterim.	5	4	3	2	1

Eğitiminiz: İlk öğretim (1), Orta öğretim (2), Yüksek öğretim (3); Cinsiyetiniz: Kadın (1), Erkek (2); Yaşınız: 30 ve altı-Genç (1), 31-50-Orta (2), 51 ve üzeri-Yaşlı (3); 1: Sürekli olarak; 2: Çoğunlukla; 3: Zaman zaman; 4: Nadiren; 5: Hiç veya Çok az

Çizelge 2. Kabul edilen maddeler için hakem değerlendirme sonuçları

Table 2. Peer review results for accepted articles

Madde No.	İlgililik			Madde No.	Anlaşılabilirlik			Sonuç
	n_e	N/2	$IGO \frac{ne - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$		n_e	N/2	$IGO \frac{ne - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$	
Madde 1	6	3	1,00	Madde 1	6	3	1,00	Kabul
Madde 2	6	3	1,00	Madde 2	6	3	1,00	Kabul
Madde 3	6	3	1,00	Madde 3	6	3	1,00	Kabul
Madde 4	5	3	0,67	Madde 4	5	3	0,67	Kabul
Madde 5	6	3	1,00	Madde 5	6	3	1,00	Kabul
Madde 6	6	3	1,00	Madde 6	6	3	1,00	Kabul
Madde 7	6	3	1,00	Madde 7	6	3	1,00	Kabul
Madde 8	6	3	1,00	Madde 8	5	3	0,67	Kabul
Madde 9	6	3	1,00	Madde 9	6	3	1,00	Kabul
Madde 10	6	3	1,00	Madde 10	6	3	1,00	Kabul
Madde 11	6	3	1,00	Madde 11	6	3	1,00	Kabul
Madde 12	6	3	1,00	Madde 12	6	3	1,00	Kabul

Yapılan bu çalışmaya göre oluşturulan hipotezler, bireylerin tercih ettikleri ızgara etinin bağımsız değişkenleridir. Bu çerçevede oluşturulan hipotezlere aşağıda yer verilmiştir.

Birinci Hipotez;

H₀: Katılımcıların ızgara eti tercihi ile cinsiyetleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₁: Katılımcıların ızgara eti tercihi ile cinsiyetleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

İkinci Hipotez;

H₀: Katılımcıların ızgara eti tercihi ile yaş aralıkları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₂: Katılımcıların ızgara eti tercihi ile yaş aralıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Üçüncü Hipotez;

H₀: Katılımcıların ızgara eti tercihi ile eğitim durumları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₃: Katılımcıların ızgara eti tercihi ile eğitim durumları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Araştırma kapsamında oluşturulan hipotezlerden birincisi t-Testi, ikinci ve üçüncü hipotezler ise tek yönlü ANOVA testi ile analiz edilmiştir.

Ölçeğin Geliştirilme Süreci ve Hakemlerin İçerik Geçerliliği Çalışması

Ölçeğin geliştirilme sürecinde, seçilen konu hakkındaki sektörden hakem görüşleri ve hakemlerin pilot uygulaması durumu incelenmiştir. Hakemler tarafından gerçekleştirilen değerlendirme sonucu 12 maddeye karar verilmiştir. Kabul edilen maddelerin hakem değerlendirme sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Ölçeğin geliştirilme sürecinde toplamda 6 hakem görüşü değerlendirilmiştir. Hakemler tarafından maddelerin ilgililik durumu değerlendirildiğinde madde 4 sadece 5 hakem diğer maddelerin tamamı ise tüm hakemler tarafından ilgili bulunmuştur. Buna ek olarak hakemler tarafından değerlendirilen maddelerin anlaşılabilirlik düzeyinde ise madde 4 ve 8'de 5 hakem tarafından anlaşılır bulunurken diğer maddelerin tamamı tüm hakemler tarafından anlaşılır bulunmuştur. Bu sonuçlara göre anket formundaki maddelerin ilgililik ve anlaşılabilirlik düzeyi Şencan, (2005) tarafından yapılan çalışmayla ile karşılaştırıldığında tüm maddelerin kabulü için yeterli sayı olduğunu söyleyebiliriz.

Pilot Araştırma ve Asıl Araştırma Uygulanması

Anket formunda yer alan ızgara eti tercih ölçeği ilk önce 20 kişilik bir gruba uygulanarak pilot araştırma gerçekleştirilmiştir. Anket formunda yer alan ifadelerin anlaşılabilirliği, anketin doldurulması için gerekli olan makul süre, ölçeklerin güvenilirliği, yüze geçerliliği ve ifadeleri işaretlerken yaşanan sorunlar saptanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, katılımcılara uygulanmasında herhangi bir sorun oluşturmayacağını ortaya çıkarmıştır.

Asıl araştırma kapsamında ise kesinleşen anket formları et restoranlarında gönüllü katılımcılar tarafından doldurulmuştur. Anket uygulanmasından sonra doldurulan anket formları araştırmacı tarafından restoranlardan teslim alınmıştır.

Çalışma için gerekli etik kurul izin belgesi 13.11.2020 tarihinde ve 65836846-044 sayı numarası ile İstanbul Ticaret Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurulu'na verilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Anket formlarının doldurulmasının ardından cevaplar bilgisayarda oluşturulan veri dosyalarına kaydedilmiş ve değişkenler elde edilmiştir. Izgara eti tercihi ölçeği kullanılarak gerçekleştirilmiş olan çalışma değişkenlerinin değerlendirilmesi için SPSS versiyon 24.0 ve Amos versiyon 24.0 programları kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

İstanbul ili ızgara eti tüketim tercihlerinin belirlenmesinde katılımcıların cinsiyet, yaş ve eğitim durumları gibi sosyo demografik verileri Çizelge 3'de verilmiştir.

Elde edilen verilerin yapısal uygunluğunun teyit edilmesi için açıklayıcı faktör analizi yapılarak, Kaiser Mayer Olkin (KMO) ve Bartlett's Test of Sphericity değerleri saptanmıştır (Çizelge 4). Buna göre KMO değeri 0,71 olarak tespit edilmesinden dolayı Bartlett's test düzeyi anlamlı ($P < 0,05$) bulunmuştur. Devamında ise verilerin araştırma modeliyle uygunluğunun teyit edilmesi için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ise CMIN/DF (3,361), NFI (0,87), CFI (0,90), IFI (0,91), GFI (0,94), SRMR (0,06), RMSEA (0,07) değerlerin iyi düzeyde olması sebebiyle kabul edilebilir olduğu gözlenmiştir. Sonuçlar doğrulayıcı faktör analizleriyle uygunluk göstermektedir. Güvenilirlik analizi sonucunda verilerden elde edilen 0,65 değeri verilerin kabul edilebilir düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir. Yapılan bu çalışmada verilerin güvenilirlik ve geçerlikleri uyumlu bulunmuştur (Ercan ve Kan, 2004; Erkorkmaz ve ark., 2013). Ölçekte madde 3 ve 8 ızgara eti pişirme derecelerinden farklı olarak lezzet başlığı altında gruplandırılmıştır. Gerçekleştirilmiş açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda madde 7, hakemler tarafından uygun bulunmadığı için ölçekten çıkartılmıştır.

Araştırma çerçevesinde elde edilen verilerin değişkenler arası ortalama ve korelasyon değerlerine Çizelge 5'te yer verilmiştir. Analiz sonucu değişkenler arasında $P < 0,05$ değerinde anlamlı bir korelasyon ilişkisi bulunmaktadır. Az pişmiş değişkenin ortalaması 1,863 olması katılımcıların nadiren tercih ettiği yönünde olduğunu açıklamaktadır. Diğer yandan orta pişmiş değişkenin 3,149; çok pişmiş değişkenin 2,887; lezzet değişkeninin ise 2,674 ortalama değerine sahip olması katılımcıların zaman zaman zaman tercih ettiğini göstermektedir. Az pişmiş etin nadiren tercih edilmesi yüksek ısıya kısa süre maruz kalmasının mikrobiyolojik açıdan daha riskli olabileceğini düşündürmektedir.

Katılımcı cinsiyeti ve ızgara eti tüketim tercihleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirleyebilmek için t-Testi yapılmıştır. Buna göre orta pişmiş et değişkeninde katılımcı cinsiyetinde anlamlı bir fark gözlenmezken ($P > 0,05$); az pişmiş et, çok pişmiş et ve lezzet değişkenleri ile cinsiyet grupları arasında anlamlı bir fark ($P < 0,05$) olduğu gözlenmiştir (Çizelge 6). Benzer şekilde Driskell ve ark. (2006), fast-food türü yemek yeme alışkanlığının, cinsiyete göre farklılık gösterdiğini belirtmektedir.

Çizelge 3. Katılımcıların demografik değişkenleri
Table 3. Demographic variables of the participants

Değişkenler	Tanımlar	N (406)	%
Cinsiyet	Kadın	203	50,0
	Erkek	203	50,0
Yaş	<30	216	53,2
	31-50	168	41,4
	50>	22	5,4
Eğitim durumu	İlköğretim	38	9,4
	Ortaöğretim	95	23,4
	Yükseköğretim	273	67,2
	Toplam	406	

Çizelge 4. Izgara eti tercihi ölçeğinin faktör analizi

Table 4. Factor analysis of the grilled meat preference scale

Faktörler	Maddeler	Pattern Matris değerleri
Az Pişmiş	M1 Izgara etinin az pişmiş halini tercih ederim.	0,76
	M9 Izgara etinin çok az pişmiş olanını tercih ederim.	0,76
	M2 Izgara etinin hafif kanlı halini tercih ederim.	0,71
Orta Pişmiş	M11 Izgara etinin orta pişmiş halini tercih ederim.	0,82
	M12 Ette, ızgara izleri görünsün isterim.	0,73
	M10 Izgara etinde iç kısmının pembemsi olanlarını tercih ederim.	0,71
Çok Pişmiş	M4 Izgara etini hafif yanık tercih ederim.	0,79
	M6 Etin iç kısmının kahverengiye dönmüş olan halini tercih ederim.	0,74
	M5 Izgara etinin çok pişmiş olanını tercih ederim.	0,66
Lezzet	M3 Mermer yüzeyli, kas içi yağı olan etleri tercih ederim.	0,87
	M8 Marine edilmiş etlerde baharatın tadını yoğun bir şekilde almayı tercih ederim.	0,82
AFA	Açıklanan Varyans (%)	26,922
	Toplam	2,961
	Kaiser Meyer Olkin (KMO) testi	0,71
	Bartlett'in Küresellik Testi	X ² =997,183
DFA: Model uygunluk endeksleri	CMIN/DF	3,361
	NFI	0,87
	CFI	0,90
	IFI	0,91
	GFI	0,94
	SRMR	0,06
	RMSEA	0,07
Cronbach Alpha Güvenilirlik Analizi		0,65

Çizelge 5. Değişkenlerin ortalama ve korelasyon değerleri

Table 5. Mean and correlation values of variables

	Ortalama ve Korelasyon				
	Ortalama	1	2	3	4
Orta pişmiş	3,149	1,000			
Az pişmiş	1,863	,136	1,000		
Çok pişmiş	2,887	,101	,398	1,000	
Lezzet	2,674	,215	,232	,103	1,000

Çizelge 6. Katılımcıların cinsiyeti ile ızgara eti tercihi ölçeği

Table 6. Grilled meat preference scale by gender of the participants

Faktörler	Gruplar	N	Ort.	Std. Hata	t- değeri	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık
Orta pişmiş	Kadın	203	3,156	0,062	0,163	404	0,87
	Erkek	203	3,141	0,066			
Az pişmiş	Kadın	203	1,644	0,059	-4,724	404	0,000
	Erkek	203	2,082	0,072			
Çok pişmiş	Kadın	203	3,003	0,077	2,134	404	0,033
	Erkek	203	2,770	0,077			
Lezzet	Kadın	203	2,510	0,073	-3,175	404	0,002
	Erkek	203	2,837	0,073			

Katılımcıların yaşları ile ızgara eti tüketim tercihleri arasındaki anlamlılığı belirleyebilmek için tek yönlü ANOVA testi uygulanmıştır (Çizelge 7). Buna göre orta pişmiş, çok pişmiş ve lezzet değişkenleri ile katılımcı yaşları arasında yapılan analiz sonucunda anlamlı bir fark gözlenmezken ($P>0.05$); az pişmiş değişkeni ile katılımcı yaşları arasında yapılan analiz sonucunda anlamlı bir fark ($P<0.05$) olduğu gözlenmiştir. Karakuş ve ark. (2008)

yaptıkları çalışmada genç ve orta yaş üstü kişilerde daha az kırmızı et tüketimi olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların eğitim durumları ile ızgara eti tüketim tercihleri arasında yapılan analiz sonucu incelendiği zaman üç farklı eğitim durumu ile tüketim tercihleri arasında anlamlı bir fark ($P<0.05$) olduğu gözlenmektedir (Çizelge 8). Sonuçlar yükseköğretim gören kişilerin sağlıklı beslenme konusunda farkındalıkları arttıkça kırmızı eti daha fazla tükettiklerini düşündürmektedir.

Çizelge 7. Katılımcıların yaşları ile ızgara eti tercihi ölçeği
Table 7. Participants' ages and grilled meat preference scale

Faktörler	Tanımlar	N	Ort.	Std. Hata	F	Anlamlılık
Orta pişmiş	30'dan düşük	216	3,239	0,055	2,522	0,082
	31-50	168	3,062	0,077		
	51 ve üzeri	22	2,924	0,227		
Az pişmiş	30'dan düşük	216	1,727	0,059	5,288	0,005
	31-50	168	2,044	0,080		
	51 ve üzeri	22	1,818	0,207		
Çok pişmiş	30'dan düşük	216	2,946	0,078	0,996	0,370
	31-50	168	2,796	0,084		
	51 ve üzeri	22	3,000	0,182		
Lezzet	30'dan düşük	216	2,697	0,070	0,183	0,833
	31-50	168	2,637	0,081		
	51 ve üzeri	22	2,727	0,277		

Çizelge 8. Katılımcıların eğitim durumları ile ızgara eti tercihi ölçeği
Table 8. Educational status of the participants and grilled meat preference scale

Faktörler	Tanımlar	N	Ort.	Std. Hata	F	Anlamlılık
Orta pişmiş	İlköğretim	38	2,790	0,177	3,489	0,031
	Ortaöğretim	95	3,235	0,075		
	Yükseköğretim	273	3,169	0,056		
Az pişmiş	İlköğretim	38	1,947	0,171	4,890	0,008
	Ortaöğretim	95	2,112	0,110		
	Yükseköğretim	273	1,764	0,054		
Çok pişmiş	İlköğretim	38	3,123	0,143	3,177	0,043
	Ortaöğretim	95	3,067	0,117		
	Yükseköğretim	273	2,791	0,067		
Lezzet	İlköğretim	38	2,684	0,211	4,809	0,009
	Ortaöğretim	95	2,958	0,112		
	Yükseköğretim	273	2,573	0,059		

Yapılan tüm analizler sonucunda ızgara eti tüketim tercihi ölçeğinin açıklayıcı, doğrulayıcı faktör ve güvenilirlik analiz sonuçlarının kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Hipotez test sonuçları incelendiğinde ise cinsiyet ve yaş hipotezleri kısmen kabul edilirken, eğitim hipotezleri tamamen kabul edilmiştir.

Sonuç

İnsanların gıda tüketim alışkanlıkları yöresel olarak farklılık gösterebildiği gibi ürünün fiyatı, tüketicinin eğitim seviyesi ve gelir düzeyindeki farklılıklar da tüketim tercihlerinde etkili olabilmektedir. Özellikle et sağlıklı ve dengeli beslenme için tüketilmesi gereken en önemli hayvansal protein olduğu bilinirken, farklı pişirme metotlarına göre etlerin gıda güvenliği ve besleyici unsurları durumunda farklılıklar görülebilmektedir. Öte yandan farklı pişirme yöntemleri ile hazırlanan etler lezzet ve aroma açısından da çok fark etmekte ve tüketicilerin algı ve tercihlerini etkileyebilmektedir. Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmanın sonuçlarına bu gerçek yansımıştır. Yaptığımız bu çalışmada tüketicilerin az pişmiş eti nadiren tercih ettikleri gözlenmiştir. Diğer yandan eğitim durumları ile ızgara eti tüketim tercihleri arasında yapılan analiz sonuçları incelendiğinde üç farklı eğitim durumunda da anlamlı bir fark ($P < 0.05$) olduğu görülmüştür. Benzer tüketim tercihleri çalışmalarının, etler üzerinde gerçekleştirilen gıda güvenliği, kalite unsurları ve besleyici unsurları analiz çalışmalarının bulgularıyla karşılaştıracak

düzeyde yeni çalışmaların yapılmasının önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Kaynaklar

- Alageyik, M., Çiftçi, N., Ayas, D. (2020). Seafood consumption preferences of university student and factors affecting preferences: The case of mersin university. *Acta Natura et Scientia*, 1(1), 43-55. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2020.313.6>
- Alfred, K.K., Jean-Paul, B.K.M., Hermann, C.W., Mirelle, B.A., & Marcellin, D.K. (2019). Assessment of safety risks associated with pork meat sold on the market in Abidjan city (Cote d'Ivoire) using surveys and microbial testing. *Heliyon*, 5(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02172>
- Assumpção, D.D., Barros, M.B.D.A., Fisberg, R.M., & Domene, S.M.Á. (2020). Meat preparation techniques: Results of the ISACamp population-based survey. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25, 1547-1554. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020254.18242018>
- Bassam, S.M., Noleto-Dias, C., & Farag, M.A. (2022). Dissecting grilled red and white meat flavor: Its characteristics, production mechanisms, influencing factors and chemical hazards. *Food Chemistry*, 371, 131-139. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131139>
- Becker, T., Benner, E., Glitsch, K. (2000). Consumer perception of fresh meat quality in German. *British Food Journal*, 102, 246-266. <https://doi.org/10.1108/00070700010324763>
- Devlin, D.J., Gault, N.F.S., Moss, B.W., Tolland, E., Tollerton, J., Farmer, L.J., Gordon, A.W. (2017). Factors affecting eating quality of beef. *Advances in Animal Biosciences*, 8(1), 2-5. <https://doi.org/10.1017/S2040470017001583>

- Driskell, J.A., Meckna, B.R. Scales, N.E. (2006). Differences exist in the eating habits of university men and women at fast-food restaurants. *Nutrition Research*, 26, 524-530. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2006.09.003>
- Ercan, İ., Kan, İ. (2004). Ölçeklerde güvenilirlik ve geçerlik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(3), 211-216. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/420425>
- Erkorkmaz, Ü., Etikan, İ., Demir, O., Özdamar, K., Sanisoğlu, S.Y. (2013). Doğrulayıcı faktör analizi ve uyum indeksleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 33(1), 210-23. <https://doi.org/10.5336/medsci.2011-26747>
- Gözener, B., Sayılı, M. Antar, Ş. (2016). Ordu ili Fatsa ilçesinde hanelerin balık tüketim alışkanlıklarının tespiti. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12, 31-43. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/311674>
- İnci, H., Karakaya, E., Şengül, T. Söğüt, B. (2014). Bingöl ilinde kanatlı eti tüketiminin yapısı. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1, 17-24. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/142093>
- İskender, H., Kanbay, Y., Özçelik, E. (2015). Artvin Çoruh Üniversitesi öğrencilerinin tavuk eti tüketim tercihleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 29(1), 09-13. <https://hdl.handle.net/11494/4027>
- İsmail I, Hwang YH, Bakhsh A, & Joo ST. 2019. The alternative approach of low temperature-long time cooking on bovine semitendinosus meat quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(2): 282. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0347>
- Karakuş, K., Aygün, T., Alarslan, E. (2008). Gaziantep ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(2), 113-120. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/204833>
- Kubberød, E., Ueland, Ø., Rødbotten, M., Westad, F., Risvik, E. (2002). Gender specific preferences and attitudes towards meat. *Food Quality and Preference*, 13(5), 285-294. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00041-1](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00041-1)
- Le Marchand, L., Hankin, J.H., Pierce, L.M., Sinha, R., Nerurkar, P.V., Franke, A.A., ... & Chang, W. (2002). Well-done red meat, metabolic phenotypes and colorectal cancer in Hawaii. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 506, 205-214. [https://doi.org/10.1016/S0027-5107\(02\)00167-7](https://doi.org/10.1016/S0027-5107(02)00167-7)
- Lang, N.P., Butler, M.A., Massengill, J., Lawson, M., Stotts, R.C., Hauer-Jensen, M., Kadlubar, F.F. (1994). Rapid metabolic phenotypes for acetyltransferase and cytochrome P4501A2 and putative exposure to food-borne heterocyclic amines increase the risk for colorectal cancer or polyps. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention: a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 3(8), 675-682. <http://aacrjournals.org/cebpa/article-pdf/3/8/675/2287598/675>
- Onurlubaş, E., Yılmaz, N., Doğan, H.G., Kızılaslan, H. (2015). A research on red meat consumption and preferences: A case study in Tekirdağ Province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(6), 466-471. <https://app.trdizin.gov.tr/makale/TVRnNE1UWXhNUT09>
- Pathare, P.B. Roskilly, A.P. (2016). Quality and energy evaluation in meat cooking. *Food Engineering Reviews*, 8, 435-447. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12393-016-9143-5>
- Şencan, H. (2005). Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik. *Ankara: Seçkin Matbaası*. ISBN: 975 347 884 4 (12.07.2023 tarihinde erişildi).
- Şengül, S. (2004). Türkiye'de gelir gruplarına göre gıda talebi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 31, 115-148. [file:///C:/Users/NET_PC_V2/Downloads/\[5\]45-45-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/NET_PC_V2/Downloads/[5]45-45-1-PB%20(1).pdf)
- Singh, H., Gallier, S. (2014). Processing of food structures in the gastrointestinal tract and physiological responses. In *Food structures, digestion and health*, 51-81. *Academic Press*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404610-8.00002-5>
- Tezbaşaran, A. (2008). Likert tipi ölçek hazırlama kılavuzu. *Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları*. ISBN: 975-9756-08-5 (12.07.2023 tarihinde erişildi).
- Yaylak, E., Taşkın, T., Koyubenbe, N., Konca, Y. (2010). İzmir ili Ödemiş ilçesinde kırmızı et tüketim davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 51(1). <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/85035>
- Zheng, W., Gustafson, D.R., Moore, D., Hong, C.P., Anderson, K.E., Kushi, L.H., ... & Cerhan, J.R. (1998). Well-done meat intake and the risk of breast cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 90(22), 1724-1729. <https://doi.org/10.1093/jnci/90.22.1724>



Introduction and Morphological Description of the Classic Hünkâri Pigeons in Türkiye

Murat Türkes^{1,a,*}, Serkan Gündüz^{2,b}

¹Boğaziçi University Center for Climate Change and Policy Studies, Bebek, İstanbul, Türkiye

²Isparta University of Applied Sciences, Institute of Natural and Applied Sciences, Isparta, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 25.08.2023 Accepted : 19.12.2023</p> <p><i>Keywords:</i> Levene F test Student's t test Satinette Blondinette Frill</p>	<p>The Turkish classic Honcheria (Hünkâri) pigeon is one of the most famous ornamental and exhibition pigeon breeds in Turkey. The aim of this study is to introduce the Hünkâri breed and investigate its morphological characteristics. Body length, beak length, wingspan, tarsal length, middle finger length, chest width and tail length were measured by using 100 individuals and the live weight was determined. For the statistical analysis of morphometric difference among gender, the Levene <i>F</i> test for equality of variance and Student's <i>t</i> test for equality of mean values as part of the <i>t</i>-test of independent samples were applied to data of measurements. In addition, during the discussions with the Hünkâri breeders, notes were made on the morphological characteristics of these birds. Classic Hünkâri pigeons are small birds within the pigeon species. There are no statistically significant differences between genders variances of the morphometric traits except for the beak length. On the other hand, the mean values of the females for body length, wingspan, chest width, tail (feather) length and body weight of the adults are statistically lower than those of the males ($P \leq 0.05$). Typical is the distinctive frill on the neck, the feathered legs, the peak crest, and the medium to short beak. The shield and tail marked birds are known as satinette in international literature; whole body-colored birds are called blondinette. Hünkâri pigeons must be preserved and sustained because of their historical and cultural significance, as well as the fact that they fascinate pigeon lovers with their colors, lace, and types, so that future generations can also benefit from these animals for hobby purposes.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 22-32, 2024

Türkiye'deki Klasik Hünkâri Güvercinlerinin Tanıtımı ve Morfolojik Olarak Tanımlanması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 25.08.2023 Kabul : 19.12.2023</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Levene F testi Student t testi Gövde işlemeli Kanat işlemeli Gül</p>	<p>Klasik Hünkâri güvercini, Türkiye'nin en önemli süs ve sergi güvercini ırklarından biridir. Bu çalışmanın amacı, Hünkâri ırkını tanıtmak ve morfolojik özelliklerini incelemektir. 100 bireyde vücut uzunluğu, gaga uzunluğu, kanat açıklığı, tarsus, orta parmak uzunluğu, göğüs genişliği, kuyruk uzunluğu ölçülmüş, canlı ağırlık belirlenmiştir. Cinsiyetler arasındaki morfolojik farkların istatistiksel analizi için, ölçüm verilerine Bağımsız Örnekler <i>t</i> sınaması kapsamında Varyansların Eşitliği İçin Levene <i>F</i> sınaması ve Ortalamaların Eşitliği İçin Student <i>t</i> sınaması uygulanmıştır. Ayrıca Hünkâri yetiştiricileri ile yapılan görüşmelerde bu kuşlarda aranan morfolojik özelliklere ilişkin notlar alınmıştır. Klasik Hünkâri güvercinleri, küçük yapılı güvercin ırklarındandır. Dişi ve erkek Hünkâri bireylerinin gagalarının uzunluk ölçümleri dışındaki ölçülen niceliklerinin varyanslarında istatistiksel açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir. Öte yandan vücut uzunluğu, kanat açıklığı, göğüs genişliği, kuyruk (telek) uzunluğu ve ergin canlı ağırlıklarının ortalamaları bakımından dişilerin değerleri erkeklerle göre istatistiksel açıdan daha düşüktür ($P \leq 0,05$). Hünkârinin başının arkasındaki iğne tepesi ve orta boyla kısa arası gagası, göğsündeki gösterişli gül (fırfır) ve oldukça gür paçalı ayakları, tipik özelliklerindedir. Uluslararası literatürde beyaz gövdeye kanat ve kuyruk işlemeli olanlar satinette olarak bilinir; gövde işlemelilerine ise blondinette denir. Hünkâri güvercinleri hem tarihsel ve kültürel önemleri hem de günümüzde güvercin hobisini yapan kişileri renk, desen ve tipleri ile adeta büyülemeleri nedeniyle ve gelecek kuşakların da bu hayvanlardan hobi amaçlı olarak yararlanabilmeleri için korunup yaşatılmalıdır.</p>

^a murat.turkes57@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-9637-4044>

^a murat.turkes@boun.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-3646-6470>



Giriş

Evcil güvercin (*Columba livia*), Columbidae familyasından (Columbiformes takımı) bir kuş türü olup, olasılıkla insan tarafından evcilleştirilen ilk kuştur. Heykelcikler, mozaikler ve madeni paralar, en az MÖ 4500'den beri Mezopotamya'da evcil güvercini tanımlamaktadır (Britannica, 2023). Bugünkü bilgilere göre, güvercin Mısırlılar zamanından beri gıda olarak önemli olmuştur. Haberci (muhabere ya da posta güvercini) olarak rolünün uzun bir geçmişi vardır. Güvercin yetiştiriciliği Dünya ölçeğinde popüler bir hobidir ve şu anda 350'den fazla farklı güvercin ırkı tanınmaktadır (Shapiro ve Domyan, 2013).

Dünya'nın birçok ülkesi ve bölgesinde günümüzde hala yetiştirilen birçok güvercin ırkının ana yurdu ya da köken yeri Türkiye'dir (Türkeş, 2023). Türkiye'den, yüzyıllardan beri Avrupa ve Amerika'ya, güneybatı ve güney Asya bölgelerine, özellikle Balkanlara pek çok güvercin ırkının gönderildiği bilinmektedir. Günümüzde eski Yugoslavya'da, Yunanistan ve Bulgaristan'da yetiştirilen kısa gagalı ve oyunlu/dönücü güvercin ırklarının yüzyıllar önce Anadolu'dan götürüldüğü bilinmektedir. Makedonya gibi Balkan ülkelerinde çoğu güvercin ırkının adı ve ilgili terminoloji Türkçedir (Türkeş, 2023).

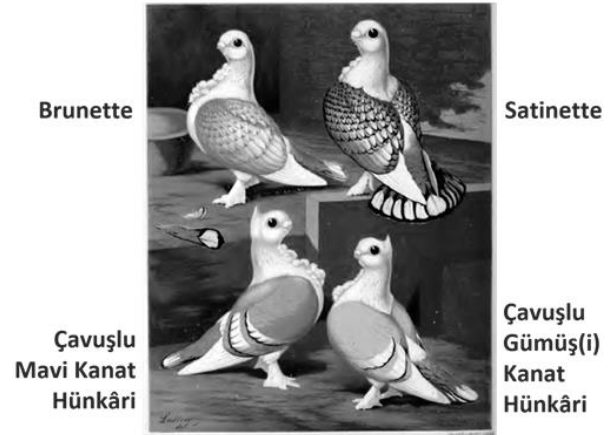
Türkiye'deki bilinen en eski tarihsel kayıt, Denizli'nin Pamukkale ilçesindeki Selçuklulardan kalma Akhan Kervansarayı'nın (1253-1254) giriş sütunlarına işlenen güvercin şekli olabilir. Bu çizimin günümüzde Denizli yöresinde beslenen dönücü bir güvercin ırkı olan Denizli Dolapçısı'na benzemesi önemli bir tarihsel bilgidir (Türkeş, 2023).

“Sultan Güvercini” anlamındaki yaygın kullanımıyla “Hünkâri” olarak adlandırılan güvercinler Türkiye'nin bilinen eski güvercin ırklarından biridir. Üneri (2017) Hünkâri güvercinlerinin 17. Yüzyılın başlarında Manisa'da bulunan Şehzade Sarayı'nda “üretildiğini” bildirmektedir. Hünkâri güvercinlerin Osmanlı'nın son dönemlerinde Avrupa ülkelerine hediye olarak gönderildiği ve Hünkâri ırkının Avrupa'da “Oriental Owl”, “Orientalisches Mövchen” ve “Cravaté Oriental” olarak adlandırıldığı da bilinmektedir. Türkiye'de Klasik Manisa ya da Orijinal/Yerli Hünkâri adı ile bilinen kendine özgü ve ayırt edici pek çok özelliği bulunan bu güvercin ırkı, Dünya'da tanınmaya başladıklarından beri çoğunlukla “Classic Oriental Frill” (Oryantal fırfırlı ya da güllü), “Oriental Frill”, “Old Fashioned Oriental Frill” ya da “Old Style Oriental Frill” adı ile tanınmaktadır (örneğin: Fulton, 1876; Lyell, 1887; Maghin, 1920, vb).

Orijinal kısa gagalı güvercin çizimlerinin, örneğin Satinette (kanat işlemeli/dantelli) ve Blondinette (tam gövde işlemeli/dantelli) Hünkâri ile Oryantal Türbiten güvercinlerinin en güzel örnekleri Fulton'un (1876) kitabında bulunmaktadır (Şekil 1, 2 ve 3).

Wright (1879) “Uygulamalı Güvercin Yetiştiriciliği” başlıklı kitabında da Fulton'a (1876) benzer şekilde Hünkâri olarak anması karşın, Fulton'un (1876) aksine Blondinette güvercinlerden söz etmez (Türkeş ve Gündüz, 2021a). von Richter (1884-1886) ise Türkiye kısa gagalı güvercin ırkları ve özellikle Hünkâri ve ırkının geçmişten günümüze daha iyi anlaşılması açısından kanıt kabul edilebilecek olan Mısırlı kısa gagalı güvercini çok net bir biçimde tanımlamıştır.

Satinette (kanat işlemeli/dantelli) Hünkâriiler



Şekil 1. Satinette (kanat işlemeli/dantelli, paçalı, tepeli ve tepesiz, güllü) Hünkâriiler (Fulton, 1876).
Figure 1. Satinette Honcheria pigeons (Fulton, 1876).

Blondinette (gövde ya da dantel işlemeli) Hünkâriiler



Şekil 2. Blondinette (gövde işlemeli/dantelli, paçalı, tepeli ve tepesiz, güllü) Hünkâriiler (Fulton, 1876).
Figure 2. Blondinette Honcheria pigeons (Fulton, 1876).

Oryantal Türbiten Güvercinleri



Şekil 3. Oryantal Türbiten (kanat işlemeli, bademli ve yanağı renkli, paçalı, tepeli ve tepesiz, güllü) güvercinleri (Fulton, 1876).
Figure 3. Oriental Turbiteen pigeons (Fulton, 1876).

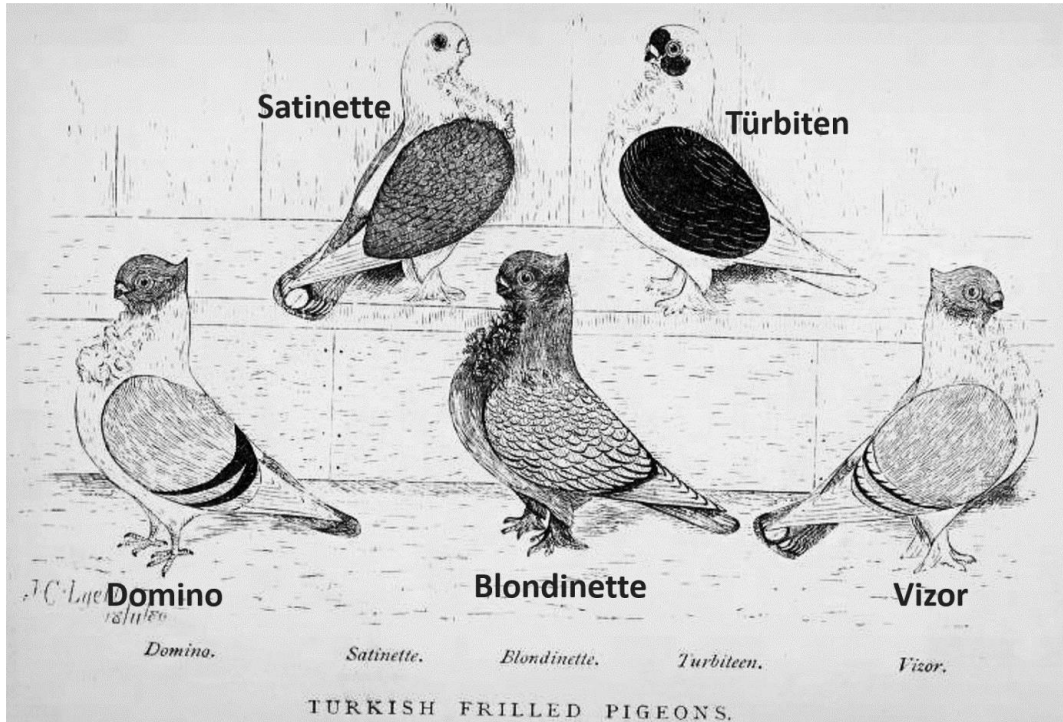
Anadolu kısa gagalı güvercin ırklarını (ör. Mısırlılar ve klasik Hünkâri) ayrıntılı anlatan başka bir önemli çalışma Lyell'in (1887) *Süs Güvercinleri* (İng. Fancy Pigeons) adlı kitabıdır. Lyell (1887) kitabında, karışık ama asıl olarak renk ve desenlerin dikkate alındığı "Fırfırlı (Güllü) Güvercinlerin 'Eski' Türkçe Adlandırılması" başlıklı bir liste vermiştir (Çizelge 1). Geçmişten bugüne

kapsamlı bir Türkçe kaynak bırakılmadığı için, unuttuğumuz ya da varlığından hiç haberimizin olmadığı kısa gagalı güvercin ırklarını (örneğin Türbitten, Domino, vb.) (Şekil 4) öğrenmek ve hatırlamak açısından önemli bir gruplandırma denemesidir Lyell'in (1887) kitabındaki bu liste (Türkeş ve Gündüz, 2021a).

Çizelge 1. Güllü ve kısa gagalı güvercin Irklarının renk ve desen tiplerine göre 'Eski' Türkçe, İngilizce ve olasılıkla Rumca adlandırılması (Türkeş ve Gündüz, 2021a: Lyell 1887'e göre anlam bütünlüklerini bozmadan - yazarların bilgi ve deneyimlerine de dayanarak- Türkçeleştirilerek yeniden düzenlendi).

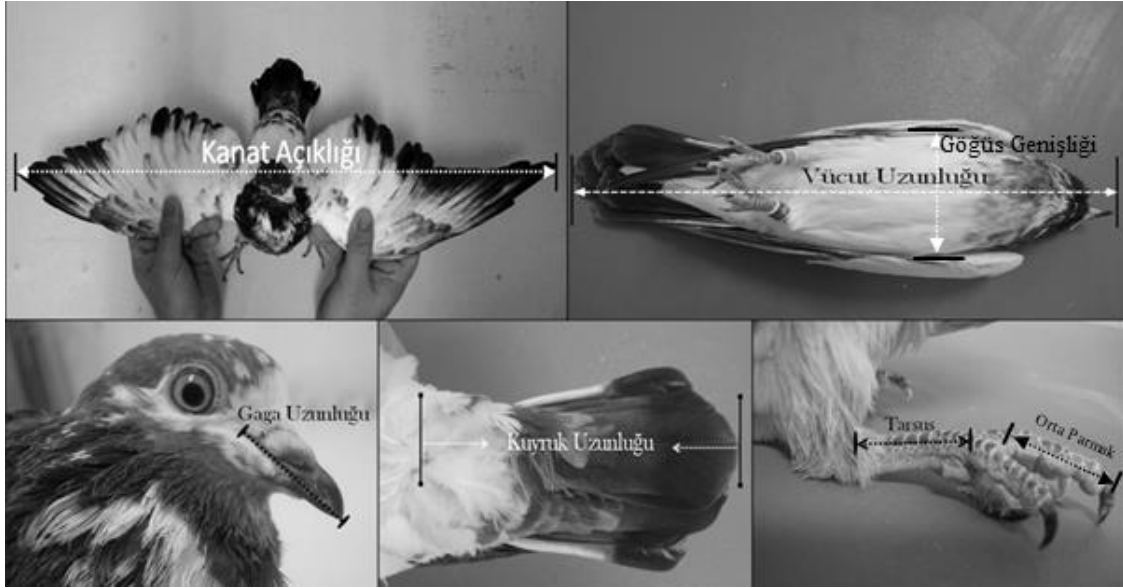
Table 1. Names given to the various Turkish frilled pigeons in 'old' Turkish, in English, and probably in the old Greek language used in Turkey in the past according to their lace and colour types (Türkeş and Gündüz, 2021a: Lyell, 1887).

Satinette (Kanat işlemeli)	Honcheria (Hünkâri)		
Satinette	Hünkâri	Anichto	Zimboulie
Brunette	Hünkâri	"	Surphanie
Bluette	Hünkâri	"	Giokiko
Silverette	Hünkâri	"	Odu (Ödü)
Vizor	Hünkâri	"	Carabasio (Karabaş)
Blondinette (Vücut işlemeli)	Hünkâri	Zimboulie (Sümbüllü)	
Mavi	Blondinette	Mavi Hünkâri	
Gümüş	"	Asimia Hünkâri	
Kahverengi	"	Bembi Hünkâri	
Koyu ok pareli	"	Marico Hünkâri	
Sülfür	"	Surphanie Hünkâri	
Siyah (kara)	"	Chircuzanie	
Sarı	Turbiteen	Sarı mısırlı (Mısırlı)	
Kırmızı	"	Ambruthes	
Siyah	"	Caralles	
Mavi	"	Yuk Mavales	



Şekil 4. Türk Fırfırlı (Güllü) (vücut ve kanat işlemeli, kısa gagalı, paçalı ve paçasız, güllü, tepeli ve tepesiz, çoğu pareli) güvercinleri (Lyell, 1887).

Figure 4. Turkish Frilled pigeons (Lyell, 1887).



Şekil 5. Morfometrik ölçümlerin gösterimi (Erdem ve ark., 2018).
Figure 5. Illustration of morphometric measurements (Erdem et al., 2018).

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) bilinen en eski güvercin derneklerinden biri olan "Ulusal Klasik Oryantal Hünkâri Kulübü'nün (The National Classic Oriental Frill Club) Hünkâri standartlarına ilişkin olarak yayımlanmış olduğu belgenin girişinde şöyle bir tanımlama vardır: "Klasik Hünkâri (Classic Oriental Frill), kısa gagalı güvercin ırkları familyasından bir güvercin ırkıdır. Ayrıca bu ırk, Eski Moda Oryantal Hünkâri (Old Fashioned Oriental Frill) ya da Eski Tip Oryantal Hünkâri (Old Style Oriental Frill) olarak da bilinir. Modern Oryantal Hünkâri'nin (Modern Oriental Frill) geliştirildiği ırktır. Bu güzel ve çok eski güvercin ırkı bugün pek çok önemli Amerikan ve Kanada yarışmalarında görülebilmektedir" (Anonim a, tarihsiz). Tanımda iki önemli nokta vurgulanıyor: (i) Klasik Hünkâri'nin Modern Hünkâri'nin orijinal biçimi (formu) olarak tanımlanmış olmasının, yerli Hünkârinin geçmişten günümüze ulaşan Klasik Hünkârilerin soyundan geldiğini göstermesidir. (ii) Türkiye'de Klasik Hünkâri'leri koruyup geliştirmeyi amaçlayan güçlü bir derneğin yokluğu nedeniyle, 19. Yüzyılda Türkiye'den Avrupa ve Amerika'ya götürülmüş olan Hünkâri ırkının, "doğu kökenli sahipsiz" bir kuş olarak görülmesine neden olabildiğidir.

Klasik Hünkâri'lerin gagaları Modern Hünkâri'lere kıyasla daha uzun olduğu için, genellikle sorunsuz yavru yetiştirebilirler. Sıcak ve ılıman iklim bölgelerinde önemli sağlık sorunları yaşamaksızın daha rahat yetiştirilebilirler (Türkeş ve Gündüz, 2021a ve 2021b). İyi kümes ve bakım (hayvan refahına ve sağlık koşullarına uygun) koşullarında Klasik Hünkâri'ler yılın her ayında yumurtlayabilir ve kuluçkaya yatabilirler. Klasik Hünkâri'lerin kuluçka sürecine ve yavrularına olan ilgileri yüksektir.

Bu makalede, Türkiye adına tescil edilen (10 Eylül 2020 tarih ve 31240 Sayılı Resmî Gazete) Hünkâri güvercinlerinin genel bir tanıtımı ile morfolojik (kalitatif) ve morfometrik nitelemesinin yapılması (karakterizasyonu) amaçlanmıştır. Ayrıca Hünkâri yetiştiricileri ile yapılan veri toplama görüşmeleri sırasında bu kuşlarda aranan morfolojik özelliklere ilişkin notlar da alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Morfometrik ölçümler için ağırlıklı Manisa olmak üzere, Bursa, Balıkesir, Çanakkale, İstanbul ve İzmir orijini sağlıklı, farklı renklerde 100 birey üzerinde çalışılmıştır. Bu kuşlarda vücut uzunluğu, gaga uzunluğu, kanat açıklığı, tarsus, orta parmak uzunluğu, göğüs genişliği, kuyruk uzunluğu elektronik kumpas (marka: Vernier Caliper, 0-150 mm x 0.05 mm) ve şerit metre kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 5). Canlı ağırlıkları dijital bir tartım aleti (marka: Dahongying, Model No: ACS-759) kullanılarak belirlendi. Morfometrik özellikler ile canlı ağırlığa ilişkin değerler cinsiyet ayrımı yapılmaksızın Türkeş ve Gündüz'de (2021a) bulunabilir. Cinsiyetlerine göre tanımlayıcı istatistiklerse bu çalışmada verildi (Çizelge 2 ve 3).

Erkek ve dişi bireylere ilişkin ölçümlerin birbirlerinden istatistiksel olarak farklı olup olmadığını gösterebilmek amacıyla, 45 erkek ve 45 dişi bireyin ölçümlerinden yararlanıldı. Morfometrik ölçümlerin yapıldığı 100 bireyin 55'i dişi, 45'i erkek olduğu için, seçtiğimiz istatistiksel analizlerde - yöntem gereği- eşit sayıda örnek yani 45 erkek ve 45 dişi bireyin ölçümleri kullanılarak iki örnek grubun ortalama ve varyanslarının karşılaştırması yapıldı. Bu iki örnek veri grubuna, Bağımsız Örnekler *t* sınaması kapsamında Varyansların Eşitliği İçin Levene *F* sınaması ve Ortalamaların Eşitliği İçin Student *t* sınaması uygulandı (Çizelge 4).

Bulgular ve Tartışma

Kantitatif Bulgular

Erkek kuşların morfometrik ölçümlerine ilişkin betimleyici istatistikler Çizelge 2'de sunulmuştur. Dişi kuşların morfometrik ölçümlerine ilişkin betimleyici istatistikler Çizelge 3'te verilmiştir. Burada verilen istatistiklere göre, Hünkâri güvercinlerinin, genel olarak güvercin ırkları arasında küçük yapılı kuşlar oldukları görülmektedir (Türkeş ve Gündüz, 2021a; Çizelge 2 ve 3). Sınamalardan elde edilen sonuç örneklem değerleri ve anlamlılık düzeyleri Çizelge 4'te verildi.

Çizelge 2. Erkek Hünkâri güvercinlerinin morfometrik ölçümlerine ilişkin betimleyici istatistikler (n= 45).

Table 2. Descriptive statistics regarding morphometric measurements of male Honcheria pigeons (n= 45).

Özellikler	Erkek (45 birey)					
	En Düşük (Min.)	En Yüksek (Mak.)	Ortalama (\bar{X})	Standart Sapma (StS)	Değişim Katsayısı (DK, %)	% 99 Güven Aralığı (\pm)
Vücut uzunluğu (cm)	29,5	34,0	31,7	1,0	3,2	0,4
Gaga, yandan (mm)	13,5	17,5	15,4	1,0	6,6	0,4
Gaga, burun bitiminden (mm)	5,0	7,0	6,1	0,6	9,3	0,2
Kanat açıklığı (cm)	59,0	64,0	62,0	1,3	2,1	0,5
Ayak bileği (Tarsus, mm)	20,5	33,0	26,9	3,2	11,8	1,2
Orta parmak uzunluğu (mm)	20,0	28,0	24,0	2,0	8,2	0,8
Göğüs genişliği (mm)	75,0	95,0	83,9	4,1	4,9	1,6
Kuyruk (telek) uzunluğu (cm)	10,5	14,0	11,7	0,7	5,9	0,3
Ergin canlı ağırlık (g)	265,0	394,0	327,8	26,8	8,2	10,3
Cinsel olgunluk yaşı (hafta)*	16	20	18			

*Bu değerler yazarların kendi kayıt ve deneyimlerinin yanı sıra, ziyaret edilen Hünkâri yetiştiricileriyle yapılan görüşmelerden elde edilen sözlü bilgilere dayanıyor.

Çizelge 3. Dişi Hünkâri güvercinlerinin morfometrik ölçümlerine ilişkin betimleyici istatistikler (n= 55).

Table 3. Descriptive statistics regarding morphometric measurements of female Honcheria pigeons (n= 55).

Özellikler	Dişi (55 birey)					
	En Düşük (Min.)	En Yüksek (Mak.)	Ortalama (\bar{X})	Standart Sapma (StS)	Değişim Katsayısı (DK, %)	% 99 Güven Aralığı (\pm)
Vücut uzunluğu (cm)	29,5	33,0	31,2	0,8	2,6	0,3
Gaga, yandan (mm)	13,0	16,5	15,1	0,9	5,7	0,3
Gaga, burun bitiminden (mm)	5,0	7,0	6,0	0,5	8,7	0,2
Kanat açıklığı (cm)	57,0	63,0	60,5	1,4	2,3	0,5
Ayak bileği (Tarsus, mm)	18,0	32,0	26,5	3,5	13,3	1,2
Orta parmak uzunluğu (mm)	17,0	27,0	23,2	2,2	9,6	0,8
Göğüs genişliği (mm)	71,0	88,0	80,9	3,5	4,4	1,2
Kuyruk (telek) uzunluğu (cm)	10,5	13,0	11,4	0,6	5,2	0,2
Ergin canlı ağırlık (g)	262,0	358,0	312,4	21,8	7,0	7,6
Cinsel olgunluk yaşı (hafta)*	14	18	16			

*Bu değerler yazarların kendi kayıt ve deneyimlerinin yanı sıra, ziyaret edilen Hünkâri yetiştiricileriyle yapılan görüşmelerden elde edilen sözlü bilgilere dayanıyor.

Varyansların eşitliği için Levene sınaması çözümlene sonuçlarına göre, yetişkin dişi ve erkek Manisa Hünkârisi bireylerinin gagalarının uzunluk ölçümleri dışındaki ölçülen niceliklerinin varyanslarında (değişke) istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur (Çizelge 4). Dişi ve erkek bireylerin ölçülen öğelerinin ortalamalarının farklarına ilişkin Student *t* sınamasının sonuçlarına göre, vücut uzunluğu, kanat açıklığı, göğüs genişliği, kuyruk (telek) uzunluğu ve ergin canlı ağırlıklarının ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan anlamlıdır. Bu kapsamda, dişi ve erkek bireylerin ortalama vücut uzunluğu arasındaki fark 0.05, kanat açıklığı, göğüs genişliği, kuyruk uzunluğu ve canlı ağırlıkları arasındaki farklar 0.001 ve daha küçük olasılık düzeylerinde istatistiksel açıdan anlamlıdır (Çizelge 4). Başka bir deyişle, dişi Hünkârileri ölçülen bir nicelik dışında erkeklerden belirgin olarak daha küçüktür.

Türkiye güvercin ırklarına yönelik yapılmış çalışmalara bakıldığında, Hünkâriilerin Güneydoğu Anadolu'da yetiştirilen farklı ırklarda filo güvercinleri, Takla ırkı güvercinler, Trakya Makaracısı, Bursa Oynarı, Edremit Kelebek güvercinleri, Muğla güvercini ve bazı yerlerde Muradiye olarak isimlendirilen Dönek ırkı güvercinlerden daha küçük bir cüseye sahip oldukları belirlenmiştir (Soysal ve ark., 2011; Atasoy ve ark., 2013;

Özbaşer ve ark., 2016; Balcı ve ark., 2018; Erdem ve ark., 2018; Anonim b, tarihsiz; Özbaşer ve ark., 2021). Hünkâriileri diğer ırklardan ayıran en önemli özellikler orta kısa gagalarıdır. Üçtepe (2011) tezinde kullandığı Baska ırkı güvercinlerinin canlı ağırlıklarını 275.9 g, gaga uzunluklarını 13.3 mm olarak bildirmiştir. Savaş ve ark. (2008) ise "Kırık Baska" ya da "Baska-Bango" olarak adlandırılan ve Baska ile Mısıri güvercinlerinin melezlenmesi sonucu oluşturulan genotip için canlı ağırlığı 282.6 g ve gaga uzunluğunu 12.7 mm olarak rapor etmişlerdir. Baskalar ya da Baska-Bangolar bu çalışmaya konu klasik Hünkâriilerden belirgin olarak daha küçük bir cüseye sahiptir.

Kalitatif Gözlemler

Kuyruk üstü yağ bezesi bulunan ve 12 kuyruk teleğine sahip olan Hünkâri güvercinleri küçük-orta boy ve canlı tabiatlı kuşlardır. Kuyruğun ucu yerden biraz yukarıda, vücudu yere 45° açı yaparak durur (Şekil 6 ve 7). Gür paçalı ayakları, göğsündeki gül, başının arkasında bulunan iğne tepesi ve orta-kısa uzunluktaki gagası Klasik Hünkâri'nin tanıtıcı özelliklerindedir. Klasik Hünkâri'nin beyaz gövde üstünde kanat ve kuyruk işlemeli olanları dünya literatüründe satinette olarak anılır (Şekil 6). Satinetteilerin kanat üstünde beyaz çizgi ya da dantel

deseni; kuyrukta ise para (pare) denen beyaz noktalar vardır. Klasik Hünkârilere dünya literatüründe vücudu çeşitli renklerde işlemeli desenli olanlara ise blondinette denir (Şekil 7). Kanat üstlerinde çizgiler ya da dantelli görünüm; kuyrukta ise nokta pare ya da yelpaze denilen bütün kuyruk tüyünü kaplayan pare şeklindedir. İşlemeli yani dantelli görünüm bazı vücut işlemeli Hünkârielerde vücudun büyük bir bölümüne dağılır.

Hünkârielerde baş yuvarlakta ovala değişir ve genişir (Şekil 6 ve 7). Kavışli alın gaganın ucundan kafanın üst kısmına doğru zarifçe ve kesintisiz bir şekilde uzanır. Gerdan çok kısa ve temizdir. Yaşlı kuşlarda zamanla hem gaga kalınlaşır hem de gerdan belirginleşir. Hünkârielerde göz iri parlak ve belirgindir (Şekil 7). Göz çevresi temiz ve derisinin rengindedir. Kanat işlemelilerde göz koyu kahverengiyken, vücut işlemelilerde vücut rengine bağlı olarak gözler koyu sarıdan kızıl kahveye kadar değişiklik gösterir. Gaga orta kısalıkta, sağlam yapılı, kesintiye uğramayan bir kıvrımla alına birleşir (Şekil 7). Kanat işlemelilerde deri rengi, vücut işlemelilerde ise gövdeyi örten tüylerin genel rengine göre deri renginden grimsi siyaha kadar değişebilir. Klasik Hünkârieler, burada

tanımlanan oldukça kısa gaga yapılarıyla iki yavruyu beslemekte çoğunlukla zorlanmalarına karşın, genellikle tek yavruyu bakıcıya gerek duymaksızın rahatlıkla besleyebilmektedir.

Klasik Hünkârielerde tepe, kafanın tam arkasında iğne uçlu, dik duruşlu ve merkezidir; genel olarak kafanın en yüksek noktası kadar yükselir (Şekil 6, 7 ve 8). Tepe, tüm ve kesintisiz ense tüyleriyle desteklenir. Hünkârielerde boyun, ensedeki tüylerin ve kursorağın verdiği görüntüyle kısa ve güçlüdür (Şekil 7 ve 8). Hünkârielerde göğüsteki gül ile alt gaga arasında belirgin bir gerdan vardır ve gül gerdanın orta kısmından göğse kadar (yaklaşık 5 cm kadar) devam eder (Şekil 7 ve 8). Bu kuşlarda göğüs geniş, yuvarlak ve belirgin bir şekilde ileriye doğru uzanır ve gövde yapısı kuşun arkasına doğru inceler (Şekil 7 ve 8).

Hünkârielerin vücut yapıları sıkıdır, bacaklar kısa, ayak tırnaklarına ve onları örtecek kadar tüylerle (paça) kaplıdır. Kanat işlemelilerde tırnaklar beyaz, vücut işlemelilerde deri renginden gri siyah arasında vücut rengine göre değişiklik gösterebilir. Tüyler iyi gelişmiş; sıkı ve göğüsteki gül ve ensedeki tepe dışında vücuda yapışık (Şekil 6, 7 ve 8).

Çizelge 4. Cinsiyetlerin gözlenen morfometrik özelliklerinin (a) varyanslarının ve (b) ortalamalarının istatistiksel açıdan farklı olup olmadığına ilişkin sınamaların sonuçları.

Table 4. Results of tests on whether the (a) variances and (b) means of the observed morphometric features of the genders are statistically different.

Değişkenler	(a) Varyansların Eşitliği için Levene Sınaması		(b) Ortalamaların Eşitliği için Student t Sınaması				
	F	Anlamlılık (tek yanlı)	t	Serbestlik derecesi	Anlamlılık (2 yanlı)	Ortalama fark	Farkın standart hatası
Vücut uzunluğu (cm)	2,216	0,14	-2,285*	88	0,025	-0,4333	0,1896
Gaga, yandan (mm)	4,424*	0,038	-1,212	88	0,229	-0,2333	0,1925
Gaga, burun bitiminden (mm)	0,507	0,478	0	88	1	0	0,1167
Kanat açıklığı (cm)	0,209	0,649	-5,58**	88	0,000	-1,6067	0,2879
Ayak bileği (mm)	1,193	0,278	-0,199	88	0,843	-0,1444	0,7266
Orta parmak uzunluğu (mm)	2,173	0,144	-1,802	88	0,075	-0,8444	0,4685
Göğüs genişliği (mm)	0,716	0,40	-4**	88	0,000	-3,3111	0,8278
Kuyruk uzunluğu (cm)	1,457	0,231	-3,542**	88	0,001	-0,4711	0,133
Ergin canlı ağırlık (g)	2,406	0,124	-3,654**	88	0,000	-18,4	5,036

İstatistiksel olarak, (*) % 5 ve (**) % 0.1 anlamlılık düzeyinde önemli olan farkları gösterir.



Şekil 6. Beyaz gövdeye kanat ve kuyruk işlemeli (mavi kuyruklu çamkabağı kanat, satinette) Hünkâri güvercininin genel görünüşü (Foto: M. Türkeş, Yapıldak Köyü, Çanakkale).

Figure 6. General view of the Honcheria pigeon with wings and tail embroidered on its white body (blue-tailed pine bark wings, satinette) (Photo: M. Türkeş, Yapıldak Village, Çanakkale).



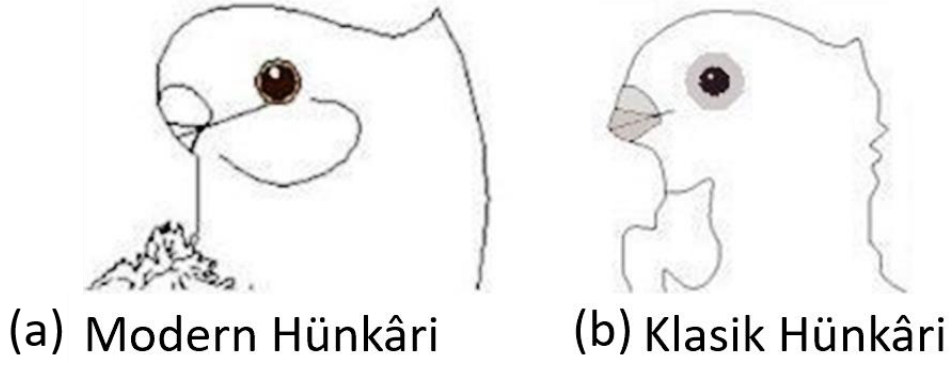
Şekil 7. Gövde işlemeli (kırmızı Sümbüllü) Hünkâri güvercininin genel görünüşü (Foto: M. Türkeş, Yapıldak Köyü, Çanakkale).

Figure 7. General view of the Honcheria pigeon with an embroidered body (red Sümbüllü or Zimboulie) (Photo: M. Türkeş, Yapıldak Village, Çanakkale).



Şekil 8. Hünkâri güvercinlerinin genel özellikleri, (a) tepe ve boyun, (b) gül (firfir), (c) genel duruş ve görünüş, (d) sırttan ve (e) kuyruğun ve kanat duruşunun arka yandan görünüşleri.

Figure 8. General characteristics of Honcheria pigeons: (a) crown and neck, (b) frill, (c) general posture and appearance, (d) back and (e) rear side views of the tail and wing posture.



Şekil 9. (a) Modern Hünkâri ve (b) Klasik Manisa Hünkârisi arasındaki bazı özelliklerin (ör. kafa, gül, tepe ve boyun, vb.) görsel olarak karşılaştırılması.

Figure 9. Visual comparison of some features (e.g. head, frill, crown and neck, etc.) between (a) Modern Hünkâri and (b) Classic Manisa Hünkâri.

Ayrıca, Hünkârielerde kanat telekleri görece kısa ve kuyruğun üstündedir. Kanat ve kuyruk uzun olmaktan çok kısadır. Kuyruk yere değmez; yere göre yaklaşık 45° eğimli durur (Şekil 6, 7 ve 8). Hünkârielerde omuzlar geniş, kuyruğa doğru daralan bir vücuda sahiptir ve kuyruk kapalıdır. Hünkârielerde gaga uzun olmamalı, kısa ve kalın olmalıdır. Ancak gaga Modern Hünkâri güvercinleri kadar kısa olmamalıdır (Şekil 9).

Hünkârieler, asıl olarak klasik yerli Hünkârieler, hem bugün hala yetiştirilen çeşitler hem de eski kayıtlar ve literatüre dayalı bilgilere göre geçmişte yetiştirildikleri bilinen çeşitler dikkate alınarak, Türkeş ve Gündüz (2021a) tarafından, düz (gövde işlemeli), kanat (kanat ve kuyruk işlemeli), kesme (yalnız kuyruk işlemeli), karabaş (kafa renkli, kanat ve kuyruk işlemeli), şeş (vücut tüyleri nokta çilli ve/ya da kırçilli, kuyruk işlemeli) ve kül (şekeri) (tüm gövde işlemeli) olmak üzere gövde işlemlerine göre 6 gruba ayrılmaktadır (Şekil 10).

Düz Hünkârielerde tüm vücut renkli olup, beyaz tüy yoktur. Bu grup, 4 farklı desen biçimine göre alt gruplara ayrılır (Şekil 10). Ozan, başından kuyruğa doğru orantılı

şekilde renk değişiminin görüldüğü, baş renginden beyaza dönen desen şeklidir. Başlıca dört ana rengi vardır: kara ozan, kırmızı ozan, kula ozan, sarı ozan. Çavuşlu Hünkârielerde kanat gövdeye yakın renktedir ve sadece kanatta iki çizgi şeklinde bölüm parelidir; kuyruk pasesiyse nokta pare şeklindedir. Yaygın renkler, siyah, kırmızı, sarı, kula (açık ya da koyu çikolata rengi ya da kahverengi), mavi, gümüş, şeker, sarı-gümüşü içerir. Sümbüllüde, vücudun hemen tamamı işlemez (dantelsiz), kanat tümüyle parelidir. Kuyruk çoğunlukla nokta pare şeklinde olmakla birlikte, güvercinin rengine göre yelpaze ya da nokta pare (ör. mavi ya da çamkabağı sümbüllü) olabilmektedir. Siyah, kırmızı, kula/açık kahverengi, ödü/çikolata/koyu kahverengi, sarı, çamkabağı, mavi, güllurusu, hâkî, altuni gibi sümbüllüler yaygın olanlardır. Boğmalar ise, baş kısmına kadar boyun dâhil işlemeli olan Hünkâri grubudur. Kuyruk pareleri yelpaze denilen bütün kuyruk tüyünü kaplayan pare şeklindedir. Dört ana renkten oluşur; bunlar: siyah, kırmızı, kula/kahverengi ve sarıdır.

Kanat Hünkârieler, kanat telek tüylerine kadar renkli olacak biçimde sadece kanat ve kuyruk renkli, kalan vücut

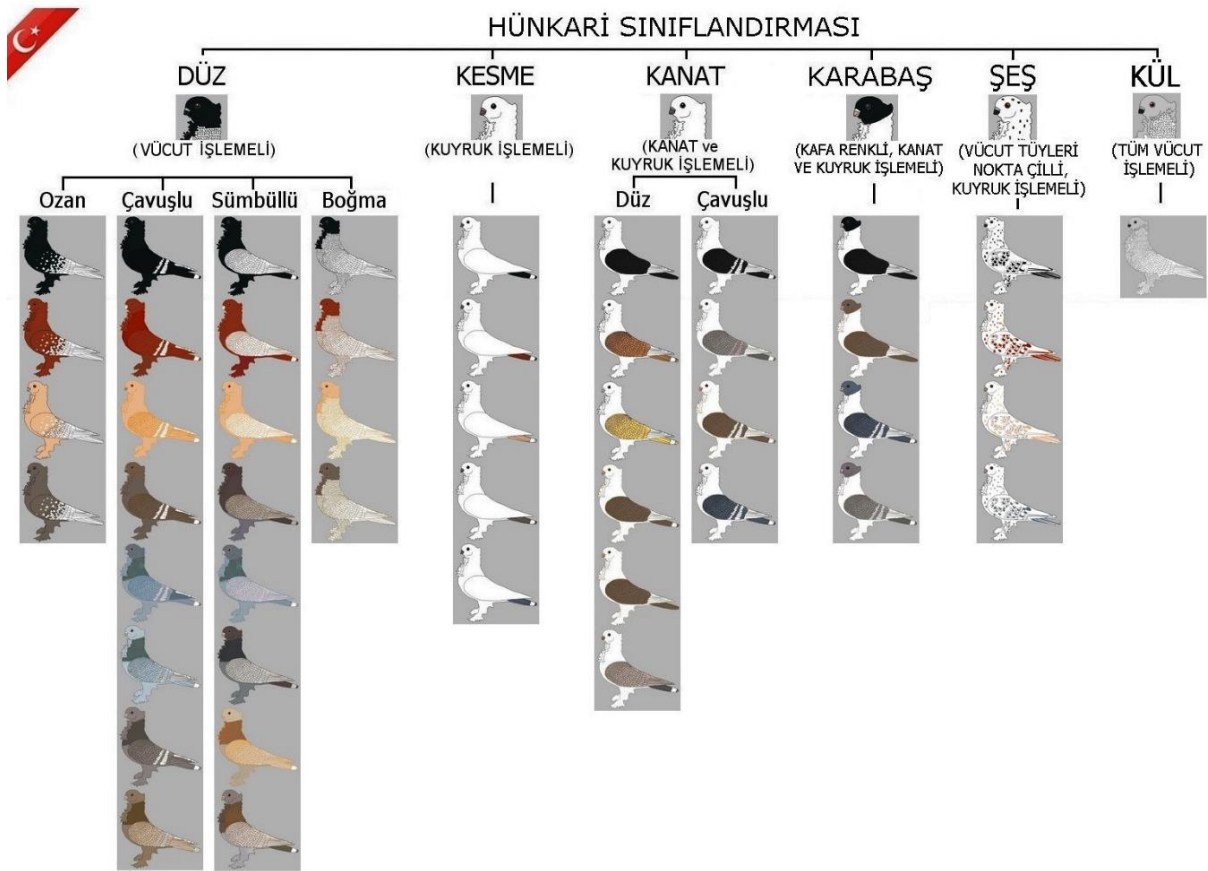
rengi beyaz olan Hünkâriilerdir. Kanat işleme durumuna göre düz kanat ve çavuşlu kanat olarak iki grupta toplanabilir (Şekil 10). Düz kanat işlemeli Hünkâriiler, kanat uçuş tüylerine kadar renkli ve parelidir. Kuyruk pasesi güvercinin rengine göre yelpaze ya da nokta pare şeklinde olabilir. En iyi bilineni farklı renk tonlarında da olabilen çamkabağu kanattır. Çavuşlu kanat işlemeli Hünkâriiler, kanat uçuş tüylerine kadar renklidir; sadece kanatta genellikle iki şerit şeklinde pareli yani çavuşludur. Kuyruk pasesi Hünkâriinin rengine göre değişir.

Kesme Hünkâriilerde, kuyruk altı tüylerle birlikte yalnızca kuyruk renkli ve parelidir, diğer tüyler beyazdır (Şekil 10). Pare, nokta ya da yelpaze pare biçimli olabilir. Siyah, mavi, kirli sarı ve açık kahve/kula kesme yaygındır.

Karabaş Hünkâriilerde, baş, kanat ve kuyruk renkli, vücudunun kalan yerleri beyazdır (Şekil 10). Kanat uçuş tüylerine kadar renklidir. Karabaş Hünkâriinin renkli bölümü tümüyle işlemeli olanlarda olduğu gibidir; çavuşlu desen grubu da vardır. Kanat renk ve desenine göre kuyruk tamamen pare ya da nokta pare olabilir.

Şeş Hünkâriiler, vücut tüyleri benekli (çilli) ve/ya da kırçilli ve kuyruk işlemelidir (Şekil 10). Baş, göğüs ve kanatlar orantılı şekilde beyaz üzerine renkli tüy ya da renkli tüy üzerine beyaz tüy işlemelidir. Kuyruk çoğunlukla parelidir.

Kül Hünkâriilerde, tüm vücut baş dâhil işlemelidir (Şekil 10). Açık mor (lavanta), gri, kahverengi, soluk siyah, sarı, kırmızı renkler de görülür. Kuyruk yelpaze pare şeklindedir.



Şekil 10. Klasik Hünkâriilerin desen ve işleme özelliklerine göre sınıflandırılması (Türkeş ve Gündüz, 2021a).

Figure 10. Classification of classic Honcheria pigeons according to their pattern and lace features (Türkeş and Gündüz, 2021a).

Sonuçlar ve Tartışma

Klasik Manisa Hünkâriileri, Manisa Azmanı ve klasik Anadolu Mısırlı (Mısırlı) güvercinleri gibi Türkiye'nin güllü ve kısa gagalı küçük güvercin ırklarından biridir. Örneğin, bu makalede de kullanılan 100 ergin bireyin morfolometrik ölçüm değerlerine göre (Türkeş ve Gündüz, 2021a), klasik Manisa Hünkârisi ırkının -cinsiyet ayrımı yapılmaksızın- ortalama vücut uzunluğu 31.4 cm, kanat açıklığı 61.2 cm, kuyruk uzunluğu 11.6 cm ve ergin canlı ağırlığı 319.3 gramdır.

Bu makalede 45 erkek ve 45 dişi toplam 90 ergin bireyin morfolometrik ölçüm değerlerine uygulanan Levene

F sınamasının sonuçlarına göre, yetişkin dişi ve erkek Manisa Hünkârisi bireylerinin gagalarının uzunluk ölçümleri dışındaki ölçülen niceliklerinin değişkelerinde istatistiksel açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir. Dişi ve erkek bireylerin ölçülen morfolometrik değişkenlerine uygulanan Student *t* sınaması analiz sonuçlarına göre, vücut uzunluğu, kanat açıklığı, göğüs genişliği, kuyruk (telek) uzunluğu ve ergin canlı ağırlıklarının ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Özetle, dişi Hünkâriiler ölçülen bir nicelik dışında erkeklerden belirgin olarak daha küçüktür.

Klasik Hünkâriiler hem desen hem de renk çeşitlilikleriyle diğer Türkiye güvercin ırklarından belirgin olarak ayrılır. Özellikle desenlerini başka ırklarda bulmak zordur. Çavuşlu Hünkâriilerin kanat üstü beyaz çizgi ya da şerit şeklindeki tüyleri ile kuyruklarında pare oluşumunun, “orient stencil” adı verilen ve Hünkâriilerde saptanmış olan bir gen tarafından oluşturulduğu kabul edilmektedir (Sell, 1995).

Ev, hobi ve süs hayvanlarında genetik çeşitliliğin korunması, özellikle bu tür ve genotiplerin kültürel açıdan taşıdıkları önem nedeniyle önemlidir. Evcil hayvan tür ve ırkları gelecek kuşaklara, tüm özellikleri korunarak aktarılmalıdır. Bunun için öncelikle mevcut tür ve ırkların ortaya çıkarılması, sonrasında morfolojik ve fizyolojik tanımlamaları ile genetik karakterizasyonlarının yapılması gerekir (Savaş ve Erdem, 2021).

Hünkâri güvercinleri hem tarihsel ve kültürel önemleri hem de günümüzde güvercin hobisini yapan kişileri renk ve tipleri ile adeta büyülemeleri nedeniyle ve gelecek kuşakların da bu hayvanlardan hobi amaçlı olarak yararlanabilmeleri için “yaşatılmaları” gerekir. Hele ki tüm Dünyada tanınan “Oriental Frill” güvercinlerinin ataları olmaları ve son 20 yılda popüleritelerinin artması bu anlamda Hünkâri güvercinleri ile daha fazla ilgilenilmesini gerektiriyor.

Öte yandan, yeryüzünde yaklaşık 350 farklı evcil güvercin ırkının ve birçok yetiştiricinin varlığı nedeniyle, evcil güvercin ırklarının genetik ve coğrafi ilişkilerini ve farklılıklarını ya da değişimlerini (Filogenetik Biyocoğrafya, kısaca Filocoğrafya) anlamak günümüzde öncelikli bir konudur. Yerli güvercin ırklarının uçuş yetenekleri, havadaki oyun özellikleri (taklacı, döneke, kelebek, makaracı, dalıcı, vb.) ve farklı morfolojik özellikleri açısından yetiştiricilerce kuvvetli ve uzun süreli yapay seleksiyonun (seçilim), güvercin ırklarının, ırklar arasında çok sayıda fenotipik çeşitliliğe yol açan kuvvetli bir yönlü seçilime uğramasına yol açtığı düşünülmektedir.

Ulaşabildiğimiz literatüre göre, yukarıda kısaca yaptığımız bu değerlendirmeyi doğrulayan Türkiye’deki ilk filogenetik çalışma Biray (2020) tarafından yapılandır. Biray (2020) çalışmasında, yerli ve yabancı yetiştiricilerden toplanan farklı evcil güvercin ırklarının (özellikle Mısırlı ve Klasik Hünkâri gibi kısa gagalı ırkların) tüylerini, bu popülasyonun filogenetik yapısını incelemek üzere “deoxyribonucleic acid” (DNA) kaynağı olarak kullanmış. Ayrıca, söz konusu çalışmada iki mitokondriyal bölge, “cytochrome c oxidase subunit I” (COI) ve “Displacement loop” (D loop), ırklar arasındaki farklılaşmayı ve olası filogenetik ilişkilerin çözümlenmesi amacıyla kullanılmış. Buna göre, COI markeri, güvercin ırkları için güvenilir bir filogeni göstermezken, markeri Modern Hünkâri ırkı dışında büyük ırk grupları arasında bir ayırım belirlemedi. Biray’a (2020) göre, tez çalışmasında ürettiği Median-Joining Ağı, popülasyonda coğrafi desenin çok zayıf olduğunu ya da hiç olmadığını belirlerken, düşük düzeydeki sekans ayrışması ile farklı mutasyonların sık görülmesi, ani gerçekleşmiş olan bir popülasyon genişlemesini göstermektedir. Biray’ın (2020) tez çalışmasında elde ettiği bulgulara dayanarak yapmış olduğu en ilginç değerlendirme özetle şöyledir: “Bulgularımız, tüm evcil soyların tek bir olası kökeni olduğunu ve çeşitli soylar arasında ayırım gözetmeden yapılan çaprazlama uygulamalarının yaygın olduğunu

doğrulamaktadır, ancak bunu, muhtemelen, söz konusu soy için istenen özellikler bakımından uygulanacak seçim izleyecektir.” Özetle, yazara göre, söz konusu çalışmada kullanılan mitokondriyal DNA (mtDNA), yerli güvercin ırklarının filogenisini oluşturma konusunda yeterli bilgiyi sağlayamadığı gibi, Hünkâri ırkının 19. yüzyılda Avrupa’ya götürülüşü gibi görece yeterli kayıtların bulunduğu olguları aydınlatmakta bile yetersiz kalmıştır.

Sonuç olarak, Klasik Manisa Hünkârisi, Türkiye’nin önemli bir kültürel biyoçeşitlilik mirasıdır (Türkeş ve Gündüz, 2021a, Türkeş, 2023). Günümüzde klasik Hünkâri güvercinleri, bu ırkın tarihsel/kültürel varlığı ve coğrafyası bakımından Manisa ve İzmir’i kapsayan eski yetiştirilme yöreleri ile Balıkesir, Bursa, Çanakkale gibi görece daha yeni yöreleri kapsayan oldukça geniş bir coğrafyada yetiştirilmektedir. Bu durumu Türkiye’nin gelecek kuşaklara bırakılacak olan en önemli kültürel biyoçeşitlilik özelliklerinden biri olarak değerlendirmek gerekiyor (Türkeş, 2023).

Kaynaklar

- Anonim a, tarihsiz. Classic frill standard. *The National Classic Oriental Frill Club*. <http://www.classicoldfrill.org> (erişim: 16.05.2020)
- Anonim b, tarihsiz. Muğla güvercin kitapçığı. https://www.mugla.bel.tr/uploads/sayfatr/guvercin_kitapcigi.pdf (erişim: 10 Mart 2018)
- Atasoy, F., Erdem, E., & Hacan, Gücüyener Ö. (2013). Ankara ilinde yetiştirilen taklacı güvercinlerde (*Columba livia domestica*) morfolojik özelliklerin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 60, 135-143.
- Balci, F., Ardıçlı, S., Alpay, F., Dinçel, D., Soyudal, B., & Er, E. (2018). The determination of some morphological characteristics of Bursa Oynarı pigeon breed. *Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 65, 349-355.
- Biray, B. (2020). Mitochondrial DNA analyses of domestic pigeon breeds (*Columba livia domestica*) in Turkey. A Master of Science thesis submitted to the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University (METU) May 2020, Ankara, Türkiye.
- Britannica. (2023). Domestic pigeon. <https://www.britannica.com/animal/domestic-pigeon>; (erişim: 26.08.2023).
- Erdem, H., Konyalı, C., & Savaş, T. (2018). Edremit Kelebek güvercinlerinin morfolojik karakterizasyonu. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6, 93-100.
- Fulton R. (1876). The illustrated book of pigeons. *Cassell Petter & Galpin*, ND.
- Lyell, J. (1887). Fancy pigeons. *Smithsonian Institution Libraries* (orijinal baskının taramasını yayınlayan), Third Edition, Londra.
- Maghin, F. (1920). The oriental Frill. Second Edition, *Smithsonian Institution Libraries*. The Midland Counties Herald Limited Press, Birmingham.
- Özbaşer, F. T., Atasoy, F., Erdem, E., & Güngör, İ. (2016). Filo güvercinlerinde (*Columba livia domestica*) bazı morfolojik özellikler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 63, 171-177.
- Özbaşer, F. T., Erdem, E., Gürcan, E. K., & Soysal, M. I. (2021). The morphological characteristics of the Muradiye Dönek pigeon, a native Turkish genetic resource. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 68(2), 107-112.
- Richter von, J. F. (1884-1886). *Illustriertes Mustertauben-Buch*: Druck und Verlag, biodiversitylibrary.org/page/40366609, Hamburg.

- Savaş, T., Konyalı, C., Töli, C., Daş, G., & Yurtman, I. Y. (2008). Zusammenhang zwischen Kopf-Schnabelmorphologie und Futter-aufnahmeverhalten sowie Jungenaufzucht bei einer kurz-schnäbligen Taubenrasse. *Archiv für Geflügelkunde*, 72, 90-96.
- Savaş T., & Erdem, H. (2021). Türkiye güvercin yetiştiriciliğinde “ırk” sorunu üzerine (On the problem of “breed” in pigeon breeding of Turkey). *International Journal of Poultry - Ornamental Birds Science and Technology*, 2(1), 23-29.
- Sell, A. (1995). Tauben: Züchten mit System. Verlag Haus Reutlingen Oertel und Spörer.
- Shapiro, M. D., & Domyan, E. T. (2013). Domestic pigeons. *Current Biology*, 23(8), R302–R303. doi:10.1016/j.cub.2013.01.063
- Soysal, M. İ., Gürçan, E. K., Alter, K., Akar, T., & Genç, S. (2011). Trakya’da yetiştirilen Trakya Makaracı güvercin ırkının çeşitli morfolojik özelliklerinin saptanması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8, 61-66.
- Türkes, M. (2023, 5 Ocak). Anadolu güvercinleri: Bir tarihsel ve kültürel biyoçeşitlilik örneği. *Yeşil Gazete, Yeşil Köşe*, 5 Ocak 2023. <https://yesilgazete.org/anadolu-guvercinleri-bir-tarihsel-ve-kulturel-biyocesitlilik-ornegi/>
- Türkeş, M., & Gündüz, S. (2021a). Klasik Manisa Hünkârisi güvercinleri: Tarihçe ve sınıflandırması. *Kebibeç*, 51, 327-326.
- Türkeş, M., & Gündüz, S. (2021b). Classification and ideal standards of the Manisa’s Classic Honcheria (Oriental Frill) pigeons. Presented at Proceedings of the Second International Congress of the Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology, 2021b, 71.
- Üçtepe, A. (2011). Güvercinlerde takla davranışı ile beyin morfolojisi ve histolojisi arası ilişkiler. *ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*. 46 s.
- Üneri, S. (2017). Sultan güvercini Hünkâri, ‘Klasik’ Hünkâri güvercin ırkı hakkında araştırma ve inceleme. *Chiviyazıları Yayınevi*, İstanbul.
- Wright L. (1879). Practical pigeon keeper. *Cassell, Petter, Galpin & Co*, New York.



Determination of the Usability of Whey and Molasses in the Coating of Fruit

Fadime Seyrekoğlu^{1,a,*}

¹Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Türkiye, Amasya 05000, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 25.08.2023 Accepted : 25.12.2023</p> <p>Keywords: Molasses Whey Coating Apple Orange</p>	<p>In this study, molasses is sugar factory waste and whey is a by-product of milk factory were used in coating apple and orange and stored for three weeks. Quality changes were determined during storage. The brix values of whey and molasses used in the coating are 30 and 50, respectively, and their pH is 1 and 7.8. In the study, the weight loss and color values of the coated fruits were examined. As a result of the study, it was determined that the effect of molasses + water for apples and whey for oranges was significant during the three-week storage period. The weight loss in apples covered with molasses + water was 3.645 % while it was 6.327% in uncoated samples. The weight loss was 17.860% in the oranges covered with whey, it is 27.930% in the uncoated samples. Owing to the study, it was concluded that molasses can be used as a coating material in apples and whey can be used as a coating material in oranges. Especially weight loss is an undesirable situation in the storage of fruits. This situation can be minimized by covering the fruits. The whey and molasses used were particularly effective in reducing weight loss.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 33-39, 2024

Meyve Kaplanması Peynir Altı Suyu ve Melasın Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 25.08.2023 Kabul : 25.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Melas Peynir altı suyu Kaplama Elma Portakal</p>	<p>Bu çalışmada şeker fabrikası atığı olan melas ve süt farikası yan ürünü olan peynir altı suyu elma ve portakal kaplamasında kullanılarak üç hafta boyunca depolanmıştır. Depolama süresince kalite değişimleri belirlenmiştir. Kaplamada kullanılan peynir altı suyu ve melasın briks değerleri sırasıyla 30 ve 50, pH'ları ise 1 ve 7.8'dir. Çalışmada kaplanan meyvelerin ağırlık kaybı ve renk değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda üç haftalık depolama periyodunda elma için melas+su, portakal için ise peynir altı suyunun etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Melas+su ile kaplanan elmalarda ağırlık kaybı %3.645 iken kaplanmayan örneklerde %6.327'dir. Peynir altı suyu ile kaplanan portakallarda ağırlık kaybı %17.860 iken kaplanmayan örneklerde ise %27.930'dur. Çalışma ile melasın elmada, peynir altı suyunun da portakalda kaplama materyali olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Özellikle ağırlık kaybı meyvelerin depolanmasında istenmeyen bir durumdur. Meyvelerin kaplanması ile bu durum minimuma indirilebilir. Kullanılan peynir altı suyu ve melas özellikle ağırlık kaybının azaltılmasında etkili olmuştur.</p>

^a fadime.tokatli@amasya.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0001-9787-4115>



Giriş

Yapılarında bulunan vitamin, mineral ve diyet lifleri meyve ve sebzelerin birçok metabolik faaliyette görev almasını sağlar ve beslenme üzerinde önemli rol oynamasına sebep olur. Meyve -sebzeler hasat edildikten sonra solunum yapmaya devam etmekte ve canlılığını sürdürmektedir. Bu aşamada bileşimlerinde bulunan karbonhidrat, protein, yağ ve organik asitleri kullanılmaktadırlar (Wargovich, 2000; Wills ve Gording, 2016). Bu süreç meyve sebzelerin renk, tat, aroma ve tekstür özellikleri üzerinde değişikliklere ve hem ağırlık hem besin kayıplarına neden olmaktadır (Nunes ve Emond, 2007). Hasat sonrasında meyve- sebzelerde meydana gelen biyolojik etkilerin ve değişikliklerin önlenmesi gerekmektedir (Siddiqui ve ark., 2002). Taze meyve sebzelerin bileşiminin büyük kısmı (%80-90) sudan oluşmaktadır. (Dhall, 2013). Meyve- sebze teknolojisinde özellikle depolama esnasında ağırlıklarının korunması önem taşımakta ve ortaya çıkan kütle kayıpları ekonomik sorunlara da sebep olmaktadır (Del-Valle ve ark., 2005; Sogvar ve ark., 2016). Ayrıca depolama esnasında meydana gelen kayıplar hem gıda hem sağlık hem de ekonomik anlamda olumsuzluklara sebep olmaktadır.

Artan dünya nüfusuna karşın tarım alanlarının ve gıda kaynaklarının yetersiz olması gıdaların ambalajlanarak muhafaza sürelerinin arttırılmasını gerektirmektedir. Hazır gıdalara olan talep daha uygun ve fonksiyonel özellikteki ambalaj materyallerini cazip kılmaktadır (Temiz ve Yeşilsu, 2006; Topuz ve Boran, 2018). Üretimde ve depolama aşamasında meydana gelebilecek besin kayıplarını önlemek ve raf ömrünü arttırmak için birçok muhafaza yöntemi kullanılmaktadır. Ürünün kalitesi ve mikrobiyolojik olarak güvenli şekilde muhafaza edilmesinde yenilebilir film ve kaplamalar önemli muhafaza metotlarından biridir (Yousuf ve ark., 2017).

Yenilebilir film ve kaplamalar uygun konsantrasyonlarda kullanıldığında ürünün kalitesini geliştiren, insan sağlığı üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmayan, doğal kaynaklı çevreye zararı olmayan ambalaj materyalleridir (Yıldız ve Yangılar, 2014). Süt proteinleri hava geçirgenliğini kontrol altına alarak yenilebilir kaplamalar içerisinde önem arz etmektedir. Peynir üretiminde ortaya çıkan ve gıda endüstrisinde birçok alanda kullanılan peynir altı suyu yenilebilir film ve kaplama olarak da birçok çalışmaya yön vermektedir (Hassan ve ark., 2018).

Ayrıca şeker fabrikası atığı olan melasında kaplama olarak kullanılabilirliği araştırılıp gıdalarda kullanım olanakları arttırılabilir. Melas şeker pancarı ve şeker kamışı üretiminde en son aşamadaki şekerin alınmadığı şeker şurubudur. Alkol, maya, yem sanayi'nde ve sitrik asit fermentasyonunda yaygın olarak kullanılır. Ekonomik olduğu için sitrik asit fermentasyonunda ve birçok alanda kullanımını mevcuttur.

Yapılan çalışma ile şeker fabrikası atığı olan melas ve süt fabrikası yan ürünü olan peynir altı suyunun elma ve portakalda kaplama malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Böylece hasat sonrası meydana gelen değişiklikler önlenerek besin kayıpları engellenmeye ve sağlık üzerindeki olumsuzluklar da giderilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma farklı kaplama çözeltileri kullanılarak kaplanmış elma ve portakalın ağırlık kaybı (%) ve renk değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Kaplama Materyalleri

Kaplama çözeltilerinin hazırlanmasında melas, peynir altı suyu ve agar kullanılmıştır. Şeker pancarı yan ürünü olan melas, Amasya Şeker Fabrikası'ndan temin edilmiştir. Peynir altı suyu ise özel bir Süt firmasından konsantre olarak tedarik edilmiştir. Kaplama malzemesi olarak kullanılan melas içeriğinde; yaklaşık %50 şeker bulunmaktadır, ayrıca kullanılan peynir altı suyunun brix değeri %30'dur.

Meyvelerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan meyveler olan; elma ve portakal Amasya Suluova'da yerel bir manavdan temin edilmiştir. Satın alınan meyveler önce Suluova Meslek Yüksekokulu laboratuvarında yıkanıp temizlenmiş ve kuruduktan sonra kaplama işlemine geçilmiştir.

Kaplama Materyallerinin Hazırlanması

Bu çalışmada kontrol (kaplama yapılmayan numune), melas, seyreltilmiş melas, melas+agar, peynir altı suyu ve peynir altı suyu+agar kullanılmıştır. Melas %100 ve seyreltilmiş melas ise %50 melas + %50 saf su olacak şekilde seyreltilerek, peynir altı suyu ise seyreltilmeden doğrudan konsantre olarak kullanılmıştır. Agar, seyreltilmiş melas ile karıştırılmadan önce %1 konsantrasyonda hazırlanmıştır. Agar saf suda çözülürken oluşabilecek aglomerasyonu önlemek için saf suya yavaş yavaş ilave edilerek manyetik ısıtıcılı bir karıştırıcıda 1000 rpm'de karıştırılarak bir solüsyon elde edilmiştir ve sonrasında peynir altı suyuna ve seyreltilmiş melasa ilave edilmiştir. Kaplama malzemesinin elma ve portakala daha iyi yapışmasını sağlamak için agar kullanılmıştır.

Meyvelerin Kaplanması ve Depolanması

Çalışmada her grup için 10 adet olmak üzere toplam 60 adet starking elma ve portakal kullanılmıştır. Meyveler hazırlanan farklı çözeltilerle daldırma yöntemi kullanılarak kaplanmıştır. Sonrasında meyveler çevrilip kaplama materyallerinin her yerde homojen olması sağlanmıştır. Bu işlemlerden sonra kaplama solüsyonunun süzülmesi sağlanmış ve ardından kurumaya bırakılmıştır. Yaklaşık 24 saat sonunda kaplanan meyvelerde tamamen kuruma gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda ise kaplama işlemi yapılmamıştır. Meyveler oda sıcaklığında toplam 3 hafta depolanmıştır ve depolama ortamının sıcaklık ve nem seviyeleri rutin olarak kontrol edilmiş ve kaydedilmiştir.

Meyve Ağırlık Kaybının Belirlenmesi

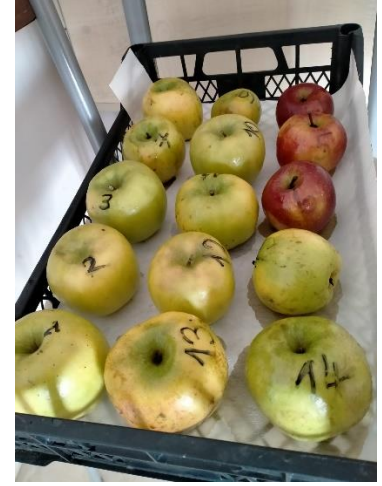
Bu çalışmada, üç farklı depolama süresine göre ağırlık kaybı belirlenmiştir (1. hafta, 2. hafta, 3. hafta). Elma ve portakalların ağırlıkları periyodik olarak her hafta düzenli olarak belirlenmiştir. 0,001 g hassasiyete sahip hassas terazi ile ağırlık kaybı % olarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Bhale ve ark., 2003).

$$MAK = \frac{[(BMA) - (SMA)]}{BMA} \times 100$$

MAK: Meyve ağırlık kaybı (%)
BMA : Başlangıç meyve ağırlığı
SMA: Son meyve ağırlığı



Resim 1. Melas ile kaplanmış elmalar
Figure1. Apples coated with molasses



Resim 2. Peynir altı suyu ile kaplanmış elmalar
Figure2. Apples coated with whey



Resim 3. Peynir altı suyu ile kaplanmış portakallar
Figure3. Samples of coated oranges

Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Kaplama yapılan meyvelerin ve kontrol grubunun depolama sırasında her hafta düzenli olarak renk parametreleri ölçülmüştür. Suluova Meslek Yüksek Okulu laboratuvarında bulunan Hunter- Lab renk ölçüm cihazı ile ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel analiz

Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizi tek yönlü ANOVA olarak yapılmıştır. Ayrıca grupların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır. Bu istatistiksel değerlendirmeler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 22.0 paket programı kullanılmıştır (IBMCorp., 2011).

Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada farklı solüsyonlarla (melas, seyreltilmiş melas, melas+agar, peynir altı suyu ve peynir altı suyu+agar) kaplanmış elma ve portakalın (%) ağırlık kaybı ve renk analizleri belirlenmiştir.

Depolanmış Meyvelerde Ağırlık Kaybının Belirlenmesi

Farklı solüsyonlarla kaplanmış elma ve portakalların haftalık ağırlık kayıpları (1. hafta, 2. hafta, 3. hafta) ve genel ağırlık kayıpları Tablo 1 ve Tablo 2' de verilmiştir.

Elma kaplamasında kullanılan kaplama malzemelerinin tüm haftalarda ağırlık kaybını önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir ($P<0,005$). Depolama sonrası elma ağırlık kaybı değerlendirildiğinde; tüm kaplanmış gruplar kaplanmamış (kontrol) gruba göre daha düşük ağırlık kaybına sahipti. Kaplama yapılmış elmalar arasında birinci hafta en düşük ağırlık kaybı melas ile kaplanmış elmalarda görülürken en yüksek ağırlık kaybı melas+ saf su ile kaplanmış elmalarda görülmüştür. İkinci hafta ve üçüncü hafta en düşük ağırlık kaybı melas+ saf su ile kaplanmış

elmalarda gözlemlenirken, en fazla ağırlık kaybı ise peynir altı suyu ile kaplanmış elmalarda gözlemlenmiştir. Aynı şekilde genel ağırlık kayıplarında da en düşük ağırlık kaybı melas+ saf su ile kaplanmış elmalarda tespit edilirken en yüksek ağırlık kaybı ise peynir altı suyu ile kaplanmış elmalarda gözlemlenmiştir.

Kullanılan kaplama malzemeleri tüm haftalarda ağırlık kaybını önemli şekilde etkilemiştir ($P<0,005$). Depolama sırasında portakal için ağırlık kaybı incelendiğinde tüm kaplanmış portakal grupları kaplanmamış (kontrol grubu) portakallara göre daha düşük ağırlık kaybını içermektedir. Birinci hafta ve ikinci hafta portakallarda en düşük ağırlık kaybı peynir altı suyu ile kaplanmış portakallarda iken en yüksek ağırlık kaybı melas ile kaplanan grupta görülmüştür. Üçüncü hafta en düşük ağırlık kaybı aynı şekilde peynir altı suyu ile kaplanan portakallarda gözlemlenirken en yüksek ağırlık kaybı ise melas+saf su+agar ile kaplanan portakallarda gözlemlenmiştir. Genel ağırlık kayıplarında da benzer şekilde en az ağırlık kaybı peynir altı suyu ile kaplanan portakallarda iken en yüksek ağırlık kaybı ise melas+saf su+agar ile kaplanan portakallarda tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Kaplama Materyallerinin Elma Ağırlık Kaybı Üzerine Etkisi (%)

Table 1. Effect of Coating Materials on Apple Weight Loss (%)

Örnek	Depolama Süresi (hafta)			
	1. hafta	2. hafta	3.hafta	1-3*
Kontrol	2,901 ^a	4,722 ^a	6,327 ^a	4,650 ^a
Melas	0,652 ^b	2,11 ^b	3,653 ^b	2,138 ^b
Melas+ Saf su (%50+%50)	0,858 ^b	1,851 ^b	3,645 ^b	2,118 ^b
Melas+ Saf su (%50+%50)+agar	0,811 ^b	2,321 ^b	4,063 ^b	2,398 ^b
PAS	0,682 ^b	2,396 ^b	4,397 ^b	2,491 ^b
PAS + agar	0,726 ^b	2,209 ^b	3,978 ^b	2,304 ^b
SE	0,197	0,25	0,261	0,087
P	0,000	0,000	0,004	0,000

a, b: Aynı sütunda farklı üst simgelere sahip ortalamalar önemli ölçüde farklılık göstermektedir ($P<0,05$). SE: Standart Hata. * Genel ağırlık kaybı

Çizelge 2. Kaplama Materyallerinin Portakal Ağırlık Kaybı Üzerine Etkisi (%)

Table 2. Effect of Coating Materials on Orange Weight Loss (%)

Örnek	Depolama Süresi (hafta)			
	1. hafta	2. hafta	3.hafta	1-3*
Kontrol	7,250 ^a	18,540 ^a	27,930 ^a	17,906 ^a
Melas	7,103 ^a	15,473 ^{bc}	19,770 ^{cd}	14,242 ^c
Melas+ Saf su (%50+%50)	5,883 ^{ab}	14,643 ^c	22,266 ^{bc}	14,264 ^c
Melas+ Saf su (%50+%50) +agar	6,196 ^{ab}	13,460 ^d	25,466 ^{ab}	15,040 ^b
PAS	4,240 ^b	12,183 ^e	17,860 ^d	11,427 ^d
PAS + agar	6,006 ^{ab}	16,363 ^b	24,426 ^b	15,598 ^b
SE	0,301	0,212	0,216	0,087
P	0,004	0,000	0,000	0,000

a, c: Aynı sütunda farklı üst simgelere sahip ortalamalar önemli ölçüde farklılık göstermektedir ($P<0,05$). SE: Standart Hata. * Genel ağırlık kaybı

Farklı Depolanmış Meyvelerde Renk Değerlerinin Belirlenmesi

solüsyonlarla kaplanmış elma ve portakalların haftalık renk değerleri (1. hafta, 2. hafta, 3. hafta) Tablo 3 ve Tablo 4' te verilmiştir.

Depolama boyunca L^* değerlerini incelediğimizde kontrol grubunda düşme, kaplanmış elma gruplarında yakın değerler gözlemlenmiştir. Melas+su ile kaplanan elmalarda ise L^* değerlerinde artış görülmüştür. Tüm haftalarda kontrol grubu kaplanan elma örneklerine göre

farklılıklar göstermiştir. Depolama sırasında a değerleri kontrol grubunda azalırken, melas, melas+su ve peynir altı suyu ile kaplanan elma örneklerinde ise artmıştır. Tüm haftalarda kontrol ve kaplanan elma grupları arasında a^* değerlerinde istatistiksel olarak farklılık görülmüştür ($P<0,05$) Depolamayla birlikte b^* değerlerini değerlendirdiğimizde; kontrol, melas, melas+su, melas+su+agar ile kaplanan elma örneklerinde artış görülürken, peynir altı suyu ve peynir altı suyu+agar ile kaplanan örneklerde azalma tespit edilmiştir.

*L** değerleri depolama boyunca melas ile kaplanan portakal örnekleri haricinde diğer bütün gruplarda azalmıştır. Birinci hafta kontrol ve diğer kaplanan grupların *L** değerleri istatistiksel olarak aynı iken, ikinci ve üçüncü haftalarda farklılık göstermiştir. Depolama esnasında *a** değerleri peynir altı suyu ve peynir altı suyu+agar ile kaplanan portakal örneklerinde azalma varken, diğer gruplar ve kontrol grubunda artış görülmüştür. Tüm haftalarda *a** değerleri kontrol ve kaplanan portakal örneklerinde istatistiksel olarak farklı çıkmıştır. Depolamayla birlikte *b** değerleri incelendiğinde; peynir altı suyu ile kaplanan portakal örneklerinde azalırken, kontrol ve diğer gruplarda ise artış gözlemlenmiştir. *b** değerleri kontrol grubu ve kaplanan örneklerde tüm haftalarda istatistiksel olarak farklı çıkmıştır.

Yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde; ayva çekirdeği müsilağı ile kaplanan elmalarda ağırlık kaybı 10. gün sonunda %11,61 iken kontrol grubunda ise %11.67 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi arttıkça ağırlık kaybı artmıştır. Çalışmanın sonucunda ayva çekirdeği müsilağının elma kaplamada etkili olmadığı sonucuna varılmıştır (Kozlu, 2020).

Fakat yapılan bazı çalışmalarda kullanılan kaplama materyallerinin elma ağırlık kaybı üzerine önemli oranda

etki ettiği bildirilmiştir. Olivas ve ark. (2007) aljinat ile kaplanan elmaların 9 gün sonunda ağırlık kaybını %20, kontrol grubunu ise %30 bulmuştur. Ochoa ve ark. (2011) elmaları jojoba yağı ve kandelilla mumu ile kaplamış ve ağırlık kaybını kontrol altına almıştır. Ayçiçek yağı ve beyaz çikolatanın elma kaplamada kullanıldığı çalışmada da benzer şekilde ağırlık kayıpları kontrol altına alınmıştır (Khan ve ark., 2014). Chiumarelli ve Hubinger (2014), elma örneklerini karnauba mumu ve nişasta ile kaplayarak ağırlık kaybını geciktirmiştir. Alves ve ark. (2017) ferulik asit ilaveli soya bazlı yenilebilir film kaplamasının elmalar üzerinde ağırlık kaybını kontrol ettiğini tespit etmiştir. Pektin ve peynir altı suyunun kaplama olarak kullanıldığı çalışmada da ağırlık kaybı önemli derecede azaltılmıştır (Marquez ve ark., 2017).

Elma örneklerimizde yapılan çalışmalarla benzer şekilde, depolama süresi arttıkça ağırlık kayıpları artış göstermiştir. Üç haftalık depolama sonunda kaplanan örneklerde kontrol grubuna göre ağırlık kaybı oldukça azaltılmıştır. Melas+su ile kaplanan örneklerde ağırlık kaybı en az olmuştur. Daha önceki yapılan çalışmalarda melas kaplama malzemesi olarak kullanılmamıştır. Gerçekleştirilen çalışma ile melasında ağırlık kayıplarını en aza indirgeyerek bu alanda kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Kaplama Materyallerinin Elma Renk değerleri Üzerine Etkisi (%)

Table 3. Effect of Coating Materials on Apple Color Values (%)

Örnek	Kontrol	Melas	Melas+ Saf su (%50+%50)	Melas+ Saf su (%50+%50) + agar	PAS	PAS+agar	SE	P
1. hafta								
<i>L*</i>	76,660 ^a	72,933 ^{bc}	70,06 ^{cd}	69,066 ^d	73,933 ^{ab}	71,663 ^{bcd}	0,652	0,000
<i>a*</i>	11,626 ^a	-10,746 ^c	-5,533 ^b	-6,576 ^b	-11,006 ^c	-5,493 ^b	0,163	0,000
<i>b*</i>	26,136 ^d	47,283 ^{ab}	44,593 ^{bc}	43,58 ^c	47,12 ^{ab}	48,636 ^a	1,875	0,000
2. hafta								
<i>L*</i>	54,37 ^b	70,596 ^a	74,09 ^a	73,27 ^a	74,38 ^a	71,423 ^a	1,721	0,000
<i>a*</i>	-0,733 ^a	-7,573 ^b	-1,333 ^a	-6,133 ^{ab}	-2,483 ^{ab}	-0,576 ^a	0,293	0,008
<i>b*</i>	34,043 ^d	47,8 ^b	50,463 ^a	45,53 ^c	46,403 ^{bc}	50,37 ^a	0,266	0,000
3. hafta								
<i>L*</i>	68,91 ^b	69,433 ^b	75,023 ^a	64,976 ^c	73,14 ^a	69,98 ^b	0,797	0,000
<i>a*</i>	1,646 ^b	-6,086 ^d	3,37 ^a	-7,466 ^e	-2,196 ^c	-6,720 ^{de}	0,047	0,000
<i>b*</i>	32,18 ^b	47,483 ^a	48,693 ^a	48,873 ^a	46,78 ^a	47,58 ^a	0,277	0,000

a, b, c, d, e: Aynı satırda farklı üst simgelere sahip ortalamalar önemli ölçüde farklılık göstermektedir (p<0.05). SE: Standart Hata.

Çizelge 4. Kaplama Materyallerinin Portakal Renk değerleri Üzerine Etkisi (%)

Table 4. Effect of Coating Materials on Orange Color values (%)

Örnek	Kontrol	Melas	Melas + Saf su (%50+%50)	Melas+ Saf su (%50+%50) +agar	PAS	PAS+agar	SE	P
1. hafta								
<i>L*</i>	62.463 ^a	57.953 ^a	61.506 ^a	65.183 ^a	66.470 ^a	66.576 ^a	1.292	0.000
<i>a*</i>	32.026 ^d	24.016 ^e	33.19 ^{cd}	34.936 ^{ab}	34.360 ^{bc}	36.150 ^a	0.505	0.000
<i>b*</i>	51.963 ^c	28.793 ^e	54.883 ^{ab}	48.863 ^d	57.053 ^a	52.523 ^{bc}	0.462	0.000
2. hafta								
<i>L*</i>	60.983 ^{cd}	65.356 ^a	61.343 ^{cd}	59.126 ^d	64.640 ^{ab}	62.046 ^{bc}	0.556	0.005
<i>a*</i>	34.843 ^{cd}	27.436 ^e	40.163 ^a	38.966 ^{ab}	32.950 ^d	37.253 ^{bc}	0.132	0.000
<i>b*</i>	54.793 ^b	39.340 ^c	62.970 ^a	63.376 ^a	62.466 ^a	55.166 ^b	0.188	0.000
3. hafta								
<i>L*</i>	58.390 ^b	62.300 ^a	58.070 ^b	55.263 ^c	63.030 ^a	59.310 ^b	0.652	0.000
<i>a*</i>	36.176 ^b	28.153 ^d	40.833 ^a	41.693 ^a	30.050 ^{cd}	32.696 ^c	0.264	0.000
<i>b*</i>	57.520 ^b	39.066 ^d	60.863 ^a	58.153 ^b	51.943 ^c	61.630 ^a	0.331	0.000

a, b, c, d, e: Aynı satırda farklı üst simgelere sahip ortalamalar önemli ölçüde farklılık göstermektedir (P<0.05). SE: Standart Hata

Kozlu (2020), tarafından yapılan ayva çekirdeği müsülajı ile kaplanan mandalina örneklerinde ağırlık kaybı kontrol grubunda %7,67 iken kaplama yapılmayan grupta %3,95 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda ayva çekirdeği müsülajının mandalinada depolama boyunca ağırlık kayıplarını önemli oranda azalttığı sonucuna varılmıştır. Farklı çalışmalarda çeşitli kaplamalar ağırlık kaybının önlenmesinde oldukça etkili olmuştur. Hashemi ve ark. (2017) kekik yağı ilaveli fesleğen tohumu müsülajını yenilebilir film olarak kayısıya uygulamış ve ağırlık kaybını kontrol altına almıştır.

Portakal örneklerimizi incelediğimizde, depolama süresi arttıkça ağırlık kayıpları artış göstermiştir. Üç haftalık depolama sonunda kaplanan örneklerde kontrol grubuna göre ağırlık kaybı oldukça azaltılmıştır. Peynir altı suyu ile kaplanan örneklerde ağırlık kaybı en az olmuştur. Melas ve peynir altı suyu ile kaplanan örneklerde kontrol grubuna göre ağırlık kaybı oldukça azdır. Gerçekleştirilen çalışma ile melas ve peynir altı suyunun ağırlık kayıplarını en aza indirgeyerek bu alanda kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

Ayva çekirdeği müsülajı ile kaplanan elmaların L^* değerleri korunmuştur. a^* değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık görülmezken, b^* değerleri depolama sonunda önemli ölçüde azalmış ve örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir (Kozlu, 2020). Elmalara aljinat bazlı film kaplamaların uygulandığı çalışmada renk değişimleri kontrol grubuna göre daha uzun süre korunmuştur (Olivas ve ark., 2007). Benzer şekilde Guerreiro ve ark. (2017), aljinat ve askorbik asit ile formüle edilmiş yenilebilir film kaplamaları taze elma dilimlerine uyguladığı çalışmada istenmeyen renk değişimlerini önlemiştir.

Mandalinanın ayva çekirdeği müsülajı ile kaplandığı örneklerde kontrol grubunda L^* değerleri artarken, kaplanmış örneklerde önemli bir değişiklik olmamıştır. a^* değerleri kontrol ve kaplanmış örneklerde azalmıştır. b^* değerleri kontrol grubunda azalırken kaplanan örneklerde önemli oranda değişmemiştir. Ayva çekirdeği müsülajı L^* , a^* ve b^* değerlerinin değişimini önlemede etkili olmuştur. Özdemir ve Gökmen (2016) askorbik asit ilaveli kitosan kaplamasını nar tanesine uyguladığı çalışmada L^* , a^* ve b^* değerlerinin kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Çalışmamızdaki elma örneklerinde kontrol grubunun L^* ve a^* değerleri azalırken b^* değerleri artmıştır. Melas ve peynir altı suyu ile kaplanan elma örneklerinde L^* ve b^* değerleri korunurken a^* değerleri artmıştır. Portakal örneklerinden kontrol grubunda L^* değerleri azalırken a^* ve b^* değerleri artış göstermiştir. Melas ile kaplanan örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri artarken; peynir altı suyu ile kaplanan örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri azalmıştır. Renk değerleri açısından incelendiğinde melas elma için, peynir altı suyu ise portakal için daha uygun kaplama materyalleridir. Yapılan çalışmalarla benzerlik ve farklılıklar mevcuttur. Bu durum kullanılan hammadde, kullanılan kaplama materyalleri kullanılan yöntem farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca yenilebilir film kaplamaların gıda alanındaki uygulamaları her geçen gün artış göstermektedir. Melas ve peynir altı suyu da gıda fabrikaları atığı ve yan ürünü olarak değerlendirildiği gibi teknolojik olarak gerekli işlemlerden sonra yenilebilir film kaplamalara dönüştürülüp birçok alanda kullanım imkanı

bulabilir. Mevcut çalışma meyve sebze alanında uygulanan bir çalışma olup farklı alanlara aktarılıp kullanılma olanakları araştırılabilir.

Sonuç

Literatür incelendiğinde meyvelerin kaplanması ile ilgili birçok çalışmaya rastlanmıştır fakat melasın kaplama olarak kullanılabilirliği ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Sentetik kaplamaların yaygın olarak kullanılması meyve kaplama alanında bir dezavantajdır. Çalışmamızda süt ve ürünleri ve şeker fabrikası atığı ve yan ürünü olan maddelerin bu alanda kullanılabilirliği araştırılmış ve gayet olumlu sonuçlar alınmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile melas ve peynir altı suyunun elma ve portakal üzerinde koruyucu etkisi olduğu saptanmıştır. Depolama boyunca kaplanmamış örneklerle göre kaplama yapılan meyvelerde ağırlık kaybı ve renk değerleri korunmuş ve meyvelerin raf ömrü uzatılmıştır. Elma için ağırlık kaybı üç haftanın sonunda melas+ saf su ile kaplanan örnekte, portakal için ise peynir altı suyu ile kaplanan örnekte görülmüştür. Renk değerlerinde de elma için melas+ saf su, portakal için ise peynir altı suyu ile kaplanan meyveler en az değişimi göstermiştir. Bu sonuçlar depolama boyunca meyve örneklerinin kalite özelliklerini geliştirmek için bu yenilebilir kaplamaların kullanım olanaklarını sunmaktadır. Bu kaplama materyalleri meyvelerin dışında farklı alanlarda kaplama materyalleri olarak da kullanılabilir. Ayrıca şeker fabrikası atığı olan melas ve süt fabrikası yan ürünü olan peynir altı suyu kaplama üretiminde kullanılarak; atık olarak görülen materyallerin değerlendirilmesi sağlanacaktır. Böylece depolama boyunca meydana gelen ağırlık kayıpları önlenebilecektir. Depolama esnasında renk değişimi gibi istenmeyen olumsuzluklar engellenerek tüketici için daha cazip ilk günkü tazeliğine yakın ürünler elde edilecektir. Gıda endüstrisinde hem meyve sebzelerin hem de diğer ürünlerin kaplanmasında mevcut materyaller ve bunların farklı oranları kullanılarak gıdaların raf ömrü arttırılabilecektir.

Kaynaklar

- Alves, M. M., Gonçalves, M. P., & Rocha, C. M. (2017). Effect of ferulic acid on the performance of soy protein isolate-based edible coatings applied to fresh-cut apples. *Lwt*, 80, 409-415. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.013>
- Bhale, S., No, H. K., Prinyawiwatkul, W., Farr, A. J., Nadarajah, K., & Meyers, S. P. (2003). Chitosan coating improves shelf life of eggs. *Journal of food science*, 68(7), 2378-2383. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05776>
- Chiumarelli, M., & Hubinger, M. D. (2014). Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. *Food hydrocolloids*, 38, 20-27. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.11.013>
- Del-Valle, V., Hernández-Muñoz, P., Guarda, A., & Galotto, M. J. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (Opuntia ficus indica) and its application to extend strawberry (Fragaria ananassa) shelf-life. *Food Chemistry*, 91(4), 751-756. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.002>
- Dhall, R. K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(5), 435-450. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.541568>

- Guerreiro, A. C., Gago, C. M., Faleiro, M. L., Miguel, M. G., & Antunes, M. D. (2017). The effect of edible coatings on the nutritional quality of 'Bravo de Esmolfe' fresh-cut apple through shelf-life. *Lwt*, 75, 210-219. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.052>
- Hashemi, S. M. B., Khaneghah, A. M., Ghahfarrokhi, M. G., & Eş, I. (2017). Basil-seed gum containing *Origanum vulgare* subsp. *viride* essential oil as edible coating for fresh cut apricots. *Postharvest Biology and Technology*, 125, 26-34. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.11.003>
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., & Akhtar, N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International journal of biological macromolecules*, 109, 1095-1107. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097>
- SPSS, I. (2011). IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Statistics Software for Windows, Version 20.0; IBM Corp. Armonk, NY, USA.
- Khan, M. K. I., Cakmak, H., Tavman, Ş., Schutyser, M., & Schroën, K. (2014). Anti-browning and barrier properties of edible coatings prepared with electrospraying. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 25, 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.10.006>
- Kozlu, A. (2020). Ayva Çekirdeği Müsilajının Yenilebilir Film Kaplaması Olarak Bazı Meyvelere Uygulanması ve Depolama Süresince Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi (Publication No. 611422) [Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi].
- Marquez, G. R., Di Pierro, P., Mariniello, L., Esposito, M., Giosafatto, C. V., & Porta, R. (2017). Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films. *LWT*, 75, 124-130. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.017>
- Nunes, C. N., & Emond, J. P. (2007). Relationship between weight loss and visual quality of fruits and vegetables. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* (Vol. 120, pp. 235-245).
- Ochoa, E., Saucedo-Pompa, S., Rojas-Molina, R., Garza, H. D. L., Charles-Rodríguez, A. V., & Aguilar, C. N. (2011). Evaluation of a candellilla wax-based edible coating to prolong the shelf-life quality and safety of apples. *American journal of agricultural and biological sciences*, 6(1), 92-98.
- Olivas, G. I., Mattinson, D. S., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2007). Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. *Postharvest biology and Technology*, 45(1), 89-96. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.018>
- Özdemir, K. S., & Gökmen, V. (2017). Extending the shelf-life of pomegranate arils with chitosan-ascorbic acid coating. *LWT-food science and technology*, 76, 172-180. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.057>
- Siddiqui, T. A., Zafar, S., & Iqbal, N. (2002). Comparative double-blind randomized placebo-controlled clinical trial of a herbal eye drop formulation (Qatoor Ramad) of Unani medicine in conjunctivitis. *Journal of ethnopharmacology*, 83(1-2), 13-17. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(02\)00163-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(02)00163-0)
- Sogvar, O. B., Saba, M. K., & Emamifar, A. (2016). Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest biology and Technology*, 114, 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.019>
- Temiz, H., & Yeşilsu, A. F. (2006). Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 2, 41-50.
- Topuz, F. C., & Boran, G. (2018). Jelatin bazlı yenilebilir film ve kaplamalar. *Akademik Gıda*, 16(3), 332-339. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.475370>
- Wargovich, M. J. (2000). Anticancer properties of fruits and vegetables. *HortScience*, 35(4), 573-574.
- Wills, R., & Golding, J. (2016). *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. UNSW press.
- YILDIZ, P. O., & YANGILAR, F. (2014). Gıda endüstrisinde kitosanın kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 30(3), 198-206.
- Yousuf, B., Qadri, O. S., & Srivastava, A. K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *Lwt*, 89, 198-209. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.05>



Comparison of Laying Hens with Slow and Fast-Growing Broiler Strains of Stunning, Slaughter, Meat and Bone Characteristics

İhsan Bülent Helva^{1,a,*}, Mustafa Akşit^{2,b}, Zeynep Yardım^{2,c}

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Çine Meslek Yüksekokulu, 09500 Çine, Aydın, Türkiye

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 09100 Aydın, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 17.09.2023 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Broiler Growth rate Laying hens Meat quality Bone characteristics</p>	<p>This study aimed to compare the stunning, slaughter, meat, and bone characteristics of slow and fast-growing broiler strains and laying hens of different ages that have completed the economic productive period (EPP). In the experiment, females of slow (SG) and fast-growing broilers (FG) and brown laying hens (Lohmann) of 90 (EPP1) and 122 wks of age without moulting (EPP2) and 122 wks of age with moulting (EPPM) were used. The body resistances were determined during the process of rendering birds unconscious before slaughtering by electrical current. The body resistance values were highest in SG chickens with 1063 Ω, and lowest in FG chickens with 635 Ω. The significant differences were determined between breast and leg meat quality of broilers with laying hens. It has been observed that the meat of laying hens is more matte, red and yellow colors are dominant, and their drip loss and shear force are higher. Additionally, the tibia and femur bones quality of laying hens at 90 and 122 weeks of age were found to be lower than broilers. Considering breast, thigh meat and bone characteristics of laying hens that have completed its productive period, it was concluded that it would be more appropriate to use them in the production of processed poultry meat products.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 40-47, 2024

Yavaş ve Hızlı Gelişen Etlik Piliç Soyları ile Yumurta Tavuklarının Bilinçsizleştirme, Kesim, Et ve Kemik Özelliklerinin Karşılaştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 17.09.2023 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Etlik piliç Gelişme hızı Yumurtacı tavuk Et kalitesi Kemik özellikleri</p>	<p>Bu çalışma, yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile ekonomik verim dönemini tamamlamış (EVD) farklı yaştaki yumurta tavuklarının bilinçsizleştirme, kesim, et ve kemik özelliklerinin karşılaştırılmasını amaçlamıştır. Denemede yavaş (YG) ve hızlı gelişen (HG) etlik piliçlerin dişileri ile tüy dökümü uygulanmamış 90 (EVD1) ile 122 haftalık (EVD2) ve tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yaşta (EVD3) Lohmann kahverengi yumurta tavukları kullanılmıştır. Kesim öncesi kanatlıların elektrik akımıyla bilinçsizleştirme işlemi sırasında vücut dirençleri belirlenmiştir. Vücut direnç değerleri 1063 Ω ile YG piliçlerde en yüksek ve 635 Ω ile HG piliçlerde en düşük olarak elde edilmiştir. Yumurta tavukları ile etlik piliçlerin göğüs ve but eti kalite özellikleri arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Yumurtacı tavuk etlerinin daha mat, kırmızı ve sarı renkleri daha belirgin, su kayıpları ve kesme kuvvetinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 90 ve 122 haftalık yumurta tavuklarında tibia ve femur kemik kalitesi etlik piliçlere göre daha düşük bulunmuştur. Verim dönemini tamamlamış tavuk etlerinde saptanan göğüs ve but eti ile kemik özellikleri dikkate alındığında, bunların işlenmiş kanatlı et ürünlerinin üretiminde kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.</p>

^a bhelva@adu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-8505-6481>

^c maksit@adu.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-8074-8208>

^c zkacamakli@adu.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-9235-3721>



Giriş

Birleşmiş Milletler tarafından yapılan projeksiyonlara göre 2030 yılında dünya nüfusunun 8,5 milyarı, 2050 yılında 9,7 milyarı, 2100 yılında ise 11 milyarı geçeceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2022a). Küresel ısınma, azalan tarım alanları ve nüfus artışına bağlı olarak gıda talebinin artması kaçınılmazdır. Mevcut durum daha fazla üretimi, kaynakları verimli kullanmayı ve alternatif kaynakları değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır.

Hayvansal kökenli protein kaynakların değerlendirilmesine ait veriler incelendiğinde piliç eti ve tavuk yumurtasına yönelik bir talep artışının yaşanmakta olduğu ve gelecekte de bu artışın süreceği anlaşılmaktadır. Piliç eti üretimi yaygın olarak et verimi yönünde geliştirilmiş soyların yaklaşık 6 haftalık yetiştirme dönemi sonunda kesilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda hızlı gelişime özelliğine sahip bu hibrit soylara alternatif, daha yavaş gelişim özelliği gösteren soyların da pazarda yer aldıkları görülmektedir. Yetiştirme yöntemi ve performans açısından değerlendirildiğinde günlük 50 g'dan daha az canlı ağırlık artışının sağlandığı soy veya yöntemler yavaş gelişim olarak ifade edilmektedir (Rayner ve ark., 2020). Ortalama 3000 g canlı ağırlığa 42 günlük yaşta ulaşan hızlı gelişime özelliğine sahip etlik piliç soyları ile daha ekonomik bir et üretimi yapılırken, 2500 g canlı ağırlığa 56 günden daha uzun bir sürede ulaşan YG piliçlerle lezzet, aroma, renk gibi bazı et kalite özelliklerinin yanı sıra hayvan refahının öne çıkartıldığı bir üretim gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2022b; Turgut, 2023).

Tavuk yumurtası besleyici ve ucuz bir hayvansal kökenli bir protein kaynağı olup kanatlı etlerinde yaşanan talep artışına yönelik benzer eğilimler sofralık yumurta üretimi için de söz konusudur. Bu talebin karşılanmasında yararlanılan ticari yumurta tavukları 80-90 haftalık ilk yumurta üretim döneminin sonunda veya tüy dökümü programları uygulandıktan sonraki dönemde yumurtlatıldıktan sonra üretimden çıkartılmaktadır. Ekonomik verim dönemini tamamlamış tavuklar (EVD) dünya genelinde coğrafya, kültür ve ekonomik koşullara göre farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Birçok batı ülkesinde EVD gıda sektörü atığı olarak (hayvan yemi, kompost, biyomateryal üretiminde hammadde) değerlendirilirken, bazı Asya ve Afrika ülkelerinde yaygın olarak beslenme amacı ile tüketilmektedir (Fan ve Wu, 2022). Ülkemizde ise EVD canlı olarak satılmakta veya tavuk kesimhanelerinde kesilmektedir. Kesim sonucu elde edilen ürünün çoğunluğu yem hammaddesi olarak değerlendirilirken, düşük bir miktarı da beslenme amacı ile yurt içi pazarlarda satılmakta veya bazı Asya ve Afrika ülkelerine ihraç edilerek değerlendirilmektedir (Kumral ve Gökçe, 2023).

EVD et kalitesinin etlik piliçlere göre daha düşük olması tüketimlerini sınırlandırmaktadır. Tavuklarda yaş ve genotip, kasın bileşimi ve yapısı üzerine etki göstererek et kalitesini belirlemektedir (Chen ve ark., 2016; Tang ve ark., 2009). Etlik piliçlerden elde edilen etler kolay pişen, lezzetli, yumuşak özelliklere sahipken, EVD etleri daha düşük kalite özelliklerine sahiptir. EVD karkasları, bütün, parça ürün olarak yada mekanik olarak sıyrma işlemi ile elde edilen etlerden çeşitli salam, sosis ve konserve etleri üretiminde değerlendirilmektedir (Chuaynukool ve ark., 2007; Jin ve ark., 2007; Sorapukdee ve ark., 2016). EVD etlerindeki sertliğinin iyileştirilmesi için enzim uygulamaları (DeVitre ve Cunningham, 1985; Kang ve

ark., 2012), tuz ve fosfat bileşikleri kullanılarak marine edilmeleri söz konusudur (Chueachaychoo ve ark., 2011).

Kanatlı hayvanlara kesimi öncesinde korku ve acı hissetmemeleri için bilinçsizleştirme işlemi uygulanmaktadır. Etkin bir uygulama sonrasında yaşamsal faaliyetler devam etmekte, ancak kesim işlemi kolaylaştıran bir hareketsizlik durumu oluşmakta ve buna bağlı olarak kesim işlemi daha kolay gerçekleşmektedir. Elektrik akımının su banyolarında uygulanması dünya geneli ve ülkemizde en yaygın kullanılan bilinçsizleştirme yöntemidir ((Duncan, 2001; Fernandez, 2004; Helva, 2014; Prinz ve ark., 2012; Smaldone ve ark., 2021). Etkin bir bilinçsizlik için EFSA (2009), tavsiyelerine göre 120 mA/piliç akımın, en az 4 sn süre ile uygulanması önerilmektedir. Uygulanacak elektrik değerlerinin belirlenmesinde kanatlı hayvanlara ait vücut dirençleri belirleyici bir unsurdur. Kanatlıların direnç düzeylerinde açlık, susuzluk, cinsiyet, canlı ağırlık, kirlilik ve yaş belirleyici faktörlerdir. Dişi piliçler erkeklerle göre daha yüksek vücut direncine sahiptir (Prinz ve ark., 2012). Hindle ve ark. (2010), 2,4 kg ortalama canlı ağırlığa sahip etlik piliçlerin vücut dirençlerinin 900-3800 Ω , 1,9 kg canlı ağırlığa sahip yumurta tavuklarının dirençlerinin ise 1300-5000 Ω aralığında değiştiğini bildirilmektedir. Helva (2014), 2,045 kg ortalama canlı ağırlığa sahip dişi etlik piliçlerin direncinin 590-860 Ω aralığında değiştiğini, Turgut (2023), ise YG piliçlerde ortalama 899 Ω , HG'lerin ise 620 Ω dirence sahip olduğunu bildirmektedir.

Kemik kırıkları kanatlı etlerinin kalite özellikleri açısından belirleyici bir unsurdur. Kesim veya etlerin işlenmesi sırasında oluşan kemik kırıkları özellikle karkas parçalarında kusurlu ürün miktarını artırmaktadır. Kemik sağlığını genetik faktörler, yaş, beslenme ve yetiştirme uygulamaları etkilemektedir. Yumurta tavuklarında yumurta kabuğunun oluşumunda gerekli kalsiyumun yaklaşık % 20-40'ı kemiklerden sağlanmakta, yüksek kalsiyum talebinden dolayı, osteoporoz duyarlılık artmakta, kemik yapısı etkilenebilmektedir ((Bishop ve ark., 2000; Fleming ve ark., 1994; Kim ve ark., 2004; Mueller ve ark., 1964; Rennie ve ark., 1997). Kafeslerde yetiştirilen yumurta tavuklarında yüksek kalsiyum ihtiyacı ile birlikte hareket kısıtlılığı da osteoporoz gelişimini artırabilmektedir (Fleming ve ark., 1994). Kalsiyum metabolizmasındaki dengesizlikler yumurta tavuklarının kemik yapısını olumsuz etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada, 90 ve 122 haftalık yaşta tüy dökümü uygulanmış ve uygulanmamış, yumurta üretim dönemini tamamlamış kahverengi yumurta tavuklarının kesim öncesi elektrik akımı kullanarak bilinçsizleştirilmesine ait özellikler, elde edilen göğüs ve but eti ile bacak kemiklerine ait kalite özelliklerini saptayarak, hızlı ve yavaş gelişime özelliklerine sahip etlik piliçlerle karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi (ADÜ) Hayvan Deneyleeri Yerel Etik Kurulunun 2022 / 36 sayılı izni ile ADÜ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Tavukçuluk birimi, ADÜ Çine Meslek Yüksekokulu ve ADÜ TARBİYOMER laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Hayvan Materyali ve Deneme Düzeni

Çalışmada, kesim yaşı 62 gün olan yavaş gelişen Hubbard Red JA57 (YG) ve 42 gün olan hızlı gelişen Ross 308 (HG) etlik piliç soylarına ait dişi piliçler ve ekonomik verim dönemini tamamlamış tüy dökümü uygulanmamış 90 (EVD1) ve 122 haftalık (EVD2) ve tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yaşta (EVDT) Lohmann kahverengi yumurta tavukları kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan YG piliçler, sözleşmeli piliç eti üretimi yapan, bir yetiştiriciye ait kümeden kesim ağırlığına ulaşmış, sürü ortalama ağırlığında, vücut konformasyonu düzgün, dişi piliçlerden temin edilmiştir. Piliçler "Hayvanların Nakilleri Sırasında Refahı ve Korunması Yönetmeliğine" (Anonim, 2011a) uygun olarak canlı piliç taşıma kasalarında ADÜ Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Birimi Kesim Ünitesine nakledilmişlerdir. YG piliçler kesim ünitesine ulaştıktan sonra taşıma kaslarından çıkartılarak diğer gruplarla aralarında taşımaya bağlı farklılıkların oluşmaması için dinlendirilmiştir. Dinlenme sürecinde su içmeleri sağlanmıştır. HG piliçler ise ADÜ Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Biriminde yetiştirilen sürüden kesim ağırlığına ulaşmış vücut konformasyonu düzgün, ortalama canlı ağırlığa sahip dişi piliçler arasından belirlenmiştir. Denemede kullanılan yumurta tavukları (EVD1, EVD2 ve EVDT) ADÜ Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Biriminde Yumurtacı Tavukların Korunması ile İlgili Asgari Standartlara (Anonim, 2014) uygun biçimde zenginleştirilmiş kafeslerde yetiştirilen vücut konformasyonları düzgün, sürü ortalama ağırlığında ve ortalama yumurta verimine sahip tavuklar arasından temin edilmiştir. EVD1 grubunu birinci verim dönemini tamamlamış 90 haftalık yaşta tavuklar, EVD2 grubunu aynı sürünün 122 haftalık yaşa kadar yumurta üretimini devam ettirmiş olan tavuklar, EVDT grubunu ise yine aynı sürüdeki bir grup tavuğa 90-98. haftalarda açlık veya susuzluk uygulanmaksızın, canlı ağırlık kayıplarına göre sınırlandırılmış miktarda arpa verilerek tüy dökümü uygulanmış, devamında 122. haftaya kadarki ikinci verim dönemi boyunca yumurtlatılmış tavuklar oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan tüm kanatlılara kesim öncesinde ayak numaraları takılmıştır. Çalışmada yetiştirme sistemleri ve beslemeden kaynaklanan etkiler değerlendirilmemiştir.

Araştırma, 2 etlik piliç ve 3 yumurta tavuğu grubundan oluşan, her birinde 15, toplam 75 kanatlıın yer aldığı 5 deneme grubu ile yürütülmüştür.

Kesim İşlemleri

Kesim işlemi ADÜ Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Birimi kesim ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Kesim öncesinde su kısıtlanmaksızın, kanatlıların sindirim sistemlerinin boşalması için 8 saatlik bir açlık süresi uygulanmıştır. Kesimden önce canlı ağırlıkları belirlenen kanatlılar EFSA (2009), önerilerine uygun su banyolarında AC sinüs tipinde, 50 Hz frekansında, 120 mA/kanatlı düzeyinde 5 sn süresince elektrik akımı uygulanarak bilinçsizleştirilmiştir. Elektrik akımın uygulandığı sırada değerlerin kontrolü dijital osiloskop kullanılarak sağlanmıştır (UNI Trend Limited Group, Model UNI-T 2025C). Bireysel olarak bilinçsizleştirilen kanatlıların üzerinden geçen ortalama volt (V) düzeyleri kaydedilmiştir. Okunan volt ve uygulanan akım (I) düzeylerinden yararlanılarak Ohm

kanununa göre tavuk/piliçlerin vücut dirençleri (R) ohm (Ω) cinsinden hesaplanmıştır ($R=V/I$).

Bilinçsizleştirme sonrası hayvanların canlı olup olmadıkları ibik, ayak ve korneal reflekslerinden yararlanılarak kontrol edilmiştir (Helva ve Akşit, 2017). Kontrol işlemleri sonrasında kesim hunilerine aktarılan kanatlıların mekanik olarak nefes borusu, yemek borusu, karotid arter (carotid artery) ve jugular vein damarları kesilmiş ve 3 dakika süre ile kan akışının tamamlanması için beklenmiştir (Anonim, 2011b). Sonraki aşamalarda tüy yumuşatma, tüy yolma işlemleri gerçekleştirilmiş ve iç organlar çıkartılarak karkaslar elde edilmiştir.

Örneklerin Alınması ve Analizler

Soğutma işlemi görmemiş karkasların sol göğüs lobları (pectoralis major) ile sol üst but kasları (biceps femoris) ayrılmıştır. Örnekler tartılarak, +4°C'de 24 saat muhafaza edilmiş, süre sonunda tekrar tartılmıştır. Soğutma öncesi ve soğutma sonrası (kurulanmış) ağırlıklardan yararlanılarak damlama kaybı (%) miktarı belirlenmiştir (Honikel, 1988). Bu işlem sonrasında son pH (pH_{24}) ölçümleri yapılmıştır (Hanna 8424 – FC201B). Örneklerin parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) düzeyleri saptanmasında spektrokolorimetrenin (HunterLab Color Flex EZ) yararlanılmıştır. Ölçümler CIELAB (1986) renk skalasına göre değerlendirilmiştir. Numunelerin pH ve renk ölçümleri örneklerin üç farklı noktasından yapılmış, her 30 ölçümden sonra (pH 4,0 ve 7,0 tampon çözeltiler kullanılarak) pH metrenin ve spektrokolorimetrenin kalibrasyonu kontrol edilmiştir. Çalışmada kullanılacak pH ve renk değerleri ölçümlerinin ortalama değerleri hesaplanarak belirlenmiştir.

Sol göğüs ve sol üst buttan elde edilen 50±5g'lık örnekler +4°C'de 24 saat bekletildikten sonra yüksek yoğunluklu, şeffaf, polietilen örnek torbalarında 85°C'de su banyosunda 45 dakika pişirilmiştir. Pişirme sırasında numunenin merkez pişirme sıcaklığının takibi için problu termometre kullanılmıştır (TFA 30.1018). Pişirme sonrasında +22°C'ye soğutulan örnekler kurularak tekrar tartılmıştır. Pişirme öncesi ve pişirme sonrası (soğutulmuş, kurulanmış) ağırlıklarından yararlanılarak pişirme kaybı (%) hesaplanmıştır. Pişirme kaybı belirlenen örnekler kas liflerine paralel olarak $1 \times 1 \times 4 \text{ cm}^3$ boyutlarında kesilerek etlerin sertlik düzeyinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Etlerin sertlikleri Warner – Bratzer yöntemi (Zwick/Roell Z 50 Test cihazı, TextXpert Versiyon 3,4 programı, 40 mm/s bıçak iniş hızı ve %80 kesi) ile ölçülmüştür. Her örnek için 3 ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınarak Newton (N) cinsinden uygulanan kuvvet belirlenmiştir.

Kesim işlemi sonrasında elde edilen sağ butlar kodlanarak, numune torbalarında +4°C'de 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda butlardaki etler sıyrılarak femur ve tibia kemikleri elde edilmiştir. Et ve yağ dokusu temizlenen kemikler etüvde 60°C sıcaklıkta 24 saat bekletilip kurutulduktan sonra dijital kumpas (Mitutoyo 500-181-30) ile çap ve uzunlukları ölçülmüştür. Aynı kemiklerin ağırlıkları alındıktan sonra Zwick/Roell Z 50 test cihazında (Text Xpert Versiyon 3,4), Warner-Bratzer yöntemi kullanılarak tibia ve femur kemiklerinin kırılma dirençleri (Newton, N) belirlenmiştir.

İstatistikî Yöntem

Çalışmada deneme gruplarından elde edilen verilerinin değerlendirilmesinde SPSS 18,0 (PASW Inc., Chicago. IL. USA) paket istatistik programının Genel Doğrusal Modelleri arasında yer alan Tek Değişkenli Analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önemini ($P<0,05$) belirlemede Tukey testinden yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bilinçsizleştirme Özellikleri

Kesim öncesinde yapılan kontrollerde, kanatlıların bilinçsizleştirilmesi amacı ile su banyolarında uygulanan elektrik değerlerinin kanatlıların ölümüne neden olmadığı görülmüştür.

Araştırmada incelenen yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurta tavuklarının bilinçsizleştirme özelliklerine ait değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Kanatlıların canlı ağırlıklarının etlik piliç soyları arasında YG grubunda 2068 g, HG grubunda 2308 g, EVD1, EVD2 ve EVDT gruplarında ise sırası ile; 1864, 1935 ve 2001 g olduğu ve HG soya ait piliçlerin canlı ağırlığı ile diğer kanatlıların canlı ağırlıkları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Bilinçsizleştirme uygulaması sırasında yapılan ölçümlere göre uygulanan gerilimin 76,2 ile 121,5 volt aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu ölçümlerden yararlanarak hesaplanan elektrik akımına bağlı vücut dirençlerinin ise 635-1013 Ω aralığında olduğu, en yüksek gerilim uygulanan YG piliçlerin direncinin 1013 Ω , en düşük gerilim uygulanan HG piliçlerin direncinin ise 635 Ω olduğu tespit edilmiştir. EVD gruplarının vücut dirençlerinin ise 685-829 Ω aralığında değiştiği, YG, HG ve yumurtacı tavuk gruplarının vücut dirençleri arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$; Çizelge 1).

Kanatlı hayvanların kesim öncesi elektrik akımıyla bilinçsizleştirilmesi sırasında ortaya çıkan vücut dirençlerine ait literatürde yer alan bilgiler kısıtlı olduğu görülmektedir. YG piliçlerin elektrik akımına bağlı vücut dirençleri ile ilgili Turgut (2023), tarafından yürütülen çalışmada YG soyun karışık cinsiyette ortalama 899 Ω , HG soyuna ait piliçlerin ise karışık cinsiyette ortalama 620 Ω vücut direncine sahip oldukları ve dişilerin erkeklerden yaklaşık %25 daha yüksek vücut direncine sahip oldukları anlaşılmaktadır. Dişi piliçlerin bacak yapısı nedeniyle daha yüksek vücut direncine sahip oldukları bildirilmiştir (Prinz ve ark., 2012). Araştırmada elde edilen HG piliçlerin vücut dirençleri Helva (2014), tarafından bildirilen aralığın içerisinde (590-860 Ω), Hindle ve ark. (2010), tarafından karışık cinsiyete göre bildirilen değerlerden (900-3800 Ω) daha düşük bulunmuştur.

Bulgularımız Hindle ve ark. (2010), tarafından yumurtacı tavuklara yönelik bildirilen değerlerden (1300-5000 Ω) düşüktür. Bu durumun çalışmada serbest dolaşımli yöntemde yetiştirilen tavukların kullanılması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bu yöntemde tavuklardan daha hareketli olmalarına bağlı olarak daha güçlü kas yapısı söz konusudur.

Et Kalite Özellikleri

Araştırmada incelenen yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurtacı tavukların et kalite özelliklerine ait değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Göğüs ve but etlerinde incelenen tüm özellikler bakımından gruplar arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($P<0,05$; Çizelge 2).

Bulgularımıza göre; pH₂₄ değerinin göğüs etinde 5,71-5,79, but etinde ise 5,67- 6,14 arasında değiştiği belirlenmiştir. Etlerin pH'sı, kesim sonrası dönemde kasın ete dönüşümü, kaslardaki glikojenin O₂'siz ortamda laktik asite kadar parçalanması ve birikimi ile ilişkilidir. Tavukların göğüs kasları, but kaslarına göre daha fazla glikolitik life sahip olduğundan pH değeri daha düşüktür (Northcutt ve ark., 1994). Etlerin pH₂₄ değerlerinden etin parlaklığı (L^*) ile birlikte et kalitesinin belirlenmesinde yararlanılmaktadır. Araştırmada göğüs ve but etinin parlaklığı (L^*) sırasıyla 38,54 - 57,31 ve 27,02 - 55,45 arasında değiştiği, bu değer etlik piliçlerde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0,05$). Bulgularımızda olduğu gibi kanatlıların göğüs etinde yaşlanmayla birlikte miyoglobin artışına bağlı olarak et renginin koyulaştığı, dolayısıyla L^* değerinin azaldığı ve kırmızılığın ise (a^*) arttığı bildirilmiştir (Fletcher, 2002). Yumurtacı tavukların but etleri uzun süren üretim dönemi ve genetik faktörler nedeni ile koyu renklidir (Olivo, 2006). Tavuk etlerinin koyu renkli olmasında genotip ve ilerleyen yaşla birlikte kasta artan myoglobin düzeyi de etkilidir (Tougan ve ark., 2013).

Piliç göğüs etlerinde son pH değeri $<5,7$ ve $L^*>53$ olan etler PSE (soluk, yumuşak ve suyunu salmış), pH $>6,1$ ve $L^*<46$ olanlar ise DFD (koyu, sert, kuru) olarak tanımlanmaktadır (Zhang ve Barbut, 2005). İncelenen literatürde piliç but etlerinin PSE değerlerine yönelik tanımlama yapılmamış olup, DFD için pH $>6,4$ ve $L^*<44$ sınır değer kabul edilmektedir (Dadgar ve ark., 2012). Bulgularımıza göre göğüs ve but etlerinin pH₂₄ değerlerinin normal et için kabul edilen aralığın içerisinde olduğu, etlik piliçlerin L^* değerlerinin ise araştırmacılar tarafından (Dadgar ve ark., 2012; Zhang ve Barbut, 2005) normal piliç etine ait sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Yumurtacı tavukların L^* değerleri etlik piliçlerden daha düşük olup etleri mat bir görünüme sahiptir. Yumurta tavuklarının et rengi etlik piliçlere göre daha mat ve yüksek a^* ve b^* değerlerine sahiptir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurtacı tavukların bilinçsizleştirme özellikleri¹⁻²

Table 1. The stunning characteristics of slow and fast-growing broiler strains and laying hens¹⁻²

Özellik	Etlik Piliç		Yumurta Tavuğu			SHO	P
	YG	HG	EVD1	EVD2	EVDT		
Canlı ağırlık (g)	2068 ^b	2308 ^a	1864 ^b	1935 ^b	2001 ^b	62,2	<0,001
Gerilim (Volt)	121,5 ^a	76,2 ^c	99,5 ^b	82,2 ^b	83,7 ^b	3,89	<0,001
Direnç (Ω)	1013 ^a	635 ^c	829 ^b	685 ^b	697 ^b	37,2	<0,001

¹YG: Yavaş gelişen etlik piliç soyu, HG: Hızlı gelişen etlik piliç soyu, EVD1: Tüy dökümü uygulanmamış 90 haftalık, EVD2: Tüy dökümü uygulanmamış 122 haftalık, EVDT: Tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yumurta tavukları, SHO: Standart Hata Ortalaması, P: Önemlilik; ²a-c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir ($P<0,05$).

Çizelge 2. Yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurtacı tavukların et kalite özellikleri¹⁻²
 Table 2. The meat quality characteristics of slow and fast-growing broiler strains and laying hens¹⁻²

Özellik	Etlik Piliç		Yumurta Tavuğu			SHO	P
	YG	HG	EVD1	EVD2	EVDT		
Göğüs Eti							
pH ₂₄	5,71 ^b	5,79 ^a	5,76 ^{ab}	5,75 ^{ab}	5,77 ^{ab}	0,031	<0,001
L*	54,27 ^a	57,31 ^a	38,73 ^b	38,66 ^b	38,54 ^b	0,812	<0,001
a*	4,12 ^b	3,37 ^b	11,25 ^a	11,11 ^a	11,72 ^a	0,497	<0,001
b*	17,25 ^b	13,62 ^c	22,15 ^a	22,58 ^a	22,71 ^a	0,552	<0,001
Damlama kaybı (%)	1,22 ^b	1,36 ^b	1,95 ^a	2,37 ^a	2,77 ^a	0,184	<0,001
Pişirme kaybı (%)	13,10 ^c	19,85 ^b	31,81 ^a	30,74 ^a	32,35 ^a	1,065	<0,001
Kesme kuvveti (N)	49,94 ^b	49,33 ^b	56,60 ^a	59,07 ^a	55,01 ^a	3,610	<0,001
But Eti							
pH ₂₄	6,06 ^{ab}	6,14 ^a	5,67 ^c	5,92 ^b	6,00 ^{ab}	0,041	<0,001
L*	55,45 ^a	52,64 ^a	27,02 ^b	27,87 ^b	28,22 ^b	1,105	<0,001
a*	5,12 ^b	5,66 ^b	12,68 ^a	11,59 ^a	12,88 ^a	0,587	<0,001
b*	14,48 ^a	9,71 ^b	14,56 ^a	14,88 ^a	16,48 ^a	0,742	<0,001
Damlama kaybı (%)	0,44 ^c	1,07 ^b	2,84 ^a	2,59 ^a	2,79 ^a	0,253	<0,001
Pişirme kaybı (%)	22,41 ^b	20,23 ^b	37,68 ^a	41,30 ^a	39,41 ^a	1,575	<0,001
Kesme kuvveti (N)	44,96 ^b	40,34 ^b	80,07 ^a	85,55 ^a	75,17 ^a	4,335	<0,001

¹YG: Yavaş gelişen etlik piliç soyu, HG: Hızlı gelişen etlik piliç soyu, EVD1: Tüy dökümü uygulanmamış 90 haftalık, EVD2: Tüy dökümü uygulanmamış 122 haftalık, EVDT: Tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yumurta tavukları, SHO: Standart Hata Ortalaması, P: Önemlilik; ²a-c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

Çizelge 3. Yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurtacı tavukların kemik özellikleri¹⁻²
 Table 3. The bone characteristics of slow and fast-growing broiler strains and laying hens¹⁻²

Özellik	Etlik Piliç		Yumurta Tavuğu			SHO	P
	YG	HG	EVD1	EVD2	EVDT		
Tibia							
Ağırlık (g)	20,45 ^a	22,12 ^a	17,25 ^b	17,43 ^b	16,45 ^b	0,604	<0,001
Çap (mm)	9,46 ^b	9,90 ^{ab}	10,52 ^a	9,71 ^b	9,40 ^b	0,176	<0,001
Uzunluk (mm)	114,3 ^b	104,4 ^c	120,3 ^a	116,3 ^{ab}	117,6 ^{ab}	1,056	<0,001
Kırılma direnci (N)	183,4 ^b	247,0 ^a	170,5 ^b	173,1 ^b	176,3 ^b	12,888	<0,001
Femur							
Ağırlık (g)	15,28 ^a	15,22 ^a	12,58 ^b	12,35 ^b	12,63 ^b	0,466	<0,001
Çap (mm)	10,12	10,23	9,97	10,06	9,83	0,192	0,721
Uzunluk (mm)	78,64 ^{ab}	73,90 ^b	83,01 ^a	79,86 ^{ab}	79,03 ^{ab}	1,427	0,005
Kırılma direnci (N)	180,9 ^b	253,6 ^a	210,3 ^{ab}	211,0 ^{ab}	227,5 ^{ab}	12,926	<0,001

¹YG: Yavaş gelişen etlik piliç soyu, HG: Hızlı gelişen etlik piliç soyu, EVD1: Tüy dökümü uygulanmamış 90 haftalık, EVD2: Tüy dökümü uygulanmamış 122 haftalık, EVDT: Tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yumurta tavukları, SHO: Standart Hata Ortalaması, P: Önemlilik; ²a-c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

Göğüs etine göre daha fazla oksidatif liflere sahip olan butlarda daha fazla mitokondri ve kan damarları bulunmakta olup, sarkoplazmadaki yüksek myoglobin düzeyi but etlerinin daha kırmızımsı olmasına neden olmaktadır (Henckel ve ark., 2002). Etin sarı rengini gösteren b* değeri but ve göğüs etleri için daha geç kesim yaşına ulaşan YG piliçlerde daha erken kesilen HG piliçlerden yüksek bulunmuştur (P<0,05). Tougan ve ark. (2013), piliçlerin ilerleyen yaşıyla birlikte göğüs kasında b* değerinin arttığını ortaya koymuş oldukları araştırma sonucu ile bulgularımızın uyumlu olduğu görülmektedir. Öte yandan b* değeri YG but etinde HG ye göre yüksek, yumurta tavuklarıyla benzer bulunmuştur.

Araştırmada etlerin damlama kayıpları; etlik piliç göğüs ve but etlerinde sırasıyla %1,22 ile 1,36 ve %0,44 ile 1,07, yumurta tavuklarında ise sırasıyla %1,95-2,77 ve %2,59-2,84 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Pişirme kayıpları da damlama kaybına benzer bir eğilim göstermiş, göğüs ve buttaki damlama ve pişirme kayıplarının yumurta tavuklarında daha yüksek olduğu görülmüştür (P<0,05; Çizelge 2). Etlik piliçlere göre EVD etlerinde etin damlama

ve pişirme kaybında yaşla birlikte ortaya çıkan bu artışın, sıklıkla karşılaşılan bir durum olduğu ileri sürülmektedir (Janish ve ark., 2011, Lakshani ve ark., 2016, Limpisophon ve ark., 2019). Pişirme kayıpları işlenmiş etlerin su tutma kapasitesini tanımlamak için en yaygın kullanılan parametrelerden biri olup, oranının yüksek olması et kalitesini düşürmektedir (Brambila ve ark., 2018). Pişirme kaybı, etin yağ içeriği, ısıtma sırasındaki protein denatürasyonu ve çözünme sırasında kaybedilen hacim gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Vieira ve ark., 2009). Kaslardaki yüksek motor aktivitesi tavuklarda etin sertleşmesine neden olmakta ve pişirme kaybını da yükselmektedir (Tougan ve ark., 2013).

Araştırmada kanatlıların göğüs etindeki kesme kuvveti 49,33 - 59,07 N, butlarda ise 40,34 - 85,55 N arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). EVD'den elde edilen etlerin etlik piliçlerine göre daha sert olduğu, but kısmında ise sertliğin daha da arttığı anlaşılmaktadır. Etlerin sertliği, yaş, kas yapısı, hareketlilik, protein yapısının değişmesi gibi faktörlerden etkilenmektedir (Özcan, 2003). Et verim yönünde ıslah edilen ve genç yaşlarda kesilen etlik piliçlerde

etin yumuşak, EVD ise sert olması beklenen bir sonuçtur. Bulgularımıza göre 90 ile 122 haftalık yaşa ait tavukların but etleri sert özelliktedir. Bu sertliğe yumurta tavuklarının etlik piliçlere göre daha hareketli olmaları ve ilerleyen yaşla birlikte kolajen miktarının artması da neden olmaktadır ((Chueachaychoo ve ark., 2011; Fletcher, 2002; McCormick, 1994). Kolojen et proteinlerinden olup, etin sertliğini belirler (El-Senousey ve ark., 2013). Piliç etleri ile tavuk etleri karşılaştırıldığında benzer besin madde içeriği bulunmasına rağmen tavuk etlerindeki sindirilmeyen kolajen miktarı yüksektir (Trithavisup ve ark., 2022).

Kemik Özellikleri

Kanatlıların tibia ve femur kemiklerine ait özellikler Çizelge 3'de verilmiştir. Etlik piliçlerde tibia ve femur kemiklerinin yumurtacı tavuklardan daha ağır olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Etlik piliçlerle yumurta tavuklarının femur çapları arasındaki farkın önemli olmadığı ($P>0,05$) EVD1 grubundaki tavukların, YG ve diğer yumurtacı gruplara göre daha kalın bir tibia çapına sahip oldukları ortaya çıkmıştır ($P<0,05$).

Yumurta tavukları, etlik piliçlerden daha uzun tibia ve femur kemiklerine sahiptir. Ayrıca, EVD1 tibia, YG ve HG tibiadan ve femuru, HG femurdan daha uzun bulunmuştur ($P<0,05$). Thorp (2001), bulgularımızla uyumlu olarak yumurtacılar göre daha hızlı büyüyen etlik piliçlerde büyüme hızını desteklemek için uzun kemiklerin daha çok enine geliştiğini, bu nedenle yavaş gelişen yumurtacıların aksine uzun kemiklerin daha kısa kaldığını bildirmiştir.

Kanatlı etlerinin işlenmesinde kırılmaya dirençli kemikler ette istenmeyen kemik parçaları riskini azaltmak için tercih edilir (Mueller ve ark., 2018). Bulgularımız kemiklerin kırılma dirençleri bakımından değerlendirildiğinde, HG piliçlerin femur ve tibia kemikleri en yüksek kırılma direncine sahip olduğu, tibia kemiğinde YG, EVD1, EVD2 ve EVDT gruplarının benzer, femur kemiği açısından ise YG piliçlerin en düşük kırılma direncine sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). HG özelliğine sahip piliçlerin karkasları daha kompakt yapılı olup, bacakları daha kısadır (Batkowska ve ark., 2014). Daha kısa ve daha ağır kemiklere sahip olan HG piliçleri, daha yüksek kırılma direncine sahiptir (Mueller ve ark., 2018). Süzer ve ark. (2019), tarafından yapılan benzer bir çalışmada, HG soya ait piliçlerin kemik kırılma direncinin YG soyuna ait piliçlerden daha yüksek olduğu, bu durumun HG piliçlerin kemiklerinin mineral içeriğinin YG grubuna göre daha yüksek ve HG piliçlerin daha ağır bir vücut kitlesinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir.

Muller ve ark. (1964), Bishop ve ark. (2000) ve Webster (2004), tarafından kemiğin temel bileşeni olan kalsiyumun yumurta kabuğunun oluşumu için gereken miktarının %20 ile 40'luk kısmının kemiklerden mobilize edilmesi yumurta tavuklarının iskelet sağlığı ve metabolizmasını üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bildirilmektedir. Araştırma bulgularımıza göre yumurta tavuklarının tibia ve femur kemiklerinin kırılma dirençleri YG grubu ile benzer bulunmuştur. Bu sonuçlar etlerin işlenme sürecinde EVD butlarındaki kemiklerin kırılma, ette kemik kırıntısı düzeylerinin YG etlik piliç soyuna ait etler ile benzer olması beklenebilir. Araştırmada EVDT grubundaki tavuklara yem sınırlaması yapılarak tüy dökümü uygulanmıştır. Yemin kısıtlandığı dönemde canlı

ağırlık kaybı ile birlikte kemik yoğunluğu ve mukavemetinin de azaldığı (Mazzuco ve Hester, 2005), yumurta veriminin başlangıcı ile yaşanan canlı ağırlık artışına uyumlu olarak kemik yoğunluğu ve kırılma direncinin tüy dökümü öncesi düzeylere ulaştığı anlaşılmaktadır.

Sonuç

Gelişim hızı ve verim yönü farklı etlik piliç/tavukların elektrik akımına karşı ortaya koydukları vücut direncinin farklı olduğu ve buna bağlı olarak kesim öncesi bilinçsiz bırakılmaları için gerekli gerilim değerlerinin de değiştiği belirlenmiştir.

Et kalite özellikleri bakımından yumurtacı tavuk etlerinin etlik piliçlerinkine göre mat ve koyu renkte, damlama ve pişirme kayıplarının yüksek ve etlerinin daha sert olduğu belirlenmiştir.

Et kalitesi açısından HG soya ait tibia ve femur kemiklerinin, kırılma dirençlerinin YG piliçlerden daha yüksek olduğu, yumurtacı tavuklarının ise tibia kırılma direncinin YG ile benzer femur kemiğinde ise etlik piliçler ile arasında önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışma, farklı yaş ve verim dönemini tamamlamış yumurtacı tavuk etlerinin bazı et ve kemik özelliklerinin birbirine yakın, etlik piliçlerin benzer özelliklerine göre ise oldukça düşük değerlere sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Bu sonuçlara göre piliç eti tüketim alışkanlığı olan tüketiciler açısından verim dönemini tamamlamış yumurta tavuk etlerinin doğrudan tüketilmesinin kalite özellikleri açısından yeterli olamayacağı, bu etlerin ileri işlenmiş et ürünlerinin üretimi açısından alternatif bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilme potansiyelinin daha gerçekçi bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim. (2011). Hayvanların Nakilleri Sırasında Refahı ve Korunması Yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111224-2.htm>
- Anonim. (2014). Yumurtacı Tavukların Korunması İle İlgili Asgari Standartlara İlişkin Yönetmelik. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20227&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- Anonim. (2019). Türk Standartları Enstitüsü, TS OIC/SMIIC 1, Helal Gıda Genel Kılavuzu. <https://www.tse.org.tr/helal-belgelendirme-hizmetleri-2/helal-belgelendirme-islemleri/>
- Anonim. (2022a). World Population Prospects: The 2019 Revision. <https://population.un.org/wpp/>
- Anonim. (2022b). Ross 308- Ross 308 FF Performance Objects. https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Rossx_Ross308-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf
- Batkowska, J., Brodacki, A., Knaga, S., & Florek, M. (2014). Slaughter traits and skin colour of newly crossed chicken broilers dedicated for extensive rearing system as a criterion of product identification and meat quality. *Acta Agriculturae Scandinavica - Section A* 64,161-169. <https://doi.org/10.1080/09064702.2014.983150>
- Bishop, S.C., Fleming, R.H., McCormack, H.A., Flock, D.K., & Whitehead C.C. (2000). Inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science*, 41,33-40. <https://doi.org/10.1080/00071660086376>
- Brambila, G.S., Bowker, B.C., Chatterjee, D., & Zhuang, H. (2018). Descriptive texture analyses of broiler breast fillets with the wooden breast condition stored at 4 C and -20C. *Poultry Science*, 97, 1762-1767. <https://doi.org/10.3382/ps/pew327>

- Chen, Y., Qiao, Y., Xiao, Y.U., Chen, H., Zhao, L., Huang, M., & Zhou, G. (2016). Differences in physicochemical and nutritional properties of breast and thigh meat from crossbred chickens, commercial broilers, and spent hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29, 855-864. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0840>
- Chuaynukool, K., Wattanachant, S., Siripongvutikorn, S., & Yai, H. (2007). Chemical and physical properties of raw and cooked spent hen, broiler and Thai indigenous chicken muscles in mixed herbs acidified soup (Tom Yum). *Journal Food Technology*, 5, 180-186. <https://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jftech/2007/180-186.pdf>
- Chueachaychoo, A., Wattanachant, S., & Benjakul, S. (2011). Quality characteristics of raw and cooked spent hen Pectoralis major muscles during chilled storage: effect of salt and phosphate. *International Food Research Journal*, 18, 601-613. [http://www.ifrj.upm.edu.my/18%20\(02\)%202011/\(20\)%201FRJ-2010-012.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/18%20(02)%202011/(20)%201FRJ-2010-012.pdf)
- Dadgar, S., Crowe, T.G., Classen, H.L., Watts, J.M., & Shand, P.J. (2012). Broiler chicken thigh and breast muscle responses to cold stress during simulated transport before slaughter. *Poultry Science*, 91, 1454-1464. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01520>
- DeVitre, H.A., & Cunningham, F.E. (1985). Tenderization of spent hen muscle using papain, bromelain, or ficin alone and in combination with salts. *Poultry Science*, 64, 1476-1483. <https://doi.org/10.3382/ps.0641476>
- Duncan, I.J. (2001). Animal welfare issues in the poultry industry: is there a lesson to be learned? *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 4, 207-221. https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0403_04
- EFSA. (2009). "On the protection of animals at the time of killing". Council Regulation (EC) No 1099/2009. <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1099>
- El-Senousey, H.K., Fouad, A.M., Yao, J.H., Zhang, Z.G., & Shen Q.W. (2013). Dietary alpha lipoic Acid improves body composition, meat quality and decreases collagen content in muscle of broiler chickens. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 26, 394-400. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12430>
- Fan, H., & Wu, J. (2022). Conventional use and sustainable valorization of spent egg-laying hens as functional foods and biomaterials. *Bioresources and Bioprocessing*, 9, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40643-022-00529-z>
- Fernandez, X. (2004). A short overview of the welfare implications of pre-slaughter stunning in poultry. International Society for Animal Hygiene Conference. Saint-Malo 11-13 October 2004. *International Society for Animal Hygiene*. p: 1-42. <https://www.isah-soc.org/userfiles/downloads/symposiums/2004/Fernandez.pdf>
- Fleming, R.H., Whitehead, C.C., Alvey, D., Gregory, N.G., & Wilkins, L.J. (1994). Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British Poultry Science*, 35, 651-662. <https://doi.org/10.1080/00071669408417731>
- Fletcher, D.L. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58, 131-145. <https://doi.org/10.1079/WPS20020013>
- Helva, İ.B. 2014. Kesim öncesi etlik piliçlerin bilinçsizleştirilmesi için kullanılan farklı frekanslardaki alternatif ve doğru akımın hayvan refahı, karkas kusurları ve et kalitesi üzerine etkileri (YÖK Tez No: 360899) [Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi].
- Helva, İ.B., & Akşit, M. (2017). Etlik piliçlerin kesim öncesi bilinçsizleştirilmesinde kullanılan farklı akım ve dalga tipindeki elektrik değerlerinin karkas kusurları ve göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5, 1250-1255. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i10.1250-1255.1436>
- Henckel, P., Karlsson, A., Jensen, M.T., Oksbjerg, N., & Petersen, J.S. (2002). Metabolic conditions in porcine longissimus muscle immediately pre-slaughter and its influence on peri- and post mortem energy metabolism. *Meat Science*, 62, 145-155. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00239-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00239-X)
- Hindle, V.A., Lambooi, E., Reimert, H.G.M., Workel, L.D., & Gerritzen, M.A. (2010). Animal welfare concerns during the use of the water bath for stunning broilers, hens, and ducks. *Poultry Science*, 89, 401-412. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00297>
- Honikel, K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, 447-457. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5)
- Janisch, S., Kricschek, C., & Wicke, M. (2011). Color values and other meat quality characteristics of breast muscles collected from 3 broiler genetic lines slaughtered at 2 ages. *Poultry Science*, 90, 1774-1781. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01073>
- Jin, S.K., Kim, I.S., Jung, H.J., Kim, D.H., Choi, Y.J., & Hur, S.J. (2007). The development of sausage including meat from spent laying hen surimi. *Poultry Science*, 86, 2676-2684. <https://doi.org/10.3382/ps.2006-00451>
- Kang, G.H., Kim, S.H., Kim, J.H., Kang, H.K., Kim, D.W., Seong, P.N., & Kim, D.H. (2012). Effect of Flammulina velutipes on spent-hen breast meat tenderization. *Poultry Science*, 91, 232-236. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01624>
- Kim, W.K., Ford, B.C., Mitchell, A.D., Elkin, R.G., & Leach, R.M. (2004). Comparative assessment of bone among wild-type, restricted ovulator and out-of-production hens. *British Poultry Science*, 45, 463-470. <https://doi.org/10.1080/00071660412331286172>
- Kumral, M., & Gökçe, R. (2023). Yumurtacı tavuk etlerinden üretilen köftelerde koyun yağı kullanımının ürün kalitesine etkisi. *Akademik Gıda*, 21, 49-56. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1274010>
- Lakshani, P., Jayasena, D.D., & Jo, C. (2016). Comparison of quality traits of breast meat from commercial broilers and spent hens in Sri Lanka. *Korean Journal of Poultry Science*, 43, 55-61. <http://dx.doi.org/10.5536/KJPS.2016.43.2.55>
- Limpisophon, K., Koeipudsa, C., Charoensuk, D., & Malila, Y. (2019). Characterization of breast meat collected from spent lohmann brown layers in comparison to commercial ross broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(3). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0941>
- Mazzuco, H., & Hester, P.Y. (2005). The effect of an induced molt and a second cycle of lay on skeletal integrity of White Leghorns. *Poultry Science*, 84, 771-781. <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.771>
- McCormick, R.J. (1994). The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Science*, 36, 79-91. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90035-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90035-3)
- Mueller, W., Schraer, R., & Scharer, H. (1964). Calcium metabolism and skeletal dynamics of laying pullets. *The Journal of Nutrition*, 84, 20-26. <https://doi.org/10.1093/jn/84.1.20>
- Mueller, S., Kreuzer, M., Siegrist, M., Mannale, K., Messikommer, R.E., & Gangnat, I.D.M. (2018). Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. *Poultry Science*, 97, 3325-3336. <https://doi.org/10.3382/ps/pey172>
- Northcutt, J.K., Foegeding, E.A., & Edens, F.W. (1994). Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Science*, 73, 308-316. <https://doi.org/10.3382/ps.0730308>
- Olive, R. (2006). O Mundo do Frango: e de Frango. In do A. Criciúma (Ed.), The chicken world: Chicken meat production chain. *Cadeia Produtiva da Carn* (p. 680). Sao Paulo. <https://search.worldcat.org/en/title/709405787>

- Öztaş, A. (2003). Et Bilimi ve Teknolojisi. *TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi Yayını*, (1), 495. <https://gidamo.org.tr/yayinlar/et-blm-ve-teknolojs/2>
- Prinz, S., Van Oijen, G., Ehinger, F., Bessei, W., & Coenen, A. (2012). Electrical waterbath stunning: Influence of different waveform and voltage settings on the induction of unconsciousness and death in male and female broiler chickens. *Poultry Science*, 91, 998-1008. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00137>
- Rayner, A.C., Newberry, R.C., Vas, J., & Mullan, S. (2020). Slow-growing broilers are healthier and express more behavioural indicators of positive welfare. *Scientific Reports*, 10, 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72198-x>
- Rennie, J.S., Fleming, R.H., McCormack, H.A., McCorquodale, C.C., & Whitehead, C.C. (1997). Studies on effects of nutritional factors on bone structure and osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science*, 38, 417-424. <https://doi.org/10.1080/00071669708418012>
- Smaldone, G., Capezzuto, S., Ambrosio, R.L., Peruzy, M.F., Marrone, R., Peres, G., & Anastasio, A. (2021). The influence of broilers' body weight on the efficiency of electrical stunning and meat quality under field conditions. *Animals*, 11, 1362. <https://doi.org/10.3390/ani11051362>
- Sorapukdee, S., Uesakulrungrueng, C., & Pilasombut, K. (2016). Effects of humectant and roasting on physicochemical and sensory properties of jerky made from spent hen meat. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36, 326-334. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.326>
- Süzer, B., Tüfekçi, K., Arıcan, I., Petek, M., Abdourhamane, I.M., Özbek, M., & Yıldız, H. (2019). Effects of genotype and housing system on some bone biomechanical characteristics in broiler chickens. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 66, 237-246. <https://doi.org/10.33988/auvfd.441862>
- Tang, H., Gong, Y.Z., Wu, C.X., Jiang, J., Wang, Y., & Li, K. (2009). Variation of meat quality traits among five genotypes of chicken. *Poultry Science*, 88, 2212-2218. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00036>
- Thorp, B.H. (2001). Diseases of the musculoskeletal system. In: Jordan, F. (Ed.), *Poultry Diseases*. London, WB. Saunders, 437-454. [https://books.google.com.tr/books?id=19pfDwAAQBAJ&lp_g=PA470&ots=iiRbLMcZ39&dq=Diseases%20of%20the%20musculoskeletal%20system.%20In%3A%20Jordan%2C%20F.%20\(Ed.\)%2C%20Poultry%20Diseases.%20London%2C%20WB.%20Saunders%2C%20437-454.%20&lr&hl=tr&pg=PA469#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.tr/books?id=19pfDwAAQBAJ&lp_g=PA470&ots=iiRbLMcZ39&dq=Diseases%20of%20the%20musculoskeletal%20system.%20In%3A%20Jordan%2C%20F.%20(Ed.)%2C%20Poultry%20Diseases.%20London%2C%20WB.%20Saunders%2C%20437-454.%20&lr&hl=tr&pg=PA469#v=onepage&q&f=false)
- Tougan, P.U., Dahouda, M., Salifou, C.F.A., Ahounou, S.G.A., Kpodekon, M.T., Mensah, G.A., & Karim, I.Y.A. (2013). Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 3, 1-20. https://publicationschercheurs.inrab.bj/uploads/fichiers/lots2/Publications_Guyzap%2020062014/14_1_Vol%201_Publications_IF_tir%C3%83%C2%A9s%20%C3%83%C2%A0%20part_LAFDR_GAM/Article%20N%C3%82%C2%B0%2006_Tougan%20et%20al.pdf
- Trithavisup, T., Sanpinit, P., Sakulwech, S., Klamchuen, A., & Malila, Y. (2022). In vitro protein digestion of cooked spent commercial laying hen and commercial broilers breast Meat. *Foods*, 11, 1853. <https://doi.org/10.3390/foods11111853>
- Turgut, M. (2023). Farklı gelişme hızına sahip etlik piliç soylarında kesim öncesi stresi ve bilinçsizleştirme işleminin kesim performansı ve göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisi. (YÖK Tez No: 780722) [*Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi*].
- Vieira, C., Diaz, M.T., Martínez, B., & García-Cachán, M.D. (2009). Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. *Meat Science*, 83, 398-404. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.013>
- Webster, A.B. (2004). Welfare implications of avian osteoporosis. *Poultry Science*, 83, 184-192. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.184>
- Zhang, L., & Barbut, S. (2005). Effects of regular and modified starches on cooked pale, soft, and exudative; normal; and dry, firm, and dark breast meat batters. *Poultry Science*, 84, 789-796. <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.789>



Evaluation of Winter Lentil Varieties for Yield and Some Quality Criteria in Isparta Conditions

Aykut Şener^{1,a}, Muharrem Kaya^{2,b,*}

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 22.09.2023 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Winter <i>Lens culinaris</i> L., Yield Quality Adaptation</p>	<p>This study aimed to evaluate 11 red lentil varieties (Çiftçi, Özbek, Kafkas, Tigris, Fırat-87, Evirgen, Seyran-96, Çağıl, Altıntoprak, Şakar, and Kırmızı-51) in terms of yield and some yield components in Isparta conditions. The study was conducted for two years between 2018 and 2021, with three replications arranged in a randomized complete block design, the means obtained from factors identified as significant were compared using the Tukey test. According to the two year averages, plant height ranged from 21,75-28,01 cm, first pod height ranged from 10,21-15,91 cm, pod per plant ranged from 31,31-49,48, seed number ranged from 36,06-64,76, plant yield ranged from 2,41-5,17 g, seed yield ranged from 139,61-257,73 kg da⁻¹, thousand-seed weight ranged from 29,50-38,32 g, harvest index ranged from 30,03%-49,31% water absorption capacity ranged from 0,019 to 0,033 g seed⁻¹, and protein content ranged from 26,83% to 29,75%. As a result, it was determined that Evirgen, Çağıl and Seyran-96 varieties stood out in terms of seed yield and characteristics with a high contribution to yield.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 48-58, 2024

Isparta Koşullarında Kışlık Mercimek Çeşitlerinin Verim ve Bazı Kalite Kriterleri Yönünden Değerlendirilmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 22.09.2023 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kışlık <i>Lens culinaris</i> L. Verim Kalite Adaptasyon</p>	<p>Bu araştırma, Isparta koşullarında 11 kırmızı mercimek çeşidinin (Çiftçi, Özbek, Kafkas, Tigris, Fırat-87, Evirgen, Seyran-96, Çağıl, Altıntoprak, Şakar ve Kırmızı-51) verim ve bazı verim öğeleri bakımından değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma 2018-2021 yılları arasında iki yıl süreyle, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş, varyans analizleri yapılmış, önemlilik olduğu belirlenen faktörlerde elde edilen ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. İki yıllık ortalamalara göre bitki boyu 21,75-28,01 cm, ilk bakla yüksekliği 10,21-15,91 cm, bitkide bakla sayısı 31,31-49,48 adet, tane sayısı 36,06-64,76 adet, bitki verimi 2,41-5,17 g, tane verimi 139,61-257,73 kg da⁻¹, bin tane ağırlığı 29,50-38,32 g, hasat indeksi %30,03-49,31, su alma kapasitesi 0,019-0,033 g tane⁻¹ ve protein oranı %26,83-29,75 arasında değişim göstermiştir. Sonuç olarak tane verimi ve verime katkısı yüksek özellikler bakımından Evirgen, Çağıl ve Seyran-96 çeşitlerinin ön plana çıktığı belirlenmiştir.</p>

^a aykutsener@isparta.edu.tr

^{1b} <https://orcid.org/0000-0003-1868-9451>

^{2b} muharremkaya@isparta.edu.tr

^{1b} <https://orcid.org/0000-0001-6973-9178>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Mercimeğin insan beslenmesinde önemi oldukça fazladır. Nitekim kuru tanelerinde %23-31 oranında yüksek miktarda protein içermekte olup, taneleri çeşitli vitaminlerce (A, B, C ve K) ve minerallerce (fosfor, demir, kalsiyum ve potasyum) de oldukça zengindir. Proteinlerinin hazmolma derecesi de (%92) oldukça yüksektir (Çiftçi, 2004). Mercimek tanelerinin protein/kalori cinsinden yoğunluğu %33 olup, bu değer soya fasulyesine eşdeğerdir. Bunun yanında mercimek proteinlerinde methionin, threonin, ve lizin aminositleri neredeyse sığır eti proteinleri ile eşdeğerdir (Eser, 1988; Aydoğan, 2001; Çiftçi, 2004). Sap samanlarındaki yaklaşık olarak %4,4 protein, %1,8 yağ, %50 karbonhidrat, ortalama %21,4 selüloz ve %12,2 kül içeriği ile hayvan beslenmesi yönünden de değerli bir bitkidir. Kırmızı mercimek tohumları işlendikten sonra kalan kabuklarında %13 ve daha fazla protein bulunması, mercimeğin önemini daha da arttırmaktadır (Nygaard ve Hawtm, 1981). Hem yetiştirildiği toprakları yormadığı hem de bir sonraki bitki için temiz bir tarla bıraktığı için iyi bir ön bitki olarak değerlendirilmektedir. Mercimek köklerinin *Rhizobium* bakterileri ile simbiyozu sonucu tarım topraklarında yaklaşık 5,0-11,5 kg da⁻¹ kadar azot biriktirebilmektedir (Adak, 2021). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde sulanmaksızın yetiştirilmekte ve tahıllarla ekim nöbetine rahatlıkla girebilmektedir (Kün ve ark., 2005).

Mercimek istatistik verileri incelendiğinde dünya mercimek ekim alanları 1990 yılında 3,2 milyon ha iken 2020 yılında %57'lik bir artışla 5 milyon ha'ı aşmıştır. Aynı yıllarda üretim miktarı ise 2,6 milyon tondan %150'lik artışla 6,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2022). Türkiye'de ise son yıllarda hem kırmızı mercimek hem de yeşil mercimek ekim alanları ve üretiminde azalma eğilimi vardır. 1990- 2020 yılları arasında Türkiye'de ekim alanları yaklaşık %75, üretim miktarı da %64 dolayında azalış göstermiştir (Anonim, 2020). Özellikle kırmızı mercimek üretimindeki azalış çok çarpıcı olmuştur. Bir araştırmaya göre, Türkiye'deki mercimek üretimindeki azalışlardaki en büyük etkenlerin sırasıyla bilgi eksikliği, çiftçilerin alışkanlıkları ve arazilerin yetersiz olması olduğu vurgulanmıştır (Karabak ve Cevher, 2002). Bilgi eksikliği başlığı altında ise bitki hastalıklarından sonra %18,3 oranı ile kullanılacak çeşitler ve sertifikalı tohumluğun ikinci sırada yer aldığı görülmektedir (Karabak ve Cevher, 2002). Başka bir çalışmada ise mercimek yetiştirilmede girdi ve teknoloji kullanımının düşüklüğü, çeşitlerin biçerdöver ile hasada uygun olmaması, üretim maliyetlerinin yüksekliği, destekleme politikaları ve pazar sorunları ile iklim koşullarının üretimi olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Ton ve ark., 2014; Adak ve ark., 2015). Türkiye'de kırmızı mercimek üretiminin neredeyse tamamına yakının yapıldığı Güneydoğu Anadolu bölgesinde GAP projesinin tamamıyla devreye girmesiyle birlikte, üreticilerin sulu tarıma yönelebileceği ve alternatif bitkilerin üretime alınmasıyla kırmızı mercimek üretimlerinin bölgede yaklaşık %90 kadar azalabileceği öngörülmektedir (Benek, 2009; Anonim, 2013). Yapılan projeksiyonlarda Türkiye'de mevcut haliyle mercimek üretiminin sürdürülebilir olmadığı, tedbir alınmadığı takdirde kendi kendimize bile yetemeyeceğimiz ve net dış alımcı ülke konumuna geleceğimiz vurgulanmaktadır (Bolat ve ark., 2017; Aslan, 2023).

Mercimek üretimimizi arttırabilmek için ya birim alan verimimizi arttıracak tedbirlerin alınması ya da başta kırmızı mercimek olmak üzere alternatif üretim alanlarının belirlenmesi gerekmektedir (Aslan, 2023). Konu üzerinde yapılan çalışmalarda bu amaçla en uygun ekolojilerin Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri olduğu vurgulanmaktadır (Küsmenoğlu ve Aydın, 1995; Aydoğan, 2001). Bazı çalışma sonuçlarına göre, Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde mercimeğin yazlık ya da geç yazlık yapıldığı, bu durumda ise verimin yarı yarıya düşebildiği, bu amaçla kışlık ekilebilecek çeşitlerin daha uygun olduğu bildirilmektedir. Ayrıca nadas alanlarında tahıllarla ekim nöbetine girebilecek ve tahıllar için en uygun ön bitki olabilecek türlerin tek yıllık fiğler ve kışlık mercimek olabileceği vurgulanmaktadır. Bu amaçla soğuğa dayanıklı mercimek çeşitlerinin erken sonbaharda ekilmesi uygun olacaktır (Andrews, 1987; Meyveci ve Munsuz, 1987; Şakar ve ark., 1988; Aydoğan, 2001; Adak, 2001) Bu nedenle, özellikle Orta Anadolu ve Geçit kuşaklarında kışlık kırmızı mercimek yetiştiriciliği denemelerinin yapılması önem taşımaktadır. Çalışmamızda Orta Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri arasında geçit kuşağında yer alan Isparta ilinde bazı kırmızı mercimek çeşitlerinin yetiştirilebilme potansiyellerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme Yeri ve Materyal

2018-2021 yılları arasında yürütülen bu çalışmada, tarla denemeleri Göller bölgesinde yer alan Isparta İli Merkez ilçe sınırları içerisinde yer alan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme çiftliğinde kurulmuştur. Denemede materyal olarak farklı kurum/kuruluşlardan temin edilen 11 adet kırmızı mercimek çeşidinin tohumları kullanılmıştır. Araştırma kullanılan çeşitler Altıntoprak, Çağal, Seyran-96, Fırat-87 ve Tigris çeşitleri GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi (GAPUTAEM) 'nden, Çiftçi, Kafkas ve Özbek çeşitleri Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM)'nden, Kırmızı-51 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinden ve Evirgen çeşidi ise Mersin Ticaret Borsasından temin edilmiştir.

Deneme Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Isparta İli, Akdeniz Bölgesi'nin kuzeyinde bulunan Göller bölgesinde yer almaktadır. Isparta İlinde iklim Akdeniz iklimi ile Orta Anadolu iklimi arasında geçiş özelliğindedir. Uzun yıllar iklim verilerine bakıldığında; Isparta İlinde 498,2 mm yağış, 10,2°C ortalama sıcaklık ve %64'lük ortalama nispi neme sahip iklim hâkim sürmektedir (Çizelge 1). Denemelerin yürütüldüğü yıllar incelendiğinde, birinci deneme yılında vejetasyon dönemi alınan toplam yağışın uzun yıllar verilerine yakın ve yağışın aylara dağılımı nispeten düzenlidir. Sıcaklık ortalaması ve aylık sıcaklıklar da birbirine yakındır. İkinci yılda ise hem toplam yağış miktarı düşmüş hem de yağışın aylara dağılımı daha düzensiz olmuştur. Sıcaklık ortalaması benzer olmakla birlikte aylık sıcaklıklar değişken bulunmuştur.

Çizelge 1. Isparta ili denemenin yürütüldüğü yıl ve uzun yıllara ait iklim verileri
Table 1. Climatic data for the year and long term of the trial of Isparta province*

Aylar	Uzun Yıllar (1929 – 2020)			(2018-2019)			(2020-2021)		
	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
Kasım	44,8	7,8	69,9	48,6	9,1	67,7	26,5	9,3	63,1
Aralık	86,7	3,6	76,0	107,1	3,5	82,7	35,4	6,9	81,1
Ocak	81,0	1,8	75,3	97,0	2,5	81,3	88,3	5,2	77,8
Şubat	67,6	2,9	71,7	55,4	4,5	72,1	16,3	6,5	62,5
Mart	58,8	6,0	65,9	40,3	7,3	63,0	45,0	6,7	62,4
Nisan	52,1	10,7	61,3	50,8	9,9	64,4	8,0	12,8	54,2
Mayıs	57,0	15,4	59,2	34,2	16,8	53,4	2,3	19,6	42,7
Haziran	34,3	19,9	52,7	53,3	20,7	59,8	145,0	19,9	58,6
Temmuz	15,9	23,4	45,6	9,5	23,3	44,9	8,4	25,9	39,4
Top.	498,2	-	-	496,2	-	-	375,2	-	-
Ort.	-	10,2	64,2	-	10,8	55,6	-	10,3	53,3

*Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü**: Uzun yıllar 1929 ile 2020 yılları arasındaki iklim verileridir.

Çizelge 2. Deneme alanının toprak özellikleri
Table 2. Soil properties of the experimental area

Yıllar	Özellikler						
	Bünye	pH	Sınıf	(CaCO ₃) (%)	Organik madde (%)	Available P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	Available K ₂ O (kg da ⁻¹)
2018-19	Killi-Tınlı	7,65	Tuzsuz	32,4	1,8	7,20	176
2020-21	Killi-Tınlı	7,66	Hafif Tuzlu	28,7	1,5	5,88	193

Denemelerin yürütüldüğü arazilerin toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Deneme alanlarının toprak özellikleri birbirine benzer niteliktedir. Deneme alanları killi-tınlı, hafif alkali, organik maddece fakir, fosforca orta-yüksek, potasyumca yüksek özelliktedir. 2018-2019 yılı deneme alanlarının kireç oranı ikinci yıl deneme alanlarına göre biraz yüksek, tuzluluk bakımından ise tuzsuz sınıfta yer almaktadır. İkinci yılın deneme yeri toprakları hafif tuzlu yapı göstermektedir.

Metot

Tarla denemeleri çiftlik arazisi içerisinde her yıl farklı yerlerde ve bir önceki dönem buğday ekili olan parsellerden seçilen alanlarda kurulmuştur. Deneme alanlarını ekime hazırlamak için önce kulaklı pulluk kullanılarak 15-18 cm derinlikte anız bozma işlemi yapılmıştır. Daha sonra diskaro ile topraklar işlenerek tohum yatağı ekime hazır hale getirilmiştir.

Denemede ekimler 2018 yılında 25 Ekim ve 2020 yılında ise 6 Kasım tarihlerinde elle yapılmıştır. Denemeler iki faktörlü tesadüf blokları deneme deseni bölünmüş parseller düzenine göre her yıl 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ekimler; parsel uzunluğu 4 m ve genişliği 1,5 m olacak şekilde ayarlanan parsellerde, sıra arası 25 cm ve metrekaareye 250 tohum gelecek şekilde yapılmıştır. Çalışmada ekim derinlikleri 3-4 cm olarak ayarlanmıştır. Her yıl ekimlerden önce denemelerin kurulacağı parsellere dekara 6 kg P₂O₅ hesabıyla diamonyum fosfat gübresi (%18-46) kullanılmıştır. Böylelikle aynı zamanda parsellere 2,34 kg da⁻¹ hesabıyla saf azot verilmiştir. İki yılda da deneme parsellerinde sulama yapılmamış, doğal yağış koşullarında denemeler yürütülmüştür. Parsellerin yabancı ot mücadelesi, yabancı ot yoğunluğuna bağlı olarak el ile ot alma ya da çapalama şeklinde yapılmıştır.

Denemelerde bitki gözlemleri, her parselin orta sıralarından rastgele seçilen ve etiketlenen 10 bitkide;

verim değerleri ise kenar sıralar (kenarlardan 1'er sıra ve baş ve sonlardan 0,5 m) atıldıktan sonra ortada kalan alandan hesaplanmıştır (Ceyhan, 1999; Kaya, 2000). Çalışmada bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla ve tane sayısı, bitki tane verimi, birim alan tane verimi, hasat indeksi, bin tane ağırlığı, su alma kapasitesi ve protein oranı özellikleri ele alınmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen iki yıllık veriler, Totemstat istatistik paket programı yardımıyla tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar (P≤0,05) düzeyinde Tukey testine göre belirlenmiştir. Su alma kapasitesine ait veriler 1'den küçük olduğu için tüm rakamlar 1000 ile çarpılıp transforme edilerek analizleri yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Farklı kışlık mercimek çeşitlerinin Isparta koşullarında verim ve bazı kalite özellikleri yönünden karşılaştırılması amacıyla iki yıl süreyle yürütülen bu çalışmada; bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla ve tane sayısı, bitki verimi, tane verimi, hasat indeksi, bin tane ağırlığı, su alma kapasitesi ve protein oranı özellikleri incelenmiştir. Ele alınan özelliklere ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de özetlenmiştir.

Çizelgede görüldüğü gibi, mercimekte ilk bakla yüksekliği, bitkide tane sayısı, bitki tane verimi, tane verimi ve su alma kapasitesi özelliklerinde yıllar ve çeşitler arasındaki farklılıklar ile yıl × çeşit etkisi istatistiksel olarak 0,01 (P≤0,01); bitki boyunda çeşitler arası farklılıklar ile yıl × çeşit etkisi istatistiksel olarak 0,01 (P≤0,01); bitkide bakla sayısı ve bin tane özelliklerinde yıllar arası farklılıklar 0,05 (P≤0,05); çeşitler arası farklılıklar ve yıl ×

çeşit interaksiyonu 0,01 ($P \leq 0,01$); hasat indeksinde yıllar ve çeşitler arası farklar 0,01 ($P \leq 0,01$), yıl \times çeşit interaksiyonu 0,05 ($P \leq 0,05$) ve protein oranında ise yıllar ve çeşitler arasındaki farklılıklar 0,01 ($P \leq 0,01$) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Özelliklere ait ortalama değerler ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4 ve 5'te verilmiştir.

Çizelge 4'de görüldüğü gibi, bitki boyu bakımından çeşitler arasında önemli varyasyonlar oluşmuştur. İki yıllık verilerin ortalaması bakımından çeşitlerin bitki boyları 21,75-28,01 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki boyu değerleri azalan sırayla Kırmızı-51, Şakar ve Fırat-87 çeşitlerinde belirlenmiş, bu çeşitler aynı istatistik grupta yer almışlardır. En düşük ortalama ise 21,75 cm ile Tigris çeşidinde saptanmıştır. Denemede kullanılan çeşitlerin bitki boyu ortalamaları yıllara göre de önemli değişkenlik göstermiş olup, birinci yıl 27,92 cm ile Şakar çeşidi en yüksek bitki boyuna sahip olmuştur. Bu çeşidi azalan sıra ile Kırmızı-51 ve Fırat-87 çeşitleri izlemiştir, bu üç çeşit aynı ve üst istatistik grupta değerlendirilmiştir. İkinci yılda ise en yüksek bitki boyu değerleri Kırmızı-51, Özbek, Fırat-87 ve Çiftçi çeşitlerinde (sırasıyla 29,40, 26,91, 26,15 ve 26,10 cm) saptanmıştır. Bu yıl en düşük bitki boyuna Kafkas ve Çağıl çeşitleri sahip olmuştur. Bitki boyu yönünden ikinci yıl ortalamaları birinci yıla göre yüksek olmakla birlikte; aralarındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Mercimek üzerinde yapılan çalışmalarda, bitki boyundaki varyasyonların önemli oranda genotipik etkilerden kaynaklandığı (Zulkadir, 2015; Hakkoymaz, 2018), ama bunun yanında ekolojik koşullardaki farklılıklar ve yetiştirme tekniğindeki uygulamalara göre değişebildiği belirtilmiştir (Burç, 2019). Özellikle yağışın yeterli olduğu yıllarda bitki boyu daha fazla olmaktadır (Öktem, 2016; Burç, 2019). Mercimekte bitki boyu ile verim arasında önemli ve pozitif ilişkiler olması nedeniyle bitki boyunun seleksiyonda ele alınabilecek önemli morfolojik özelliklerden birisi olduğu açıklanmıştır (Jain

ve ark., 1991; Solanki ve Phogat, 2002). Dokuz mercimek çeşidinde yürütülen bir çalışmada mercimekte bitki boyu ekim sıklıklarına göre değişmemiş, ancak yıllara çeşitlere göre önemli varyasyonlar belirlenmiştir (Köse, 2018). Mercimekte yapılan diğer çalışmalara göre bitki boyu, Batman koşullarında yürütülen bir çalışmada çeşitlere göre (Tekin, 2019), Siirt'te yürütülen bir denemede çeşitlere ve bitki sıklıklarına göre (Yıldırım, 2022) önemli değişimler göstermiştir. Karacıl (2023)'in Diyarbakır'da yaptığı çalışmasında; mercimekte hem bitki boyunun çeşitler arasında farklı olduğunu, hem de çeşitlere göre değişimle birlikte çinko ve demir gübrelemesinden olumlu ve önemli yönde etkilendiğini bildirmiştir.

Mercimek çeşitlerinde ilk bakla yüksekliği verileri incelendiğinde, iki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin bakla yüksekliği ortalamaları 10,21-15,91 cm arasında değişim göstermiş olup, bakla yüksekliği ortalamaları istatistik bakımından dört farklı grupta toplanmıştır. Kırmızı-51, Şakar, Çiftçi ve Fırat-87 çeşitlerinin bakla yüksekliği ortalamaları en üst grupta ve birbirine benzer olmuştur. En alt grupta ise 10,21 cm ile Tigris çeşidi yer almıştır. 2018/19 yılı verilerine göre iki yıllık çeşitlerin ortalamasına benzer şekilde yüksekten düşüğe doğru Kırmızı-51, Şakar, Fırat-87 ve Çiftçi çeşitleri en yüksek bakla yüksekliğine sahip olurken, Evirgen ve Tigris çeşitlerinde (sırasıyla 7,32 ve 7,42 cm) en düşük ortalamalar saptanmıştır. Diğer çeşitler bu çeşitlerin arasında değişen değerler göstermiştir. İkinci yıl (2020/21) verilerine göre 18,20 cm ile Çiftçi çeşidinde en yüksek bakla yüksekliği değerleri elde edilmiş olup, aynı grupta olmak üzere bu çeşidi Şakar, Kırmızı-51 ve Özbek çeşitleri takip etmiştir. İkinci yıl en düşük ortalama 11,87 cm ile Çağıl çeşidinde belirlenirken, Seyran-96 ve Tigris bu çeşitle aynı grupta yer almıştır. Yıl ortalamaları dikkate alındığında, ikinci yıl (14,79 cm) verilerinin birinci yıl ortalamalarına (10,43 cm) göre önemli oranda yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Kışlık mercimek çeşitlerinde incelenen özelliklere ait varyans analizi

Table 3. Variance analysis for the examined characteristics in winter lentil varieties.

V.K.	S.D.	Hata Kareler Ortalaması				
		BB	İBY	BBS	BTS	BTV
Tekerrür	2	0,181	0,648	12,071	3,947	0,078
Yıl (Y)	1	18,065 ^{ns}	314,618**	296,630*	688,507**	54,636**
Hata1	2	6,308	0,364	11,191	3,232	0,052
Çeşit (Ç)	10	24,976**	28,866**	197,546**	401,771**	3,728**
Y \times Ç	10	11,240**	6,186**	201,521**	486,185**	2,790**
Hata2	40	2,082	0,760	2,014	5,166	0,030
C.V. (%)		6,01	6,91	3,51	4,79	5,79
V.K.	S.D.	TV	Hİ	BTA	SAK	PO
Tekerrür	2	43,220	3,969	4,605	3,455	0,744
Yıl (Y)	1	223.762,751**	586,166**	252,958*	1112,742**	11,693**
Hata1	2	120,301	1,860	4,146	1,879	0,100
Çeşit (Ç)	10	11.676,248**	186,942**	60,982**	124,294**	5,329**
Y \times Ç	10	9.109,805**	30,774*	51,876**	52,009**	0,164
Hata2	40	150,637	13,536	4,763	1,483	0,583
C.V. (%)		6,37	9,39	6,14	5,26	2,69

V.K.: Varyasyon kaynakları, S.D.: Serbestlik derecesi, BB: Bitki boyu, İBY: İlk bakla yüksekliği, BBS: Bitkide bakla sayısı, BTS: Bitkide tane sayısı, BTV: Bitki tane verimi, TV: Tane verimi, Hİ: Hasat İndeksi, BTA: Bin tane ağırlığı, SAK: Su alma kapasitesi, PO: protein oranı, *: Önemli (Alfa %5 seviyesinde), **: Önemli (Alfa %1 seviyesinde), ns: Önemsiz

Çizelge 4. Kışlık mercimek çeşitlerinde bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla ve tane sayısı, bitki tane verimi ve tane verimi özelliklerine ait ortalamalar

Table 4. Averages for plant height, first pod height, pod and seed per plant, plant seed yield, and seed yield characteristics in winter lentil varieties

Çeşitler	Bitki Boyu (cm)			İlk Bakla Yüksekliği (cm)		
	2018/19	2020/21	Ort.	2018/19	2020/21	Ort.
Çiftçi	22,33 CD	26,10 A-C	24,21 B-D	12,14 A-C	18,20 A	15,17 A*
Özbek	22,40 CD	26,91 AB	24,65 BC	8,51 DE	16,97 AB	12,74 BC
Kafkas	23,75 B-D	21,27 D	22,51 CD	10,88 B-D	13,17 CD	12,02 CD
Tigris	21,11 D	22,40 CD	21,75 D	7,42 E	13,00 D	10,21 E
Fırat-87	25,94 A-C	26,15 A-C	26,05 AB	12,93 AB	15,52 BC	14,23 AB
Evirgen	21,83 D	24,20 B-D	23,01 CD	7,32 E	13,30 CD	10,31 DE
Seyran-96	22,52 CD	22,13 CD	22,33 CD	9,59 DE	11,93 D	10,76 DE
Çağıl	23,69 B-D	21,73 D	22,71 CD	9,77 C-E	11,87 D	10,82 DE
Altıntoprak	20,38 D	24,70 B-D	22,54 CD	8,92 DE	13,35 CD	11,14 C-E
Şakar	27,93 A	25,00 B-D	26,46 AB	13,06 AB	17,75 AB	15,41 A
Kırmızı-51	26,63 AB	29,40 A	28,01 A	14,15 A	17,67 AB	15,91 A
Ort.	23,50	24,54	24,02	10,43 B	14,79 A	12,61
Çeşitler	Bitkide Bakla Sayısı (adet bitki ⁻¹)			Bitkide Tane Sayısı (adet bitki ⁻¹)		
	2018/19	2020/21	Ort.	2018/19	2020/21	Ort.
Çiftçi	25,09 G	37,53 D	31,31 E	33,16 G	38,97 D	36,06 F
Özbek	59,80 A	38,48 CD	49,14 A	90,05 A	39,48 CD	64,76 A
Kafkas	33,73 EF	43,77 AB	38,75 C	45,80 DE	47,00 AB	46,40 CD
Tigris	41,03 C	41,25 BCD	41,14 BC	56,60 C	42,80 B-D	49,70 C
Fırat-87	42,24 C	42,40 BC	42,32 B	48,42 DE	43,64 A-D	46,03 CD
Evirgen	54,67 B	44,30 AB	49,48 A	70,77 B	46,70 AB	58,73 B
Seyran-96	39,65 CD	44,78 AB	42,22 B	50,62 CD	45,63 A-C	48,13 C
Çağıl	36,88 DE	46,97 A	41,93 B	42,67 EF	49,00 AB	45,84 CD
Altıntoprak	31,93 F	47,65 A	39,79 BC	37,39 FG	49,65 A	43,52 DE
Şakar	31,45 F	38,83 CD	35,14 D	46,35 DE	40,10 CD	43,23 DE
Kırmızı-51	24,96 G	42,10 BC	33,53 DE	35,27 G	43,08 B-D	39,18 EF
Ort.	38,31 B	42,55 A	40,43	50,65 A	44,19 B	47,42
Çeşitler	Bitki Tane Verimi (g bitki ⁻¹)			Tane Verimi (kg da ⁻¹)		
	2018/19	2020/21	Ort.	2018/19	2020/21	Ort.
Çiftçi	2,81 F	4,14 A	3,48 B	187,55 F	91,67 E	139,61 D
Özbek	6,43 A	3,91 A	5,17 A	370,37 A	82,42 E	226,39 B
Kafkas	3,66 C-E	1,51 CD	2,59 DE	204,45 E	138,83 BC	171,64 C
Tigris	3,89 C	0,92 E	2,41 E	243,93 CD	105,00 C-E	174,46 C
Fırat-87	3,85 CD	1,43 D	2,64 C-E	212,04 DE	140,08 B	176,06 C
Evirgen	4,92 B	0,91 E	2,91 CD	370,45 A	145,00 B	257,73 A
Seyran-96	3,91 C	1,98 BC	2,95 C	277,67 C	217,50 A	247,58 AB
Çağıl	3,86 CD	2,01 B	2,94 C	314,38 B	183,75 A	249,06 AB
Altıntoprak	2,85 F	2,13 B	2,49 E	210,69 DE	148,89 B	179,79 C
Şakar	3,38 DE	2,10 B	2,74 C-E	213,23 DE	100,00 DE	156,62 CD
Kırmızı-51	3,22 EF	1,74 B-D	2,48 E	156,72 F	127,33 B-D	142,03 D
Ort.	3,89 A	2,07 B	2,98	251,04 A	134,59 B	192,82

*: Aynı sütunda, aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Mercimekte ilk baklanın yerden yüksekliği özellikle makinalı hasat olmak üzere tarımsal mekanizasyon için oldukça önemlidir. Geniş alanlarda mercimek tarımının yapıldığı yörelerde özellikle iş gücü ve zamandan tasarruf edilmesini sağlamada önemli bir morfolojik karakterdir. Genellikle makinalı hasat için mercimekte ilk baklanın yüksekliğinin 12 cm'den fazla olması istenmektedir (Erskine ve ark., 1989). Meyve yüksekliği bitki boyu ile ilişkili olup; çeşitlere, çeşitlerin tane iriliklerine ve yetiştirildiği bölgenin iklim ve toprak koşullarına göre değişebilmektedir. Özellikle sıcağa ve kurağa maruz kalan çeşitlerde bakla yükseklikleri azalabilmektedir (Şakar ve Biçer 2001; Hakkoymaz, 2018; Köse, 2018). Siirt koşullarında yürütülen bir denemede ilk bakla yüksekliği

hem çeşitlere hem de sıra aralıklarına göre önemli değişimler göstermiştir. Çeşitlere göre 18,87-26,52 cm; ekim sıklıklarına göre 19,52-23,61 cm arasında değerler aldığı belirtilmiştir (Yıldırım, 2022). Denemelerde kullanılan çeşitlere göre önemli farklılıklar göstermekle birlikte; mercimekte ilk bakla yüksekliği Batman'da 12,27-18,90 cm arasında (Tekin, 2019), Kahramanmaraş koşullarında ise 17,0-31,47 cm arasında (Burç, 2019) değişim gösterdiği bildirilmiştir.

Mercimekte bitkide bakla sayısı, birim alan tohum verimine doğrudan etkileri yüksek olan özelliklerden birisi olup, denememizde yıllara göre mercimek çeşitlerinin bakla sayıları önemli değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4). İki yıllık çeşit ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek

bakla sayısı 49,48 adet bitki⁻¹ ile Evirgen çeşidinde belirlenmiştir. Bu çeşidi azalan sıra ile Özbek çeşidi izlemiş, en düşük ortalamalar ise 31,31 adet ile Çiftçi ve 33,53 adet ile Kırmızı-51 çeşitlerinden elde edilmiştir. Yıllara göre ayrı ayrı değerlendirilecek olursa; birinci yıl Özbek çeşidinde (59,8 adet); ikinci yıl ise Altıntoprak ve Çağıl çeşitlerinde (sırasıyla 47,65 ve 46,97 adet) en yüksek bakla sayıları elde edilmiştir. İkinci yılda Seyran-96, Evirgen ve Kafkas çeşitleri Altıntoprak ve Çağıl çeşitleri ile aynı grupta yer almışlardır. 2018/19 yılında Kırmızı-51 ve Çiftçi çeşitlerinde, 2020/21 yılında ise Çiftçi çeşidinde en düşük bakla sayıları saptanmıştır. Çeşitlerin ortalama bakla sayıları 2. deneme yılında en yüksek değerlere ulaşmıştır (Çizelge 4).

Bitkide tane sayısı, mercimekte önemli verim parametrelerinden birisi olup, denemede tane sayısı bakımından yıllar ve çeşitler arasındaki farklılıklar ile yıl × çeşit interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çeşitlerin ortalaması olarak yıllar incelendiğinde, 2018/19 yılında 50,65 adet ile en yüksek tane sayıları elde edilirken, 2020/21 yılında bu değer 44,19 adete düşmüş ve bu azalış önemli bulunmuştur. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde; birinci yıl mercimek çeşitlerinde tane sayılarının 33,16-90,05 adet arasında değiştiği ve en yüksek ortalamanın Özbek çeşidinde (90,05 adet) belirlendiği görülmüştür. İkinci yılda tane sayısı 38,97-49,65 adet arasında değişmiş olup, en yüksek ortalama Altıntoprak çeşidinde ölçülmüştür. Bu çeşidi aynı grupta yer alan Çağıl, Kafkas, Evirgen, Seyran-96 ve Fırat-87 çeşitleri takip etmiştir. En düşük tane sayısı ise 38,97 adet ile Çiftçi çeşidinden elde edilmiştir. Yılların ortalaması bakımından çeşitlerde tane sayıları 36,06-64,76 adet arasında değişmiş olup, Özbek çeşidi en yüksek ortalamalara sahip olmuştur (Çizelge 4).

Bazı çeşitlerde bitkide bakla sayısı az olmakla birlikte, tane sayısı yönünden öne çıkabilen çeşitler olmuştur. Bunun nedeni olarak bazı çeşitlerde boş bakla sayısının fazla ya da baklada 1'den fazla tanenin olması söyleyebiliriz. Örneğin Tigris çeşidi bakla sayısına göre tane sayısında öne çıkmıştır. Bu çeşitte baklada tohum sayısı fazla olabilir. Nitekim çeşidin bin tane ağırlığı da önemli oranda düşmüştür.

Mercimek yetiştiriciliğindeki en büyük sorunlardan biri de birim alandan elde edilen verimlerin düşüklüğüdür. Üretim miktarını arttırmak için yapılan çeşit geliştirme ıslahı çalışmalarındaki en önemli handicap mercimek genotiplerindeki verim bakımından dar genetik varyasyondur (Roy ve ark., 2013). Bu nedenle tane verimiyle ilişkili morfolojik karakterlerin belirlenmesinde ve ıslahta yararlanılmasında büyük yarar vardır. Bu bakımdan değerlendirildiğinde bitkide bakla ve tane sayılarının en başta gelen karakterlerden olduğu söylenebilir (Abo-Hegazy ve ark., 2012). Bunun yanında bitkide dolu ve boş bakla sayılarının da ele alınması genotipler arasındaki varyasyonu belirlemede etkili olabilir (Köse, 2018). Konu üzerinde yapılan çalışmalarda mercimekte bitkide bakla ve tane sayısı bakımından büyük varyasyonlar görüldüğü ve bitki bakla sayısı ile tane sayısı, biyomas verimi ve tohum verimi arasında önemli ve olumlu korelasyonlar olduğu belirtilmektedir (Aydoğan ve ark., 2003; Aghili ve ark., 2012). Köse (2018), Yozgat koşullarında yaptığı yazlık ve kışık ekim mercimek denemelerinde hem bitkide bakla sayısı hem de tane sayısında yıl, çeşitler ve ekim sıklıkları arasındaki

farklılıklar ile yıl × çeşit, yıl × ekim sıklığı, çeşit × ekim sıklığı interaksyonlarını önemli bulmuştur. Burç (2019), Kahramanmaraş'ta yürüttüğü mercimek denemesinde bakla sayısı yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğunu, çeşitlere göre değişmekle birlikte bitkide bakla sayısının 18,73-42,10 adet olarak değiştiğini belirtmiştir. Araştırmacı bakla sayısı bakımından oluşan farklılığı çeşitlerin özelliklerine ve çeşitlerin iklim ve toprak özelliklerine verdiği farklı tepkiler bağlamıştır. Batman'da yürütülen bir başka çalışmada ise mercimekte hem bakla hem de tane sayısının çeşitlere göre önemli varyasyon gösterdiği, bitkide bakla sayısının 12,7-28,07 adet ve tane sayısının ise 20,12-47,28 adet arasında değiştiği bildirilmiştir (Tekin, 2019). Yıldırım (2022), Siirt'te yaptığı çalışmasında mercimekte bakla ve tane sayısının çeşitlerden etkilendiğini ancak ekim sıklıklarına göre değişmediğini belirtmiştir. Deneme sonuçlarına göre; çeşitlerin bitkide bakla sayısı 38,38-51,44 adet ve tane sayısı ise 41,46-58,25 adet arasında değişmiştir.

Bitki tane verimi verileri incelendiğinde, yıllar arasında farklılıkların olduğu görülmektedir. Çeşitlerin ortalaması bakımından en yüksek ortalama 3,89 g ile 2018/19 yılında elde edilmiştir. 2020/21 yılında bitki tane verimi önemli oranda azalarak 2,07 g'a kadar düşmüştür. Bitki verimi bakımından 2 yılın ortalaması olarak çeşitlerin performansları incelendiğinde; en yüksek verim 5,17 g ile Özbek çeşidinde elde edilmiş, Özbek çeşidini azalan sıra ile Çiftçi, Seyran-96, Çağıl ve Evirgen çeşitleri izlemiştir. Ancak bu azalış istatistiki yönden önemli olmuştur. En düşük verim ise 2,41 g ile Tigris çeşidinde saptanmıştır. Bitki verimi yönünden yıl × çeşit interaksyonu da önemli bulunmuş olup, birinci yıl en yüksek ortalamaya Özbek çeşidi (6,43 g), ikinci yılda ise Çiftçi çeşidi (4,14 g) en yüksek ortalamaya sahip olurken, Özbek çeşidi (3,91 g) ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4).

Yapılan çalışma sonuçlarına göre, mercimekte tane verimiyle olumlu yönde ve çok önemli ikili ilişkilerin olduğu özelliklerin, birim alan bitki sayısı, dal sayısı, bitkide bakla ve tane sayısı ile tek bitki verimlerinin olduğu belirtilmektedir (Erman, 1992; Biçer, 2001). Ayrıca tek bitki verimi bakımından mercimek genotiplerinde önemli değişimlerin olduğu, bitki verimine genetik faktörler yanında çevresel faktörlerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Çokkızgın, 2007; Toklu ve ark., 2017). Nitekim, Diyarbakır koşullarında yürütülen bir çalışma sonucuna göre hem mercimek hatlarında hem de çeşitlerinde bitki verimi bakımından yıllar ve genotipler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Çeşit ve hatların yıllara göre verim tepkileri değişken olmuştur. Çalışmada hatlar arasında bitki verimi 0,74-1,80 g, çeşitler arasında ise 1,01 g (Kafkas çeşidi) ile 1,65 g (Fırat-87 çeşidi) değerlerini almıştır. Araştırmacılar bitki verimi yüksek çeşitlerin biyolojik verimlerinin de yüksek olduğunu vurgulamışlardır (Biçer ve Şakar, 2004). Yıldız (2007), mercimek çeşitleri ile yaptığı çalışmada en düşük bitki tane veriminin 0,48 g ile Fırat-87 çeşidinde belirlendiğini bildirmiştir. Siirt'te 16 mercimek çeşidi ile yapılan çalışmada da tek bitki verimlerinin 0,83-1,56 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Erman ve ark., 2005). Toklu ve ark. (2009), Adana ve Sivas illerinde yürüttükleri bir denemede mercimek çeşitleri ve illeri ıslah hatlarının bitki verimleri genotip ve lokasyonlara göre önemli değişkenlik göstermiştir. Tescilli çeşitlerde Adana'da bitki verimi 0,02-0,10 g; Sivas lokasyonunda ise 0,39-3,93 g arasında değişmiştir.

Baklagil üreticileri için nihai hedef, birim alandan alınacak tohum verimi olup, genellikle yüksek olması istenmektedir. Denememizde tohum verimi bakımından yıllar ve çeşitler arasındaki farklılıklar ile yıl \times çeşit interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çeşitlerin ortalaması olarak yıllar incelendiğinde; en yüksek tohum verimi 251,04 kg da⁻¹ ile birinci yılda elde edilmiştir. İkinci yılda ise birim alan verimi 134,59 kg da⁻¹'e düşmüş ve bu azalış istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin verimlerine bakıldığında, en yüksek verimin Evirgen çeşidinde (257,73 kg da⁻¹) belirlendiği görülmektedir. Evirgen çeşidini azalan sıra ile Çağıl (249,06 kg da⁻¹) ve Seyran-96 (247,58 kg da⁻¹) çeşitleri izlemiştir. Ancak bu çeşitler arasındaki farklar önemsiz olup, aynı istatistik gruptadırlar. Farklı yıllara göre denemede kullanılan mercimek çeşitlerinin verim performansları da değişkenlik göstermiştir. Nitekim, birinci yıl en yüksek verim Evirgen ve Özbek çeşitlerinde (sırasıyla 370,45 ve 370,37 kg da⁻¹), ikinci yıl ise Seyran-96 ve Çağıl çeşitlerinde (sırasıyla 217,5 ve 183,75 kg da⁻¹) belirlenmiştir. İkinci yıl koşullarında Özbek çeşidinin performansı çok önemli düzeyde gerilemiştir. En düşük verimler ise birinci yıl Kırmızı-51, ikinci yıl da ise Çiftçi ve Özbek çeşitlerinde saptanmıştır. Çeşitlerin iki yıllık genel ortalaması 192,82 kg da⁻¹ olup, bu ortalamayı Evirgen, Çağıl, Seyran-96 ve Özbek çeşitleri geçmişlerdir.

Çalışmamızda birim alan verim değerleri yıllara önemli değişiklikler göstermiştir. Bunun nedeni olarak mercimek çeşitlerinin değişen iklim koşulları ve toprak özelliklerine tepkilerinin farklı olmasını söyleyebiliriz. Birinci deneme yılında sıcaklıklar uzun yıllar verilerinden yüksek olmakla birlikte, birbirine çok yakın, hem toplam yağış miktarı fazla hem de aylara göre yağışın dağılımı da oldukça düzenlidir. Ayrıca ilk yıl deneme alanı toprakları da tuzsuz sınıftadır. Buna bağlı olarak birinci yıl denemesinde hem verim değerleri hem de verime doğrudan etkisi yüksek olan bitkide tane sayısı, bitki verimi ve hasat indeksi özelliklerinde önemli artışlar olmuş ve verim potansiyelleri yükselmiştir. İkinci deneme yılında ise yağış toplamı ile özellikle nisan mayıs aylarındaki yağışın oldukça az olmasına bağlı olarak verim değerleri önemli düzeyde azalmıştır. Çeşitlerin değişen iklim koşullarına tepkileri önemli varyasyonlar göstermiştir.

Mercimek tarımındaki en büyük problemlerden birisi de verim düşüklüğüdür. Bu bakımdan mercimek yetiştirmede uygun çeşit ve sertifikalı tohumluk; birim alan veriminin yüksekliği ve hastalıklara dayanım bakımından anahtar niteliğindedir. Mercimekte birim alan verimi daha çok genotip özelliklerine göre değişmekle birlikte, iklim ve toprak koşullarından da etkilenmektedir (Aydoğan ve ark., 2008; Hakkoymaz, 2018). Mercimekte verim, fazla nemlilik ya da aşırı kuraklık, vejetasyon dönemi toplam yağış, yağışların aylara dağılımı ve çiçeklenme dönemi kuraklıktan kaçabilen genotiplere göre değişebilmektedir (Erskine ve Ashkar 1993; Koç, 2015; Hakkoymaz, 2018). Van'da yapılan bir çalışmada mercimekte tane verimi çeşitlere göre değişmiş, en düşük verim Fırat-87 çeşidinden (74,6 kg da⁻¹) elde edilirken, en yüksek verime Çiftçi çeşidi (122,0 kg da⁻¹) sahip olmuştur (Kaplan, 2015). Yozgat'ta yürütülen bir denemede yazlık ve kışlık mercimek ekimlerinin ikisinde de yıllar, çeşitler ve ekim sıklıkları arasındaki farklar ile ikili ve üçlü interaksyonlar

önemli bulunmuştur. Yıllara göre çeşitlerin performansı denememize benzer olarak değişim göstermiştir (Köse, 2018). Kahramanmaraş ve Batman İllerinde ayrı ayrı yürütülen iki çalışma sonucuna göre mercimekte tane verimi çeşitlere göre değişkenlik göstermiştir. Kahramanmaraş'ta tane verimi 103,60-187,17 kg da⁻¹ arasında değişmiş ve en yüksek verime Şakar çeşidi sahip olmuştur (Burç, 2019), Batman'da ise tane verimi 49,78-173,33 kg da⁻¹ arasında değişirken, en yüksek verim değerine Tigris çeşidinde, en düşük ise Kafkas çeşidinde rastlanılmıştır (Tekin, 2019). Siirt'te yapılan bir çalışmada da mercimek tane verimi ekim sıklığı ve çeşitlere göre değişkenlik göstermiş olup, verim 159,31-190,22 kg da⁻¹ arasında yer almıştır. Çalışmada en yüksek verime Tigris çeşidi sahip olmuştur (Yıldırım, 2022). Karacıl (2023), Diyarbakır'da yürüttüğü çalışmasında, mercimek tane verimi çinko ve demir uygulamasıyla artış göstermiş, çeşitlerin gübrelemelere tepkileri farklı olmuştur. Çeşitlere göre verim 14,62-45,59 g/m² arasında değişmiş, en yüksek verime Çiftçi çeşidi sahip olurken, bunu Tigris ve Kafkas çeşitleri izlemiştir.

Hasat indeksi yönünden varyasyon kaynakları arasında istatistiki farklılıklar tespit edilmiştir. İki yılın ortalaması olarak çeşitlere göre hasat indeksi değerleri %30,03-49,31 arasında değişen bir varyasyon göstermiştir. En yüksek hasat indeksi değeri Evirgen çeşidinden elde edilirken, bunu azalan sırayla Tigris ve Seyran-96 çeşitleri izlemiştir. Ancak bu üç çeşit istatistik bakımdan aynı grupta yer almışlardır. En düşük hasat indeksi değerleri ise Kırmızı-51 çeşidinde belirlenmiştir. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde; birinci deneme yılında hasat indeksi %33,48-49,95 arasında değişmiş ve en yüksek ortalamaya Evirgen çeşidi sahip olmuştur. Ancak bu yıl sonuçlarına göre Özbek, Fırat-87 ve Kırmızı-51 dışındaki çeşitler Evirgen çeşidi ile benzer ortalamalara sahip olmuşlardır. İkinci yıl ise Tigris ve Seyran-96 çeşitleri ile aynı grupta yer almakla birlikte, yine Evirgen çeşidi (%48,67) en yüksek hasat indeksi değerini vermiştir. Çeşitlerin ortalaması olarak yıllara bakıldığında, 2018/19 yılında ikinci yıla göre belirgin bir şekilde hasat indeksi yüksek bulunmuştur (Çizelge 5).

Yıllık bitkilerde toplam biyomas verimi içerisindeki tohum veriminin oranını ifade eden hasat indeksinin genellikle yüksek olması istenir. Mercimekte hasat indeksi genetik yapıya göre değişmekle birlikte, iklim ve toprak özellikleri ile yetiştirme tekniklerine göre de etkilenmektedir. Özellikle bahar aylarındaki yüksek yağışlar vejetatif büyümeyi teşvik ederek, hasat indeksini düşürebilmektedir (Çokkızgın, 2007; Koç, 2015). Ayrıca mercimekte yüksek verimli çeşit geliştirme amacıyla kullanılacak seleksiyon kriterleri arasında hasat indeksi de yer almaktadır (Biçer ve Şakar, 2011; Sharma ve ark., 2014). Batman'da 12 mercimek çeşidi ile yapılan bir çalışmada hasat indeksi çeşitlere göre önemli düzeyde varyasyon göstermiş ve %22,68-46,76 arasında değişmiştir. En yüksek hasat indeksi Altıntoprak, Şakar, Çağıl, Tigris ve Seyran-96 çeşitlerinde saptanmıştır (Tekin, 2019). Yıldırım (2022), Siirt'te yaptığı çalışmasında, Tigris, Çağıl ve Fırat-87 çeşitlerini materyal olarak kullanmıştır. Çalışma sonunda çeşitlere göre hasat indeksi %23,98-30,73 arasında değişirken, Çağıl ve Tigris çeşitleri yüksek ortalamalar göstermiştir.

Çizelge 5. Kışlık mercimek çeşitlerinde hasat indeksi, bin tane ağırlığı, su alma kapasitesi ve protein oranı özelliklerine ait ortalamalar

Table 5. Averages for harvest index, thousand seed weight, water absorption capacity, and protein ratio characteristics in winter lentil varieties

Çeşitler	Hasat İndeksi (%)			Bin Tane Ağırlığı (g)		
	2018/19	2020/21	Ort.	2018/19	2020/21	Ort.
Çiftçi	45,42 AB	37,99 B-D	41,71 B-D	37,03 A-C	39,21 AB	38,12 A*
Özbek	38,18 BC	28,02 DE	33,10 EF	31,57 CD	30,30 D	30,94 CD
Kafkas	40,61 ABC	36,48 B-E	38,54 B-E	24,68 E	34,32 B-D	29,50 D
Tigris	44,09 AB	46,41 AB	45,25 AB	32,60 B-D	32,79 CD	32,70 B-D
Fırat-87	37,52 BC	35,51 C-E	36,52 C-F	30,88 CD	43,96 A	37,42 A
Evirgen	49,95 A	48,67 A	49,31 A	35,88 A-D	32,80 CD	34,34 AC
Seyran-96	46,60 AB	40,43 A-C	43,52 A-C	37,84 AB	38,71 A-C	38,28 A
Çağıl	43,18 ABC	37,54 B-D	40,36 B-E	36,64 A-C	39,24 AB	37,94 A
Altıntoprak	41,31 ABC	29,67 DE	35,49 D-F	38,98 A	37,67 BC	38,32 A
Şakar	43,48 ABC	30,99 C-E	37,24 C-F	30,44 DE	43,85 A	37,15 A
Kırmızı-51	33,48 C	26,58 E	30,03 F	32,98 A-D	39,74 AB	36,36 AB
Ort.	42,17 A	36,21 B	39,19	33,59 B	37,51 A	35,55
Çeşitler	Su Alma Kapasitesi (g tane ⁻¹)			Protein Oranı (%)		
	2018/19	2020/21	Ort.	2018/19	2020/21	Ort.
Çiftçi	0,028 CD	0,022 B	0,025 C	28,85	27,89	28,37 A-C
Özbek	0,021 F	0,020 B	0,021 D-F	29,50	28,74	29,12 AB
Kafkas	0,022 EF	0,016 C	0,019 F	30,20	29,30	29,75 A
Tigris	0,024 EF	0,014 CD	0,019 F	27,20	26,46	26,83 D
Fırat-87	0,032 AB	0,034 A	0,033 A	30,00	28,58	29,29 AB
Evirgen	0,025 DE	0,020 B	0,023 D	28,10	26,77	27,44 CD
Seyran-96	0,033 A	0,020 B	0,027 BC	29,65	29,25	29,45 AB
Çağıl	0,034 A	0,022 B	0,028 B	27,69	27,27	27,48 CD
Altıntoprak	0,029 BC	0,015 C	0,022 DE	29,08	28,47	28,77 A-C
Şakar	0,028 CD	0,011 D	0,020 EF	28,51	27,81	28,16 B-D
Kırmızı-51	0,022 EF	0,016 C	0,019 F	28,45	27,43	27,94 B-D
Ort.	0,027 A	0,019 B	0,023	28,84 A	27,99 B	28,42

*: Aynı sütunda, aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılık yoktur.

Mercimek çeşitleri ve yıllar arasında bin tane ağırlığı bakımından önemli varyasyonlar belirlenmiştir. Çeşitlerin ortalaması olarak en yüksek bin tane ağırlığı 37,51 g ile ikinci deneme yılında elde edilmiş, birinci yılda bin tane ağırlığı önemli oranda azalmıştır. İki yılın ortalaması olarak çeşitlerin bin tane ağırlıkları 29,50-38,32 g arasında değişmiştir. En yüksek ortalamaya Altıntoprak çeşidi sahip olmakla birlikte, bu çeşit ile azalan sırada olmak üzere Seyran-96, Çiftçi, Çağıl, Fırat-87, Şakar, Kırmızı-51 ve Evirgen çeşitleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Yıllara göre de önemli varyasyonlar belirlenmiş olup, birinci yıl en yüksek bin tane ağırlığı yine Altıntoprak çeşidinde (38,98 g) belirlenmiştir. Bu çeşidi Seyran-96, Çiftçi, Çağıl, Evirgen ve Kırmızı-51 çeşitleri takip etmiştir. Bu çeşitler aynı istatistik gruba girmişlerdir. En düşük değer ise Kafkas çeşidinde saptanmıştır. İkinci yılda en yüksek bin tane ağırlığı 43,96 g ile Fırat-87 çeşidinde belirlenmiştir. Bu çeşidi aynı istatistik grupta yer almakla birlikte Şakar, Kırmızı-51, Çağıl, Çiftçi ve Seyran-96 çeşitleri izlemiştir. En düşük ortalama ise Özbek (30,30 g) çeşidinde saptanmıştır (Çizelge 5).

Baklagillerde bin tane ağırlığı, pazar albenisi yönünden önemli olup, yüksek olması istenen bir kalite kriteridir. Çeşitlerin genetik yapısı ve çevre koşullarından sıkı sıkıya etkilenmektedir. Ayrıca genellikle iri taneli çeşitler daha yüksek tane verimine sahip olması nedeniyle önemli seleksiyon kriterlerinden birisidir (Tantekin, 2008; Sharma ve ark., 2014; Nath ve ark., 2014; Hakkoymaz, 2018). Tane

iriliği iklim koşullarından çok etkilendiği için yıllara göre çeşitler arasında çok farklı sonuçlar elde edilebilir (Koç, 2015). Hakkoymaz (2018) mercimek çeşitlerine göre bin tohum ağırlığının değiştiğini, çeşitler arasında azalan sıra ile en fazla bin tane ağırlığının Fırat-87, Çiftçi, Seyran-96 ve Özbek çeşitlerinde, en az ise Kafkas çeşidinde belirlendiğini bildirmiştir. Bin tane ağırlığı, 10 mercimek çeşidi ile yapılan bir çalışmada, 27,23-43,00 g arasında değişmiş ve en yüksek ortalamalar sırasıyla Sazak, Alıdayı, Fırat-87, Özbek, Tigris ve Şakar çeşitlerinde (Burç, 2019), 12 çeşit ile yürütülen başka bir çalışmada en yüksek bin tane ağırlığı Sazak, Şakar ve Emre 20 çeşitlerinde belirlenmiş olup, tane iriliği 25,93-43,6 g arasında değişmiştir (Tekin, 2019). Yıldırım (2022) ise Siirt'te yaptığı çalışmasında bin tane ağırlığının ekim sıklıkları ve çeşitlerden etkilendiğini çeşitlere göre 23,49-34,38 g arasında değiştiğini saptamıştır.

Denemede kullanılan mercimek çeşitlerinin tohumlarında su alma kapasitesi bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Yıl ortalamaları incelendiğinde, birinci yıl verilerinin (0,027 g tane⁻¹) ikinci yıl verilerine (0,019 g tane⁻¹) göre önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir. Çeşitlerin iki yıllık ortalama verileri ele alındığında, su alma kapasitesi değerlerinin 0,019-0,033 g tane⁻¹ arasında değişim gösterdiği ve Fırat-87 çeşidinin en yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 5). Kafkas, Tigris ve Kırmızı-51 en düşük değerleri almıştır. Yıllar kendi içerisinde değerlendirildiğinde 2018/19

yılında en yüksek su alma kapasitesi değerlerine Çağıl, Seyran-96 ve Fırat-87 çeşitleri (sırasıyla 0,034, 0,033 ve 0,032 g tane⁻¹) sahip olmuştur. 2020/21 yılında ise 0,034 g tane⁻¹ ile Fırat-87 çeşidi en fazla su alma kapasitesi değerini verirken, bu yıl en düşük değerler Tigris ve Şakar çeşitlerinden elde edilmiştir.

Baklagillerde su alma kapasitesi özelliği tanenin pişme süresini belirleyen en önemli kalite kriterlerinden biri olup, daha çok genetik özelliklerin etkisi bulunmakla birlikte, bölgenin ekolojik koşullarına ve yetiştirme tekniği paketindeki uygulamalara göre değişebilmektedir. Su alma kapasitesinin yüksek olması, aynı zamanda tanelerin iri, yaş ağırlıklarının fazla tohum kabuğunun geçirgen olmasını ifade etmektedir. Baklagil tohumlarında su alma kapasitesinin yüksek olması istenen bir özelliktir (Kaya, 2010; Karayel, 2012; Özaktan, 2021; Özaktan ve Doymaz, 2022; Elkoca ve ark., 2023). Bu konuda yapılan çalışmalara göre, Özer ve Kaya (2010) mercimekte su alma kapasitesi değerlerinin 0,028-0,053 g tane⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Köse, (2018) ise Yozgat'ta yaptığı çalışmada hem yazlık ekimlerde hem de kışık ekimlerde su alma kapasitesinin yıllara ve çeşitlere göre değiştiğini vurgulamıştır. Araştırmacı yılların birleştirilmiş analizlerinde çeşitlere göre su alma kapasitesini yazlık ekimlerde 0,059-0,069 g tane⁻¹; kışık ekimlerde ise 0,031-0,060 g tane⁻¹ arasında değişen değerler aldığını bildirmiştir.

Mercimek çeşitlerinin tane protein oranları bakımından yıllar ve çeşitler arasındaki farklılıklar önemli iken, yıl × çeşit etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Yıl ortalamalarına göre en yüksek protein oranı birinci yılda (%28,84) elde edilmiştir. Bunu %27,99 ikinci yıl verisi izlemiştir. 2 yıllık verilerin ortalamasına göre çeşitlerin protein oranları %26,83-29,75 arasında değişmiştir. En yüksek protein oranları azalan sırayla Kafkas (%29,75), Seyran-96 (%29,45), Fırat-87 (%29,29), Özbek (%29,12), Altıntoprak (%28,77) ve Çiftçi (%28,37) çeşitlerinde bulunmuştur. Bu çeşitler aynı istatistik grupta yer almışlardır. En düşük protein oranı ise Tigris çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 5).

Yemlik baklagil cinsleri arasında mercimeğin kuru tanesinin hem protein içeriği (%23-31) hem de proteinlerinin hazmolma derecesi (%92-94) oldukça yüksek olup, insan beslenmesi için önemi fazladır (Du ve ark., 2014; Zulkadir ve ark., 2015; Köse, 2018; Hakkoymaz, 2018). Mercimekte tane protein oranının kalıtım derecesi yüksek olmakla birlikte, bu oran ekolojik koşullara ve yetiştirme tekniği paketi içinde yer alan uygulamalara göre önemli oranda değişebilmektedir (Çölkesen ve ark., 2005; Hakkoymaz, 2018; Köse, 2018). Kanada'da yürütülen bir çalışmada 425 mercimek genotipinde tane protein içeriğinin %22,8-31,7 arasında değiştiği ve çeşitlerin tane irilikleri azaldıkça protein oranının yükseldiği vurgulanmıştır (Wang, 2014). Farklı mercimek genotipleri ile yürütülen çalışmalarda genotiplere göre protein oranının Arabistan yarımadasında ortalama %27,35 (Alghamdi ve ark., 2014); Pakistan'da ise %28,8-30,6 (Zia-Ul-Haq ve ark., 2011) arasında değiştiği vurgulanmıştır. Hakkoymaz (2018), Konya'da yaptığı çalışmada mercimekte protein oranının yıl, ekim zamanı ve çeşitlere göre değiştiğini, yıl × ekim zamanı etkisinde en fazla protein oranının Seyran-96 çeşidinde (%26,9) belirlendiğini bunu Fırat-87, Çiftçi ve Özbek çeşitlerinin izlediğini bildirmiştir. Köse (2018),

Yozgat koşullarında yaptığı çalışmada mercimekte protein oranı bakımından hem yıllar ve çeşitler arasındaki farklar ile hem de yıl × çeşit etkilerinin önemli olduğunu açıklamıştır. Çeşitlerin protein oranı kışık ekimlerde %27,7-30,4 arasında değişmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Denemede, iki yıllık verilere göre çeşitlerin ortalaması ele alındığında; bitki boyu yönünden Kırmızı-51, Şakar ve Fırat-87 çeşitlerinin ön plana çıktıkları görülmüştür. İlk bakla yüksekliği değerlerine göre Tigris, Evirgen, Seyran-96, Çağıl ve Altıntoprak çeşitleri dışındaki çeşitlerin makinalı hasada uygun (12 cm'den yüksek) olduğu belirlenirken, öne çıkan çeşitler Kırmızı-51, Şakar ve Çiftçi olmuştur. Bitkide bakla sayısında Evirgen ve Özbek; bitkide tane sayısı ve bitki tane veriminde Özbek; tane verimi ve hasat indeksinde Evirgen, bin tane ağırlığında Altıntoprak, Seyran-96, Çiftçi, Çağıl, Fırat-87 ve Şakar; su alma kapasitesinde Fırat-87 ve protein oranında ise Kafkas çeşitleri en üst sıraları almışlardır.

Birim alan tane verimi ele alındığında, deneme ortalamasını geçebilen Evirgen, Çağıl, Seyran-96 ve Özbek çeşitlerinin yıllara göre değişmekle birlikte, genellikle en yüksek değerleri aldıklarını söyleyebiliriz. Bu nedenle yüksek verim için Isparta ve benzer ekolojilerde bu çeşitlerin tarımının yapılabileceği kanısına varılmıştır. Ancak denemenin ikinci yılında olduğu gibi, nispeten sıcak ve yağışların düzensiz olduğu yerlerde çeşitlerin verim potansiyelleri değişebilmektedir. Ayrıca verim potansiyelleri yüksek çeşitlerin makinalı hasada uygunluk yönünden de birlikte değerlendirilmesinde yarar vardır. Kalite özellikleri bakımından değerlendirildiğinde ise bin tane ağırlığında Altıntoprak, su alma kapasitesi Fırat-87 ve protein oranında Kafkas çeşidinde yüksek değerler elde edilmiştir.

Kaynaklar

- Abo-Hegazy, S. R. E., Selim, T., & El-Emam, E. A. A. (2012). Correlation and path coefficient analyses of yield and some yield components in lentil. *Egyptian Journal Plant Breeding*, 16(3):147-159. doi: 10.12816/0003954
- Adak, M. S. (2001). Kuru Tarım Alanlarında Nadas, Kışık ve Yazlık Mercimekten Sonra Toprakta Nem Değerlerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25: 257-263. TÜBİTAK.
- Adak, M.S., Kayan, N., & Benlioğlu, B. (2015). Yemlik Tane Baklagiller Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, Ankara, Türkiye, 12-16 Ocak 2015, pp. 386-400.
- Adak, M.S. (2021). *Yemlik Baklagiller*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1652, Ders Kitabı: 603, Ankara. ISBN: 978-605-136-501-5.
- Aghili, P., Imani, A. A., Shahbazi, H., & Alaei, Y. (2012). Study of correlation and relationships between seed yield and yield components in lentil (*Lens culinaris* Medik). *Annals of Biological Research*, 3(11): 5042-5045.
- Alghamdi, S., Khan, A. M., Ammar, M.H., El-Harty, E. H., Migdadi, H. M., El-Khalik, S. M. A., Al-Shameri, A.M., Javed, M. M., & Al-Faifi, S. A. (2014). Phenological, nutritional and molecular diversity assessment among 35 introduced lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes grown in Saudi Arabia. *International Journal of Molecular Sciences*, 15: 277-295. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms15010277>

- Andrews, C. J. (1987). Low- Temperature Stress in Field and Forage Crop Production-An Overview. Canadian J. of Plant Science, 67: 1121-1133.
- Anonim, (2013). DPT, Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı. Available from: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Onuncu_Kalkinma_Planı-2014-2018.pdf [Accessed 21 September 2023]
- Anonim, (2020). TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri. Available from: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> [Accessed 1 August 2023]
- Anonim, (2022.) Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Accessed 20 September 2023]
- Aslan, H. (2023.) Türkiye’de Kırmızı Mercimek Üretiminin Ekonomik Açından Sürdürülebilirliğinin İncelenmesi. MSc Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Harran University, Şanlıurfa, Turkey.
- Aydoğan, A. (2001.) Ülkemizde Mercimek Üretimi. Ankara Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Tigem Dergisi, 80: 30-39. ISSN: 1302-860X
- Aydoğan, A., Aydın, N., Karagöz, A., Karagül, V., Horan, A., & Gürbüz, A. (2003). İç Anadolu ve Kuzey Geçit Bölgelerindeki Yeşil Mercimek (Lens culinaris Medic.) Genetik Kaynaklarının Toplanması, Karakterizasyonu ve Ön Değerlendirmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. 13-17 Ekim, Diyarbakır, Türkiye, pp, 160- 165.
- Aydoğan, A., Karagül, V., & Gürbüz, A. (2008). Farklı Ekim Zamanlarının Yeşil ve Kırmızı Mercimeğin (Lens culinaris Medik.) Verim ve Verim Öğelerine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 17(1-2). Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarbitderg/issue/11504/137020>
- Benek, S. (2009). Ortaya Çıkışı, Gelişme Seyri ve Bölgeye Etkileri Bakımından Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP). Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 64(03): 45-71.
- Biçer, B. T., & Şakar, D. (2004). Evaluation Of Some Lentil Genotypes At Different Locations In Turkey. International Journal of Agriculture & Biology, 6(2): 317-320.
- Biçer, B. T., & Şakar, D. (2011). Mercimek (Lens culinaris Medik.) Hatlarının Verim ve Verim Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(3): 21-27. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/harranziraat/issue/18436/194137>
- Biçer, B. T. (2001). Diyarbakır Yöresinden Toplanan Bazı Nohut (Cicer arietinum L.) Yerel Çeşitlerinde Önemli Bitkisel ve Tarımsal Özelliklerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. PhD Dissertation. Institute of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, Adana, Türkiye.
- Bolat, M., Ünüvar, F.İ., & Dellal, İ. (2017). Türkiye’de yemeklik baklagillerin gelecek eğilimlerinin belirlenmesi. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 3(2): 7-18. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/tead/issue/33481/372173>
- Burç, H. (2019). Türkiyede tescil edilmiş bazı mercimek çeşitlerinin Kahramanmaraş ekolojik şartlarında verim ve bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. MSc Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Ceyhan, E. (1999). Konya Ekolojik Şartlarında Farklı Ekim Zamanlarının Yemeklik Bezelye (Pisum sativum L.) Çeşitlerinde Verim, Verim Unsurları ile Kalite Üzerine Etkileri. MSc Thesis, Institute of Science, Selçuk University, Konya, Türkiye.
- Çiftçi, C. Y. (2004). Dünyada ve Türkiye’de Yemeklik Tane Baklagiller Tarımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınları Dizisi. No.5, Ankara, 88s.
- Çokkızgın, A. (2007). Güney ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden Toplanan Bazı Kırmızı Mercimek (Lens culinaris medik.) Yerel Genotiplerinin Bitkisel ve Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine bir Araştırma. PhD Dissertation. Institute of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, Adana, Türkiye.
- Çölkesen, M., Çokkızgın, A., Turan, B.T., & Kayhan, K. (2005). Kahramanmaraş ve Şanlıurfa Koşullarında Değişik Kışlık Mercimek (Lens culinaris Medic.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. GAP IV. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye, 21-23 Eylül 2005, pp. 826-833.
- Du, S., Jiang, H., Yu, X., & Jane, J. (2014). Physicochemical and functional properties of whole legume flour. Food Science and Technology. 55: 308-313. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.06.001>
- Elkoca, E., Aydoğan, C., Haliloğlu, K., Aydın, M. (2023). İspir kuru fasulye (Phaseolus vulgaris L.) hatlarının tane kalite özellikleri yönünden karakterizasyonu. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 38(2): 353-372. DOI: <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1269278>
- Erman, M. (1992). Van Ekolojik Koşullarında Mercimeğin Çeşit ve Adaptasyon Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. MSc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Yüzüncü Yıl University, Van, Türkiye.
- Erman, M., Demirhan, H., & Tuñçtürk, M. (2005). Siirt Ekolojik Koşullarında Kışlık Olarak Yetiştirilebilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Önemli Tarımsal ve Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, Antalya, Türkiye, 5- 9 Eylül 2005, pp. 237-240.
- Erskine, W., Adham, Y., & Holly, L. (1989). Geographical Distribution of Variation in Guanbative Traits in a World Lentil Collection. Euphytica, 43(12): 97-103. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00037901>
- Erskine, W., & Ashkar, F. E. (1993). Rainfall And Temperature Effects On Lentil (Lens culinaris) Seed Yield In The Mediterranean Environment. The Journal of Agricultural Science, 121: 347-354. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600085543>
- Eser, D. (1988). Uluslararası Nohut-Mercimek Sempozyumu, Antalya, Türkiye, 14-15 Ocak 1988, pp. 258.
- Hakkoymaz, O. (2018). Konya Ekolojik Şartlarında Farklı Zamanlarda Ekilen Kışlık Mercimek Çeşitlerinin Verim ve Bazı Fenolojik, Morfolojik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. PhD Dissertation. Institute of Science, Selçuk University, Konya, Türkiye.
- Jain, S. K., Sharma, H. L., Mehra, R. B., & Khare, J. P. (1991). Multiple Correlation and Regression Analysis in Lentil. Lens. 18(1-2): 11-13.
- Kaplan, G. (2015). Türkiye’de Tescil Edilmiş Bazı Mercimek (Lens Culinaris Medic.) Çeşitlerinin Van Koşullarında Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. MSc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Yüzüncü Yıl University, Van, Türkiye.
- Karabak, S., & Cevher, C. (2002). Orta Anadolu Bölgesinde nohut ve mercimek tarımını sınırlandıran sosyo-ekonomik faktörlerin tespiti. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 11(1-2): 99-119.
- Karacıl, B. (2023). Demir ve Çinko Uygulamalarının Mercimek Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. MAS Journal of Applied Sciences, 8(1): 56-65. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7652687>
- Karayel, R. (2012). Samsun’da ekilen bezelye genotiplerinin bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve ıslah materyali olarak uygunluğunun değerlendirilmesi. PhD Dissertation. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye.
- Kaya, F. (2010). Ülkemizde yetiştirilen bazı mercimek çeşitlerinin bileşimlerinin belirlenmesi. Msc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, Adana, Türkiye.

- Kaya, M. (2000). Winner Bezelye (*Pisum sativum* L.) Çeşidinde Farklı Aşılama Yöntemleri, Azotlu Gübre Dozları ile Ekim Zamanlarının Verim ve Verim Ögelerine Etkileri. PhD Dissertation. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara University, Ankara, Türkiye.
- Koç, M. (2015). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Ekolojik Koşullarında Bazı Kırmızı Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) Çeşit ve Hatlarının Önemli Tarımsal Özellikleri Yönünden Genotip x Çevre İnteraksiyonları ve Stabilitelerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. PhD Dissertation. Institute of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, Adana, Türkiye.
- Köse, Ö. D. E. (2018). Farklı Ekim Sıklıklarında Yetiştirilen Yazlık ve Kışlık Mercimek Çeşitlerinin Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. PhD Dissertation. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye.
- Kün, E., Çiftçi, C. Y., Birsin, M., Ülger, A. C., Karahan, S., Zencirci, N., Öktem, A., Güler, M., Yılmaz, N., & Atak, M. (2005). Tahıl ve Yemelik Dane Baklagiller Üretimi. TMMOB. Ziraat Mühendisleri Odası VI. Teknik Kongre. Ankara, Türkiye 3-7 Ocak 2005, pp. 403.
- Küsmenoğlu, İ., & Aydın, N. (1995). The Current Status of Lentil Germplasm Exploitation for Adaptation to Winter Sowing in the Anatolian Highlands. Autumn- Sowing of Lentil in The Highlands of West Asia and North Africa (Ed: J.D.H. Keating and I. Küsmenoğlu) pp:64-71. CRIFC-Ankara.
- Meyveci, K., & Munsuz, N. (1987). Orta Anadolu Bölgesi koşullarında ikili ekim nöbeti sisteminde toprakta nem ve inorganik azot formlarının belirlenmesi. Türkiye Tahıl Simpozyumu, Türkiye, 6-9 Ekim 1987.
- Nath, U. K., Rani, S., Paul, M. R., Alam, M. N., & Horneburg, B. (2014). Selection of superior lentil (*Lens esculenta* M.) genotypes by assessing character association and genetic diversity. The Scientific World Journal, 2014:1-6. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/372405>
- Nygaard, D. F., & Hawtm, G. (1981). Production, Trade and Uses in Lentils. CAB International and Icarda, Wallingford, VK and Alleppo, pp. 7-13.
- Öktem, G. A. (2016). Şanlıurfa Koşullarında Yetiştirilen Bazı Kırmızı Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) Genotiplerinin Verim ve Verim Ögelerinin Belirlenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(1): 27-34. DOI: <https://doi.org/10.17100/nevbiltek.56241>
- Özaktan, H. (2021). Technological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown under natural conditions. Turkish Journal of Field Crops, 26(2): 235-243. DOI: <https://doi.org/10.17557/tjfc.1018627>
- Özaktan, H. & Doymaz, A. (2022). Mineral composition and technological and morphological performance of beans as influenced by organic seaweed-extracted fertilizers applied in different growth stages. Journal of Food Composition and Analysis, no.114, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104741>
- Özer, M. S., & Kaya, F. (2010). Physical, chemical and physicochemical properties of some lentil varieties grown in Turkey. Journal of Food, Agriculture & Environment, 8(3-4): 610-613.
- Roy, S., Islam, M. A., Sarker, A., Malek, M. A., Rafii, M. Y., & Ismail, M. R. (2013). Determination of genetic diversity in lentil germplasm based on quantitative traits. Australian Journal of Crop Science, 7: 14-21.
- Sharma, V., Paswan, S. K., Singh, V.K., & Khandagale, S. (2014). Correlation and path coefficient analysis of economically important traits in lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasm. Supplement on Genetics and Plant Breeding, 9(2): 819-822.
- Solanki, L. S., & Phogat, D. S. (2002). Genotype x environment interaction for seed yield and its component traits in lentil. Annals of Arid Zone, 41(1).
- Şakar, D., & Biçer, B. T. (2001). Güneydoğu Anadolu Mercimeklerinde Önemli Bitkisel ve Tarımsal Özellikler Yönünden Farklılıklar. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ, Türkiye 17-21 Eylül 2001, pp. 309-313.
- Şakar, D., Durutan, N., & Meyveci, K. (1988). Factors Which Limit the Productivity of Cool Season Food Legumes in Turkey. In: World Crops: Cool Season Food Legumes (Summerfiels, R.J. EDS). Kluwer Academic, pp.137-146. Dordrecht, Netherlands.
- Tantekin, M. (2008). Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Kışlık Kırmızı Mercimek (*Lens culinaris* Medic.) Çeşitlerinde Farklı Ekim Sıklıklarının Verim ve Verim ile İlgili Özelliklere Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Msc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, Adana, Türkiye.
- Tekin, Y. (2019). Batman ekolojik koşullarında farklı mercimek çeşitlerinin verim ve adaptasyon özellikleri üzerinde araştırma. MSc Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Siirt University, Siirt, Türkiye.
- Toklu, F., Biçer, B. T., & Karaköy, T. (2009). Agromorphological characterization of the Turkish lentil landraces. African Journal of Biotechnology, 8(17): 41214127.
- Toklu, F., Özkan, H., Karaköy, T., & Coyne, C. J. (2017). Evaluation of advanced lentil lines for diversity in seed mineral concentration, grain yield and yield components. Tarım Bilimleri Dergisi, 23: 213-222. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ankutbd/issue/56553/786610>
- Ton, A., Karaköy, T.İ., & Anlarsal, A. E. (2014). Türkiye 'de Yemelik Tane Baklagiller Üretim Sorunları ve Çözüm Önerileri. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 2(4): 175-180. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v2i4.175-180.72>
- Wang, N. (2014). Quality of western Canadian lentils. Program Manager, Pulse Research. Canadian Grain Commission, pp. 1-14.
- Yıldırım, S. (2022). Farklı Sıra Arası Mesafelerin Mercimek Çeşitlerinde Verim ve Verim Ögelerine Etkileri. MSc Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Siirt University, Siirt, Türkiye.
- Yıldız, E. (2007). Diyarbakır Koşullarında Bazı Kırmızı Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) Çeşitlerinde Önemli Bitkisel ve Tarımsal Özelliklerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Msc Thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, Adana, Türkiye.
- Zia-ul-Haq, M., Ahmad, S., Aslam Shad, M., Iqbal, S., Qayum, M., Ahmad, A., Luthria, D.L., & Amarowicz, R. (2011). Compositional studies of lentil (*lens culinaris* medik.) cultivars commonly grown in Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 43(3): 1563-1567.
- Zulkadir, G., Çölkesen, M., İdikut, L., Çokkızgın, A., Girgel, Ü., Tanrıku, A., Canbolat, M., & Güneş, M. (2015). Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Mercimek (*Lens culinaris* Medic.) Genotiplerinde Bitki Sıklığının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisinin Araştırması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 19(3): 135-143. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/harranziraat/issue/18452/194267>



Determination of Bacteria Levels Contained in Some Probiotic Preparations Consumed and Confirmation by PCR

Özen Yurdakul^{1,a,*}, Elif Gizem Yılmaz^{2,b}, Erdi Şen^{1,c}, Soner Tutun^{3,d}

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary, Food Hygiene and Technology Department, 15030, Burdur, Türkiye

²Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Institute of Health Science, Food Hygiene and Technology Department, 15030, Burdur, Türkiye

³Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, 58140 Sivas, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 26.09.2023 Accepted : 26.12.2023</p> <p>Keywords: <i>Bifidobacterium</i> spp. <i>Lactobacillus</i> spp. Probiotic microorganisms Probiotic-prebiotic preparation PCR</p>	<p>This study aimed to investigate the viability and levels of bacteria as indicated on the label in probiotic preparations used as supplements. For this purpose, a total of 15 different preparations containing <i>Lactobacillus</i> and <i>Bifidobacterium</i> species belonging to different brands were obtained. The samples were subjected to microbiological cultivation in terms of <i>Lactobacillus</i> and <i>Bifidobacterium</i> species. As a result of the microbiological analysis, live bacteria were detected in 13 (%87) of the samples, while no growth was observed in 2 (%13) samples. <i>Lactobacillus</i> spp. average number of bacteria in probiotic preparations containing $5,9 \times 10^{10}$ cfu/g; <i>Bifidobacterium</i> spp. on the other hand, in probiotic preparations containing bacteria, the average number of bacteria was $1,3 \times 10^9$ cfu/g. Strains that underwent Gram staining, catalase test and carbohydrate fermentation test were confirmed by PCR analysis. As a result of PCR analysis, <i>Lactobacillus</i> strains and <i>Bifidobacterium</i> strains were confirmed in 13 samples. As a result, the presence, viability, and quantity of strains specified in ready-to-use probiotic preparations are very important. Our study showed that the accuracy of the information written on the label was 87%.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 59-65, 2024

Tüketilen Bazı Probiyotik Preparatların İçerdiği Bakteri Seviyelerinin Belirlenerek PZR ile Doğrulması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 26.09.2023 Kabul : 26.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Bifidobacterium</i> spp. <i>Lactobacillus</i> spp. Probiyotik mikroorganizmalar Probiyotik-prebiyotik preparatlar PZR</p>	<p>Bu çalışma, takviye olarak kullanılan probiyotik preparatların etikette belirtildiği gibi içerdiği bakterilerin canlılık ve seviyelerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla farklı markalara ait <i>Lactobacillus</i> ve <i>Bifidobacterium</i> türlerini içeren toplam 15 farklı preparat temin edildi. Örnekler <i>Lactobacillus</i> ve <i>Bifidobacterium</i> türlerini yönünden mikrobiyolojik ekime tabii tutuldu. Yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda örneklerin 13'ünde (%87) canlı bakteri saptanırken 2 örnekte (%13) üreme olmadığı gözlemlendi. <i>Lactobacillus</i> spp. içeren probiyotik preparatlarda bakteri sayısı ortalama $5,9 \times 10^{10}$ kob/g; <i>Bifidobacterium</i> spp. içeren probiyotik preparatlarda ise bakteri sayısının ortalama $1,3 \times 10^9$ kob/g olduğu görüldü. Gram boyama, katalaz test ve karbonhidrat fermentasyon testi yapılan suşların Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) analizi ile doğrulamaları yapıldı. PZR analizi sonucunda, 13 örnekte <i>Lactobacillus</i> ve <i>Bifidobacterium</i> türleri tespit edildi. Sonuç olarak tüketime sunulan hazır probiyotik preparatlarda belirtilen suşların varlığı, canlılığı ve miktarı oldukça önemlidir. Etiket yazılan bilgilerin doğruluk payının %87 olduğu yaptığımız çalışmamızda görüldü.</p>

^a ozenkursun@mehmetakif.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-7680-015X>

^c erdisen@mehmetakif.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-4882-1276>

^e egyilmaz0@gmail.com

^f <https://orcid.org/0000-0001-6885-4422>

^g sonertutun@cumhuriyet.edu.tr

^h <https://orcid.org/0000-0002-6208-476X>



Giriş

Sağlık; bedensel, ruhsal ve sosyal bakımdan tam bir iyilik hali olarak tanımlanmıştır (WHO, 1995). Sağlık ile beslenme arasındaki ilişki son yıllarda oldukça önemli hale gelmiştir. Tüketicinin bilinçlenmesi ile metabolik gereksinimleri karşılayan fonksiyonel gıdalar tercih edilmektedir. Bu kavram ile sadece sağlıklı beslenme değil aynı zamanda bazı hastalıklara karşı alternatif tedavi ve korunma da sağlanabilmektedir. Fonksiyonel gıdalarda bu talepleri karşılama amacıyla özellikle probiyotikler ilk sıralarda yer almaktadır. Bunun nedeni ise probiyotiklerin sindirim sisteminde kolonize olarak sağlığımız üzerine olumlu etkilerinin olmasıdır (Joint, 2007; Sanders, 2008).

Tıp alanında insan tanımı, “kabaca %10 insan hücresi, %90’ı makroskobik konağa yerleşmiş mikrobiyal hücrelerden oluşan bir süper organizmadır” şeklinde değişikliğe uğramıştır. Bu değişimle birlikte artık mikrobiyotaya terimi ve sağlıklı uzun ömrün anahtarının gastrointestinal sistemde bulunan mikrofloranın olduğu kabul görmeye başlamıştır (Anuradha ve Rajeshwari, 2005).

Mikrobiyotaya, insan vücudunda bulunan mikroorganizmaların tümü için kullanılan bir terimdir. İnsanlarda bulunan mikroorganizmaların tamamına mikrobiyotaya, mikroorganizmaların genetik materyaline isemikrobiyotom denilmektedir. Zamanla yaşam koşullarının değişimine bağlı olarak hava kirliliği, radyasyon, stres, yanlış beslenme, bilinçsiz ilaç kullanımı mikrobiyotanın üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Altuntaş ve Batman, 2017). Mikrobiyotanın önemli bir kısmı gastrointestinal sistem içerisinde bağırsaklarda kolonize olduğu için mikrobiyotaya ile ilgili çalışmalar gastrointestinal sistem üzerinde yoğunlaşmıştır (Aslan ve Altundış, 2017).

Vücuttaki toplam bakterilerin büyük çoğunluğu kolonda bulunmaktadır. Kolondaki bakteriler, koruyucu bir mikrofloraya sahiptir. Fakat işlenmiş gıdalar, ilaçlar, değişen beslenme alışkanlıkları ve yaşam tarzı mikrobiyotadaki dengeyi bozduğundan faydalı bakteri türlerine olan ihtiyacımız her geçen gün artmaktadır (Anuradha ve Rajeshwari, 2005).

Probiyotik kelimesi anlam bakımından günümüze kadar birçok değişikliğe uğramıştır (Gomes ve Malcata, 1999). Probiyotik kavramı ilk kez 1965 yılında Lilly ve Stillwell tarafından bir organizmanın salgıladığı ve diğer faydalı organizmaların büyümesini uyaran maddeleri tanımlamak amacıyla ortaya atılmıştır. Parker ise 1974 yılında probiyotikleri bağırsak dengesine yardım eden organizmalar olarak tanımlamıştır. Daha sonra 1989

yılında Fuller, probiyotikleri “konakçının intestinal mikroflorasının gelişimini teşvik eden canlı mikrobiyal katkı maddeleri” olarak açıklamıştır (Fuller, 1992; Sullivan ve Nord, 2002; Kaur ve ark., 2002).

Probiyotik mikroorganizmaların sağlık üzerine pek çok faydası bulunduğu çalışmalarla gösterilmiştir. Bu mikroorganizmalar bağırsaklara yerleşerek normal floranın tekrar oluşmasına katkı sağlayarak, özellikle gastrointestinal problemlerde, bazı hastalıkların önlenmesinde ve tedavi sürecinde takviye olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte probiyotik mikroorganizmalar immun sistemi de aktive etmekte önemli rol oynamaktadır (Liong ve Shah, 2006).

Bağırsak mikrobiyotasının korunması ve iyileştirilmesinde bir başka yaklaşım ise fermente gıdaların tüketimine alternatif olarak probiyotik preparatların kullanılmasıdır. Bu amaçla en yaygın olarak kullanılan probiyotik bakteriler, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* ve *Bifidobacterium* türleridir. Bunun yanında çeşitli faydalı etkilerinden dolayı birçok mikroorganizma kullanılarak çeşitli toz ve preparat kullanımı yaygınlaşmaktadır (Dunne, 2001).

Bu çalışmada, takviye olarak kullanılan bazı preparatların içerdiği bakterilerin canlılıklarına ve bakteri yüküne bakarak etikette belirtilenlerin doğru olup olmadığını araştırmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Lactobacillus ve *Bifidobacterium* suşlarını içeren farklı markalara ait 15 adet probiyotik-prebiyotik preparatlar tedarik edilerek soğuk zincir altında Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarına getirildi. Preparatlar Laboratuvarında bulunan 15 farklı ticari probiyotik preparat, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerini içeren gruplar şeklinde ayrılarak toplamda 21 farklı grup elde edildi. Çalışmada kullanılan preparatların içerikleri Çizelge 2.’de gösterilmiştir.

Metot

Örnek Alma, Suşların Çoğaltılması ve Sayımı

Çalışma için öncelikle her bir örnekten 10 g alınarak 90 ml peptonlu su ile sulandırılarak homojenizatörde (IUL Instruments Masticator, Spain) homojenize edildi. Daha sonra 9 ml peptonlu sular ile desimal sulandırmaları yapıldı.

Çizelge 1. Gıdalarda bulunan ve ilaç teknolojisinde kullanılan başlıca probiyotik türler (Young ve Huffman, 2003).

Table 1. Main probiotic species found in foods and used in pharmaceutical technology (Young and Huffman, 2003).

Mikroorganizmalar
• <i>Lactobacillus</i> spp.: <i>Lactobacillus cellobiosus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus reuteri</i> , <i>Lactobacillus curvatus</i> , <i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus johnsonii</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus gasseri</i>
• <i>Bifidobacterium</i> spp.: <i>Bifidobacterium adolescentis</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterium breve</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Bifidobacterium thermophilus</i>
• <i>Bacillus</i> spp.: <i>Bacillus pumilis</i> , <i>Bacillus lentus</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus coagulans</i>
• <i>Pediococcus</i> spp.: <i>Pediococcus cerevisiae</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i>
• <i>Streptococcus</i> spp.: <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Streptococcus intermedius</i>
• <i>Bacteriodes</i> spp.: <i>Bacteriodes capillus</i> , <i>Bacteriodes suis</i> , <i>Bacteriodes ruminicola</i> , <i>Bacteriodes amylophilus</i>
• Maya ve Küfler: <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida rugulosa</i>

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan preparatların içerikleri.

Table 2. Contents of the preparations used in the study

Örnek	İçerdiği Suşlar	Canlı Mikroorganizma sayısı
1	<i>Lb.casei</i> <i>Lb. helveticus</i> R0052 <i>Bf.animalis spp lactis</i> B94 <i>Lb.acidophilus</i>	7,0×10 ⁹ kob/g
2	<i>Lb.rhamnosus</i> <i>Lb.casei</i> <i>Bf.longum</i> <i>Lb.helveticus</i>	5,0×10 ⁹ kob/g
3	<i>Bf.longum</i> <i>Lb. rhamnosus</i>	5,3×10 ⁹ kob/g
4	<i>Lb.acidophilu</i> <i>Lb.rhamnosus</i> <i>Lb.acidophilus</i>	1,0×10 ¹⁰ kob/g
5	<i>Lb.rhamnosus</i> <i>Lb.casei</i> <i>Bf.bifidum</i>	5,0×10 ⁹ kob/g
6	<i>Lb. Acidophilus</i> <i>Lb. rhamnosus</i> <i>Lb.casei</i>	5,0×10 ⁹ kob/g
7	<i>Lb. Rhamnosus</i> <i>Lb.plantarum</i> <i>Bf. Lactis</i>	2,0×10 ⁹ kob/g
8	<i>Bf.infantis</i>	1,0×10 ⁹ kob/g
9	<i>Bf.animalis spp lactis</i> B94	5,0×10 ⁹ kob/g
10	<i>Lb.reuteri</i>	1,0×10 ⁸ kob/g
11	<i>Lb.plantarum</i>	1,0×10 ¹⁰ kob/g
12	<i>Lb.rhamnosus</i> <i>Lb.acidophilus</i>	6,0×10 ⁹ kob/g
13	<i>Bf.lactis</i>	1,0×10 ⁹ kob/g
14	<i>Bf.animalis subsp.lactis</i>	1,0×10 ⁹ kob/g
15	<i>Lb.rhanosus</i> <i>Lb.reuteri</i>	1,0×10 ¹⁰ kob/g

Lactobacillus spp. İzolasyonu

Lactobacillus spp. içeren 12 örnek 121°C 15 dakika otoklavlanan MRS Agara (de Man Rogosa Sharpe Agar, Merck) damla plak yöntemiyle ekilerek anaerob ortamda (Anaerocoult A, Merck) 37°C'de 3 gün inkübe edildi. Daha sonra sayımları gerçekleştirilerek biyokimyasal testlere geçildi (Vinderola ve Reinheimer 1999).

Bifidobacterium spp. İzolasyonu

Bifidobacterium spp. içeren 9 örnek 118°C 15 dakika otoklavlanan MRS-NNLP Agara (de Man Rogosa Sharpe Agar-Neomycin sulfate, nalidixic acid, lithium chloride and paromomycin sulphate) damla plak yöntemiyle ekilerek anaerob ortamda (Anaerocoult A, Merck) 37°C'de 3 gün inkübe edildi. Daha sonra sayımları gerçekleştirilerek biyokimyasal testlere geçildi (Vinderola ve Reinheimer 1999).

Gram Boyama

Seçilen kültür temiz lam üzerine öze ile yayılarak alevde kurutuldu. Daha sonra Gram boyama işlemi yapılarak mikroskopik incelemeye alındı. Gram pozitif basil veya kokobasil şeklinde olanlar değerlendirildi (ISO 11737, 1998).

Katalaz Testi

Katalaz Testi için katı besiyerinde 24 saat 37 °C'de inkübe edilerek gelişimi sağlanan bakteri kolonilerin temiz bir lam üzerine steril öze yardımı ile yayılmış ve kolonilerin üzerine hidrojen peroksit (H₂O₂)(Merck, 107209) damlatılarak gaz çıkışının gerçekleşip

gerçekleşmediği gözlenmiştir. Gaz çıkışı görülen izolatlar katalaz-pozitif, gaz çıkışı görülmeyenler ise katalaz-negatif olarak değerlendirilmiştir. Katalaz negatif olan suşlar değerlendirmeye alındı (Arda ve ark 2006).

Karbonhidrat Fermentasyon Testleri

Karbonhidrat fermentasyon testi için glukoz, mannoz, laktoz ve sükröz ile hazırlanan %5'lik şeker solüsyonları ile Phenol Red Broth Base (Merck, 110987) hazırlandı. Bu amaçla steril tüp içerisine 8 ml Phenol Red Base, 2 ml şeker çözeltisi ve durhaim tüpleri eklenerek 7-14 gün 37°C'de etüvlerde inkübasyona bırakıldı. Karbonhidrat fermentasyonu sonucunda oluşan renk değişimlerine göre değerlendirme yapıldı. Karbonhidrat fermentasyon testindeglukoz, mannoz, laktoz ve sükröz şekerlerinin test sonuçlarının pozitif olanları değerlendirildi (Durlu Özkaya, 2001).

DNA İzolasyonu

Genomic DNA Purification Kit'i (Thermo Scientific GeneJet, K0721) kullanılarak DNA izolasyonu gerçekleştirildi. Genomic DNA izolasyonunda yapılan işlemler kit protokolüne göre yapıldı.

PZR Analizi

Çalışmada *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* suşları için kullanılan primerler ve sekansları Çizelge 3'te gösterilmiştir. Çalışmada Gene Max Tc-S-B PZR cihazı kullanıldı.

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan PZR primerleri.

Table 3. PCR primers used in the study.

Hedef	Primer	Sekans	bp
<i>Bifidobacterium</i>	g-Bifid-F	CTCCTGGAAACGGGTGG	549-563
	g-Bifid-R	GGTGTCTTCCCGATATCTACA	
<i>Lactobacillus</i>	LactoF	TGGAAACAGRTGCTAATACCG	231-233
	LactoR	GTCCATTGTGGAAGATTCCC	

PZR işlemi boş ve steril olan bir tüp içerisine her bir örnekten 3 µl DNA ile birlikte 12 µl ddH₂O, 0.5 µl Forward primer, 0.5 µl Reverse primer, 4 µl 5x Firepol Master Mix eklenerek toplamda 20 µlmix oluşturuldu.

Amplifikasyon işleminde; *Lactobacillus* suşları için thermal cycler'da 94°C'de 5 dk ilk denatürasyon işleminin ardından, 40 siklus 94°C'de 20 sn denatürasyon, 55°C'de 20 sn bağlama ve 72°C'de 50 sn DNA uzatma ve son olarak 72°C'de 10 dk uzatma işlemleri yapıldı (Byun ve ark., 2004). *Bifidobacterium* suşları için thermal cycler'da 94°C'de 5 dk ilk denatürasyon işleminin ardından, 40 siklus 94°C'de 20 sn denatürasyon, 55°C'de 20 sn bağlama ve 72°C'de 50 sn DNA uzatma ve son olarak 72°C'de 10 dk uzatma basamakları uygulandı (Takahiro ve ark., 2004).

Agaroz Jel Elektroforezi

Elektroforez işlemi için %1,5'lük agaroz jel hazırlandı. Soğutulan jele %5 oranında Etidyum Bromür (SNP Biyoteknoloji, 18S-00) eklenen jelin katılmasından sonra her bir PZR ürününden 4 µl olacak şekilde eklenerek elektroforez işlemi (Nyx Teknik Voltronix - V37, Taiwan) uygulandı. Elektroforez işlemi bittikten sonra UV transiluminatör (UV Transiluminator TI2621D, Pacific Image Electronics, Taiwan) cihazında görüntülendi.

Bulgular

Preparatlardaki Suşların Varlığı ve Biyokimyasal Testleri

Çalışmada kullanılan 15 farklı preparat, içerdikleri bakteri gruplarına göre incelemeye alındı. *Lactobacillus* türleri için MRS Agara, *Bifidobacterium* türleri için MRS-NNLP Agara ekimi yapılan örneklerin 2'sinde (%87) üreme görülmedi. Geriye kalan 13 preparatın tamamında (%87) üreme görüldü. Gram boyama, katalaz ve karbonhidrat fermentasyon testi sonrasında örneklerin DNA izolasyonu yapıldı.

DNA İzolasyonu ve PZR Analizi

Lactobacillus ve *Bifidobacterium* suşlarını doğrulamak için öncelikle preparatların DNA izolasyonu GeneJet Genomic DNA Purification Kit protokolüne uygun olarak yapıldı. PZR analizinde Çizelge 3'te belirtilen primer dizileri kullanıldı. PZR işleminden sonra %1,5'lik agaroz jelle elektroforez işlemi uygulandı ve UV transiluminatör cihazındaki görüntüleme gerçekleştirildi. Gram boyama ve karbonhidrat fermentasyon testi sonucunda *Lactobacillus* spp. olduğu düşünülen 12 farklı örneğin tamamının *Lactobacillus* spp. olduğu saptandı. *Bifidobacterium* spp. içeren 7 farklı örneğin *Bifidobacterium* spp. olarak tespit edildi. Şekil 1a'da *Lactobacillus* suşlarını içeren örneklerin ve 1b'de ise *Bifidobacterium* suşlarını içeren örneklerin PZR sonuçlarının görünümü verilmiştir.

Tartışma

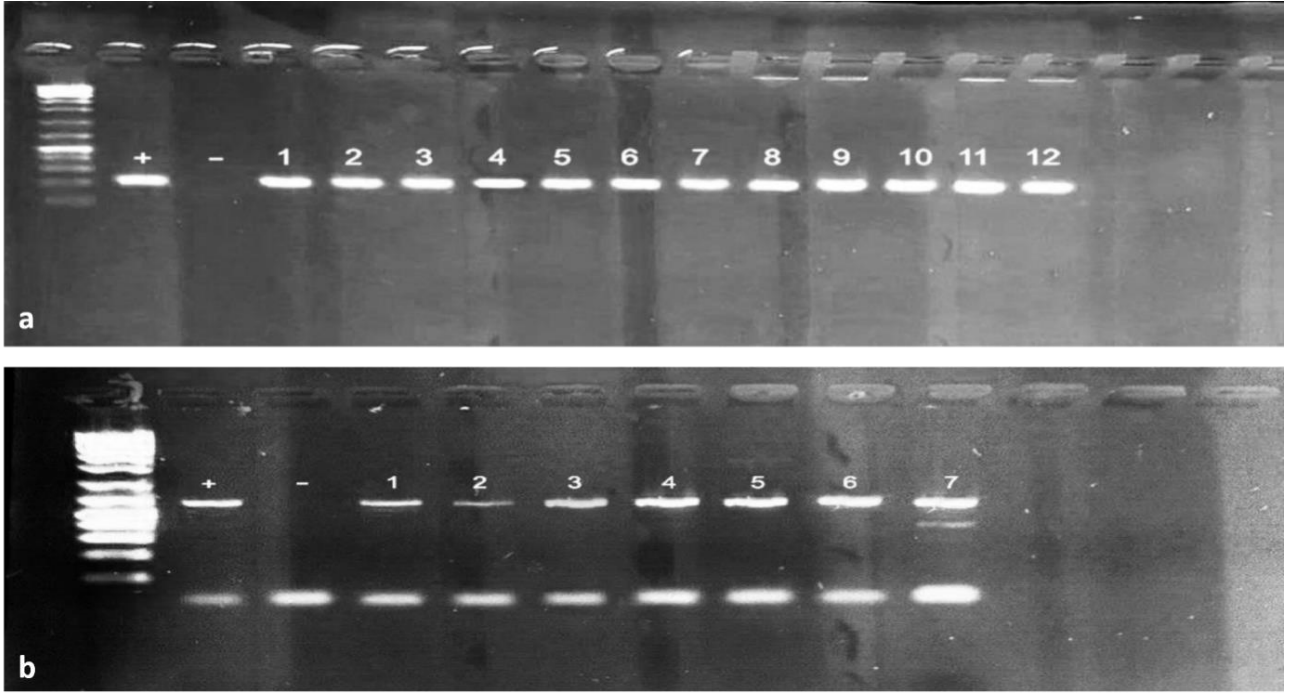
İnsanlarda bağırsak florasının şekillenme süreci doğumu takiben meydana gelmektedir. Zaman içerisinde flora kendisini geliştirmektedir. Ancak değişen yaşam şartları, stres, sık antibiyotik kullanımı, rafine ve şekerli besinlerin tüketiminin artması ile sağlıklı olan bağırsak florası değişime uğramaktadır. Sonuç olarak bireyin genel sağlık durumu da olumsuz olarak etkilenmektedir (Crook, 1992).

Günümüzde probiyotik takviyeler gıdaların yanında ayrıca hazır preparatlarla da alınmaktadır. Probiyotik bakterilerin kullanımı, kişilerin genel sağlık durumlarının iyileştirilmesi ve bazı kronik hastalıklarının tedavilerine destek olarak önerilmektedir. Bu durumun yaygınlaşması sonucunda sağlık endüstrisinde farklı miktarlarda ve farklı türde suş içeren probiyotik preparatların üretilmektedir. Son yıllarda yoğun talep sonucunda bu preparatların tüketimi artmıştır (Hill ve ark., 2014).

Probiyotik preparatların yeterli miktarda suş içermeleri ve içerdikleri suşun canlı kalması aranan en önemli özelliklerdendir. Bilinçli ya da bilinçsiz tüketilen bu preparatların yeterli ve canlı probiyotik bakterileri içerip içermediğini incelemek bu çalışmanın amacıdır. Bu amaçla temin edilen 15 farklı probiyotik preparat mikrobiyolojik yönden incelendi. Örneklerin 13'ünde (%87) probiyotik bakterilerin canlı olduğu görüldü. Ancak 2 örnekte etiket bilgisinde yazdığı gibi canlı probiyotik bakterilere rastlanılmadı.

Probiyotik preparatlarda *Lactobacillus* spp. ortalama olarak $5,9 \times 10^{10}$ kob/g, *Bifidobacterium* spp. ise $1,3 \times 10^9$ kob/g seviyesinde oldukları saptandı. Gram boyama, katalaz testi ve karbonhidrat fermentasyon testleri yapılan suşlar daha sonra DNA izolasyonuna tabii tutuldu. Daha sonra *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. yönünden PZR analizi ile doğrulamaları yapıldı. Sonuç olarak 13 örnekte elde edilen suşların hepsinin *Lactobacillus* spp. ve/veya *Bifidobacterium* spp. türlerine ait olduğu doğrulandı.

Ullah ve ark. (2019) Çin'den temin ettikleri *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. içeren 17 farklı probiyotik preparatın canlılıkları ve etiket içeriği üzerine yaptıkları çalışmada 5 probiyotik ürünün (%29,41) kültür ortamında daha düşük ve cansız koloni oluşturduklarını, 4 probiyotik ürünün ise (%23,52) yanlış etiketlenmiş olduğunu bildirmişlerdir. Toscano ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada İtalya ve Avrupa'da satışa sunulan tıbbi probiyotik takviyelerde canlı bakteri sayımı ve etiket bilgisinin doğruluğu üzerine yaptıkları bir çalışma sonucunda 24 örneğin 14'ünün (%58) etikette yazılan bakteri miktarını ve türünü içermediğini, 10 örneğin ise (%42) etikette belirtilen canlı bakteri miktarını içermediğini belirtmişlerdir.



+: Pozitif Kontrol -: Negatif Kontrol

Şekil 1a. *Lactobacillus* suşlarını içeren örneklerin PZR sonuçları

Şekil 1b. *Bifidobacterium* suşlarını içeren örneklerin PCR sonuçları

Figure 1a. PCR results of samples containing *Lactobacillus* strains

Figure 1b. PCR results of samples containing *Bifidobacterium* strains

Bu çalışmalarda etiket bilgisinin doğruluğunun uyuşmadığı görülmekle birlikte, yaptığımız çalışmanın sonuçlarından yüksek oldukları görülmüştür.

Patro ve ark. (2016), Amerika Birleşik Devletleri'nde yürütülen bir araştırmada 10 adet probiyotik preparatın 9'unda (%90) etiket bilgisinde yazan *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp.'nin doğru olduğunu ancak preparatların sadece birinde farklı bir bakteri grubu olan *Enterococcus* spp. varlığına rastlandığını bildirmişlerdir. Goldstein ve ark. (2014) üç farklı yerden alınan *Lb. acidophilus*, *Bf. infantis*, *Lb. casei*, *Lb. rhamnosus GG*, *Lb. helveticus*, *Saccharomyces boulardii* içeren 5 farklı preparat üzerinde koloni sayımı gerçekleştirmişlerdir. Canlı bakteri sayısının $9,2 \times 10^9$ - $1,3 \times 10^{10}$ kob/g olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma yapılan çalışmayla canlı probiyotik bakteri oranına paralellik göstermektedir. Ancak yaptığımız çalışmada etiket bilgisinde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri yazılan preparatlarda farklı bir bakteri grubuna rastlanılmamıştır.

Weeseve ve Martin (2011) yaptıkları çalışmada 15 probiyotik preparat için ürün etiketleri ve bakteri sayılarını listelemişlerdir. Etiket bilgisinde bakteri seviyesinin 10^9 kob/g olması beklenirken bu verilere sadece 4 üründe (%27) rastladıklarını belirtmişlerdir. Marinova ve ark. (2019) Bulgaristan'da tüketilen 26 probiyotik preparat üzerinde yaptıkları çalışmada istenen 10^8 - 10^{10} kob/g bakteri sayısının sadece 10 örnekte (%38,4) uygun olduğunu belirtmişlerdir. Preparatların %11,53'ünde canlı bakteri varlığına rastlanmazken, %7,69'unda ise minimum miktarda kabul edilen 10^2 kob/g üreme olduğunu belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışma sadece 15 örneğin 2'sinde (%13) üreme görülmemiştir. Kalan 13 örnekte ise *Lactobacillus* spp. içeren preparatlarda ortalama $5,9 \times 10^{10}$

kob/g, *Bifidobacterium* spp. içeren preparatlarda ise ortalama $1,3 \times 10^9$ kob/g bakteri olduğu görülmüştür.

Drago ve ark. (2010) ABD'de yaptıkları çalışmada 13 farklı preparatın etiket bilgilerinde belirtilen türlere ait olup olmadıklarını araştırmışlardır. Yaptıkları biyokimyasal test ve doğrulamalar sonucunda 9 örneğin (%69,2) uygun olmadığını, sadece 4 örneğin (%30,7) tür çeşidi ve canlı sayımının doğru olduğunu belirtmişlerdir. Morovic ve ark. (2016) PZR doğrulamasını yaptıkları 52 farklı probiyotik preparatın 22'sinde (%42) etiket bilgisi ile uyuşmadığı, eksik veya etiket üzerinde yazmayan türlere de rastlandığını belirtmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları bizim verilerimizden daha yüksek verilere sahiptir.

Aureli ve ark. (2010) İtalya'da topladıkları 41 farklı preparatın 19'unun (%46) etiket bilgisi ile uyuşmadığı, etiket üzerinde yazan bazı türleri içermediğini bildirmişlerdir. Özellikle preparatların üzerinde *Bf. bifidum* olduğu yazılsa da yapılan biyokimyasal test ve tür belirleme sonucunda 25 preparatta (%60,9) *Bf. bifidum*'un çok düşük seviyede veya tamamen cansız olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışma ile paralellik göstermemekle birlikte çalışmamızda 15 preparatın 2'sinde (%13) canlı bakteriye rastlanılmamıştır. Kalan 13 preparattan (%87) elde ettiğimiz suşlar ise etiket bilgisinde yazan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* suşlarına ait olduğu saptanmıştır.

Bunešová ve ark. (2014) ticari olarak satılan *Bifidobacterium* suşlarını içeren 12 farklı probiyotik preparat üzerinde yaptıkları çalışmada, PZR yöntemi ile *Bifidobacterium* suşlarının etiket ile uyumlu (%100) olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmanın daha yüksek doğruluk payına sahip olduğu görülmüştür.

Sonuç

Günümüzde “bağırsaklar ikinci beynimizdir” ifadesi popülerliğini giderek artırmaktadır. Sağlık konseptinde bağırsak sağlığı düzenli yaşamaya, sağlıklı beslenmeye bağlı olduğundan dolayı gıdaların yanında tıbbi ve destek tedavilere de yönelim artmıştır. Son yıllarda yapılan birçok çalışmada probiyotik tüketiminin başta diyare ve konstipasyon gibi sindirim zorlukları olmak üzere bazı önemli metabolik hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde oldukça faydalı etkilerinin olduğu görülmüştür. Bu bağlamda;

- Probiyotik besinlerin, yeterli ve dengeli tüketildiği bir diyet ile aktif bir yaşam tarzı bağırsak mikrobiyotasındaki yararlı bakterilerin sayısını artırmaya ve sağlığı desteklemeye yardımcı olabilir.
- Sağlıklı mikrobiyota ve sağlıklı yaşam için öncelikle bireyler beslenmelerine dikkat etmeli, zararlı alışkanlıklardan, gereksiz antibiyotik kullanımından ve stresten uzak durmalıdırlar.
- Bozulmuş bağırsak florası için uzman kişilerce önerilen ve kişiye özel olarak planlanan probiyotik takviyeleri içeren preparatların kullanımı oldukça önemlidir.
- Probiyotiklerin tüm bu faydalı etkilerine karşın takviye olarak kullanılacak preparatların gastrointestinal sistem içerisindeki canlılıkları ve güvenilirlikleri konusunda daha fazla bilgi ve çalışmaya ihtiyaç vardır.

Finansman

Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0625-YL-20 proje numarası ile desteklenmiştir

Kaynaklar

Altuntaş, Y., & Batman, A. (2017). Mikrobiyota ve metabolik sendrom. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 45(3). doi: 10.5543/tkda.2016.72461

ANSI/AAMI/ISO. (1998). Sterilization of Health Care Products Microbiological methods-Part 2: Tests of sterility performed in the validation of a sterilization process, 11737-2.

Anuradha, S., & Rajeshwari, K. (2005). Probiotics in health and disease. *Journal, Indian Academy of Clinical Medicine*, 6(1), 67-72.

Arda, M., Minbay, A., Leloğlu, N., Aydın, N., Akay, Ö., Ilgaz, A., & Diker K. S. (2006). Özel Mikrobiyoloji. *Medisan Yayinevi*. Ankara, 5-9.

Aslan, F. G., & ALTINDIŞ, M. (2017). İnsan mikrobiyom projesi, mikrobiyotanın geleceği ve kişiye özel tıp uygulamaları. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1, 1-6.

Aureli, P., Fiore, A., Scalfaro, C., Casale, M., & Franciosa, G. (2010). National survey outcomes on commercial probiotic food supplements in Italy. *International Journal of Food Microbiology*, 137(2-3), 265-273. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.12.016

Bunešová, V., Vlková, E., Rada, V., Hovorková, P., Ročková, Š., & Kmet', V. (2014). Direct identification of bifidobacteria from probiotic supplements. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(2), 132. DOI: 10.17221/291/2013-CJFS

Byun, R., Nadkarni, M. A., Chhour, K. L., Martin, F. E., Jacques, N. A., & Hunter, N. (2004). Quantitative analysis of diverse Lactobacillus species present in advanced dental caries. *Journal of clinical microbiology*, 42(7), 3128-3136. DOI: 10.1128/JCM.42.7.3128-3136.2004

Crook, W. (1992). Cronic Fatigue Syndrome and the Yeast Connection. Jackson, TN: Professional Books Future Healt.

Drago L, Rodighiero V, Celeste T, Rovetto L, De Vecchi E. 2010. Microbiological evaluation of commercial probiotic products available in the USA in 2009. *Journal of Chemotherapy*, 22(6): 373-377. <https://doi.org/10.1179/joc.2010.22.6.373>

Dunne, C. (2001). Adaptation of bacteria to the intestinal niche: probiotics and gut disorder. *Inflammatory Bowel Diseases*, 7(2), 136-145. DOI: 10.1097/00054725-200105000-00010

Durlu Özkaya, F. (2001). Salamura beyaz peynirden izole edilen bazı laktokok, enterekok ve laktobasil suşlarının proteolitik aktivite, bakteriyosin etkenliği ve biyogen amin oluşumu açısından karşılaştırılması.

Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of nutrition*, 125(6), 1401-1412. DOI: 10.1093/jn/125.6.1401

Goldstein, E. J., Citron, D. M., Claros, M. C., & Tyrrell, K. L. (2014). Bacterial counts from five over-the-counter probiotics: are you getting what you paid for?. *Anaerobe*, 25, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.10.005>

Gomes, A. M., & Malcata, F. X. (1999). Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in food science & technology*, 10(4-5), 139-157. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00033-3)

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H., & Salminen, S. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11: 506. DOI: 10.1038/nrgastro.2014.66

Ichim, T. E., Patel, A. N., & Shafer, K. A. (2016). Experimental support for the effects of a probiotic/digestive enzyme supplement on serum cholesterol concentrations and the intestinal microbiome. *Journal of Translational Medicine*, 14(1), 1-9. DOI: 10.1186/s12967-016-0945-2

Joint, F. (2007). Probiotics during the first 7 years of life: a cumulative risk reduction of eczema in a randomized, placebo- controlled trial. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 119(4): 1019-1021. DOI: 10.1016/j.jaci.2006.12.608

Kaur, I. P., Chopra, K., & Saini, A. (2002). Probiotics: potential pharmaceutical applications. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 15(1), 1-9. DOI: 10.1016/s0928-0987(01)00209-3

Lilly, D. M., & Stillwell, R. H. (1965). Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science*, 147(3659), 747-748. DOI: 10.1126/science.147.3659.747

Liong, M. T., & Shah, N. P. (2006). Effects of a Lactobacillus casei synbiotic on serum lipoprotein, intestinal microflora, and organic acids in rats. *Journal of dairy science*, 89(5), 1390-1399. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72207-X

Manning, T. S., & Gibson, G. R. (2004). Prebiotics. *Best practice & research clinical gastroenterology*, 18(2), 287-298. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpg.2003.10.008>

Marinova, V. Y., Rasheva, I. K., Kizheva, Y. K., Dermenzhieva, Y. D., & Hristova, P. K. (2019). Microbiological quality of probiotic dietary supplements. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 33(1), 834-841. doi/full/10.1080/13102818.2019.1621208

- Morovic, W., Hibberd, A. A., Zabel, B., Barrangou, R., & Stahl, B. (2016). Genotyping by PCR and high-throughput sequencing of commercial probiotic products reveals composition biases. *Frontiers in microbiology*, 7, 1747. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01747>
- Patro, J. N., Ramachandran, P., Barnaba, T., Mammel, M. K., Lewis, J. L., & Elkins, C. A. (2016). Culture-independent metagenomic surveillance of commercially available probiotics with high-throughput next-generation sequencing. *MSphere*, 1(2), 10-1128. DOI: <https://doi.org/10.1128/msphere.00057-16>
- R Fuller. 1992. Probiotics. The scientific basis. Home; Book. Probiotics. Authors: Roy Fuller. Roy Fuller. Intestinal Microecology Consultant, Reading, UK.
- Rastall, R. A., & Maitin, V. (2002). Prebiotics and synbiotics: towards the next generation. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(5), 490-496. doi: 10.1016/s0958-1669(02)00365-8
- Sanders, M. E. (2008). Probiotics: definition, sources, selection, and uses. *Clinical infectious diseases*, 46(2), 58-61. DOI: 10.1086/523341
- Sullivan, Å., & Nord, C. E. (2002). The place of probiotics in human intestinal infections. *International journal of antimicrobial agents*, 20(5), 313-319. DOI: 10.1016/s0924-8579(02)00199-1
- Matsuki, T., Watanabe, K., Fujimoto, J., Kado, Y., Takada, T., Matsumoto, K., & Tanaka, R. (2004). Quantitative PCR with 16S rRNA-gene-targeted species-specific primers for analysis of human intestinal bifidobacteria. *Applied and environmental microbiology*, 70(1), 167-173. doi: 10.1128/AEM.70.1.167-173.2004
- Toscano, M., Vecchi, E. D., Rodighiero, V., & Drago, L. (2013). Microbiological and genetic identification of some probiotics proposed for medical use in 2011. *Journal of Chemotherapy*, 25(3), 156-161. DOI: 10.1179/1973947812Y.0000000068
- Ullah, M., Raza, A., Ye, L., & Yu, Z. (2019). Viability and composition validation of commercial probiotic products by selective culturing combined with next-generation sequencing. *Microorganisms*, 7(7), 188. DOI: 10.3390/microorganisms7070188
- Vinderola, C. G., & Reinheimer, J. A. (1999). Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. *International dairy journal*, 9(8), 497-505. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(99\)00120-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(99)00120-X)
- Weese, J. S., & Martin, H. (2011). Assessment of commercial probiotic bacterial contents and label accuracy. *The Canadian veterinary journal*, 52(1), 43.
- World Health Organization. (1995). Constitution of the world health organization. Erişim Adresi: <https://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN/constitution-en.pdf>, [Erişim Tarihi: 26.09.2023].
- Young, R. J., & Huffman, S. (2003). Probiotic use in children. *Journal of Pediatric Health Care*, 17(6), 277-283. DOI: 10.1016/s0891-5245(03)00070-1



Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Vermicompost on Plant Characteristics of *Sambucus sp.* (*Sambucus nigra* L.)

Mehmet Şakar^{1,a}, Öznur Öz Atasever^{2,b,*}

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana, Türkiye

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tokat, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 28.09.2023 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Elderberry Rhizobacteria Vermicompost Plant growth Leaf characteristics</p>	<p>The study was conducted in Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture with the aim of determining the effects of (PGPR) bacteria and vermicompost on plant characteristics of Tokat-1 Elderberry genotype. According to the applications, the number of summer shoots was found to be around 14-20 number/plant and there was no statistical difference between the applications. The longest shoot length was measured as 89.39 cm from the control application, 86.48 cm from the PGPR application and 77.03 cm from the vermicompost application, and the difference between the applications was found to be significant. The average tree crown volume was measured as 1.52-2.43 m³ and the highest value was obtained from control and PGPR application. Plant stem diameter and leaf area unaffected by the applications. The effect of the applications to the number of plant roots (46-80 number / plant), root diameter (7.88-10.45 mm) and total dry matter weight of the root (28.79-31.63) were similar values.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 66-71, 2024

Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) ve Solucan Gübresi Uygulamalarının Mürver'in (*Sambucus nigra* L.) Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 28.09.2023 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Mürver Rizobakteri Vermikompost Bitki gelişimi Yaprak özellikleri</p>	<p>Araştırma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü arazisinde, 'Tokat-1' Mürver genotipine uygulanan kontrol, PGPR bakterileri ve solucan gübresinin bitkisel özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Uygulamalara göre, yazlık sürgün sayıları yaklaşık 14-20 adet/bitki olarak bulunmuş ve uygulamalar arasında istatistiki bir fark olmamıştır. Sürgün boyu en uzun, kontrol uygulamasından 89,39 cm, PGPR uygulamasına 86,48 cm ve solucan gübresi 77,03 cm olarak ölçülmüş ve uygulamalar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Ağaç taç hacmi ortalaması 1,52-2,43 m³ olarak ölçülmüş ve en yüksek değer kontrol ve PGPR uygulamasından elde edilmiştir. Bitki gövde çapı ve yaprak alanı, uygulamalara göre değişmemiştir. Bitki kök sayısı (46-80 adet/bitki), kök çapı (7,88-10,45 mm) ve kök toplam kuru madde ağırlığına (%28,79-31,63) uygulamaların etkisi benzer bulunmuştur.</p>

^a mehmetsakar15@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-4926-7887>

^b oznur.ozatasever@gop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-8372-5327>



Giriş

Geçmiş yıllardan beri endüstriyel ve sosyal uygulamalarda kullanılan ve antik dönemlerden beri kültürünün yapıldığı bilinen mürver (*Sambucus nigra* L.), *Rosales* takımı *Caprifoliaceae* (hanımeligiller) familyasına ait bir türdür (Gerçekcioğlu, 2013; Saatçioğlu ve Görgün, 2012). Alternatif tıpta *Sambucus nigra* L. Avrupa alttürlerinin tüm bitki parçalarından; temizleyici, idrar söktürücü, hemostatik etkisinden faydalanılmış ve ayrıca diyabet, soğuk algınlığı ve grip gibi üst solunum yolu enfeksiyonlarında da çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Sambucol® gibi mürver meyvesi şurupları son yıllarda popüler hale gelmiş ve klinik çalışmalarda grip hastalığına karşı etkinlik göstermiştir (Tundis ve ark., 2018; Öz Atasever, 2022).

Ülkemizde ve dünyada tarımsal uygulamalarda verim ve kaliteyi arttırmak amacıyla yapılan, fazla miktarda ve bilinçsiz uygulanan kimyasal gübreler hem ürün kalitesinde azalmaya hem de çevre kirliliğine neden olmaktadır (Güneş ve ark., 2012). Bu tür gübrelerin toprağa tek başına uygulanmasının (organik katkı olmadan), toprağın toplam mikrobiyal aktivitesini, gözenekliliğini ve partikül yoğunluğunu önemli ölçüde azalttığı, besinlerin aşırı sızmasına ve tuzluluğun neden olduğu bitki stresine neden olabileceği yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Lim ve ark., 2014; Manivannan ve ark., 2009).

Verimi ve kaliteyi arttırmak amacıyla tarımsal üretimde yararlanılan kimyasalların uzun zamanda çıkarabileceği hasarın farkına varan araştırmacılar kimyasalların yerine kullanılabilir çözümler arayışı içine girmişlerdir. “İyi Tarım Uygulamaları”, “Organik Tarım”, “Entegre Mücadele” gibi sentetiklerin girdisini en aza indirmeyi hedef alan çalışmalar araştırmalarda geniş yer almaktadır (İmriz ve ark., 2014).

Bitkiler, gelişme ve büyüme dönemlerinde toprakta bulunan mikroorganizmalar (bakteri ve mantar) ile etkileşim halindedirler. Birçok bitki türünün rizosferinde bulunan azot fiksasyonu ve nodülasyon gibi farklı mekanizmalarla bitki gelişimine önemli faydalar sağlayan, toprakta da serbest yaşayan mikroorganizmalar PGPR olarak isimlendirilir (Seymen ve ark., 2019).

PGPR’lerin bitki gelişimindeki uyarıcı etkisi, besinlerden yararlanmayı kolaylaştırma, zararlı mikroorganizmaların engellemesi, büyüme hormonlarında olan etkileri ve biyolojik kontrol gibi başlıklar altında birleştiği görülmektedir (Çakmakçı, 2004). Ayrıca bitkilerde kuraklık stresine karşı bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin, çeşitli araştırmalarda tolerans kazandırmada fayda sağlayabileceği bildirilmektedir (Samancıoğlu ve Yıldırım, 2015).

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler ilk önce tohumla aşılantayken daha sonra bitki köklerine kolonize olup, bitki gelişimine katkı yaptığı tespit edilmiştir. Rizobakterilerin bitkilerin kökleriyle pozitif etkileşime girerek bitkilerin gelişmesinde önemli rol oynamakta aynı zamanda, bitkilerin topraktan besin alınımını artırarak, kimyasal kullanımını azaltmakta olduğu bildirilmiştir (Seymen ve ark., 2019).

Solucan gübresi ise son dönemler de agroekolojiler tarafından sıkça gündeme gelmekte ve gittikçe kullanımı artmaktadır. Solucan kompostu oksijenli ortamda

solucanlar tarafından organik maddenin ayrıştırılmaya uğratılması ile elde edilmektedir. Solucan gübresinin yüksek değerlikte olmasının nedeni, bu gübrenin bitkiler için hemen alınabilir ya da yararlanılabilir formda olması ayrıca bakteri, fungus gibi yararlı mikroorganizmaları içermesidir. Solucan gübresinin bitki gelişimini hızlandıran organik bileşikleri içermesinden dolayı bitkilerin fitohormon aktivitesini yükselterek hastalıklara karşı direnci de arttırdığı bildirilmektedir. Aslında solucan gübresinin, suda kolaylıkla çözünebilen zengin bir makro ve mikro besin kaynağı, vitaminler, enzimler, antibiyotikler, büyüme hormonları ve hareketsizleştirilmiş mikroflora içerdiği bilinmektedir. Vermikompost yalnızca besin ve organik madde kaynağı olarak görev yapmakla kalmaz, aynı zamanda topraktaki mikrobiyal popülasyonun büyüklüğünü, biyolojik çeşitliliğini ve aktivitesini de artırabilir. Toprağın yapısını, besin dönüşümünü olumlu yönde etkilediği bilinmektedir (Gupta ve Garg 2008; Prabha 2009; Karaçal ve Tüfenkçi, 2010; Lim ve ark., 2014; Kara Özbek ve Dalkılıç, 2017).

Bu çalışmada; iyi tarım uygulamaları kurallarına uygun olarak yapılan mürver yetiştiriciliğinde PGPR’lerin ve solucan gübresinin etkinlikleri değerlendirilmiş vejetatif parametrelerine olan etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmanın bitki materyalini, 1 yaşında Tokat yöresinden selekte edilen ‘Tokat-1’ Mürver genotipi (*Sambucus nigra* L.) oluşturmuştur. Denemede Erbaa Canbolat Yaylasından (ekim-dikim yapılmayan bir arazi) Prof. Dr. İsa Karaman tarafından alınarak sıvı ortamda (Borth) yetiştirilen bakteriler kullanılmıştır. Solucan gübresi materyali olarak Rivo® marka katı solucan gübresi kullanılmıştır. Solucan gübresinin besin elementi içeriği olarak C/N % 14.14, çinko 216 mg/kg, demir 2.065 mg/kg, mangan 271,9 mg/kg, toplam fosfor P 7.259 mg/kg, (P₂O₅ % 1,66), kalsiyum 25.090 mg/kg, kükürt 6.535 mg/kg, magnezyum 6.559 mg/kg, organik madde % 66,53, pH 8.14, toplam azot % 2.1825 ve suda çözünür potasyum 12.810 mg/kg (suda çözünür K₂O: % 1.54) değerlerine sahiptir. Her bir uygulama ağacın taç izdüşümüne toprağa karıştırılarak verilmiştir (Gerçekcioğlu ve ark., 2018).

Yöntem

Bakteri süspansiyonunun hazırlığı ve uygulaması

Denemede bakteriler ekim-dikim yapılmayan bir araziden (Doğal bir ortamdan, Erbaa Canbolat Yaylası) alınarak (İsa Karaman tarafından) sıvı ortamda (Borth) yetiştirilmiştir. Laboratuvar ortamında hazırlanan ve steril edilen matriks adı verilen toz karışım ile mikroorganizmaların kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. 4 farklı grup altında toplanmıştır. Her gruptan 4.5 g bakteri tozu alınarak, toplamda 18 g bakteri tozu elde edilmiştir ve 1 L suda 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Hazırlanan solüsyonun yoğunluğu 1ml-10⁵ cfu olarak bildirilmiştir. Solüsyon bitki başına eşit şekilde ayarlanarak, bitkinin taç iz düşümünün en yakın kılcal köklerin bulunduğu yerlere olacak şekilde, her ağacın taç iz düşümüne verilmiştir (Gerçekcioğlu ve ark., 2018).

Bakteri ve solucan gübresi uygulama şekli

Kontrol; Azotlu gübre – amonyum nitrat tek dönemde, her tekerrürde 128 g olacak şekilde uygulanmıştır. Solucan gübresi; 3 farklı dönemde (yaklaşık 1 ay aralıkla) her tekerrürde toplamda 1,5 kg (750+500+250) olacak şekilde uygulanmıştır. Solucan gübresi ve bakteri uygulaması birlikte; 3 farklı dönemde (yaklaşık 1 ay aralıkla) her tekerrürde toplamda 1,5 kg solucan gübresi (750+500+250), 3 farklı dönemde (10 gün aralıkla) her tekerrürde toplamda 150 ml (50+50+50) bakteri solüsyonu olacak şekilde bitkilere verilmiştir. Sadece bakteri uygulaması ise yine 3 farklı dönemde (10 gün aralıkla) her tekerrürde toplamda 150 ml (50+50+50) olacak şekilde uygulanmıştır.

1. Kontrol (Azotlu gübre – amonyum nitrat) (128gr) Tek Dönem
2. Solucan gübresi uygulaması
750 gr solucan gübresi
500 gr solucan gübresi
250 gr solucan gübresi
3. Solucan gübresi ve bakteri uygulaması
750 gr solucan gübresi + 50 ml bakteri
500 gr solucan gübresi + 50 ml bakteri
250 gr solucan gübresi + 50 ml bakteri
4. Bakteri uygulaması (150 ml)

Çalışmada vegetatif gelişme parametreleri olarak; taç hacmi (m³), sürgün çapı (mm), sürgün boyu (cm), oluşan yazlık sürgün sayısı (adet/ağaç), gövde çapı (mm); yaprak özelliklerinin belirlenmesinde, yaprak klorofil içeriği ((Konica Minolta Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus), yaprak alanı (ADC Bio Scientific Area meter) ve yaprak bitki besin elementi analizleri yapılmıştır. Yaprak örneklerinin besin maddesi analizleri için alınan örnekler laboratuvarında temizlenerek kurutulmuş ve öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Alınan yaprak örneklerinde N, P, K, Ca, Mg ve Na analizleri yanında, toplam demir, çinko, bakır ve mangan analizleri yapılmıştır. Bitki yapraklarında toplam demir, çinko, bakır ve mangan analizleri; nitrik asit ile yaş yakma yönteminden elde edilen

süzükte ICP-OES (Inductively Coupled Plasma)' de belirlenmiştir (Halvin ve Soltanpour, 1980).

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Denemede verilerin değerlendirilmesi ve varyans analizlerinde (ANOVA) SPSS (Version 12.00; Chicago, IL, USA) istatistik yazılım programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması DUNCAN'a göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, bakteri ve solucan gübresi uygulamalarının ölçümleri yaprak dökümünden sonra dinlenme dönemi içerisinde yapılmıştır.

Bazı Vegetatif Özelliklerin Belirlenmesi

Ağaç taç hacmi ortalaması üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmamıştır. Taç hacmi ortalaması 1,52-2,43 m³ olarak ölçülmüş ve en yüksek değer kontrol (2,43 m³) ve PGPR (2,36 m³) uygulamasından elde edilmiştir. Yıllar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan (P<0,01) düzeyinde önemli bulunmuştur. İlk yıl ortalaması 0,42 m³, ikinci yıl 3,61 m³ olarak belirlenmiştir. Bitkilerin sürgün çapı değerlerinde uygulamalar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Yıllar arasındaki farklılığın sürgün çapı üzerindeki etkilerinin istatistiksel açıdan (P<0,01) düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Ortalama sürgün çapı 1. yıl 8,11 mm olarak, 2. yıl ise 10,23 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1)

Ortalama sürgün boyu verileri incelendiğinde; yıllar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan (P<0,01) düzeyinde önemli olurken, uygulamalar arasındaki farklılık ise (P<0,05) düzeyinde önemli bulunmuştur. En uzun sürgün boyu kontrol grubunda (89,39 cm), daha sonra PGPR (86,48 cm) ve solucan gübresi (77,03 cm) uygulamasında tespit edilirken, en kısa sürgün boyu Solucan+PGPR (71,30 cm) uygulamasında ölçülmüştür. Yıllar arasındaki ortalamalar incelendiğinde, ikinci yıl sürgün boyu tüm uygulamalarda artmış, ilk yıl 63,28 cm ve ikinci yıl 98,93 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Ortalama taç hacmi (m³) ve gövde çapının (mm) yıl ve uygulamalara göre değişimi

Table 1. Variation of average crown volume and stem diameter according to year and treatments

Uygulamalar	Ortalama Taç hacmi (m ³)			Ortalama Sürgün çapı (mm)		
	1.Yıl	2. Yıl	Ortalama	1.Yıl	2. Yıl	Ortalama
Kontrol	0,30	4,56	2,43 ^{OD}	8,89	10,30	9,60 ^{OD}
Solucan	0,28	3,22	1,75	7,66	11,03	9,35
Solucan + PGPR	0,32	2,72	1,52	7,78	9,75	8,76
PGPR	0,79	3,94	2,36	8,11	9,84	8,98
Ortalama	0,42 b**	3,61 a		8,11 b**	10,23 a	

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,01), ^{OD} Önemli değil

Çizelge 2. Ortalama sürgün boyu (cm) ve oluşan yazlık sürgün sayısının (adet) yıl ve uygulamalara göre değişimi

Table 2. Variation of average shoot length and number of summer shoots formed according to year and treatments

Uygulamalar	Ortalama Sürgün boyu (cm)			Ortalama yazlık sürgün sayısı (adet)		
	1.Yıl	2. Yıl	Ortalama	1.Yıl	2. Yıl	Ortalama
Kontrol	69,43	109,35	89,39 a*	4,67	34,33	19,50 ^{OD}
Solucan	57,21	96,86	77,03 ab	4,78	35,44	20,11
Solucan+ PGPR	59,28	83,32	71,30 b	5,00	22,89	13,94
PGPR	66,79	106,17	86,48 ab	4,67	27,33	16,00
Ortalama	63,18b**	98,93 a		4,78 b**	30,00 a	

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0,01); ^{OD} Önemli değil

Çizelge 3. Yaprak yüzey alanının (cm²) ve klorofil değerinin (SPAD ccl) uygulamalara göre değişimiTable 3. Variation of leaf surface area (cm²) according to treatments

Uygulamalar	Yaprak yüzey alanı (cm ²)		Yaprak klorofil değeri (SPAD ccl)		
	2.Yıl	1. Zaman	2. Zaman	3. Zaman	Ortalama
Kontrol	371,62	29,20	27,47	26,19	27,62 a**
Solucan	346,82	24,43	24,20	23,02	23,89 b
Solucan + PGPR	337,71	25,09	27,73	27,71	26,84 a
PGPR	359,64	25,01	30,83	27,78	27,87 a
Ortalama	353,95	25,93	27,56	26,18	

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,01), ÖD Önemli değil

Oluşan yazlık sürgün sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Sürgün sayısı ortalaması en fazla solucan gübresi uygulamasında (20,11 adet) gözlemlenmiştir. Yıl × uygulama interaksyonu da istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Yıllar arasındaki farklılık (P<0,01) düzeyinde önemli olmuş ve birinci yıl 4,78 adet/bitki, ikinci yıl 30 adet/bitki olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin ve vermikompostların bitki türlerinin vejetatif özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur. PGPR uygulamalarının eşme ayva çeşidinde ağaç taç hacmini, sürgün sayısı ve sürgün boylarını ilk yıla göre ikinci yılda artırdığı bildirilmiştir (Gerçekcioğlu ve ark., 2018). Karakurt ve ark. (2010), farklı bakteri ırkları uygulamalarının kayısı çöğürlerinde yıllık sürgün çapı ve yıllık sürgün sayısını ilk yıla göre ikinci yılda artırdığını tespit etmişlerdir. İpek ve ark. (2018), ahudududa ve Karakurt (2012), vişnede PGPR uygulamalarının sürgün çapını artırdığını tespit etmişlerdir. Elma fidanlarında bitki büyümesini teşvik edici bakteri uygulamalarının kontrole göre fidan boyunu artırdığı (Coşkun 2011), ‘Deveci’ armut çeşidinde bakteri uygulamalarının sürgün boyunu artırdığı bildirilmiştir (Arıkan ve ark., 2018). “Granny Smith” elma çeşidinde üç farklı bakteri suşu (Bacillus M3, Bacillus OSU-142 ve Microbacterium FS01) ve kombinasyonları uygulamalarının sürgün uzunluğu ve sürgün çapı gibi vejetatif parametrelerde önemli artışlara neden olduğu tespit edilmiştir (Karlıdağ ve ark., 2007). Farklı bakteri kombinasyonlarının BA29 anacına aşılı deveci armut çeşidinde ait fidanlarda vejetatif gelişim özelliklerinin incelendiği çalışmada; uygulamaların fidan boyu, gövde çapı ve sürgün uzunluğunu artırdığı tespit edilmiştir (Erdoğan ve Koç 2018). Elmada farklı anaç kombinasyonlarında bitkisel özellikler üzerine rizobakteri uygulamasının etkisi olumlu olarak belirlenmiş ve uygulamaların yaprak alanında %9,97’ye, sürgün uzunluğunda %26,72’ye kadar artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Yıldız ve ark., 2022).

Yaprak Özelliklerinin Belirlenmesi

Bakteri ve solucan gübresi uygulamalarının yaprak gelişimi ve besin maddesi içeriklerine etkilerini incelemek için yapraklar, ağacın bütün yöneylerinden olmak üzere yazlık sürgünlerin orta yaprakları alınarak yapılmıştır. Klorofil değeri ölçümleri ise vejetasyon döneminde her bir bitkiden 15 gün ara ile 3 farklı zamanda alınan yaprak örnekleri ile yapılmıştır. Araştırmamızda uygulamaların yaprak yüzey alanına etkilerine uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Sonuçlar incelendiğinde ortalama yaprak yüzey alanının en

düşük Solucan+ PGPR uygulamasında 337,71 cm² olarak belirlenmiştir. 3 farklı zaman da ölçülen yaprak klorofil değerinde ise zamanlar arasındaki ortalama değerlerin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki ortalamalara bakıldığında ise istatistiksel açıdan (P<0,01) düzeyinde önem tespit edilmiştir. Solucan gübresi (23,89 ccl) en düşük sonucu verirken, diğer uygulamalar benzer etkiyi göstermişlerdir (Çizelge 3).

Karakurt ve ark. (2010), farklı bakteri ırklarının kayısı çöğürlerine iki yıl uygulamaları sonucunda yaprak alanında ilk yıla göre ikinci yıl verilerinin artış göstermiş olduğunu belirlemişlerdir. Ahudududa PGPR uygulamalarının yaprak alanını kontrole göre daha fazla artırdığı tespit edilirken (İpek ve ark., 2018), Vişnede rizobakterilerin yaprak alanını artırmada istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Arıkan, 2012). Gerçekcioğlu ve ark 2018, eşme ayva çeşidinde PGPR uygulamalarının yaprak klorofil değerinde yıllar arasındaki istatistiksel farklılığı önemsiz bulurken, uygulamalar arasındaki farklılığı önemsiz tespit etmişlerdir. Erdoğan ve Koç (2018), farklı bakteri kombinasyonlarında armut fidanlarının yaprak klorofil değerlerinin istatistiksel açıdan önemli olmadığını belirlemişlerdir. Yıldız ve ark. 2022, elmada farklı anaç kombinasyonlarında, bitkisel özellikler üzerine rizobakteri uygulamasının etkilerini olumlu olarak tespit etmiş ve yaprakların SPAD değerlerinde %8,42’ye kadar artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Yaprak makro besin elementi içerikleri incelendiğinde yaprak N içeriği diğer uygulamalara göre istatistiksel olarak (P<0,05) düzeyinde önemli olarak tespit edilmiş, Fosfor (P), potasyum (K) ve magnezyum (Mg) içeriğine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Azot (N) yaprak besin elementi analizinde en yüksek değerler solucan + PGPR uygulamasından 3 mg/L, PGPR uygulamasından 2,26 mg/L ve kontrol uygulamasından 2,19 mg/L olarak elde edilmiştir (Çizelge 4).

Mikro besin elementlerinden Zn, Na ve Fe bitki besin elementi analizlerinde uygulamaların etkisi istatistiksel açıdan (P<0,05) düzeyinde önemli bulunmuştur. Zn yaprak besin elementi analizinde en yüksek değerler PGPR uygulamasında 68,71 mg/L, kontrol uygulamasında 45,57 mg/L ve solucan gübresi uygulamasında 39,10 mg/L olarak, Na yaprak besin elementi analizinde en yüksek değerler kontrol, PGPR ve solucan gübresi uygulamalarında (0,020 mg/L, 0,019 mg/L ve 0,018) olarak ve Fe yaprak besin elementi analizinde en yüksek değerler solucan gübresi (193,97 mg/L) ve PGPR (165,30 mg/L) uygulamasından elde edilmiştir. Bakır (Cu) ve mangan (Mn) içerikleri açısından uygulamaların etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge5).

Çizelge 4. Uygulamaların yaprak makro besin elementi içeriklerine etkisi (mg/L)

Table 4. Effect of treatments on leaf macronutrient contents

Uygulamalar	N	P	K	Mg
Kontrol	2,19 ab*	1,12	1,32	1,98
Solucan	0,85 b	1,53	1,41	1,95
Solucan + PGPR	3,00 a	1,60	1,35	2,05
PGPR	2,26 ab	1,38	1,37	1,99
Ortalama	2,07	1,41	1,36	1,99

Uygulama(N): * Uygulama(P,K,Mg):ÖD Önemli değil; *: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P≤0,05)

Çizelge 5. Uygulamaların yaprak mikro besin elementi içeriklerine etkisi (mg/L)

Table 5. Effect of treatments on leaf micronutrient contents

Uygulamalar	Cu	Mn	Zn	Na	Fe
Kontrol	13,86	174,90	45,57 ab*	0,020 a*	128,86 bc*
Solucan	15,73	193,16	39,10 ab	0,018 ab	193,97 a
Solucan+PGPR	15,15	167,58	20,15 b	0,014 b	100,00c
PGPR	17,44	170,56	68,71 a	0,019 a	165,30 ab
Ortalama	15,54	176,55	43,38	0,018	147,04

Uygulama(Zn, Na, Fe): * Uygulama (Cu, Mn): ÖD; *: Sütunlarda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P≤0,05)

Çizelge 6. Uygulamaların bazı kök özellikleri üzerine etkisi

Table 6. Effect of treatments on some root properties

Uygulamalar	Kök Sayısı (adet)	Kök Uzunluğu (cm)	Kök Çapı (mm)	Kök Toplam Kuru Madde Oranı (%)
Kontrol	80,67 ^{ÖD}	80,01 ^a	10,45 ^{ÖD}	31,63 ^{ÖD}
Solucan	59,00	71,37 ^b	7,87	28,83
Solucan + PGPR	46,33	65,63 ^b	8,74	28,79
PGPR	57,67	70,19 ^b	8,05	30,06
Ortalama	60,92	71,80	8,78	29,83

Uygulama (kök uzunluğu):*; *Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P≤0,05) ÖD: Önemli değil

Ayrıca yaprak besin elementi analizlerinden kalsiyum (Ca) analizi yapılmış fakat değerler alınmamıştır. Toprak pH'nın düşük olması, toprakta bulunan Ca miktarı ve Ca ile rekabet halinde bulunan iyonların (K, Mg, NH₄) fazla olması gibi faktörler bitkide Ca alınımını etkilemektedir. Kökler tarafından alınan Ca'nın meyveye ulaşması ağaç büyüklüğüne bağlı 2-4 yıl arasında gerçekleşmektedir (Uçgun ve ark., 2017).

Yapılan çalışmalarda, vermikompostun toprağa uygulandığında, azotlu bileşiklerin yavaşça parçalanarak bitkinin büyüme dönemi boyunca sabit bir N kaynağı sağladığını, bunun da toprakta daha fazla N bulunabilirliği ve daha sonra alımı ile bağlantılı olabileceği bildirilmiştir. Vermikompost ve Azotobakter ilavesi ile, toprağın fiziksel durumunu iyileştirmekte ve toprağın nem tutma özelliğinin artmasıyla bitkiler tarafından su emiliminin artmasına yol açarak yapraklarda daha fazla N birikmesine katkıda bulunmaktadır (Lim ve ark., 2014). Vermikompost, nitratlar, değiştirilebilir fosfor ve çözünebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi bitkiler tarafından kolaylıkla alınan formlarda besin maddelerini içermektedirler (Lim ve ark 2014). Elde edilen bulgularda yaprağın N, P ve Mg içeriklerinin solucan +PGPR uygulamalarında daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.) Ayrıca yapılan farklı çalışmalarda Gerçekcioğlu ve ark. (2018), PGPR'lerin ayvada P, K ve Zn yaprak besin elementi içeriklerinde istatistiki açıdan önemli bulgular elde ederken, Mn, Cu, Na, Mg ve Ca yaprak besin elementleri açısından önemsiz sonuçlar elde etmiştir. Erdoğan ve Koç (2018), armut fidanlarında PGPR uygulamalarının N, P, Mg, Mn ve Zn yaprak besin elementleri içeriğine etkilerini istatistiki açıdan önemli bulurken, Fe, Cu, Ca ve K yaprak

elementleri içeriğine etkilerini ise önemsiz bulmuşlardır. Atılğan ve ark. (2019), kirazda bakteri ve kompost çayı uygulamalarında, ilk yılda, uygulamalara bağlı olarak kontrole göre P, K, Na, ikinci yılda ise Fe içeriği bakımından istatistiksel farklılık tespit etmişlerdir. Rhizobakteri uygulamasında farklı elma fidanı-anaç kombinasyonlarında, uygulamaların yaprak besin maddesi içeriğine etkisi çeşitlere göre farklı olup, N, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu elementleri önemli bulunurken, B yaprak besin elementi önemsiz olmuştur (Yıldız ve ark., 2022).

Bazı Kök Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmada kök ölçümleri, yaprak dökümünden sonraki dönemde yapılmıştır. Kök uygulamalarında, kök uzunluğu bakımından uygulamalar arasında istatistiki açıdan farklılık (P<0,05) düzeyinde önemli bulunmuş ve en iyi sonuç Kontrol (80,01 cm) uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamalar aynı grupta yer almıştır. Kök sayısı, kök çapı ve kök toplam kuru madde oranı bakımından uygulamalar arasında farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 6).

Yapılan araştırmalarda Karakurt ve ark. (2010), PGPR uygulamalarının kayısı çöğürlerinin yan kök sayısında artış gözlemlerken, yan kök çapına etki etmediğini gözlemlenmiştir. Kınık ve Çelikel (2017), kuşburnu çeliklerine rizobakteri uygulamalarının köklenme oranı, kök yumağı eni, kök boyu ve ana kök sayısına etkilerini incelemişler ve genel olarak bakteri uygulamaları; köklenme kalitesini (kök yumağı eni, kök boyu ve ana kök sayısı) arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde PGPR'lerin kök gözlemleri üzerinde çalışmamızdan daha iyi ve benzer bulgular tespit edildiği görülmektedir.

Sonuç

Kimyasal girdi kullanımını azaltmaya yönelik, meyvecilik alanında yapılan bakteri uygulamalarında, başarılı sonuçlar alındığı görülmektedir. Mürverde Tokat ekolojisinde hem PGPR hem de solucan gübresi uygulamalarının bitkisel özellikler üzerine olumlu etkiler yaptığı görülmüştür. Fakat PGPR + Solucan gübresi kombine uygulamasında bitki vegetatif özellikleri bakımından sistenildiği kadar başarılı bir sonuç elde edilememiştir. Meyvecilikte bu tür uygulamaların etkin sonuçlarının alınmasının zaman aldığı bilinmektedir. Fakat yaprak besin maddesi bakımından en iyi uygulamalar PGPR ve PGPR + solucan gübresi uygulamaları olmuştur. Kimyasal gübre kullanımını azaltmak açısından yaprak besin elementi içeriğinde Solucan + PGPR uygulaması inorganik gübrelerle birlikte, mürver yetiştiriciliğinde biyolojik gübre olarak uygulanabilir görülmektedir.

Bilgi

Bu çalışma yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Kaynaklar

Arıkan, Ş. (2012). Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin (BBAR) Vişnede Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Atılğan, H., Mısırlı, A., Özaktan, H., Şen, F., Acarsoy Bilgin, N. (2019). Bakteri ve Kompost Çayı Uygulamalarının Salihli Kiraz Çeşidinde Meyve Özellikleri, Verim ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 2019, 56 (4): 409-416.

Coşkun, N. (2011). Bitki Büyümesini Artırıcı Riobakteriler (Bbar) Ve Perlan (Ba+Ga4+7) Uygulamalarının, M9 Anacı Üzerine Aşılı Bazı Elma Çeşitleri Fidanlarında Dallanma Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi.

Çakmakçı, R. (2004). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 36 (1), 97-107, 2005 ISSN 1300-9036.

Erdoğan, U., Koç, A. (2018). Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteri Uygulamalarının Armut Fidanlarının Vejetatif Gelişim Özelliklerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2018) 35 (Ek Sayı), 13-22.

Arıkan, Ş., Eşitken, A., İpek, M., Pırlak, L., Turan, M., Dönmez MF. (2018). Bitki Büyümesini Artıran Rizobakteri (BBAR) Uygulamalarının Kireçli Toprak Şartlarında Yetiştirilen Deveci Armut Çeşidinin Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2018) 35 (Ek Sayı), 54-56.

Gerçekcioğlu, R. (2013). Mürveryemişi. Üzümsü Meyveler. Eğitim Yayınları No:1. S. 383-402.

Gerçekcioğlu, R., Ertürk, A., Öz Atasever, Ö. (2018). Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) Uygulamasının Eşme Ayva Çeşidinde (Cydonia vulgaris L.) Bitki gelişmesi Üzerine Etkileri. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG) 35, 89-96. DOI: 10.13002/jafag4506

Gupta, R., Garg, VK. (2008). Stabilization of primary sewage sludge during vermicomposting. J Hazard Mater 1530:1023 – 1030.

Güneş, A., Turan, M., Şahin, F., Haliloğlu, K. (2012). Organik Tarımda Biyogübrelerin Kullanımı. <http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/2J7CIFof-16122012-31.pdf> Erişim tarihi: 13/12/2018.

Halvin, JL., Soltanpour, PN. (1980). A Nitric Acid Polant Tissue Digest Method for Use With Inductively-coupled Plasma Spectrometry. Communications in Soil Science and Plant Analysis 11, 969-980.

İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, MN., Yakışır, E., Okur, O. (2014). Bitkisel Üretimde Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR)*LER Ve Etki Mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR, Cilt:12, Sayı:2, S:1-19.

İpek, M., Arıkan, Ş., Eşitken, A., Pırlak, L. (2018). Bitki Gelişimini Artırıcı Rizobakterilerin “Heritage” Ahududu (Rubus idaeus L.) Çeşidinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. YYÜ TAR BİL DERG. 2018, 28(1): 42-48.

Kara Özbek, C., Dalkılıç, Z., (2017). Üç Yapraklı Portakal Çöğürlerinin Büyümesi Üzerine Mikoriza ve Solucan Gübresinin Etkisi, Nagami Kamkatı Aşı Kalemelerinin Kobalt-60 Işınlamasına Dayanımının Belirlenmesi ve Farklı Genotiplerin RAPD Belirteçleri ile Tanımlanması . Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 14 (1) , 1-7 . DOI: 10.25308/aduziraat.304139

Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş. (2010). Bitki Beslemede Yeni Yaklaşımlar Ve Gübre - Çevre İlişkisi.

Karakurt, H., Kotan, R., Aslantaş, R., Dadaşoğlu, F., Karagöz, K., Şahin, F. (2010). Bitki Büyümesini Teşvik Eden Bazı Bakteri Strainlerinin ‘Şekerpare’ Kayısı Çöğürlerinin Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (1), 7-12, 2010 Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University, 41 (1), 7-12, 2010 ISSN: 1300-9036.

Karlıdağ, H., Eşitken, A., Turan, M., Şahin, F. (2007). “Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of apple”, Scientia Horticulture, 114: 16-20.

Kınık, E. ve Çelikel, F.G. (2017). Bakteri ve Oksin Uygulamalarının Kuşburnu Bitkisinin Çelikle Çoğaltılması Üzerine Etkileri. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(13): 1714-1719, 2017.

Lim, S.L., Wu, T.Y., Lim, P.N., Shak, K.P.Y. (2014). The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. J. Sci. Food Agric., 95: 1143-1156. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6849>

Manivannan, S., Balamurugan, M., Parthasarathi, K., Gunasekaran, G. and Ranganathan, L.S. (2009). Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity – beans (Phaseolus vulgaris). J Environ Biol 30: 275– 281.

Öz Atasever, Ö. (2022). Ticari Gelişim Potansiyeli Olan Bir Meyve Türü ‘Mürver’ (Sambucus nigra L.). Tarıma Farklı Boyutlardan Sosyo - Ekonomik Bakış Ve Kırsal Kalkınma. Iksad Publications – 2022. S 77-85. ISBN: 978-625-6380-23-3

Prabha, M.L. (2009). Waste management by vermitechnology. Ind J Env Prot 29 : 795 – 800

Saatçioğlu, G., Görgün, G. (2012). Mürver Ağacı (Sambucus L.) Ve Önemli Elderberry, Sambucus L. And Its Importance. Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Bursa. Uludağ Arıcılık Dergisi Mayıs 2012. S. 68-69.

Samancıoğlu, A., Yıldırım, E. (2015). Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri Uygulamalarının Bitkilerde Kuraklığa Toleransı Arttırmadaki Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20(1):72-79 (2015).

Seymen, M., Can, H., Kal, U. (2019). The Role and Current Status of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Vegetable Cultivation. 2nd International Turkish World Engineering and Science Congress, November 7-10, 2019, S184-193

Tundis, R., Loizzo, M.R., Bonesi, M., Sicari, V., Ursino, C., Manfredi, I., Conidi, C., Figoli, A., Cassano, A. (2018). Concentration of Bioactive Compounds from Elderberry (Sambucus nigra L.) Juice by Nanofiltration Membranes. Plant Foods for Human Nutrition (2018) 73:336-343.

Uçgun, K., Altındal, M. ve Cansu, M. (2017). Elma Ağaçlarında Yaz Budamasının Meyve ve Yaprakların Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi. Toprak Su Dergisi, 2017, Özel Sayı: (71-75).

Yıldız, E., Yaman, M., Ercisli, S., Sumbul, A., Sonmez, O., Gunes, A., Bozhuyuk, M.R., Kviklyk, D. 2022. Effects of Rhizobacteria Application on Leaf and Fruit Nutrient Content of Different Apple Scion–Rootstock Combinations. Horticulturae. 2022; 8(6):550. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060550>



Effect of Thermosonication Treatment on Enzyme Activity and Phenolic Compounds in Apple Juice: FTIR and HPLC Study

Hande Baltacıoğlu^{1,a,*}, Emine Melike Türk^{1,b}, Gözde Doğanay^{1,c}

¹Department of Food Engineering, Niğde Ömer Halisdemir University, 51240 Niğde, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 02.10.2023 Accepted : 29.11.2023</p> <p>Keywords: Apple Juice FTIR HPLC Phenolic Compound Thermosonication</p>	<p>In this study, fresh apple juice was pasteurized at different amplitudes (60, 80, and 100%), times (5, 10, 15, 20, 25, and 30 min), and temperatures (40, 50, 60, and 70°C) with thermosonication (TS), which is an alternative to heat treatment. The effect of TS on polyphenol oxidase (PPO), peroxidase (POD), and phenolic compounds found in apple juice was examined. Phenolic compounds were investigated using HPLC and FTIR spectroscopy. When looking at the inactivation results, 99% of the PPO enzyme was inactivated in apple juice after 15 minutes of TS treatment at 100% amplitude and 70°C, while 94.5% of the POD enzyme was inactivated under similar conditions. 80% amplitude, 60°C, and 15 minutes were detected as the process parameters in which total phenolic content and antioxidant activity were best preserved. Catechin, epicatechin, chlorogenic acid, caempferol, and caffeic acid were determined by HPLC as phenolic compounds. When FTIR spectra were examined no significant change was determined in phenolic compounds. At the same time, the phenolic compounds determined by HPLC and FTIR seemed to be compatible. Thermosonication can be recommended as a promising method for the inactivation of enzymes and the protection of bioactive compounds in apple juice processing.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 72-82, 2024

Termosonikasyon İşleminin Elma Suyunda Enzim Aktivitesi ve Fenolik Bileşiklere Etkisi: FTIR ve HPLC Çalışması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 02.10.2023 Kabul : 29.11.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Elma suyu Fenolik Bileşik FTIR HPLC Termosonikasyon</p>	<p>Yapılan bu çalışmada ısı işleme alternatif termosonikasyon (TS) yöntemi ile taze elma suyu farklı genlik (%60, 80, 100), sıcaklık (40, 50, 60 ve 70°C) ve sürelerde (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika) pastörize edilmiştir. Bu yöntemin elma suyunda bulunan polifenoloksidaz (PPO) ile peroksidaz (POD) ile fenolik bileşiklere etkisi araştırılmıştır. Fenolik bileşikler HPLC ve FTIR spektroskopisi kullanılarak belirlenmiştir. İnaktivasyon sonuçlarına bakıldığında elma suyunda %100 genlikte, 70°C sıcaklıkta 15 dakika işlem sonunda PPO enziminin %99'u inaktif olurken, aynı koşullarda POD enziminin %94,5'i inaktif olmuştur. %80 genlik, 60°C sıcaklık ve 15 dakika toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin en iyi korunduğu işlem parametreleri olarak belirlenmiştir. HPLC ile belirlenen fenolik bileşikler; kateşin, epikateşin, klorojenik asit, kafeik asit ve kamferoldur. FTIR spektrumlarına bakıldığında fenolik bileşiklerde önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Aynı zamanda HPLC ve FTIR ile belirlenen fenolik bileşiklerin benzer olduğu tespit edilmiştir. Termosonikasyon elma sularının işlenmesinde enzimlerin inaktivasyonu ve biyoaktif bileşiklerin korunmasında umut verici bir yöntem olarak önerilebilmektedir.</p>

^a handebaltacioglu@ohu.edu.tr
^c gdoganay33@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-0774-0872>
<https://orcid.org/0000-0002-1227-9892>

^b meliksahh16@gmail.com ^d <https://orcid.org/0000-0002-9960-1855>



Giriş

Anavatanı Anadolu, Kafkasya ve Türkistan olan elma, vitaminler, mineral maddeler ve organik asitlerden malik asit yönünden zengin bir meyvedir (Anonim, 2016). Meyvenin sahip olduğu şeker ve asit miktarı lezzet ve aromasını etkilemektedir. Genellikle elma yapısındaki toplam şeker miktarı %7-12 arasında, toplam asit miktarı ise %0,20-1,70 arasında değişmektedir. Genel olarak elma suyu aroma açısından zengin, asit-şeker dengesi yeterli, uygun dönemde hasat edilmiş elmalardan üretilmektedir. Bu nedenle elma suyu üretimi için hasat zamanı oldukça önemli olup, elmaların sofra olgunluğundan bir önceki dönemde hasat edilmesi gerekmektedir. Bu dönemde hasat edilen elmalar aromatikdir (Erdoğan ve ark., 2011). Ülkemizde meyve suyuna işlenen meyveler arasında birinci sırada yer alan elma %46'lık paya sahiptir (Anonim, 2011). Elma ve elma suyunun içeriğinde belirlenen kateşin, epikateşin, klorojenik asit, prosiyanidin, floridzin ve floretinksiloglukozit başlıca bulunan fenolik bileşiklerdir (Karadeniz, 1994). Çeşitli hastalıklara karşı koruyucu etkisi olan elmanın lif içeriğinin yüksek olması nedeniyle kalori değeri düşük olup, tokluk hissi vermektedir (Demirtaş, 2018).

Hasatı yapılan meyve-sebzeler ürüne işlenerek kaliteyi olumsuz etkileyen mikroorganizma ve enzimleri inaktive etmek için çeşitli işlemlere tabi tutulmaktadır. Isıl işlem yöntemleri (haşlama, pastörizasyon veya sterilizasyon) enzim inaktivasyonu için kullanılan en yaygın yöntemlerdendir. Ancak yüksek sıcaklıklar ürün kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle gıdaların işlenmesi sırasında kalite özellikleri (renk, koku, tat) ile besinsel değerini daha az etkileyecek ısıl işlem yöntemleri yerine alternatif gıda muhafaza yöntemleri tercih edilmeye başlanmıştır (Demirtaş, 2018). Çevreye karşı duyarlı, enerji ve zamanı daha verimli kullanan, ısıl işleme alternatif yöntemlerden bazıları VEA (vurgulu elektrik alan), ultraviyole ışık, yüksek hidrostatik basınç, ışılama ve ultrason gibi yeni teknolojilerdir. Yüksek güçlü ultrason dalgaları, gıdalarda enzimlerin ve mikroorganizmaların inaktivasyonu için tek başına kullanılabilirdiği gibi diğer muhafaza yöntemleri (sıcaklık ve basınç) ile birlikte kombine şekilde de kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden birisi termosonikasyondur. Kısaca termosonikasyon (TS), ultrasonun etkinliğini artırmak için sıcaklık ile birlikte uygulandığı kombinasyonlara denilmektedir (Demirtaş, 2018). Frekans aralığı 20 kHz-10 MHz aralığında olan ultrason cihazları gıdaların işlenmesinde kullanılmaktadır. Ultrason cihazı kullanımına göre genellikle düşük (1 W/cm², 100 kHz) ve yüksek (10-1000 W/cm², 20-100 kHz) enerjili ultrason uygulaması olarak sınıflandırılmaktadır. Düşük enerjili ultrason uygulamaları gıdalarda fizyokimyasal özelliklerin belirlenmesinde, yüksek enerjili ultrason uygulamaları ise gıdalarda enzimlerin ve mikroorganizmaların inaktivasyonu için kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2013).

Isıl işleme alternatif olarak uygulanan yöntemlerin etkisinin belirlenmesi için tek başına enzim inaktivasyonunu belirlemek yeterli değildir. Bununla birlikte uygulanan işlemin gıda kalitesi üzerindeki etkisinin de belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla bu çalışmada elma suyuna termosonikasyon işleminin etkisi araştırılmıştır. Elma suyunda enzimatik esmerleşmeye

sebeplere meyve suyunun renk kalitesini etkileyen Polifenol oksidaz (PPO) ve Peroksidaz (POD) enzimleri üzerine etkisi inaktivasyon değerleri ile belirlenmiştir. Aynı zamanda termosonikasyon yönteminin elma suyundaki fenolik bileşikler üzerine etkisini belirlemek ve değişiminin incelemek için Toplam Fenolik Madde (TFM) miktarı ve antioksidan aktivite değerleri (EC₅₀) hesaplanmıştır. Bununla birlikte bu çalışmada HPLC ve FTIR spektroskopisi kullanılarak termosonikasyon işlemi ile fenolik bileşiklerin değişimi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada kullanılan elmalar (Red Chief) yerel üreticilerden 2018 yılının Eylül ayında taze olarak temin edilmiş ve elma suyu üretimine kadar buzdolabında 4°C'de muhafaza edilmiştir. Elmalar yıkanıp, kurulandıktan sonra dört parçaya bölünüp parçalayıcıdan (Arnica Orbital Mix, Türkiye) geçirilmiş, daha sonra 4 katlı tülent ile süzülerek elma suyu elde edilmiştir. Taze elma suyu kontrol örneği olarak belirlenmiştir.

Termosonikasyon Uygulaması

Taze elma suyunda termosonikasyon uygulaması için UP400S (Dr. Hielscher GmbH, Germany) model ultrason cihazı kullanılmıştır. Ultrason cihazının paslanmaz çelik probu 22 mm çapındadır. Bu ucun akustik güç yoğunluğu 460 W/cm²'dir. Elma suyu örneklerine termosonikasyon işlemi farklı genlik seviyeleri (% 60, 80 ve 100), farklı sıcaklık (40, 50 ve 60°C) ve farklı sürelerde (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika) uygulanmıştır. Bununla birlikte yapılan enzim aktivitesi sonuçlarına göre %100 genlik seviyesinde 70°C sıcaklık için de termosonikasyon işlemi uygulanmıştır. Cam behere (7 cm × 9,5 cm) 200 ml taze elma suyu konulmuş ve içerisine ultrason probu 2,5 cm derinlikte daldırılmıştır. İşlem sırasında sıcaklığı kontrol altında tutmak için, cam beher su banyosunun içine konulmuştur. Termosonikasyon işlemi esnasında sıcaklık artışı olacağından ve bu sıcaklık artışı uygulanan güç seviyesine göre değişiklik göstereceğinden kullanılan suyun sıcaklığı her işlem öncesinde deneysel olarak belirlenmiştir. Dijital termometre kullanılarak işlem sırasında örnek sıcaklığı sürekli kontrol edilmiştir. Elma suyu örnekleri, aktivite değerlerinin ölçülmesi için termosonikasyon uygulamasından sonra hemen buzlu su banyosuna alınmıştır.

Kalan PPO Aktivitesinin Belirlenmesi

Termosonikasyon işleminden sonra kalan PPO aktivitesi ölçümleri Baltacıoğlu ve Doğanay (2021) tarafından kullanılan yöntemle göre belirlenmiştir. Kalan enzim aktivitesi kontrolün aktivitesine oranlanarak (%) belirtilmiştir.

Kalan POD Aktivitesinin Belirlenmesi

Termosonikasyon işleminden sonra kalan POD aktivitesi ölçümleri Baltacıoğlu ve Doğanay (2021) tarafından kullanılan yöntemle göre belirlenmiştir. Kalan enzim aktivitesi kontrolün aktivitesine oranlanarak (%) belirtilmiştir.

TFM Tayini

TFM tayini Baltacıoğlu ve Doğanay (2021) tarafından kullanılan yöntem ile belirlenmiş, mg GAE (eşdeğer gallik asit) / kg yaş ağırlık (YA) olarak hesaplanmıştır.

DPPH Yöntemiyle Antioksidan Aktivite

Antioksidan aktivite değerleri DPPH radikali kullanılarak Baltacıoğlu ve Doğanay (2021) tarafından kullanılan yöntemdeki gibi ölçülmüştür. % inhibisyon eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır:

$$\% = \frac{KA - \ddot{O}A}{KA} \times 100 \quad (1)$$

KA : Kontrolün absorbansı

ÖA : Örneğin absorbansı

20, 40, 60, 80 ve 100 µl örnek konsantrasyonuna karşı hesaplanan % inhibisyon değerleri ile oluşturulan grafikten %50 inhibisyona neden olan EC₅₀ (mg/ml) değerleri bulunmuştur.

FTIR Spektroskopisi ile Fenolik Madde Değişiminin Belirlenmesi

Bu çalışmada fenolik bileşiklerin farklı inaktivasyon işlemleri ile değişimi Fourier Dönüşüm Kızıl Ötesi (FTIR) spektroskopisi (Bruker, Almanya) ile belirlenmiştir. ATR hücresi üzerine yerleştirilen dondurarak kurtulmuş örneklerden, 2 cm⁻¹ çözünürlükte 128 tarama yapılarak MIR (400-4000 cm⁻¹) bölgesinde spektrum elde edilmiştir.

HPLC Yöntemiyle Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi

HPLC yöntemi kullanılarak elma suyunun fenolik içeriği belirlenmiştir (Baltacıoğlu ve Doğanay, 2021).

İstatistik Analizleri

Minitab (18 versiyon, Minitab Inc., State College, PA, ABD) programı kullanılarak verilerin istatistiksel analizi gerçekleştirilmiştir. Genel lineer model verilerin analizinde kullanılmıştır. Tukey's çoklu karşılaştırma testi yapılarak uygulamalar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir. Deneyler üç kez tekrarlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

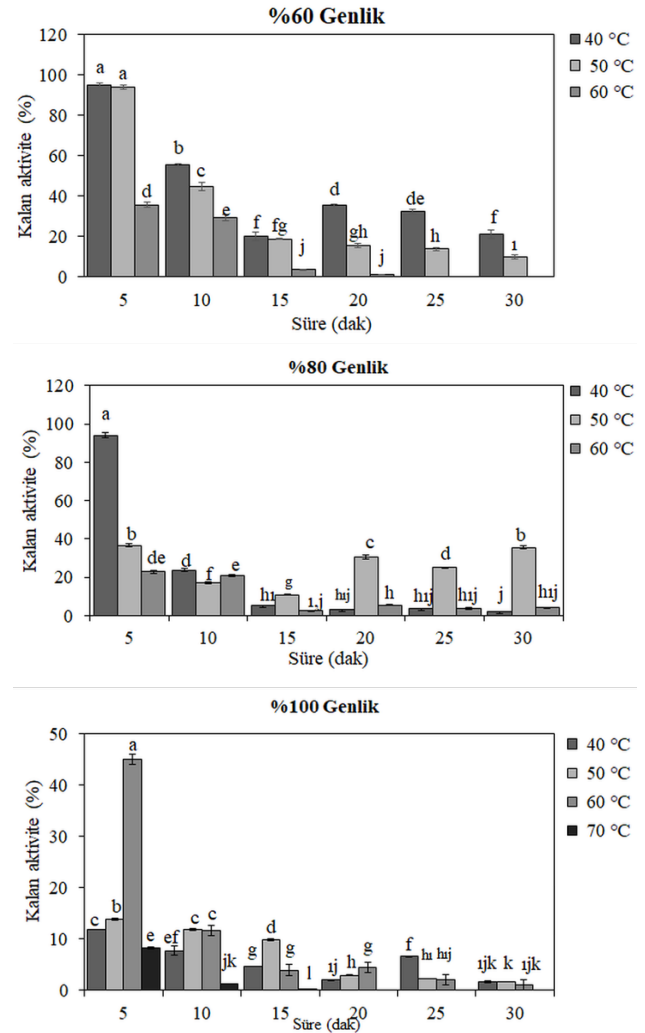
Termosonikasyon yöntemiyle PPO İnaktivasyonu

Ultrasonun enzim aktivitesi üzerine etkisini belirlemek için farklı genlik, farklı sıcaklık ve farklı sürelerde elma suyuna termosonikasyon işlemi uygulanmıştır. İşlem öncesi ve sonrası PPO aktivitesi belirlenmiştir. Kalan enzim aktivitesi kontrol örneğinin aktivitesine oranlanarak (%) belirtilmiştir. Farklı koşullarda termosonikasyon işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde belirlenen kalan PPO aktivitesi Şekil 1' de gösterilmektedir. Genellikle her bir genlik değerinde sıcaklık ve süre artışı ile PPO aktivitesi azalmıştır. Tek başına sıcaklık ve süre ile sıcaklık ve süre interaksyonunun PPO aktivitesi üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05).

Şekil 1'e göre %60 genlikte 40°C ve 50°C için 5 dakika işlem süresinin PPO inaktivasyonuna etkisine bakıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (P>0,05). Aynı genlikte 40°C derece için 15 ve 30 dakika

işlem süreleri arasında, 60°C için 5 ve 20 dakika işlem süreleri arasında ve 60°C' de 15 ve 20 dakika işlem süreleri arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur (P>0,05). % 80 genlikte 50°C için 5 ve 30 dakika işlem süreleri arasında PPO inaktivasyonu açısından anlamlı bir fark belirlenmemiştir (P>0,05). Aynı genlikte 40°C' de 20 ve 25 dakika uygulanan işlemler ile 60°C' de 25 ve 30 dakika uygulanan işlemler arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur (P>0,05). %100 genlikte 50°C ve 60°C' de 10 dakika uygulanan termosonikasyon işlemleriyle 40°C' de 5 dakika uygulanan termosonikasyon işlemi arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark belirlenmemiştir (P>0,05). Aynı genlikte 40°C' de 15 dakika uygulanan işlem ile 60°C' de 15 ve 20 dakika uygulanan işlemler arasında istatistiksel açıdan fark yoktur (P>0,05).

%60 genlikte düşük sıcaklıklarda (40 ve 50°C) 30 dakika termosonikasyon işlemi sonunda ölçülen PPO aktivitesi sırasıyla; %21,24 ± 2,18, %9,74 ± 1,08 olarak tespit edilmiştir. %60 genlik 60°C sıcaklıkta 20 dakika sonunda kalan aktivite ise %1,23 ± 0,12'dir. Aynı genlik seviyesi ve sıcaklıkta 25 ve 30 dakika termosonikasyon işlemi sonunda PPO inaktivasyonu sağlanmıştır.



Şekil 1. TS işlemi sonunda kalan PPO aktivitesi (Aynı grafikteki farklı harfler (a, b, c...), değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir.)

Figure 1. Residual PPO activity after thermosonication treatment (Different letters (a, b, c) on the same graph indicate a significant difference between the values)

%60 genlikte sıcaklık ve süre artışıyla birlikte PPO aktivitesinde azalış belirlenmiştir. %80 genlikte 40°C sıcaklıkta termosonikasyon uygulanan örneklerde artan sürenin etkisine bağlı olarak kalan PPO aktivitesi azalış göstermiş ve 30 dakika sonunda $2,26 \pm 0,09$ olarak ölçülmüştür. %80 genlikte 50°C'de, 15 dakika işlem sonunda minimum aktivite değeri $10,73 \pm 0,23$ olarak belirlenirken aynı genlik ve sıcaklıkta uzun işlem sürelerinde (20, 25 ve 30 dakika) kalan enzim aktivitesinde artış belirlenmiştir. Enzim aktivitesinde belirlenen bu artışın, düşük sıcaklık değerlerinde uygulanan termosonikasyon işleminin süresine göre enzimin ikincil yapısını değiştirmesi ve buna bağlı olarak enzim-substrat etkileşimini arttırmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir (Cruz ve ark., 2006). %80 genlikte 60°C sıcaklığa bakıldığında minimum kalan aktivite değeri 15 dakika işlem sonunda $2,39 \pm 0,21$ olarak belirlenmiştir.

%100 genlikte 40°C sıcaklıkta gerçekleştirilen termosonikasyon işleminde artan süre ile kalan enzim aktivitesi azalmıştır. %100 genlikte 40 ve 50°C sıcaklıkta kalan enzim aktivitesi en düşük 30 dakika işlem sonunda belirlenmiş ve bu değerler sırasıyla; $1,59 \pm 0,20$, $1,67 \pm 0,03$ 'dir. Aynı genlik seviyesinde 60°C'de 5 dakika işlem sonucunda kalan aktivite artış göstererek $44,93 \pm 0,69$ olarak tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada benzer olarak düşük sıcaklık (<65°C) uygulamasında ultrason gücü artışı ile aktivite artışı ölçülmüştür (Kuldiloke, 2002). %100 genlik, 60°C'de 30 dakika sonunda kalan aktivite değeri $1,11 \pm 0,39$ 'dir. Benzer şekilde 70°C'de 15 dakika işlem ile %99,8'lik bir inaktivasyon sağlanmıştır.

Genellikle, PPO enzimi yüksek sıcaklığa karşı dayanıklı değildir. 70-90°C sıcaklık aralığında gerçekleştirilen ısı işlem uygulaması enzimin katalitik aktivitesini kısmen inaktive eder veya tamamen yok eder (Demirtaş, 2018). Bu süreçte inaktivasyon süresi ürünün yapısına bağlı olarak değişmektedir. Benzer şekilde Abid ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada elma suyunda 60°C sıcaklıkta 10 dakika termosonikasyon işlemi sonunda PPO'nun %93,85 oranında inaktif edildiğini belirlemişlerdir. Silva ve ark. (2015), yaptığı çalışmada elma suyuna farklı (55-3300 W/L) ultrason gücü yoğunluğunda, farklı (23-60°C) sıcaklık ve süre (5-20 dakika) aralığında termosonikasyon uygulamıştır. Enzim aktivitesinin artan güç yoğunluğunda azaldığı belirlenmiştir. Uygulanan en yüksek (3300 W/L) ultrason gücünde PPO için belirlenen en büyük kayıp (%57) gerçekleşmiştir. Yapılan başka bir çalışmada bulanık elma suyunda 1.15 W/mL güç yoğunluğunda, düşük sıcaklıklarda (67°C) gerçekleştirilen termosonikasyon işleminde PPO enziminin tamamına yakını inaktif (3 ± 1) hale gelmiştir. Ayrıca düşük güç yoğunluğunda, belirli bir inaktivasyon değerini elde edebilmek için daha yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (Illera ve ark., 2018).

Termosonikasyon yöntemiyle POD İnaktivasyonu

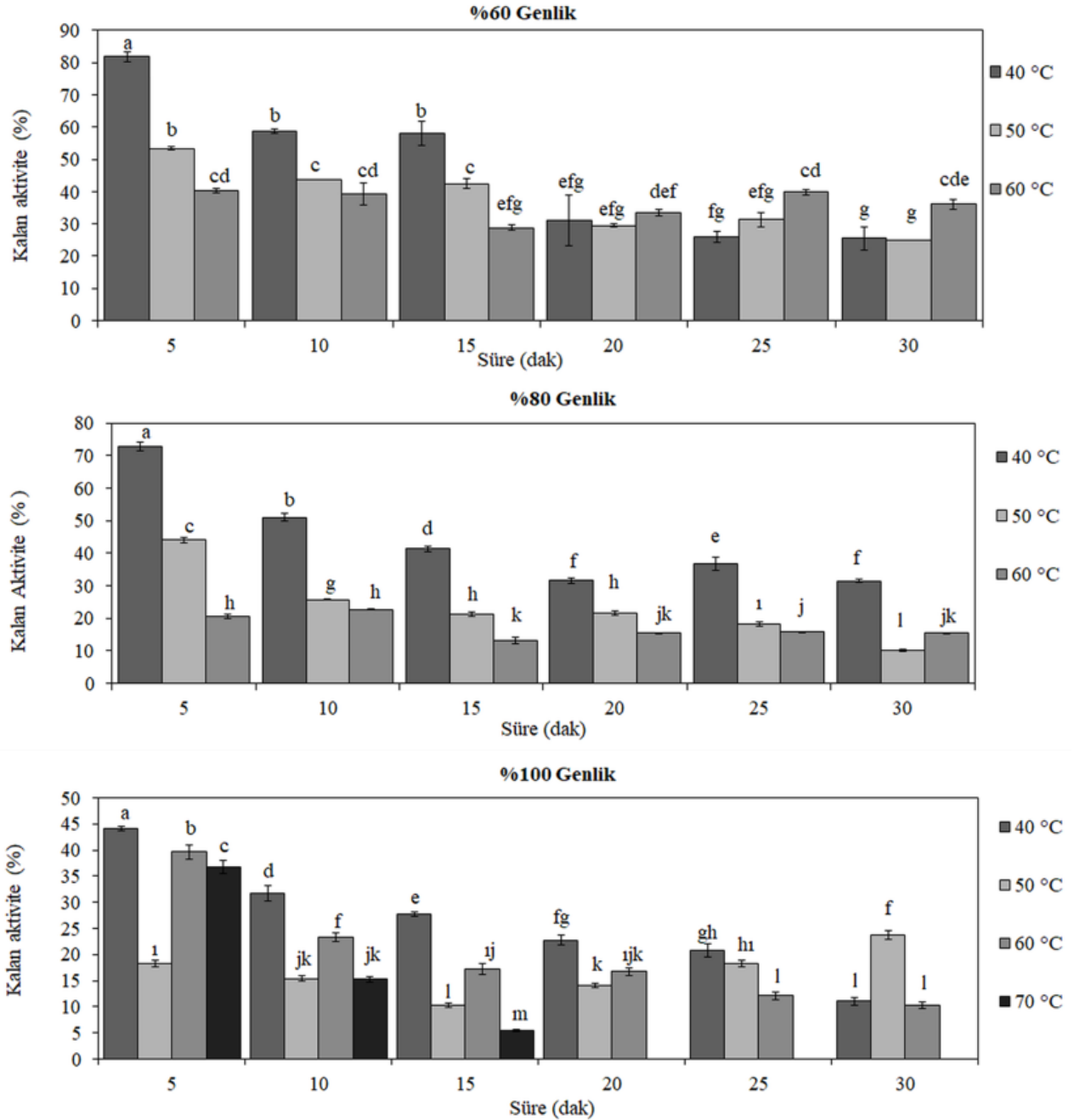
Farklı koşullarda termosonikasyon işlemi gerçekleştirilmiş elma suyu örneklerinde POD için belirlenen kalan enzim aktivitesi değerleri Şekil 2' de gösterilmektedir. Elma suyunda genellikle her bir genlik için artan sıcaklık-süre ile birlikte POD aktivitesi azalmıştır ($P < 0,05$). Ayrıca sıcaklık ve süre ile sıcaklık-süre interaksiyonunun POD aktivitesine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$).

Şekil 2' ye göre %60 genlikte 50°C'de 5 dakika süren termosonikasyon işlemiyle 40°C'de 10 ve 15 dakika süren termosonikasyon işlemlerinin POD inaktivasyonuna etkisine bakıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark belirlenmemiştir ($P > 0,05$). Aynı genlikte 50°C için 10 ve 15 dakika işlem süreleri arasında, 60°C için 5, 10 ve 25 dakika işlem süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0,05$). 60°C'de 15 dakika gerçekleştirilen işlem ile 40°C'de 5 dakika süren işlem ve 50°C'de 20 ve 25 dakika süren işlemler arasında fark yoktur ($P > 0,05$). %80 genlik değerinde 40°C için 20 ve 30 dakika işlem süreleri arasında, 60°C için 20 ve 30 dakika işlem süreleri arasında istatistiksel olarak fark belirlenmemiştir ($P > 0,05$). Aynı genlikte 60°C'de 5 ve 10 dakikada gerçekleştirilen işlem ile 50°C'de 15 ve 20 dakikada gerçekleştirilen işlemler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P > 0,05$). %100 genlikte 60°C'de 10 dakika süren termosonikasyon işlemiyle 50°C'de 30 dakika gerçekleştirilen işlem arasında POD inaktivasyonu açısından fark belirlenmemiştir ($P > 0,05$). Aynı genlikte 40°C'de 30 dakika, 50°C'de 15 dakika, 60°C'de 25 ve 30 dakika uygulanman termosonik işlemler arasında anlamlı bir fark yoktur ($P > 0,05$). Benzer şekilde 50°C'de 10 dakika uygulanan işlemle 70°C'de 10 dakika uygulanan işlem arasında POD inaktivasyonu açısından fark belirlenmemiştir ($P > 0,05$).

Termosonikasyon işlemi sonunda belirlenen inaktivasyon sonuçlarına göre elmada bulunan POD enzimi PPO enzimine kıyasla daha dirençli bulunmuştur. Yapılan bir başka çalışmada elma suyunda POD enziminin PPO' ya kıyasla ısı işleme daha dirençli olduğu bildirilmiş ve POD inaktivasyonu 80°C'de 20 dakika sonunda % 93,29 olarak belirlenmiştir (Baltacıoğlu ve Doğanay, 2021). Elma suyu örneklerinde kalan POD aktivitesine bakıldığında, %60 genlikte düşük sıcaklıklarda (40 ve 50°C) süre artışıyla birlikte enzim aktivitesinde azalış gözlenmiş ve minimum kalan enzim aktivitesi 30 dakika işlem sonunda sırasıyla; $25,51 \pm 3,58$ ve $25,00 \pm 0,01$ olarak belirlenmiştir. %60 genlikte sabit süre düşünüldüğünde sıcaklık artışına bağlı olarak kalan enzim aktivitesinde genellikle azalış görülmüştür. Ancak 60°C sıcaklıkta 15 dakika işlem sonunda kalan aktivite değeri $28,76 \pm 0,93$ iken 30 dakika işlem sonunda kalan aktivite $36,11 \pm 1,58$ olarak belirlenmiştir. Bu genlikte ve sıcaklıkta uzun işlem sürelerinde kalan enzim aktivitesinde artış gözlenmiştir. Bu artış düşük sıcaklık (40-80°C) aralığında termosonikasyon işlemi uygulanan su teresinin POD enziminde gözlenmiştir (Cruz ve ark., 2006). %80 genlikte gerçekleştirilen termosonikasyon uygulamasında düşük sıcaklıkta (40°C) süre artışı ile birlikte genellikle kalan enzim aktivitesinde azalış gözlenmiş, minimum kalan aktivite değerinde 20 ve 30 dakika işlem sonunda istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ($P > 0,05$). 30 dakika sonunda belirlenen kalan aktivite değeri $31,49 \pm 0,64$ olmuştur. Genel olarak %80 genlikte 50 ve 60°C sıcaklıkta uygulanan termosonikasyon işlemi sonucu enzim inaktivasyon oranlarının arttığı belirlenmiştir. Minimum kalan POD aktivitesi 50°C'de 30 dakika işlem sonucunda $10,16 \pm 0,32$ ve 60°C'de 15 dakikada $13,11 \pm 0,93$ olarak belirlenmiştir. %100 genlikte 40°C sıcaklıkta süre artışına bağlı olarak POD inaktivasyonunda artış gözlenmiştir. Bu genlik ve sıcaklıkta kalan enzim aktivitesi 30 dakika sonucunda $11,01 \pm 0,64$ olarak belirlenmiştir.

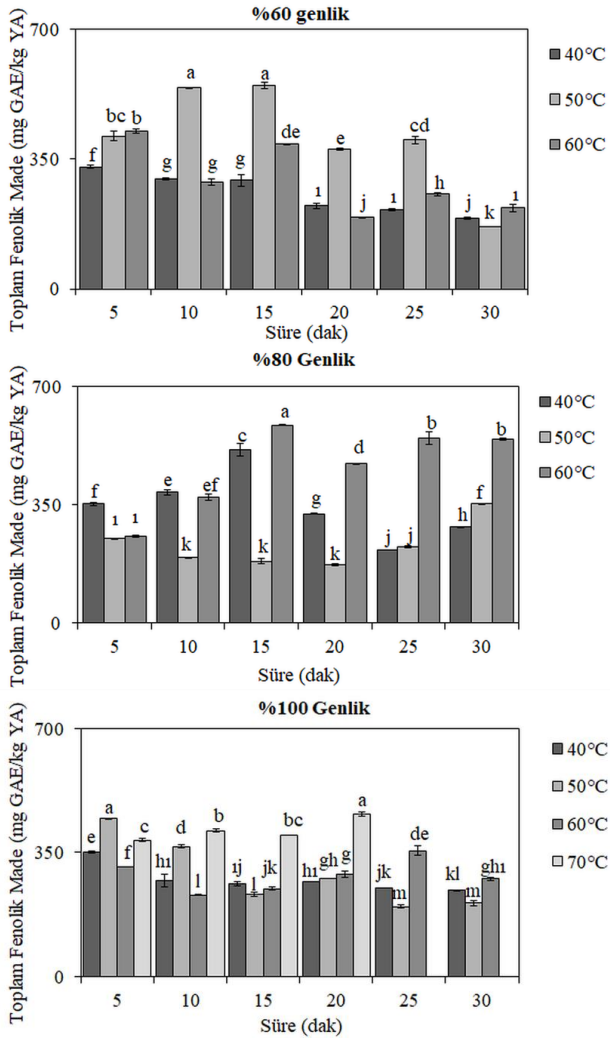
%100 genlikte 50°C’de 15 dakika termosonikasyon sonucu minimum kalan enzim aktivitesi $10,25 \pm 0,35$ olup, 60°C sıcaklıkta 30 dakika işlem sonunda $10,24 \pm 0,59$ ile paralel bir orana ulaşılmıştır. Görüldüğü gibi düşük genlik seviyelerinde uygulanan termosonikasyon işlemi POD inaktivasyonu için yeterli olmamıştır. Bununla birlikte %100 genlikte düşük sıcaklıklarda (40, 50 ve 60°C) uygulanan termosonikasyon işleminin de POD’u tamamen inaktive etmeye yeterli olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle %100 genlikte 70°C sıcaklıkta da termosonikasyon işlemi uygulanmıştır. Böylece %100 genlikte 70°C sıcaklıkta 15 dakika uygulanan işlem sonunda POD’ın %94,5’i inaktif

hale getirilmiştir. Böylece termosonikasyon işlemi sıcaklık artışı POD inaktivasyonunu arttırmıştır. Yapılan önceki çalışmalara bakıldığında, elma suyunda 60°C sıcaklıkta 10 dakika termosonikasyon işlemi sonunda POD’ın %85’i inaktif hale gelmiştir (Abid ve ark., 2014). Yapılan bir başka çalışmada elma suyunda düşük sıcaklıklarda uygulanan (40, 50 ve 60°C) termosonikasyon işlemiyle belirlenen sonuçlara bakıldığında 60°C’de POD’ın %40’i inaktive edilmiştir. Aynı zamanda 60°C’nin üzerinde uygulanan sıcaklıklarda termosonikasyon işleminin, ısıya dayanıklı POD enziminin duyarlılığını arttırdığı ifade edilmiştir (Başlar ve Ertugay, 2013).



Şekil 2. TS işlem sonunda kalan POD aktivitesi (Aynı grafikteki farklı harfler (a, b, c...), değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir.)

Figure 2. Residual POD activity after thermosonication treatment (Different letters (a, b, c...) on the same graph indicate a significant difference between)



Şekil 3. Elma suyunda TFM miktarındaki değişim (Aynı grafikteki farklı harfler (a, b, c...), değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir.)

Figure 3. Change in total phenolic content in apple juice (Different letters (a, b, c) on the same graph indicate a significant difference between the values)

Termosonikasyon Süresince TFM Miktarındaki Değişim

Elma suyunda termosonikasyon süresince TFM miktarındaki değişimi Şekil 3'de gösterilmektedir. Termosonikasyon uygulamasının sıcaklık ve süre ile sıcaklık-süre interaksiyonunun TFM miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Kontrol örneğinin TFM miktarı $401,21 \pm 6,20$ mg GAE/kg YA olarak belirlenmiştir. Şekil 3'e göre %60 genlik seviyesinde 40°C'de 10 ve 15 dakika uygulanan termosonikasyon işlemiyle 60°C'de 10 dakika uygulanan işlemin TFM miktarına etkisine bakıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark belirlenmemiştir ($P > 0,05$). Aynı genlikte 40°C'de 20 ve 25 dakika uygulanan işlemlerle 60°C'de 30 dakika uygulanan işlem arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0,05$). %80 genlikte 60°C için 25 ve 30 dakika işlem süreleri arasında, 50°C için 10, 15 ve 20 dakika işlem süreleri arasında TFM açısından istatistiksel olarak fark yoktur ($P > 0,05$). Aynı genlik seviyesinde 5 dakika işlem süresi için 50°C ve 60°C arasında, 25 dakika için 40°C ve 50°C sıcaklıklar arasında önemli bir fark belirlenmemiştir ($P > 0,05$). %100 genlikte 40°C için 10 ve 20 dakika işlem

süreleri arasında, 50°C için 25 ve 30 dakika işlem süreleri arasında anlamlı bir fark yoktur ($P > 0,05$). Aynı genlikte 50°C'de 5 dakika süren işlem ile 70°C 20 dakika süren işlem arasında, 60°C'de 10 dakika süren işlem ile 50°C'de 25 ve 30 dakika süren işlemler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P > 0,05$).

%60 genlik seviyesinde sabit süreye bakıldığında düşük sıcaklık uygulamalarında (40-50°C) sıcaklık arttıkça TFM miktarında artış gözlenmiştir. %60 genlikte 40°C sıcaklıkta 5 dakika işlem sonunda TFM miktarı $328,79 \pm 4,20$ mg GAE/kg YA olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda %60 genlikte 60°C sıcaklıkta 5 dakika işlem sonunda TFM miktarı artış göstermiş ve $425,92 \pm 6,31$ mg GAE/kg YA olarak ölçülmüştür. Düşük işlem sıcaklıklarında TFM'de meydana gelen bu artışın, ultrason etkisiyle oluşan kaviteasyonun hücre duvarını tahrip etmesi, bu nedenle fenoliklerin serbest hale geçmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Feng ve ark., 2011). Ancak 60°C termosonikasyon işlem sıcaklığında süre artışı ile birlikte örneklerin TFM miktarı azalmıştır. Bu sıcaklıkta belirlenen TFM miktarındaki düşüşün, elmanın yapısındaki POD enziminin ısıya olan direncinden dolayı yeteri kadar inaktif olamaması sonucunda fenolik bileşikler substrat olarak kullanılması ve/veya fenolik bileşiklerin yüksek sıcaklıklardan etkilenerek bozulabileceği ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

%80 genlik, düşük sıcaklık (40°C) ve kısa işlem sürelerinde (5, 10 ve 15 dakika) termosonikasyon uygulanmış örneklerin TFM değerleri sırasıyla $352,62 \pm 4,63$, $386,95 \pm 6,56$, $514,04 \pm 18,44$ mg GAE/kg YA olarak belirlenmiştir. %80 genlikte 50°C sıcaklıkta tüm işlem sürelerine bakıldığında kontrole göre TFM miktarında azalış belirlenmiştir. Bu sıcaklık değerinde en yüksek TFM miktarı ($28,29 \pm 0,36$ mg GAE/kg YA) 30 dakika işlem sonunda belirlenmiştir. 60°C sıcaklıkta uzun işlem sürelerinde (15, 20, 25 ve 30 dakika) TFM miktarları sırasıyla $586,05 \pm 1,26$, $471,17 \pm 1,61$, $548,43 \pm 18,23$, $544,39 \pm 3,17$ mg GAE/kg YA olarak belirlenerek kontrole kıyasla artış göstermiştir. Bu artışın nedeninin enzim inaktivasyonunun sağlanmasıyla birlikte ortamda substrat olarak bulunan fenolik bileşiklerin enzimler tarafından kullanılmamasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

%100 genlik 40°C sıcaklıkta tüm süre parametrelerinde kontrol örneğine göre TFM miktarında azalış belirlenmiştir. %100 genlikte, 40°C sıcaklıkta 5 dakika işlem sonucunda TFM miktarı $351,23 \pm 2,05$ mg GAE/kg YA olarak belirlenirken, 30 dakika sonucunda $243,08 \pm 2,26$ mg GAE/kg YA olarak belirlenmiştir. %100 genlikte 50°C sıcaklıkta 5 dakika işlem sonucunda TFM miktarı $445,38 \pm 2,11$ mg GAE/kg YA olarak belirlenirken, 50°C sıcaklıkta 30 dakika sonucunda $207,27 \pm 6,35$ mg GAE/kg YA olarak tespit edilmiştir. Aynı genlikte 60°C sıcaklık için 10 dakika işlem süresine kadar TFM miktarında azalış belirlenirken, 25 dakika işlem süresine kadar artış belirlenmiş ve 30 dakika sonunda tekrar azalış gözlenmiştir. %100 genlikte 60°C sıcaklıkta 30 dakika işlem süresinde TFM $276,05 \pm 4,17$ mg GAE/kg YA olarak belirlenerek kontrole göre azalmıştır.

Genel anlamda TFM miktarındaki artışın sebebinin, PPO ve POD enzimlerinin inaktivasyonunun sağlanmasıyla fenolik bileşikler substrat olarak kullanılmamasına bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Benzer şekilde yapılan bir başka çalışmada termosonikasyon uygulanan şeftali suyundaki fenolik bileşiklerdeki artışın, PPO ve POD gibi enzimlerin aktivitelerindeki azalmaya bağlı olabildiği ifade edilmiştir (Baltacıoğlu, 2022). Fenolik maddenin azalmasının sebebi ise uzun işlem süreleri sonunda fenolikler bileşiklerin parçalanması ile açıklanabilmektedir. %100 genlikte 70°C'de 10 ve 20 dakika işlem sonunda TFM miktarı sırasıyla 412,35 ± 4,20 ve 457,63 ± 6,47 mg GAE/kg YA olarak belirlenmiş, kontrol örneğine göre artış belirlenmiştir. Bunun nedeni PPO ve POD inaktivasyonunun sağlanmasıyla ortamda substrat olan fenolik bileşiklerin daha fazla bulunması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda termosonikasyon yöntemiyle elma sularında daha düşük sıcaklık ve sürede enzim inaktivasyonunun sağlandığı, TFM ve askorbik asit kaybının daha az olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada farklı çeşit elmalarda düşük sıcaklıklarda (40, 50 ve 60°C) termosonikasyon uygulanmış, örneklerde TFM kayıpları en fazla %15 olarak belirlenmiştir (Başlar ve Ertugay, 2013). Benzer şekilde Abid ve ark. (2014), çalışmasında taze elma suyuna prob tipi ultrason (0,30 W/cm³, 20 kHz, 5 ve 10 dakika) ve ultrasonik banyo (0,06 W/cm³, 25 kHz, 30 dakika) kullanarak farklı şekilde termosonikasyon işlemi uygulamıştır. Kontrol örneğinde belirlenen TFM değeri 697,49 µg GAE/g'dir. Düşük sıcaklıkta (20°C) her iki uygulama şekli için TFM artmıştır. Fakat işlem sıcaklığı arttıkça (40 ve 60°C) biyoaktif bileşiklerin parçalanmasında artış olduğu, yani sıcaklık ile bu

bileşiklerin miktarlarının önemli bir şekilde azalmış olduğu görülmüştür. Aynı zamanda prob tipi ultrason ile gerçekleştirilen işlemde belirlenen TFM değerleri, 60°C ultrasonik banyoda gerçekleştirilen işlemde belirlenen değerlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bir başka çalışmada bulanık elma suyuna düşük sıcaklıkta (42-67°C) termosonikasyon uygulanmış, nitrojen ve karbondioksit gibi çözünmüş gazların da etkisi incelenerek elma suyunun TFM miktarının, kontrole kıyasla artış gösterdiği belirlenmiştir. TFM içeriğindeki değişimin 60-67°C'de havanın azot gazının yerini alması sonucu oluştuğu ifade edilmiştir (Illera ve ark., 2018). Chitgar ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada yabancı maddesini suyunda ısıtma işlemi (90°C 1dk) ve termosonikasyon (%70 genlik 45°C 5 dakika) yönteminin etkisi araştırılmıştır. Termosonikasyon, ısıtma işlemle karşılaştırıldığında örneklerin TFM üzerinde küçük bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Termosonikasyon Süresince Antioksidan Aktiviteki Değişim

Termosonikasyon işlemi sonucu elde edilen elma suyu örneklerinin antioksidan aktivitesi belirlenmiş ve EC₅₀ değeri hesaplanmıştır. Düşük EC₅₀ değeri yüksek antioksidan aktiviteyi göstermektedir (Cemeroğlu, 2010). Termosonikasyon süresince farklı işlem koşullarında (genlik, sıcaklık ve süre) elde edilen EC₅₀ değerleri Çizelge 1' de gösterilmiştir.

Çizelge 1. TS sonunda belirlenen EC₅₀ değerleri

Table 1. EC₅₀ values obtained during thermosonication treatment

Süre (dk)	% 60 genlik			
	Sıcaklık (°C)			
	40	50	60	
0	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25
5	51,84 ± 0,07 ^f	46,40 ± 0,32 ^g	33,70 ± 0,09 ^k	
10	44,15 ± 0,06 ^h	42,81 ± 0,29 ⁱ	43,32 ± 0,12 ^{h,i}	
15	46,38 ± 0,14 ^g	117,94 ± 0,38 ^a	32,12 ± 1,30 ^l	
20	53,33 ± 0,08 ^e	42,612 ± 0,36 ⁱ	60,32 ± 0,27 ^c	
25	36,19 ± 0,05 ^j	25,43 ± 0,21 ⁿ	47,14 ± 0,80 ^g	
30	54,78 ± 0,08 ^d	29,60 ± 0,40 ^m	62,81 ± 0,50 ^b	
Süre (dk)	%80 genlik			
	Sıcaklık (°C)			
	40	50	60	
0	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25
5	40,65 ± 0,18 ^k	46,51 ± 0,17 ^h	28,29 ± 0,36 ⁿ	
10	53,19 ± 0,27 ^f	67,11 ± 0,26 ^b	42,27 ± 1,27 ^j	
15	35,63 ± 0,17 ^l	66,52 ± 0,28 ^b	32,09 ± 0,38 ^m	
20	55,06 ± 0,24 ^e	51,31 ± 0,17 ^g	47,12 ± 0,48 ^h	
25	56,42 ± 0,25 ^d	73,80 ± 0,26 ^a	45,26 ± 0,49 ⁱ	
30	55,04 ± 0,26 ^e	58,32 ± 0,23 ^c	41,36 ± 0,46 ^{i,k}	
Süre (dk)	% 100 genlik			
	Sıcaklık (°C)			
	40	50	60	70
0	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25	28,39 ± 0,25
5	55,82 ± 1,37 ^{d,e}	33,08 ± 0,22 ^h	51,61 ± 0,03 ^{e,f}	37,23 ± 1,30 ^h
10	58,82 ± 0,41 ^{c,d,e}	52,14 ± 0,40 ^{e,f}	66,98 ± 0,06 ^c	45,05 ± 1,93 ^{f,g}
15	55,55 ± 0,38 ^{d,e}	45,47 ± 0,26 ^{f,g}	84,36 ± 0,08 ^b	52,24 ± 2,46 ^{e,f}
20	54,14 ± 0,36 ^{d,e,f}	58,96 ± 0,29 ^{c,d,e}	63,89 ± 0,05 ^{c,d}	36,91 ± 1,22 ^{g,h}
25	115,94 ± 0,82 ^a	50,77 ± 8,66 ^{c,d,e}	63,99 ± 0,04 ^{c,d}	
30	55,99 ± 0,32 ^{d,e}	59,78 ± 11,10 ^{d,e,f}	53,63 ± 0,076 ^{e,f}	

Aynı genlik için farklı harfler (a, b, c...), değerler arasındaki farkın önemli olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 2. HPLC ile tespit edilen fenolik bileşikler

Table 2. Phenolic compounds detected by HPLC

Numune	Kateşin (mg/kg)	Klorojenik asit (mg/kg)	Kafeik asit (mg/kg)	Epikateşin (mg/kg)	Kamferol (mg/kg)
Kontrol	6	21,5		14,5	3
%60-60 °C -15dk	5	18		13	5
%80-60 °C -15dk	11,5	18,5		22	4
%100-40°C -15dk	1,5	1,5	1,5	<LOQ	11
%100-50°C -15dk	2	2,5	1,5	<LOQ	3,5
%100-60°C -15dk	2	3,5		<LOQ	3
%100-70°C -15dk	4,5	6,5		5	4

Epikateşin için LOD: 0,3 mg/L, LOQ: 0,8 mg/

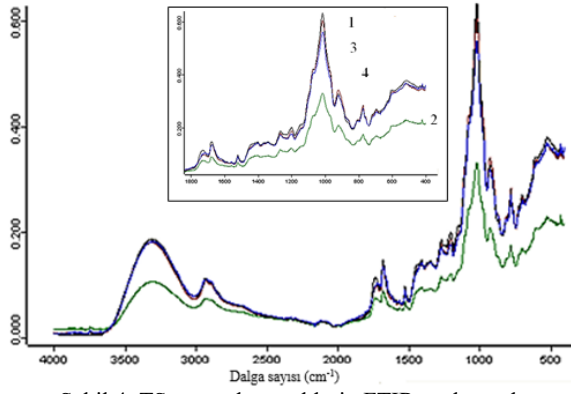
Termosonikasyon uygulanan örneklerde her bir sıcaklık değeri için, artan zaman ile EC₅₀ değeri artarak antioksidan aktivite azalmıştır. TFM miktarındaki artışla birlikte genel olarak antioksidan aktivite de artış göstermiştir. Antioksidan aktivitede belirlenen bu değişime, sıcaklık ve süre ile sıcaklık ve süre interaksyonunun etkisi önemlidir (P<0,05). Termosonikasyon uygulanmamış örnekte EC₅₀ değeri 28,39 ± 0,25 mg/ml olarak hesaplanmıştır. Termosonikasyon uygulanmış elma suyunda %60 genlik seviyesinde sıcaklık ve süre artışı ile birlikte EC₅₀ değerleri azalmıştır. %60 genlikte 40, 50 ve 60°C sıcaklıkta 5 ve 10 dakika süre uygulanan işlem sonucunda EC₅₀ değerleri sırasıyla; 51,84 ± 0,07, 46,40 ± 0,32, 33,70 ± 0,09 ve 44,15 ± 0,06, 42,81 ± 0,29, 43,32 ± 0,12 mg/ml olarak belirlenmiştir. Genel olarak bu genlikte sıcaklık ve süre artışı ile (15, 20 ve 30 dak) EC₅₀ değerlerinde kontrol örneğine göre artış belirlenmiş ya da azalışın daha yavaş olduğu belirlenmiştir. Bu durumun sıcaklık etkisiyle fenolik bileşiklerin parçalanması ve buna bağlı olarak antioksidan aktivitenin azalmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. %80 genlikte 40, 50 ve 60°C sıcaklıkta 5 ve 30 dakika termosonikasyon işlemi sonunda belirlenen EC₅₀ değerleri sırasıyla 40,65 ± 0,18, 46,51 ± 0,17, 28,29 ± 0,36 ve 55,04 ± 0,26, 58,32 ± 0,23, 41,36 ± 0,46 mg/ml'dir. %80 genlikte aynı sıcaklık aralığı için artan süreyle birlikte EC₅₀ değerleri artarak antioksidan aktivite azalmıştır. %100 genlikte genel olarak farklı işlem koşulları ile EC₅₀ değerleri değişkenlik göstermektedir. %100 genlikte 40°C sıcaklıkta 5 dakika işlem sonunda EC₅₀ değeri 55,82 ± 1,37 iken %100 genlik 70°C sıcaklıkta 20 dakika işlem sonunda EC₅₀ değeri 36,91 ± 1,22 mg/ml olarak belirlenmiştir. Bu durum fenolik madde miktarındaki artışla birlikte antioksidan aktivitenin de artışından kaynaklanmaktadır. Abid ve ark. (2014), tarafından yapılan çalışmada termosonikasyon işlemi uygulanmış elma suyu örneklerinde süre artışına bağlı olarak DPPH radikalinin % inhibisyon değerlerini (30,60 ve 90 dakika) sırasıyla; 39,71 ± 1,03, 43,38 ± 1,48, 46,94 ± 0,86 olarak belirlemişlerdir. Antioksidan aktivitede belirlenen azalışın, ultrasonun meydana getirdiği kaviteasyon kabarcıklarının patlamasıyla oluşan ani sıcaklık ve basınç, askorbik asit ve fenolik bileşiklerin parçalanmasına ve/veya yüksek sıcaklık ve uzun işlem sürelerinden olumsuz etkilenmesine bağlı olabileceği ifade edilebilir.

HPLC Çalışmaları

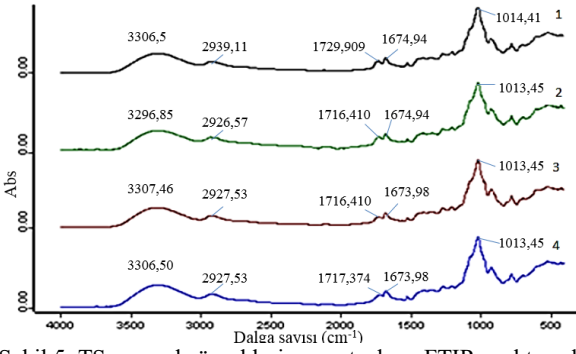
HPLC ile elma suyu örneklerinin fenolik bileşik içeriği belirlenmiş, farklı genlik, farklı sıcaklık ve sabit sürede (15 dakika) değişimi incelenmiştir. TFM miktarı ve

antioksidan aktivite değerlerinin en iyi korunduğu parametrenin %80 genlik, 60°C sıcaklık ve 15 dakika olmasından dolayı sabit süre değeri 15 dakika seçilmiştir. Buna göre kontrol örneği ile termosonikasyon uygulanmış örneklerde tespit edilen fenolik bileşikler Çizelge 2'de gösterilmektedir. Kontrol örneğinde belirlenen fenolik bileşikler; kateşin, klorojenik asit, epikateşin ve kamferoldur. 60 genlikte, 60°C sıcaklıkta ve 15 dakika termosonikasyon işlemi sonunda belirlenen fenolik bileşiklerden kateşin, epikateşin ve klorojenik asit miktarı kontrol örneğine göre azalırken kamferol miktarında artış belirlenmiştir. %80 genlikte 60°C sıcaklıkta 15 dakika termosonikasyon işlemi sonunda belirlenen fenolik bileşiklerden kamferol, kateşin ve epikateşin miktarı kontrol örneğine göre artarken klorojenik asit miktarında azalış belirlenmiştir. %100 genlikte, farklı sıcaklıklarda (40, 50, 60 ve 70°C) ve sabit sürede (15 dakika) termosonikasyon işlemi uygulanan örneklerde tespit edilen fenolik bileşiklerin miktarlarının kontrole kıyasla düşük olarak belirlendiği görülmüştür. Fakat bu durum kamferol miktarı için farklıdır. %100 genlikte, 40°C sıcaklıkta 15 dakika işlem sonunda belirlenen kamferol miktarı 11,0 mg/kg'dır. Aynı zamanda %100 genlik seviyesinde 40°C ve 50°C sıcaklıkta 15 dakika işlem sonunda örneklerin kafeik asit miktarı 1,5 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

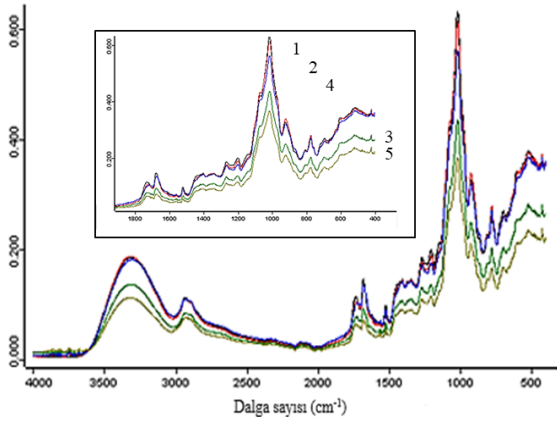
Elmanın fenolik içeriğiyle ilgili yapılan önceki çalışmalara baktığımızda Markowski ve Płocharski (2006), farklı elma çeşitleri ve işlenmiş ürünlerinde HPLC ile fenolik bileşenlerden; fenolik asitler, flavonoller (kuersetin) ve dihidrokalkonları belirlemiştir. Rana ve Bhushan (2016), çalışmasında taze elmada polifenollerin yapısal sınıfları arasında fenolik asitler (kafeik asit ve kumarik asit), flavonoller (kuersetin, kamferol ve rutin), flavan-3-oller (epikateşin ve prosiyanidinler) ve dihidrokalkonlar (floretilin ve floridzin), bulunduğunu belirtmiştir. Bir başka çalışmada elmanın kabuk kısmının, elma etine kıyasla toplam fenolik bileşikler, flavonoidler ve prosiyanidinler açısından daha zengin olduğu ve belirlenen fenolik bileşiklerin (kateşin, epikateşin, kuersetin, floridzin, prosiyanidin C₁ ve B₂) elma kabuğunda etine göre fazla oranda olabileceği tespit edilmiştir (Kalinowska ve ark., 2014). Genellikle her bir elma için belirlenen fenolik bileşikler; flavan-3-oller (19,6 -55,8 mg/100 g), flavonoller (17,7-33,1 mg/100 g) ve klorojenik asitler (10,6-80,3 mg/100 g mg). En düşük değerler antosiyanin (her bir elmada 0,1-6,5 mg/100 g elma) ve floridzin (her bir elmada 1,0-9,3 mg/100 g elma) için belirlenmiştir (Francini ve Sebastiani, 2013).



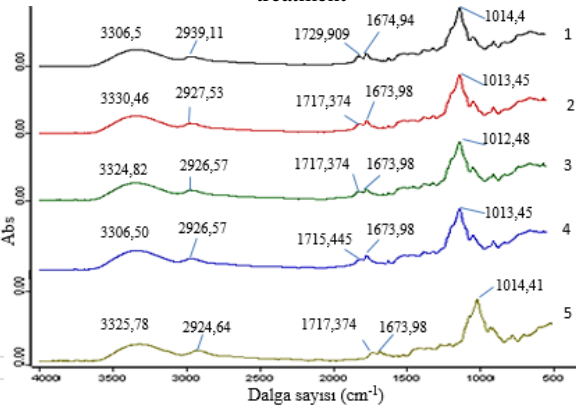
Şekil 4. TS sonunda örneklerin FTIR spektrumları
Figure 4. FTIR spectra of samples after thermosonication treatment



Şekil 5. TS sonunda örneklerin ayrıştirilmiş FTIR spektrumları
Figure 5. Separated FTIR spectra of samples after thermosonication treatment



Şekil 6. TS sonunda örneklerin FTIR spektrumları:
Figure 6. FTIR spectra of samples after thermosonication treatment



Şekil 7. TS sonunda örneklerin ayrıştirilmiş FTIR spektrumları
Figure 7. Separated FTIR spectra of samples after thermosonication treatment

FTIR Çalışmaları

Termosonikasyon uygulanmış elma suyu örneklerinde FTIR spektroskopisi ile fenolik bileşik belirlenmiştir. Farklı genlik (%60, 80, 100), 15 dakika süre ve 60°C sıcaklıkta termosonikasyon işlemi uygulanan örnekler ile farklı sıcaklık (40, 50, 60 ve 70°C), sabit süre (15 dak) ve genlikte (%100) termosonikasyon uygulanan örneklerde fenolik bileşikler FTIR spektroskopisi ile incelenmiştir. Kontrol örneği olarak termosonikasyon işlemi uygulanmamış örnek alınmış ve FTIR spektrumları 25°C sıcaklıkta belirlenmiştir. Elma suyu örneklerinin farklı genlik, sabit süre ve sıcaklıkta belirlenen FTIR spektrumları Şekil 4 ve ayrıştirilmiş FTIR spektrumları Şekil 5'de gösterilmiştir. FTIR spektrumları incelendiğinde 1-kontrol (taze elma suyu), 2- %60 genlik 60°C 15 dakika, 3- %80 genlik 60°C 15 dakika, 4- %100 genlik 60°C 15 dakika termosonikasyon uygulanmış elma suyu örneklerini ifade etmektedir. Farklı sıcaklık, sabit genlik ve sürede elma suyu örneklerinde belirlenen FTIR spektrumları Şekil 6 ve ayrıştirilmiş FTIR spektrumları Şekil 7'de gösterilmektedir. FTIR spektrumları incelendiğinde 1- kontrol (taze elma suyu), 2- %100 genlik 40°C 15 dakika, 3- %100 genlik 50°C 15 dakika, 4- %100 genlik 60°C 15 dakika, 5- %100 genlik 70°C 15 dakika termosonikasyon uygulanmış elma suyu örneklerini ifade etmektedir.

FTIR spektrumlarına bakıldığında parmak izi bölgesi olarak adlandırılan 1800-750 cm⁻¹ bölgesinde belirlenen pikler yaygın olarak bitkilerdeki polifenolik bileşikler ile ilişkilendirilmiştir. 3000–3300 cm⁻¹ aralığındaki bant ile 2800 cm⁻¹'e kadar uzayan bantların aromatik halkanın C-H germe titreşimlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Okur ve ark., 2019). Literatüre bakıldığında, 1715-1680 cm⁻¹ bölgesindeki bantların hidroksibenzoik asitler ve/veya hidroksisünamik asitlerden (α , β -doymamış karboksilik asit yapıların (C=O) germe titreşimleri) kaynaklanabileceği belirlenmiştir. Bununla birlikte, 1720 cm⁻¹ civarındaki bant klorojenik asit ile ilişkilendirilmiştir (Abbas ve ark., 2017). 1500–1150 cm⁻¹ aralığında gözlemlenen bantların fenolik bileşiklerin CH ve OH titreşimleri nedeniyle olduğu belirtilmiştir. 1014 cm⁻¹'de gözlemlenen pik, piran halkasının OH ikamesinin C – O esnemesini ifade etmektedir ve epikateşin ile ilişkilendirilebilmektedir (Okur ve ark., 2019). Farklı genlik, sabit süre ve sıcaklıkta termosonikasyon işlemi uygulanan elma suyu örnekleri ile farklı sıcaklık, sabit genlik ve sürede termosonikasyon işlemi uygulanan örneklerin FTIR spektrumları incelendiğinde fenolik bileşiklerde belirgin bir değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir.

Sonuç

Isıl işleme göre termosonikasyon yönteminin daha düşük sıcaklıkta ve daha kısa sürede enzim inaktivasyonu sağlaması, biyoaktif bileşikler üzerinde olumlu etkileri nedeniyle literatür çalışmalarında gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Yapılan bu çalışmada elma suyu örneklerine farklı genlik, sıcaklık ve sürelerde termosonikasyon işlemi uygulanmıştır. Bu yöntemin elma suyunda enzimatik esmerleşmeye sebep olan PPO ve POD inaktivasyonuna ve fenolik bileşiklerdeki değişimine etkisi araştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında, genellikle artan ultrason gücü, sıcaklık ve süreye bağlı olarak enzim

inaktivasyonunda artış gözlenmiştir. Elma suyunda PPO enziminde %100 genlik, 70°C ve 15 dakika işlem sonucunda %99 oranında inaktivasyon gözlenirken, aynı işlem koşullarında POD için %94,5 oranında inaktivasyon sağlanmıştır. Belirlenen bu sonuçlarına göre POD'ın PPO'ya kıyasla ısıya karşı dirençli olduğu gözlenmiştir.

Termosonikasyon uygulanmış elma suyu örneklerinin TFM içeriğine bakıldığında, %60 genlikte sabit süreye bakıldığında düşük sıcaklık uygulamalarında (40-50°C) artan sıcaklık ile TFM miktarında artış belirlenmiştir. Ancak 60°C sıcaklıkta süre artışına bağlı olarak örneklerin TFM miktarı azalmıştır. %80 genlik, düşük sıcaklık (40°C) ve kısa işlem sürelerinde (5, 10 ve 15 dakika) TFM miktarı kontrol örneğine göre artmış, aynı şartlarda süre arttıkça azalma görülmüştür. Genellikle %80 genlikte 60°C sıcaklıkta gerçekleştirilen işlemin fenolik bileşikler daha iyi korunduğu belirlenmiş, işlem süreleri arasında 15 dakika sonunda $586,05 \pm 1,26$ mg GAE/kg YA değeri ile en yüksek fenolik madde miktarı belirlenmiştir. %100 genlikte 40, 50 ve 60°C sıcaklıkta uygulanan termosonikasyon işleminde artan süreye bağlı olarak TFM miktarı değişkenlik göstermiştir. %100 genlikte 70°C'de süre artışıyla birlikte TFM artış gösterse de belirlenen miktar % 80 genlikte 60°C sıcaklıkta belirlenen miktardan daha düşüktür. Bu nedenle artan ultrason gücünün fenolik bileşikler üzerinde tahrip edici etkisi olduğu belirlenmiştir.

Termosonikasyon uygulanmış elma suyu örneklerinde, %60, 80 ve 100 genlikte genellikle her bir sıcaklık değeri için, EC₅₀ değerleri kontrole göre artmış, yani antioksidan aktivite azalmıştır. Bununla birlikte TFM için belirlenen koşullar (%80, 60°C ve 15 dakika) aynı şekilde antioksidan aktivitenin de en iyi korunduğu işlem parametreleri olarak seçilmiştir. Bu şartlarda EC₅₀ değeri $32,09 \pm 0,38$ mg/ml olarak belirlenmiştir. Farklı koşullarda işlem gören örneklerden elde edilen FTIR spektrumlarına bakıldığında fenolik bileşiklerde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. FTIR spektrumlarının parmak izi bölgesine bakıldığında klorojenik asit ve epikateşinle uyumlu spesifik bantlar olduğu görülmüştür. FTIR ve HPLC ile belirlenen sonuçlar birbirleriyle paralellik göstermektedir. Termosonikasyon uygulanmış elma suyu örneklerinde belirlenen fenolik bileşikler; kateşin, klorojenik asit, kafeik asit, epikateşin ve kamferol'dur. %60 genlikte 60°C sıcaklıkta 15 dakika işlem sonunda elma suyu örneklerinin fenolik içeriğinde belirlenen kateşin, epikateşin ve klorojenik asit miktarı kontrole kıyasla azalırken kamferol miktarı artmıştır. %80 genlikte 60°C sıcaklıkta 15 dakika işlem sonunda ise kateşin, epikateşin ve kamferol miktarı artmış klorojenik asit miktarı azalmıştır. %100 genlikte tüm sıcaklıklarda 15 dakika işlem süresi sonunda elma suyu örneklerinin fenolik bileşik miktarlarının kontrole kıyasla düşük olduğu belirlenmiştir. Buna göre HPLC ve FTIR spektroskopisi ile tespit edilen fenolik bileşiklerin uyumlu olduğu görülmüştür. Elma suyunda termosonikasyon işlemiyle enzim inaktivasyonu sağlanırken, fenolik bileşiklerde artış sağladığı gözlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre termosonikasyonun elma sularının işlenmesinde ısı işleme alternatif, gelecek vaat eden bir yöntem olarak önerilebilmektedir.

Kaynaklar

- Abbas, O., Compère, G., Larondelle, Y., Pompeu, D., Rogez, H., & Baeten, V. (2017). Phenolic compound explorer: A mid-infrared spectroscopy database. *Vibrational Spectroscopy*, 92, 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2017.05.008>
- Abid, M., Jabbar, S., Hu, B., Hashim, M. M., Wu, T., Lei, S., Khan, M. K., & Zeng, X. (2014). Thermosonication as a potential quality enhancement technique of apple juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 21, 984–990. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2013.12.003>
- Anonim, (2011). Türkiye meyve suyu vb. ürünler sanayi raporu. <https://www.meyed.org.tr> (Erişim tarihi: 15 Mart 2015).
- Anonim, (2016). Bahçecilik, Kütüphane, Meyve Yetiştirme. <http://defteriniz.com/elma-uretimi-meyve-yetistirme/27891/>
- Baltacıoğlu, H. (2022). Thermosonication of peach juice: investigation of PPO and POD activities, physicochemical and bioactive compounds changes, and development of FT-IR-based chemometric models for the evaluation of quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 57, 1688–1697. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15536>
- Baltacıoğlu, H., & Doğanay, G. (2021). Isıl işlemin elma suyunda enzim aktivitesi ve fenolik bileşiklere etkisi: FTIR ve HPLC çalışması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(1), 14–26. <https://doi.org/10.21923/jesd.848043>
- Başlar, M., & Ertugay, M. F. (2013). The effect of ultrasound and photosonication treatment on polyphenoloxidase (PPO) activity, total phenolic component and colour of apple juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 48, 886–892. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12015>
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. *Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları*, No: 34, Ankara.
- Chitgar, M. F., Aalamia, M., Kadkhodae, R., Maghsoudlou, Y., & Milani, E. (2018). Effect of thermosonication and thermal treatments on phytochemical stability of barberry juice copigmented with ferulic acid and licorice extract. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 50, 102–111. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.09.004>
- Cruz, R. M. S., Vieira, M. C., & Silva, C. L. M. (2006). Effect of heat and thermosonication treatments on peroxidase inactivation kinetics in watercress (*Nasturtium Officinale*). *Journal of Food Engineering*, 72, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.jfset.2007.10.005>
- Demirtaş, C. (2018). Termosonikasyon uygulamasının elma suyunun kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Erdoğan, S. S., Masum, B., Göksel, Z., & Kılınc, A. (2011). Bazı elma çeşitlerinin elma suyu üretimine uygunluğunun araştırılması. *Bahçe*, 40(1), 9 – 16.
- Feng, H., Barbosa-Cánovas, G. V., & Weiss, J. (2011). Ultrasound technologies for food and bioprocessing. *Food Engineering Series*, Springer, New York.
- Francini, A., & Sebastiani, L. (2013). Phenolic compounds in apple (*Malus domestica* Borkh.): compounds characterization and stability during postharvest and after processing. *Antioxidants*, 2, 181–193. <https://doi.org/10.3390/antiox2030181>
- Illera, A. E., Sanz, M. T., Benito-Román, O., Varona, S., Beltrán, S., Melgosa, R., & Solaesa, A. G. (2018). Effect of thermosonication batch treatment on enzyme inactivation kinetics and other quality parameters of cloudy apple juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 47, 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.02.001>
- Kalinowska, M., Bielawska, A., Lewandowska-Siwkiewicz, H., Priebe, W., & Lewandow, W. (2014). Apples: content of phenolic compounds vs. variety, part of apple and cultivation model, extraction of phenolic compounds, biological properties. *Plant Physiology and Biochemistry*, 84, 169–188. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.09.006>

- Karadeniz, F. (1994). Elma suyunda fenolik madde dağılımı ve konsantrasyona işleme sırasında değişimi. Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Kuldiloke, J. (2002). Effect of ultrasound, temperature and pressure treatments on enzyme activity and quality indicators of fruit and vegetable juices. Berlin Teknik Üniversitesi, Gıda Biyoteknolojisi ve Proses Mühendisliği, Doktora tezi.
- Markowski, J., & Płocharski, W. (2006). Determination of phenolic compounds in apples and processed apple products. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14(2), 133-142.
- Okur, İ., Baltacıoğlu, C., Baltacıoğlu, H., Alpas, H., & Ağçam, E. (2019). Evaluation of the effect of different extraction techniques on sour cherry pomace phenolic content and antioxidant activity and determination of phenolic compounds by FTIR and HPLC. *Waste and Biomass Valorization*, 10, 3545-3555. <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00771-1>
- Rana, S., & Bhushan, S. (2016). Apple phenolics as nutraceuticals: assessment, analysis and application. *Journal Food Science Technologies*, 53(4), 1727-1738. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2093-8>
- Silva, L. C. A., Almeida, P. S., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2015). Inactivation of polyphenoloxidase and peroxidase apple cubes and in apple juice subjected to high intensity power ultrasound processing. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 2081-2087. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12451>
- Wang, J., Zhao, Y. M., Tian, Y. T., Yan, C. L., & Guo, C. Y. (2013). Ultrasound-Assisted extraction of total phenolic compounds from inula helenium. *Scientific World Journal*, 157527. <https://doi.org/10.1155/2013/157527>



Factors Affecting Consumers' Food Away from Home Consumption Decisions: a Pilot Study on Türkiye

Osman İnanç Güney^{1,a,*}

¹Çukurova University, Vocational School of Adana, Adana, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 6.11.2023 Accepted : 25.12.2023</p> <p>Keywords: Food Consumer Behaviour Food away from home Türkiye</p>	<p>The innovations brought by the post-modern societal order have led to significant changes in individuals' lifestyles and habits. These changes have also been observed in food preferences and consumption habits. Nowadays, most people no longer view their access to food as merely an effort to meet their nutritional needs. Instead, they expect psycho-social and economic benefits from it, adding rational, hedonic, and symbolic dimensions to their eating habits. In this context, there is a continuous increase in the number of individuals who carry out their eating and drinking activities outside their homes. This research investigates the factors related to food away from home (FAFH) and the impact of socio-demographic characteristics. In this context, a face-to-face survey was conducted with 1016 consumers in the largest cities of 7 regions of Turkey, and the collected data was analyzed using descriptive statistics and an ordered probit regression model. As a result, among the factors affecting food preferences, a positive relationship is observed between the frequency of eating out and the consumption of foods consumed by others, while there is a negative relationship with preferences for nutritional content and local brands. From food consumption patterns, positive relationships were found between FAFH consumption frequency and fast food consumption, street food preference, and snacks consumption, while a negative relationship was found with a plant-based diet preference. Additionally, socio-demographic characteristics such as gender, marital status, age, income, and education also influence individuals' FAFH consumption.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 83-90, 2024

Tüketicilerin Ev Dışı Gıda Tüketim Kararlarını Etkileyen Faktörler: Türkiye Üzerine Bir Pilot Araştırma

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 6.11.2023 Kabul : 25.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Gıda Tüketici Davranış Ev dışı tüketim Türkiye</p>	<p>Post-modern toplum düzenini getirdiği yenilikler bireylerin yaşam tarzlarında ve alışkanlıklarında önemli değişimlere neden olmuş, bu değişimler gıda tercih ve tüketim alışkanlıklarında da gözlemlenmiştir. Günümüzde çoğu insan gıdaya erişimi artık sadece beslenme ihtiyacını karşılamaya yönelik bir çaba ile sınırlandırmayıp ondan psiko-sosyal ve ekonomik faydalar da beklemekte, beslenme alışkanlıklarına rasyonel, hedonik ve sembolik boyutlar eklemektedir. Bu kapsamda yeme-içme faaliyetlerini evlerinin dışında gerçekleştiren bireylerin sayısında sürekli bir artış söz konusudur. Bu araştırmada ev dışı gıda tüketimini (EDGT) etkileyen gıda odaklı faktörler ve sosyo-demografik özelliklerin etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda Türkiye'nin 7 bölgesinin en büyük şehirlerinde 1016 tüketici ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiş elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler ve sıralı probit regresyon modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre gıda tercihlerini etkileyen faktörler arasında başkaları tarafından da tüketilen gıdaların ev dışı gıda tüketim sıklığı ile pozitif, besin içeriği ve yerel markaları tercih etme ile ise negatif ilişki durumu söz konusudur. Gıda tüketim desenlerinden fast-food tüketimi, sokak yemeği tercihi ve abur-cubur tüketimi ile EDGT sıklığı arasında pozitif, bitkisel temelli beslenme tercihiyle ise negatif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca sosyo-demografik özelliklerden cinsiyet, medeni durum, yaş, gelir ve eğitim de bireylerin EDGT'lerini etkilemektedir.</p>

^a inancguney@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8467-2079>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

İnsanoğlunun yeterli ve güvenilir gıda ihtiyacı ve bunu karşılama çabaları ilk çağlardan günümüze toplumların gündemindeki öncelikli yerini korumaktadır. Geçmişte çoğu insan temelde yeterli besine sahip olabilmeye sorunuyla mücadele derken bugün özellikle batı ülkelerindeki çoğunluk için yeme-içmeye ilişkin kaygılar artık yemeğin kalitesi ve sunulmuş şekli ile daha çok ilişkili bir hale gelmiştir. Uzun yıllar boyunca literatüre egemen olan görüş, yemek alışkanlıklarının ve tercihlerinin değişime dirençli olduğu yönündeyken günümüzde tüketicilerin nasıl ve nerede beslenileceğine dair birçok alternatif gündeme gelmektedir (Warde ve ark., 2007).

Günümüzde yiyecek-içecek seçimi, sosyal, ekonomik, kültürel, politik ve çevresel düzlemde çok çeşitli, karmaşık ve sıklıkla birbiriyle ilişkili faktörlerden etkilenmektedir (Narine ve Badrie, 2007). Post-modern topluma geçişle birlikte ortaya çıkan hızlı kentleşme, teknolojik gelişmeler, iş dünyasında değişen talepler ve kültürel değişimler, insanların yaşam tarzlarını derinden etkilemiştir (United Nations, 2019). Yaşam tarzındaki değişiklikler gıda tercihleri ve tüketim alışkanlıklarını da etkilemiş ve bu durum sağlık, çevre ve toplum üzerinde çeşitli sonuçlara yol açmıştır. Özellikle gıda işleme ve dağıtım alanlarındaki gelişmeler gıda sektörüne büyük bir dinamizm kazandırarak gıda endüstrisinin ürünleri ve pazarlama stratejilerinde köklü değişimlerin yaşanmasına neden olmuş ve bu gelişmeler bireylerin gıda tüketim desenlerini ve alışkanlıklarını etkilemiştir (de Rezende ve de Avelar, 2012). Bu bağlamda hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde gözlemlenen önemli konulardan birisi gıda tüketiminde evde hazırlanan ve tüketilen gıdalardan ev dışında gıda tüketimine geçiştir (Damayantia ve ark., 2023).

Geçen on yılda gıda konusunda zevklerin ve alışkanlıkların standartlaştırılması ve bireyselleşmesinin de etkisiyle gıda tüketiminde oluşan yeni eğilimler kapsamında yeme-içme faaliyetlerini evlerinin dışında yapan insanların sayısında sürekli bir artış söz konusu olmaktadır. Bu artışa yemek hazırlamada uzmanlaşmış ticari kuruluşlar (restoranlar, fast food restoranları ve snack barlar) ve hizmetlerinin bir parçası olarak yemek sunan işletmelerdeki (oteller, uçak içi yemekler) gelişmeler ve ticari olmayan gıda hizmeti sektörleri de önemli katkılar sağlamıştır (Blick ve ark., 2018, de Rezende ve de Avelar, 2012).

Dışarıda yemek yeme olgusunu açıklamaya yönelik olarak literatürde Food-Away-Home (FAFH) kullanılmakta olup Türkçede genellikle Ev-Dışı-Gıda-Tüketimi (EDGT) kavramı ile ifade edilmektedir. Ev dışı gıda tüketimi, bireylerin evlerinin dışında yiyecek ve içecek tüketmeleri biçiminde tanımlanmaktadır. Ev dışı gıda tüketimi bireylerin evlerinin dışında bir yiyecek-içecek firması tarafından üretilen ve/veya servis edilen yiyecek ve içeceklerin belirli bir fiyat karşılığında satın alınıp tüketilmesini ifade eder ve bu çerçevede yiyecek ve içecek endüstrisine olan talebin çıkış noktasını oluşturur (Özdemir, 2010; Çalmaşur ve Daştan, 2020). Ev dışı gıda tüketimi için genellikle iki yaklaşım söz konusudur. Bunlar tüketim yerine bakılmaksızın ev dışında hazırlanan yemekler ve ev dışında tüketilen tüm gıdalardır (Gümüş ve Yardımcı, 2019).

Günümüzde ev dışında yiyecek tüketme davranışı fizyolojik amaçlarla birlikte psikolojik, sosyal ve ekonomik ihtiyaçların da karşılanmasına yönelik gerçekleşmektedir. Bu bağlamda EDGT davranışı sadece açlık ihtiyacının karşılanmasıyla sınırlı olmayıp zaman baskısı, ruhsal iyileşme, haz ve mutluluk, statü, prestij gibi kaynakların etkisine de bağlıdır. Öyle ki, kimi zaman bireylerin EDGT davranışında psiko-sosyal etki fiziksel amaçların önüne bile geçebilmektedir. Bu durum gıda tüketimine, bireylerin hayatlarını biyolojik olarak devam ettirmesini sağlayan temel bir davranış olmanın yanında hedonik ve sembolik boyutlar da kazandırır (Özdemir, 2010; Onurlubaş ve ark., 2015).

Tüketiciler her geçen yıl gıda harcamalarını artan oranlarda, başta fast-food olmak üzere, ev dışında hazırlanan yiyecek ve içeceklere harcamaktadırlar (Powell ve Han, 2011, Warde ve ark., 2007; Mancino ve ark., 2009). EDGT harcamalarındaki artış 1800'lerin sonlarında gelişmiş bölgelerde başlamış ve 20. yüzyılda artmıştır (Sauer ve ark, 2021). Aileler artık evde daha az yemek hazırlamakta ve ev dışında hazırlanan gıdalara daha fazla para harcamaktalar (Robson ve ark., 2016). ABD'de gerçekleştirilen bir çalışmaya göre 11 ila 18 yaşlarındaki öğrencilerin yaklaşık %75'inin önceki hafta bir fast food restoranında yemek yediği belirtilmiştir (Powell ve Han, 2011) 2021'de, COVID-19 salgını sırasında EDGT harcamalarında önemli bir düşüş olmasına rağmen, ABD'deki tüm hane halkı gıda harcamalarının neredeyse %53'ü, evden uzakta gıdaya atfedilebilirdi (Kilders ve ark., 2023). Micheal ve ark., (2018) raporuna göre, ABD'deki yetişkinler yaşlarına bağlı olarak ortalama haftada yaklaşık 3,5 ila 5,5 kez evden uzakta yiyecek tüketmektedirler. Sauer ve ark., (2021) yaptıkları çalışmalarında EDGT davranışının özellikle şehirli Tanzanyalıların diyetlerine şartıcı derecede derinlemesine nüfuz ettiği ve gıda tüketimlerinin ortalama %18'ini ve toplam işlenmiş gıda tüketimlerinin ise %23'ünü oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Blick ve ark., (2018) ise çalışmalarında Güney Afrikada evde yemek tüketiminin azaldığını, fast food tüketiminin ise arttığını, hanelerin %35'inin ayda bir defadan fazla fast food tükettiğini belirtmişlerdir. Damayantia ve ark., (2023) Endonezya'da yaptıkları çalışmaya göre hane halkı gıda harcamalarının yaklaşık %20'sini EDGT i oluşturmaktadır.

EDGT alanında yapılan araştırmalar bu tüketim davranışının artan popülaritesinin nedenlerini ve bu artışın arkasındaki faktörleri mikro düzeyde de incelemektedir. Bu faktörler arasında en çok öne çıkanların başında hane halkı gelir artışı ve fiyatla ilişkili durumlar gelmektedir. Bireylerin gelir düzeyleri arttıkça ve ev dışı gıdaların fiyatları göreceli olarak azaldıkça EDGT de artmaktadır. Ayrıca kentleşme ve kadınların işgücüne katılımının artması ve bununla birlikte yaşanan zaman kısıtı ve ortaya çıkarttığı fırsat maliyeti de evlerde yemek hazırlanmasındaki azalmayı açıklayan diğer unsurlardandır ve evde yemek hazırlamanın fırsat maliyeti arttıkça hane halkı evde yemek yerine EDGT'Nİ tercih edecek (Blick ve ark., 2018, Sauer ve ark., 2021, Jensen ve Yen, 1996; Mottaleb ve ark., 2017; Mutlu ve Gracia, 2004; Robson ve ark., 2016; Akbay ve Boz, 2005; Çalmaşur ve Daştan, 2020; Demirel ve Hatırlı, 2020). Konuya ilişkin

literatür incelendiğinde EDGT'ini etkileyen faktörler arasında yaş, eğitim, hane halkı büyüklüğü, cinsiyet gibi ailelerin sosyo-demografik yapılarındaki değişimlerin de oldukça etkili olduğu anlaşılmaktadır (Beldona ve ark., 2010; Jensen ve Yen, 1996; Mottaleb ve ark., 2017; Mutlu ve Gracia, 2004; Robson ve ark., 2016; Akbay ve Boz, 2005; Demirel ve Hatırlı, 2020).

EDGT artışlarında son yıllarda yeni insanlarla tanışma, aile/arkadaşlarla birlikte olma, eğlence, mutluluk, ruh halinde iyileşme, kolaylık, sosyal statü, prestij, yenilik arayışı gibi artan oranda yaşam tarzındaki ve sosyalleşme yapılarındaki sosyal, kültürel ve psikolojik faktörler de önem kazanmaktadır (Özdemir, 2010; Jensen ve Yen, 1996; Çalmaşur ve Daştan, 2020; Demirel ve Hatırlı, 2020). Bireylerin EDGT tercihlerinde yiyecek içecek işletmelerinin sayısı ve çeşidindeki artışlar, yiyecek-içecek işletmelerinin artan pazarlama faaliyetleri gibi dışsal faktörler ile lezzet, doku, koku gibi ürün odaklı duyuşsal faktörlerin de katkısı bulunmaktadır (Çalmaşur ve Daştan, 2020; Jensen ve Yen, 1996; Özdemir, 2010).

Son yıllarda gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik büyüme, yaşam standartları üzerinde olumlu etkilere yol açmıştır. Bu büyüme, kadınların işgücüne daha fazla katılımı, daha uzun yaşam beklentisi, artan tek kişili haneler ve daha yüksek hane halkı sayısı gibi sonuçlar doğurmuştur. Kadınların gelir artışı ve hane gelir kaynaklarının çeşitlenmesi bu değişimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu durum, ev dışı gıda tüketiminin teşvik edilmesine neden olmuştur, çünkü toplumsal yapıdaki bu değişiklikler hane halkının ev içi üretimlerine yeni kısıtlar getirmiştir. Bu bağlamda, ev dışı gıda tüketimini, gelişmekte olan ülkelerde giderek artan bir eğilim haline gelmiştir. Ancak, bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar genellikle gelişmiş ülkeler için yapılmıştır ve bu trendin gelişmekte olan ülkelerdeki belirleyicileri konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Mottaleb ve ark., 2017; Traş ve Şengül, 2017; Onurlubaş ve ark., 2015).

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye 20. yy'ın başından itibaren Dünya genelinde yaşanan sosyo-demografik ve ekonomik değişimlerden etkilenmiştir. Bu değişimlerin etkisiyle Türk toplumunda özellikle büyük şehirlerde yaşam tarzı ve tüketim davranışlarında değişimler söz konusu olmuş ve bu değişimler gıda tüketim davranışlarına da etki etmiştir (Ercan, 2021). Türkiye'de son yıllarda gıda tüketim davranışlarında görülen değişmelerin en belirgin olduğu alanlardan birisi EDGT olmuştur ve hane halkı EFDGT harcamalarında yıllar itibarı ile büyük artışlar gerçekleşmiştir (Traş ve Şengül, 2017). Türkiye'de EDGT harcamalarının toplam harcamalar içindeki payı 2020 yılı itibarı ile aylık ortalama 701 TL ile %5.8 lere ulaşmıştır. Bu oran tek kişilik hanelerde %8.6'lara kadar çıkmaktadır (TÜİK, 2023). Önümüzdeki yıllarda da Türkiye'de ev dışı tüketim pazarının büyümeye devam ederek gelişmiş ülkelerdeki düzeylere yaklaşacağı ön görülmektedir (Demirel ve Hatırlı, 2020).

Geçtiğimiz yarım yüzyılda yiyecekleri evde işlemek ve evde hazırlamak için harcanan zamanın fırsat maliyetlerinin artması nedeniyle Afrika, Asya ve Latin Amerika'da işlenmiş gıda tüketiminde bir artış yaşanmış

bu da gelişmekte olan bu bölgelerde EDGT harcamalarını arttırmıştır (Sauer ve ark., 2021). Benzer biçimde Türkiye'de EDGT harcamalarında sürekli bir artış söz konusudur. Bu bağlamda tüketicilerin EDGT ne yönelik davranışları ve bu davranışlara etki eden faktörlerin araştırılması gıda endüstrisinin bu alanındaki gelişmelerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca EDGT alanında faaliyet gösteren işletmelerin gıda işleme, tarımsal üretim ve turizm sektörleriyle olan yakın ilişkisi de konunun kapsam ve önemini arttırmaktadır (Mihalopoulos ve Demoussis, 2001). EDGT davranışlarına etki eden faktörlerin anlaşılması, gıda pazarındaki değişiklikleri açıklama, gıda tercihlerine göre tüketici davranışını motive eden faktörleri anlama, hedef pazarları tanımlama, sunulacak ürün ve hizmet stratejilerini belirleme ve işletmelerinin karlılık ve sürdürülebilirliklerini sağlama açısından stratejik bilgiler ortaya koyacaktır.

Materyal ve Yöntem

Veri

Araştırma analizi için gerekli veriler yüz yüze uygulanan kesitsel bir anket aracılığı ile elde edilmiştir. Araştırmanın ulusal düzeyde temsiliyi sağlamak amacıyla anket Türkiye'nin yedi bölgesinin en büyük illerinde (İstanbul, Ankara, İzmir, Trabzon, Adana, Van ve Gaziantep) uygulanmıştır. Her ilin örneklem büyüklüğü toplam nüfus içindeki payına göre belirlenmiştir. Anket, ticari bir araştırma şirketi (Ayna Araştırma) tarafından Kasım-Aralık 2022 tarihleri arasında 1016 tüketici ile gerçekleştirilmiştir. Nihai örneklem büyüklüğü sensuz bir popülasyon ve %95,5 güven düzeyi ($p = 0,05$) kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında uygulanan anketin etik uygunluğu için Çukurova Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanında Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan onay alınmıştır (03.02.2023-E.633461-Karar No.8). Çizelge 1'de örneklemin sosyo-demografik özellikleri verilmektedir.

Yöntem

Araştırma kapsamında ev-dışı gıda tüketimi ile gıda satın alma ve tüketim davranışları arasındaki bağlantı sıralı probit modeli kullanılarak açıklanmıştır. Model seçimi, anketteki soruların (hem bağımlı hem de bağımsız değişkenler) Likert ölçeği ile düşükten yükseğe doğru sıralanarak değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bu kapsamda modelin bağımlı değişkenini tüketicilerin ev dışı gıda tüketim sıklıkları oluştururken, bağımsız değişkenler olarak da tüketicilerin gıda tercihlerini etkileyen çeşitli faktörler, gıda tüketim kalıpları ve sosyo-demografik özellikleri kullanılmıştır.

Sıralı probit analizi, lojistik dağılımdan kaydedilen oranları kullanmak yerine olay olasılıklarını kümülatif standart normal dağılım puanlarına çevirir ve ikili bağımlı değişken üzerindeki regresyonu sürekli bağımlı değişken üzerindeki regresyona dönüştürmek için kullanılır. Bu kapsamda bir olayı yaşama veya bir özelliğe sahip olma olasılığı ile tahmin edilen probit, bir veya daha fazla bağımsız değişken tarafından belirlenen doğrusal bir denklemde bağımlı değişken haline gelir (Harrell, 2015).

Çizelge 1. Örneklemen sosyo-demografik özellikleri
Table 1. Socio-demographic characteristics of the sample

Özellik	f	%	Özellik	f	%
Cinsiyet			Gelir (₺)		
Erkek	457	45	Sabit gelir yok	258	25,4
Kadın	559	55	<5500	177	17,4
Yaş			5501-7500	248	24,4
15-24	247	24,3	7501-9000	153	15,1
25-34	334	32,9	9001-11500	95	9,4
35-44	213	21	>11501	85	8,4
45-54	139	13,7	Eğitim		
55-65	68	6,7	Okuma yazma yok	15	1,5
≥65	15	1,5	İlk-ortaokul	232	22,8
Hane kişi sayısı			Lise	263	25,9
1	87	8,6	Univerite	449	44,2
2	141	13,9	Lisan üstü	57	5,6
3	271	26,7	Medeni durum		
4 ve üzeri	252	24,8	Bekâr	501	49,3
			Evli	515	50,7

Çizelge 2. Tüketicilerin ev-dışı-gıda-tüketimi sıklıkları
Table 2. Frequency of consumers' food away from home consumption

Hiçbir zaman	Yılda 1-6 kez	Ayda 1-3 kez	Haftada 1-5 kez	Daha fazla
69 / %6,8	224 / %22,1	424 / %42	230 / %22,6	66 / %6,5

Genellikle sıralı probit modeli gözlemlenmeyen gizli değişkenden belirlenebilir (y_i^*):

$$y_i^* = x_i' \beta + \varepsilon_i \quad (1)$$

Burada i , ($i = 1, 2, \dots, N$) tüketicileri belirtir, x_i bağımsız açıklayıcı değişkenlerin vektörüdür, β bilinmeyen eğim parametrelerinin vektörüdür ve ε_i standart lojistik dağılıma sahip gözlemlenmeyen bireysel hata terimidir. Kısaca sıralı probit modelinde bağımlı değişken yani bireylerin tüketim sıklığı, gözlemlenmeyen gizli değişkenin (y_i^*) belirli eşik değer aralıkları içerisinde aldığı değerlere göre sınıflandırılır τ_k :

$$= 0 \text{ eğer } y^* \leq 0 \quad (2)$$

$$= 1 \text{ eğer } 0 < y^* \leq \mu_1$$

$$= 2 \text{ eğer } \mu_1 < y^* \leq \mu_2$$

.

.

$$= J \text{ if } \mu_{J-1} \leq y^*,$$

Burada μ 'ler β ile tahmin edilecek bilinmeyen parametrelerdir (Greene, 2012).

Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde anket uygulaması aracılığı ile bireylerin ev dışı yiyecek-içecek tüketim durumları ve bunu etkileyen çok boyutlu faktörlere ilişkin elde edilen bulgular ve tartışmalar yer almaktadır. Araştırma sonuçlarına göre tüketicilerin çoğunluğun çeşitli seviyelerde EDGT'i tercih ettiği (%93,2) görülmektedir. Buna göre katılımcıların %22,1'i yılda 1-6 defa, %42'si ayda 1-3 defa, %22,6'si haftada 1-5 defa ve %6,5'i ise haftada 5 defadan fazla EDGT'i gerçekleştirmektedirler.

EDGT sıklıkları önceki araştırmalarda da incelenmiş ve farklı düzeylerde EDGT sıklıkları tespit edilmiştir. Buna göre Haseki ve ark. (2023) Türkiye'de Covid-19 sürecinde EDGT üzerine gerçekleştirdikleri araştırmalarına göre son haftada ev dışı gıda tüketim oranı %66,5. Bu oran Covid-19 süreci çncesinde %74,4 olarak tespit edilmişti. Narine ve Badrie, (2007) Trinidadlı tüketicilerin tercihleri üzerine yaptıkları çalışmalarında bireylerin %62,8'inin haftada 1-2 defa EDGT'i yaptıklarını, Mottaleb ve ark. (2017) ise Bangladeş'te yaptıkları araştırmalarında araştırmaya katılan bireylerin yaklaşık %64'ünün EDGT'i gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir. Türkiye'de yapılan çalışmalar incelendiğinde Ertürk ve ark tüketicilerin %47,6'sının haftada 2-5 defa, Dölekoğlu ve Çelik, (2018) ise araştırmalarına katılanların %26,7'sinin haftada bir defa, %28'inin haftada bir defadan fazla, %20,7'sinin ayda bir defa ve %6'sının her gün EDGT'i yaptıklarını sonucuna ulaşmışlardır.

Araştırma kapsamında tüketicilerin gıda tercihlerini etkileyen çeşitli faktörlere verdikleri önem düzeyleri ortalama ve standart sapmaları hesaplanarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Buna göre tüketicilerin araştırılan tüm faktörlere ortalamasının üzerinde önem verdiği görülmekle birlikte besin içeriği ve hijyen, son kullanma tarihi, doğal/organik olması faktörleri öncelik göstermektedir.

Tüketicilerin ev dışı gıda tüketimleri ile gıda tercihleri arasındaki ilişkiyi anlamak için kullanılan sıralı probit regresyon modeli sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Buna göre gıda tüketim tercihleri arasında besin içeriği ve hijyene önem verme, yerel markaları tercih etme ve gıdanın başkaları tarafından da tüketiliyor olunması ile ev dışı gıda tüketim sıklığı arasında anlamlı ilişkiler söz konusudur. Regresyon sonuçlarında besin içeriği ve hijyen faktörü, ev dışı gıda tercihlerini etkileyen önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3. Gıda tercihlerini etkileyen faktörler

Table 3. Factors affecting food preferences

Değişken	Tanımlama	Ortalama	S.S.
Fiyat	Fiyata önem veririm	3,784	1,2303
Besin içeriği ve hijyen	Besin içeriği ve hijyene önemlidir	4,185	1,0364
Hazırlama kolaylığı	Hazırlama kolaylığına önem veririm	3,582	1,2662
Fiziksel görünüm	Fiziksel görünüme önem veririm	3,741	1,2138
Son kullanma tarihi	Son kullanma tarihine dikkat ederim	4,641	0,7427
Tanınmış bir marka olması	Tanınmış bir marka olması önemlidir	3,819	1,2737
Paketleme	Paketlemeye önem veririm	3,818	1,1858
Yerel marka olması	Yerel marka olmasına dikkat ederim	3,797	1,2782
İşleme yöntemi	İşleme yöntemi önemlidir	3,552	1,4119
Organik/doğal	Organik/doğal olması önemlidir	4,298	1,0242
Diğer tüketiciler	Diğer tüketicilerin tercihi önemlidir	3,217	1,4636

S.S.: Standard sapma

Çizelge 4. Ev-dışı-gıda-tüketimi ile gıda tercihinin etkileyen faktörlerin ilişkiye ait sıralı probit model

Table 4. Ordered probit model of the relationship between food away from home consumption and factors affecting food preference

Değişken	Katsayı	Std. Hata	P > z	[95% Conf. Interval]
Fiyat	-,0285974	,030387	0,347	-,088158 ,0309601
Besin içeriği ve hijyen	-,0790189	,0450514	0,079*	-,1673179 ,0092802
Hazırlama kolaylığı	,042112	,0347698	0,226	-,0260356 ,1102595
Fiziksel görünüm	,042112	,0353504	0,241	-,0278125 ,1107587
Son kullanma tarihi	-,0619083	,0615287	0,314	-,1825023 ,0586857
Tanınmış bir marka olması	,0106016	,0363376	0,770	-,0606187 ,081822
Paketleme	,0515116	,039191	0,189	-,0253027 ,1283258
Yerel marka olması	-,1082446	,00397175	0,006*	-,1860895 -0303997
İşleme tekniği	,0430506	,0342971	0,209	-,0241706 ,1102717
Organik/doğal	-,0010989	,0436612	0,980	-,0866732 ,0844754
Diğer tüketiciler	,0622709	,026598	0,019*	,0101398 ,114402

Çizelge 5. Gıda tüketim kalıpları ve satın alma tercihleri

Table 5. Food consumption patterns and purchasing preferences

Değişken	Tanımlama	Ortalama	S.S.
Fast-food	Fast-food tüketmeyi tercih ederim	2,021	1,0610
Tüketime hazır gıda	Tüketime hazır yiyecekleri tercih ederim	2,375	1,2626
Sokak yemeği	Sokak yemeklerini tüketmeyi tercih ederim	2,514	1,1660
Diyet yiyecekler	Diyet yiyecekleri tüketmeyi tercih ederim	1,969	1,1719
Hayvansal gıda	Hayvansal gıdaları tüketmeyi tercih ederim	3,411	1,0737
Bitkisel gıda	Bitkisel gıdaları tüketmeyi tercih ederim	3,404	1,0498
Karbonhidrat yoğun gıdalar	Karbonhidrat zengin gıdaları tercih ederim	3,277	1,1427
Vejetaryen gıdalar	Vejetaryen diyet tercih ederim	1,811	1,1463
Abur cubur	Abur cuburları tüketmeyi tercih ederim	2,517	1,2252
e-ticaret	İnternette yemek siparişi veririm	1,609	1,0228

S.S.: Standard sapma

Tüketicilerin besin içeriği ve hijyene önem verme düzeyi ile ev dışı gıda tüketim sıklığı arasında anlamlı ancak negatif yönlü bir ilişki vardır. Buna göre tüketicilerin tükettikleri gıdaların besin içeriklerine verdikleri önem arttıkça ev dışında gıda tüketme olasılıkları azalmaktadır. Bu durum sağlıklı beslenme kaygısı olanların ev dışı gıda tüketim davranışını gerçekleştirme olasılığının daha düşük olduğunu ifade etmektedir. Mancino ve ark., (2009) yaptıkları araştırmalarında ev dışı gıda tüketimi ile aşırı kalori alımı ilişkisini ortaya koymuşlar ve insanların ev dışında yemek yerken daha sağlıksız gıdaları tercih ettiklerini belirlemişlerdir. Tutar ve Yazırlı (2016) çalışmalarına göre ise tüketicilerin %88,7'si ev dışı gıdaları sağlık ve hijyen açısından şüpheli bulmaktadır.

Ev dışı gıda tüketimi ile negatif ilişkili diğer bir faktör ise yerel marka tercihidir. Bu tüketicilerin ev dışında ulusal

ya da uluslararası zincir yiyecek-içecek markalarını tercih etme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Gıda tercihinin etkileyen diğer bir faktör olan yiyecek-içeceğin başkaları tarafından da tüketiliyor olması ise EDGT ile pozitif anlamlı ilişki içerisindedir. Bu durum tüketicilerin ev dışında genellikle bilinen markalara yönelim gösterdiği bir durumu ortaya koymaktadır. de Rezende ve de Avelar, (2012) araştırmalarında aşına olma faktörü ile EDGT arasında pozitif anlamlı bir ilişki tespit etmişler ve tüketicilerin ev dışında aşına olmadıkları yemekleri tüketmediklerini ortaya koymuşlardır. Tutar ve Yazırlı (2016) göre ise tüketicilerin %32,11'inin ev dışı gıda tüketimi yapmalarında alışkanlıkların etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ertürk (2018) da tüketicilerin %82,9'unun ev dışında yiyecek tüketirken bildikleri işletmeleri ve yiyecekleri tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Araştırma kapsamında tüketicilerin gıda tüketim kalıpları ve satın alma tercihleri de incelenmiştir (Çizelge 5). Buna göre tüketiciler ortalama olarak daha çok karbonhidrat yoğun gıdaları tercih etmekte olup, bitkisel ve hayvansal gıdaları tercihlerinde önemli farklılıklar bulunmamaktadır. En düşük seviyede tercihi ise vejetaryen ve diyet yiyecekler göstermektedirler.

Araştırmada tüketicilerin EDGT tercihleri ile gıda tüketim kalıpları ve satın alma tercihleri arasındaki ilişki de sıralı probit regresyon analizi yardımıyla modellenmiştir (Çizelge 6). Analiz sonuçları EDGT tercihi ile fast-food tüketimi tercihi, sokak yemeği tercihi, abur-cubur tüketimi tercihi arasında pozitif, bitkisel gıda tercihi arasında ise negatif anlamlı ilişkilerin varlığını ortaya koymuştur. Zaman faktörünün kısıtlılığı da göz önüne alındığında fast-food ve sokak yiyecekleri ev dışında karşılaşma olasılığı en fazla olan gıda grubudur ve bu yiyeceklerin tüketimi ile EDGT arasında yüksek düzeyde pozitif anlamlı bir ilişki söz konusudur. Bu doğrultuda fast food ve sokak yiyecekleri tercih edenlerin evlerinin dışında yiyecek-içecek tüketme olasılıkları daha yüksektir. Bu sonuç, hızlı yiyeceklerin tüketiminin popülerliğini ve tüketici tercihlerindeki önemini göstermektedir. Tutar ve Yazırlı (2016) araştırmaları da tüketicilerin %46'sının ev dışı gıda tüketimi yapmalarında zaman kısıtının etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

EDGT ile pozitif anlamlı ilişki içerisinde olan diğer bir gıda grubu ise abur-cubur gıdalardır. Araştırma sonuçlarına göre bireylerin abur cubur tüketim tercihleri arttıkça ev dışında yemek yeme olasılıkları yükselmektedir. EDGT ile anlamlı ancak negatif ilişki içerisinde bir faktör bitkisel gıda tüketimidir. Tüketicilerin bitkisel gıda tüketme olasılıkları arttıkça EDGT gerçekleştirme olasılığı azalmaktadır. Bu sonuç daha önce tartışılan sağlıksız gıda tüketimi ve EDGT sıklığı ilişkisini tekrar ortaya koymaktadır.

Gıda tüketimi, birçok faktörün etkisi altında olan karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin bir parçası olarak, ev dışı gıda tüketimi, bireylerin tercihlerini, yaşam tarzlarını ve sosyo-demografik özelliklerini de yansıtmaktadır. Bu ilişkiyi anlamak ve açıklamak amacıyla kullanılan sıralı probit regresyon modelinde sosyo-demografik özelliklerden yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim ve gelir faktörleri ile EDGT arasında anlamlı ilişkiler ortaya çıkmıştır.

Çizelge 7 deki sonuçlara göre bireylerin cinsiyetleri ile EDGT arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre bireylerin erkek olmalarıyla EDGT sıklığı arasında bir ilişki olup, erkeklerin ev dışında gıda tüketmeyi kadınlara göre daha fazla tercih ettiklerini göstermektedir. Bu sonuç, toplumsal cinsiyet rolleri ve yaşam tarzı tercihlerinin gıda tüketimine etkisini yansıtmaktadır. Warde ve Martens (2000) de kitaplarında İngiltere'de cinsiyet değişkeninin dışarıda yemek yeme sıklığı ile istatistiki olarak anlamlı ilişki içerisinde olduğunu belirtmişlerdir. Blick ve ark., (2018) Güney Afrikada yaptıkları araştırmalarında erkeklerin kadınlara göre EDGT yapma olasılığının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Drescher ve Roosen (2013) da Almanyada yaptıkları çalışmalarında kadın olmanın EDGT üzerinde negatif etkisi olduğunu hesaplamışlardır. Beldona ve ark. (2010) ise cinsiyetin dışarıda yeme davranışlarını belirlemede önemli bir farklılaştırıcı faktör olmadığını ortaya koymuşlardır. Benzer sonuca de Rezende ve de Avelar, (2012) de ulaşmıştır.

Ayrıca tüketicilerin bekar olmaları ev dışında daha fazla gıda tüketme olasılığını arttırmaktadır. Evli bireylerin, bekar veya boşanmış bireylere göre daha az ev dışı gıda tükettiği görülmektedir. Bu sonuç, aile dinamikleri ve ekonomik faktörlerin tüketim tercihleri üzerindeki etkisini yansıtmaktadır.

Çizelge 6. Ev dışı gıda tüketimi ile gıda tüketim kalıpları ve satın alma tercihleri arasındaki ilişkiye ait sıralı probit model
Table 6. Ordered probit model of the relationship between food away from home and food consumption patterns and purchasing preferences

Değişken	Katsayı	Std. Hata	P > z	[95% Conf. Interval]	
Fast-food	,1686053	,0380228	0,000*	,0940819	,2431288
Tüketime hazır gıda	,0297329	,028692	0,300	-,0265024	,0859682
Sokak yemeği	,1411534	,033523	0,000*	,0754496	,2068572
Diyet yiyecekler	-,0269703	,0325145	0,407	-,0906975	,0367568
Hayvansal gıda	,0117802	,0356753	,0741	-,0581421	,0817025
Bitkisel gıda	-,1192327	,038508	0,002*	-,1949029	-,0435625
Karbonhidrat yoğun gıdalar	,0313945	,0351957	0,372	-,0375878	,1003767
Vejetaryen gıdalar	,04520041	,0325848	0,165	-,018661	,1090692
Abur cubur	,0524763	,0316479	0,097*	-,0095525	,1145052
e-ticaret	,0488313	,0469462	0,298	-,0431816	,1408443

Çizelge 7. Ev dışı gıda tüketimi ile sosyo-demografik özellikler arasındaki ilişkiye ait sıralı probit model
Table 7. Ordered probit model of the relationship between food away from home consumption and socio-demographic characteristics

Değişken	Katsayı	Std. Hata	P > z	[95% Conf. Interval]	
Cinsiyet	,4558387	,0704367	0,000*	,3177852	,5938921
Medeni Durum	-,5186132	,0875281	0,000*	-,690165	-,3470613
Yaş	-,1864839	,0338772	0,000*	-,252882	-,1200858
Eğitim	,0775702	,0101482	0,053*	-,0011188	,1562591
Gelir	,0806625	,0243273	0,001*	,0329818	,1283432
Hane kişi sayısı	-,0064507	,0276751	0,816	-,0606929	,0477916

EDGT'ine etki eden bir diğer sosyo-demografik faktör ise yaştır. Yaşın artmasıyla birlikte ev dışı gıda tüketimi olasılığının azaldığı görülmektedir. Bu sonuç, yaşlanmanın beslenme tercihlerini etkilediğini ve daha genç bireylerin ev dışı gıda tüketimini daha fazla tercih ettiğini göstermektedir. Zan ve Fan, (2010) da kesitsel çalışmalarında yaşın EDGT harcamaları ile negatif ilişki içerisinde olduğunu ve gençlerin yaşlılara göre dışarıda daha çok yemek yediklerini tespit etmişlerdir. Çalmaşur ve Daştan, (2020) çalışmalarında yaş faktörünün EDGT ile %1 önem düzeyinde anlamlı ilişki içerisinde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Traş ve Şengül, (2017) da Türkiye'de yaptıkları çalışmalarında genç grupların yaşlılara göre EDGT için önemli ölçüde daha fazla harcama yaptıklarını tespit etmişlerdir. Drescher ve Roosen (2013)' a göre de Almanya'da yaş arttıkça EDGT'de azalma daha fazla olmaktadır.

Sosyo-demografik özellikler içinde EDGT sıklığı ile anlamlı bir ilişkiye sahip olan bir diğer faktör de eğitimidir. Analiz sonuçları göstermektedir ki bireylerin eğitim seviyeleri yükseldikçe ev dışında yiyecek-içecek tüketme olasılığı artmaktadır. Eğitim seviyesinin yüksekliği ile gelir düzeyi arasında doğrusal bir ilişki olduğu kabul edilirse bireylerin eğitim düzeylerinin artması onların gelirlerini arttıracaktır. de Rezende ve de Avelar, 2012 da eğitim seviyesinin yüksekliğinin ev dışında daha fazla yiyecek-içecek tüketilmesi anlamına geldiğini belirtmişlerdir ve ev dışı yiyecek-içecek tüketme sıklığı bireylerin kültürel sermaye düzeyleri ile bağlantılıdır. Zan ve Fan, (2010) da bireylerin eğitim seviyelerinin atmasıyla EDGT ne bütçeden harcamalarına ayrılan payın arttığını ortaya koymuşlar ve bunu gelir faktörüyle de ilişkilendirmişlerdir. Akbay ve Boz, 2005 da anne ve babanın eğitim düzeyinin hane halkı EDGT harcamalarını arttıran bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. Benzer bir biçimde Traş ve Şengül, (2017) da hane reisinin eğitim düzeyinin Türkiye'de EDGT katılımı ve harcama kararları üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Çalmaşur ve Daştan, (2020) da eğitim faktörünün %1 önem düzeyinde EDGT ile anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu hesaplamışlardır. Beldona ve ark., (2010) Hindistan'da yapmış oldukları çalışmalarında eğitimin yine önemli bir farklılaştırıcı faktör olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Eğitim seviyesi görece yüksek genç grupların işgücüne nüfuz etmesi, bu yeni neslin dışarıda yemek yemeye olan yatkınlığını açıklamada önemli bir parametre olarak kabul edilebilir.

Sıralı probir regresyon analizinin diğer bir sonucuna göre gelir faktörü de ev dışı gıda tüketimi ile istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişkiye sahiptir. Bu sonuç, daha yüksek gelire sahip bireylerin ev dışı gıda tüketimini daha fazla tercih ettiğini ve ekonomik faktörlerin beslenme tercihlerini şekillendirdiğini yansıtmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi gelir yüksekliği ile eğitim düzeyi arasındaki ilişki vardır ve önceki çalışmalarda her iki faktör birlikte anlamlı sonuçlar vermişlerdir. Jang ve ark. (2007) çalışmalarında ekonomik değişkenlerin bir parçası olarak gelir değişkeninin yaşlı bireylerde EDGT ile pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Yani yüksek gelir grubundaki bireylerin düşük gelir gruplarındaki bireylere göre dışarıda yemek yeme olasılıkları daha fazladır. de Rezende ve de Avelar, 2012 Brezilyada yaptıkları çalışmalarında gelirin özellikle

tüketici için en pahalı yemek seçeneklerinden ikisi olan etnik veya self-servis restoranlarda dışarıda yemek yemeye pozitif bir ilişkisi söz konusudur. Akbay ve Boz, 2005 araştırmalarında en yüksek gelir grubunda bulunan ailelerin %91,7'sinin ev dışında gıda tüketiminde bulduklarını tespit etmişlerdir. Tutar ve Yazırlı (2016)'na göre de hanelerin gelir düzeyi arttıkça ev dışı gıda talepleri artmaktadır. Mihalopoulos ve Demoussis, (2001) yaptıkları çalışmanın ampirik sonuçlar da göstermektedir ki Yunan hane halklarının EDGT tüketim olasılığını etkileyen en önemli faktörler hane büyüklüğü ve hane geliridir. Sauer ve ark. (2021) da Tanzanya'da yaptıkları araştırmalarında hem kırsal hem de şehir merkezlerinde EDGT ile gelir arasında bir ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir. Blick ve ark. (2018) göre de Gelir, EDGT pazarına katılma olasılığını ve EDGT 'ne harcanan tutarı arttırmaktadır.

Sonuç

Gıda tüketimi ve tercihleri, tüketicilerin yaşam tarzlarına, kültürel farklılıklara ve sağlık hedeflerine bağlı olarak büyük bir çeşitlilik göstermektedir ve zaman içinde değişebilmektedir. Bu bağlamda gıda endüstrisinin değişen tüketici tercihleriyle başa çıkmak için onları anlaması ve esnek ve çeşitlendirilmiş bir ürün yelpazesi sunması gereklidir.

Bu çalışma tüketicilerin gıda tercihlerinin etkileyen faktörler ve tüketim kalıpları ile EDGT arasındaki karmaşık ilişkileri açıklamak ve tüketicilerin sosyo-demografik özelliklerinin ev dışı gıda tüketimi üzerindeki etkilerini anlamak için değerli katkılar sunmaktadır.

Sıralı probit analiz sonuçları, gıda tüketim tercihleri ile EDGT sıklığı arasında önemli ilişkilerin olduğunu göstermektedir. Buna göre gıda tercihlerini etkileyen faktörler arasında başkaları tarafından da tüketilen gıdaların ev dışı gıda tüketim sıklığı ile pozitif, besin içeriği ve yerel markaları tercih etme ile ise negatif ilişki içerisinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum EDGT de akran etkisinin yüksek olduğu, besin içeriğine çok dikkat edilmediği ve ulusal markaların tercih edildiği sonucunu göstermektedir.

Ayrıca, fast-food tüketimi, sokak yemeği tercihi ve abur-cubur tüketimi ile EDGT sıklığı arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Bu sonuç besin içeriğine dikkat edilmeme bulgusuyla örtüşen bir yapı göstermektedir. Yine görece sağlıklı kabul edilebilecek bitkisel gıda tercihi ile ev dışı gıda tüketim sıklığı arasında ise negatif bir ilişki söz konusudur.

Makalede sunulan sonuçlar, sosyo-demografik özelliklerin de ev dışı gıda tüketimi üzerinde önemli etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Sosyo-demografik faktörler arasında cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim ve gelir düzeyi ile EDGT sıklığı arasında anlamlı ilişkilerin olduğu ortaya çıkmıştır.

Buna göre erkeklerin ev dışı gıda tüketimini kadınlara göre daha fazla tercih ettiği, yine bekâr bireylerin evlere göre ev dışında daha fazla gıda tüketme eğiliminde olduğu, yaşın artmasıyla ev dışı gıda tüketiminin azaldığı ve eğitim seviyesinin yükseldikçe de ev dışı gıda tüketim sıklığının arttığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Türkiye'de erkeklerin kadınlara göre yemek hazırlama bilgi ve becerisindeki eksiklikler özellikle bekâr erkeklerin EDGT katılımaları

olasılığını arttırmaktadır. Tüketim kalıplarında fast-food, sokak yiyecekleri ve abur-cubur un EDGT ile anlamlı ilişki çerisinde olması genç bireylerin bu davranışı gerçekleştirme olasılığının daha yüksek olması durumunu da açıklamaktadır.

Ayrıca, gelir düzeyinin yüksek olduğu bireylerin ev dışı gıda tüketimini daha fazla tercih ettiği tespit edilmiştir. Daha yüksek gelire sahip bireylerin ev dışı gıda tüketimini tercih etmeleri, ekonomik faktörlerin beslenme tercihlerini etkilediğini ve gıda endüstrisinin bu faktörlere dikkat etmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Gelir düzeyinin yüksekliği ile eğitim faktörü arasında bir ilişkinin olduğu kabul edilirse eğitim yüksekliği ile EDGT arasındaki pozitif ilişki de anlam kazanmaktadır

Araştırma sonuçları yiyecek-içecek işletmeleri, gıda endüstrisi, ilgili sivil toplum kuruluşları ve gıda ve sağlık politikaları oluşturucuları için EDGT tercihlerini daha iyi anlama ve bu tercihlere uygun ürünler ve hizmetler sunma konusunda önemli bilgiler sunmakta ve gelecekteki araştırmalar için bir temel teşkil etmektedir. Böylece EDFT ne yönelik yeni etkili stratejiler ve pazarlama planları oluşturulabilecektir.

Kaynaklar

Akbay, C., & Boz İ. (2005). Kahramanmaraş'ta ailelerin ev ve ev dışı gıda tüketim talebi ve tüketici davranışlarının ekonomik analizi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1), 122-131

Beldona, S, Andrew, P., Moreo, A.P., & Mundhra, G.D. (2010). The role of involvement and varietyseeking in eating out behaviors. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 22(3), 433 – 444. <https://doi:10.1108/09596111011035990>

Çalmaşur, G., & Daştan, H. (2020). Erzurum ilinde hanehalklarının ev dışı gıda tüketimini etkileyen faktörler. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6 (1), 97-111. <https://doi:10.29131/uiibd.681035>

Demirel, O., & Hatırlı, S.A. (2020). Türkiye’de ev-dışı yemek yeme alışkanlığının analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 16(4), 976-988. <https://doi:10.17130/ijmeh.853587>

de Rezende, D.L., & de Avelar, A.E.S. (2012). Factors that influence the consumption of food outside the home in Brazil. *International Journal of Consumer Studies*, 36 (2012), 300–306. <https://doi:10.1111/j.1470-6431.2011.01032.x>

Dölekoğlu, C.Ö., & Çelik, O. (2018). Y kuşağı tüketicilerin gıda satın alma davranışı. *KSÜ Tar Doğa Dergisi*, 21, 55-66. <https://doi:10.18016/ksutarimdogav.474049>

Ercan, U. (2021). Ev dışı gıda tüketim sınıflarının yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13 (4), 3265- 3277. <https://doi:10.20491/isarder.2021.1321>

Ertürk, M. (2018). Tüketicilerin dışarıda Yemek Yeme Nedenleri, *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 17 (3), 1203-1224. <https://doi.org/10.21547/jss.396287>

Greene, W.H. (2012). *Econometric Analysis* (Seventh ed.). Boston: Pearson Education. ISBN 978-0-273-75356-8

Gümüş, A.B., & Yardımcı, H. (2019). Öğrencilerin ev dışı ana öğün tüketimlerine ve antropometrik ölçümlerine göre akdeniz diyet uyumlarının incelenmesi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 28(6), 397-403. <https://doi:10.17942/sted.629541>

Harrell, Jr. F.E. (2015). *Regression Modeling Strategies*. Springer Series in Statistics. Springer International Publishing AG Switzerland. ISSN 0172-7397.

Jang, S., Ham, S., & Hong, G.S. (2007). Food-away-from-home expenditure of senior households in the united states: a double-hurdle approach. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 31(2), 147-167. <https://doi:10.1177/1096348006297287>

Jensen, H.H., & Yen, S.T. (1996). Food expenditures away from home by type of meal. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 44 (1), 67-80. <https://doi:10.1111/j.1744-7976.1996.tb00143.x>

Narine, T., & Badrie, N. (2007). Influential factors affecting food choices of consumers when eating outside the household in Trinidad, West Indies. *Journal of Food Products Marketing*, 1(1), 19-29. https://doi:10.1300/J038v13n01_02

Mancino, J., Todd, J., & Lin, B.H. (2009). Separating what we eat from where: measuring the effect of food away from home on diet quality. *Food Policy*, 34 (2009), 557–562. <https://doi:10.1016/j.foodpol.2009.09.003>

Mihalopoulos, V.G., & Demoussis, M.P. (2001). Greek household consumption of food away from home: a microeconomic approach. *European Review of Agricultural Economics*, 28 (4), 421–432. <https://doi:10.1093/erae/28.4.421>

Mottaleb, K.A., Rahut, D.B., & Mishra, A.K. (2017). Consumption of food away from home in Bangladesh: Do rich households spend more? *Appetite*, 119(2017), 54-63. <https://doi:10.1016/j.appet.2017.03.030>

Mutlu, S., & Gracia, A. (2004). Food consumption away from home in Spain. *Journal of Food Products Marketing*, 10(2), 1-16. https://doi:10.1300/J038v10n02_01

Onurlubaş, E., Doğan, H.G., & Gürler, A.Z. (2015). Türkiye’de ev dışı gıda tüketimin durumu ve tüketici eğilimleri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(38), 917-924.

Özdemir, B. (2010). Dışarıda yemek yeme olgusu: kuramsal bir model önerisi. *Anatolia Turizm Araştırmaları Dergisi*, 21(1), 218-232.

Robson, S.M., Crosby, L.E., & Stark, L.J. (2016). Eating dinner away from home: perspectives of middle-to high income parents. *Appetite*, 96(2016), 147-153. <https://doi:10.1016/j.appet.2015.09.019>

Traş, M.F., & Şengül, S. (2017). Cohort effect on food away from home in Turkey: a double hurdle approach. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, (35), 59-80. <https://doi.org/10.25294/aiiibfd.322644>

Tutar, F.K., & Yazırlı, N. (2016). Hanehalkı ev dışı gıda tüketimini etkileyen faktörler: Nazilli örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 367-392.

TÜİK. (2023). *Hanehalkı Tüketim Harcaması, 2022*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Tuketim-Harcamasi-2022-49690>

UN. (2019). *World Urbanization Prospects: The 2017 Revision*. United Nations Department of Economic and Social Affairs. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>

Warde, A., Cheng, S.L., Olsen, W., & Southerton, D. (2007). Changes in the practice of eating a comparative analysis of time-use. *Acta Sociologica*, 50(4), 363–385. <https://doi:10.1177/0001699307083978>

Zan, H., & Fan, J.X. (2010). Cohort effects of household expenditures on food away from home. *The Journal of Consumer Affairs*, 44(1), 213-233. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6606.2010.01163.x>



Effects of Food Additives on Health

Sena Yaren Sarıcan^{1,a,*}, Nurten Beyter^{2,b}, İlkyay Yılmaz^{2,c}

¹Başkent Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılığı Geliştirme Enstitüsü, Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

²Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ankara, Türkiye.

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 25.05.2023 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Food additives Health Toxicity E code Exposure</p>	<p>Additives are defined as substances added to food to maintain and improve safety, freshness, taste, texture or appearance. The use of additives does not pose a danger to consumers, provided that they comply with legal regulations and are used at the determined concentration. But concerns about food additives have increased over the past 20 years. In recent years, more and more studies on chemicals used as food additives show their negative effects on health. In fact, toxicity tests must be developed to better define health problems, and large and lengthy studies are needed to examine lifetime exposure. In this study, the effects of food additives on human health are examined in the light of recent developments.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 91-99, 2024

Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlık Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makalesi</i></p> <p>Geliş : 25.05.2023 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Gıda Katkıları Sağlık Toksosite E Kodu Maruziyet</p>	<p>Katkı maddeleri, gıdaya güvenliği, tazeliği, tadı, dokuyu veya görünümü korumak ve geliştirmek amacıyla eklenen maddeler olarak tanımlanmaktadır. Katkı maddelerinin kullanımı, yasal düzenlemelere uygun olması halinde ve belirlenen konsantrasyonda kullanılması durumunda tüketiciler için tehlike oluşturmamaktadır. Fakat gıda katkı maddelerine ilişkin endişeler, son 20 yılda artış göstermiştir. Son yıllarda gıda katkı maddesi olarak kullanılan kimyasallarla ilgili olarak giderek daha fazla çalışma sağlığa olumsuz etkilerini göstermektedir. Aslında sağlık sorunlarını daha iyi tanımlayabilmek için toksisite testleri geliştirilmelidir ve yaşam boyunca maruziyeti incelemek için geniş çaplı ve uzun araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmada son gelişmeler ışığında gıda katkı maddelerinin insan sağlığına etkileri irdelenmektedir.</p>

^a senayaren1998@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-8520-5544>

^b nbeyter@baskent.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0001-6359-9469>

^c ilkayyilmaz@baskent.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0001-5938-3112>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Gıda katkı maddeleri dendiğinde tek başına gıda olarak tüketilemeyecek, besleyici değeri olmayan ve herhangi bir gıdada karakteristik bileşen olarak etkide bulunamayacak maddeleri ifade edilmektedir (Yılmaz & Dal Yılmaz, 2022). Yiyecek ve içecek endüstrilerindeki temel maddelerden biri olan gıda katkı maddeleri, lezzetin korunması veya gıdanın tadını, görünümünü veya diğer niteliklerini değiştirip geliştirerek gıda veya gıda işlemede kullanılan maddeleri tanımlamaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı da gıda katkı maddelerini “Besleyici değeri olsun veya olmasın, tek başına gıda olarak tüketilmeyen ve gıdanın karakteristik bileşeni olarak kullanılmayan, teknolojik bir amaç doğrultusunda üretim, muamele, işleme, hazırlama, ambalajlama, taşıma veya depolama aşamalarında gıdaya ilave edilmesi sonucu kendisinin ya da yan ürünlerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak o gıdanın bileşeni olması beklenen maddeler” olarak tanımlamaktadır (TGK, 2013).

İnsanlık tarihi kadar eski olan gıda katkı maddeleri yaygın bir kullanıma sahiptir. Mısırlıların renk maddelerini 3500 yıl kadar önce gıda katkı maddesi olarak kullandıkları bilinmektedir. Bununla beraber, Çin tarihinde doğal boyaların gıdalarda kullanımı M.Ö. 2600 yılına, Hindistan’da da M.Ö. 2500 yılına dayanmaktadır (Tayfur ve ark., 2019). Zamanla kullanılan katkıların sayısı ve içeriğinin de artış göstermiş olduğu bilinmektedir. 19. yüzyıldan sonra hızla artış gösteren katkıların kullanımının denetim altında yapılmadığı sürece olumsuz etkilere neden olabileceği anlaşılmıştır.

Günümüzde, yapay olan gıda katkı maddeleri, yavaş yavaş doğal gıda katkı maddelerinin yerini almış olup bu katkı maddelerinin kötüye kullanılması, toksik katkı maddelerini içeren gıda katkı maddeleri ile ilgili birçok sorun teşkil etmektedir. Gıdaların işlenmesi ve paketlenmesi gibi aşamaların, farklı gıda ürünleri için gıda katkı maddelerinin kullanımını büyük ölçüde arttırmıştır (Wu ve ark., 2022). Gıda katkı maddelerinin farmakokinetik ve toksikolojik özelliklerini belirlemek amacıyla güvenlik değerlendirmesinin yapılması zorunlu tutulmuştur fakat deneysel olarak bunu gerçekleştirmek oldukça zordur (Chauhan ve ark., 2021). Bunların yanında, gıda katkı maddeleri insanlara eşsiz bir duyuşal zevk ve ticari anlamda rahatlık getirebilir ancak beraberinde insan sağlığı için potansiyel risklere de neden olabilmektedirler (Wu ve ark., 2022). Örneğin; gıda katkı maddelerinden biri olan emülgatörlerin kullanımı, gastrointestinal ve metabolik sağlık etkilerindeki olumsuzluklar nedeniyle son yıllarda araştırma konusu olarak ilgi çekmektedir (Cox ve ark., 2021).

Gıda katkı maddeleri, gıda endüstrisi için olumsuz etkileri olduğu gibi olumlu etkileri de göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Lojistik ve depolama aşamaları için sıklıkla kullanılan katkı maddeleri çok önemlidir. Bu sayede gıda kalitesinin sabit tutularak tüketiciye kadar ulaşması sağlanmaktadır. Gıda katkı maddelerinin sınıflandırılmasında pek çok kriter kullanılmaktadır. Çoğunlukla kullanım amaçlarına göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bu çalışmada da sınıflandırmadan bahsedilerek sağlık etkilerine değinilecektir.

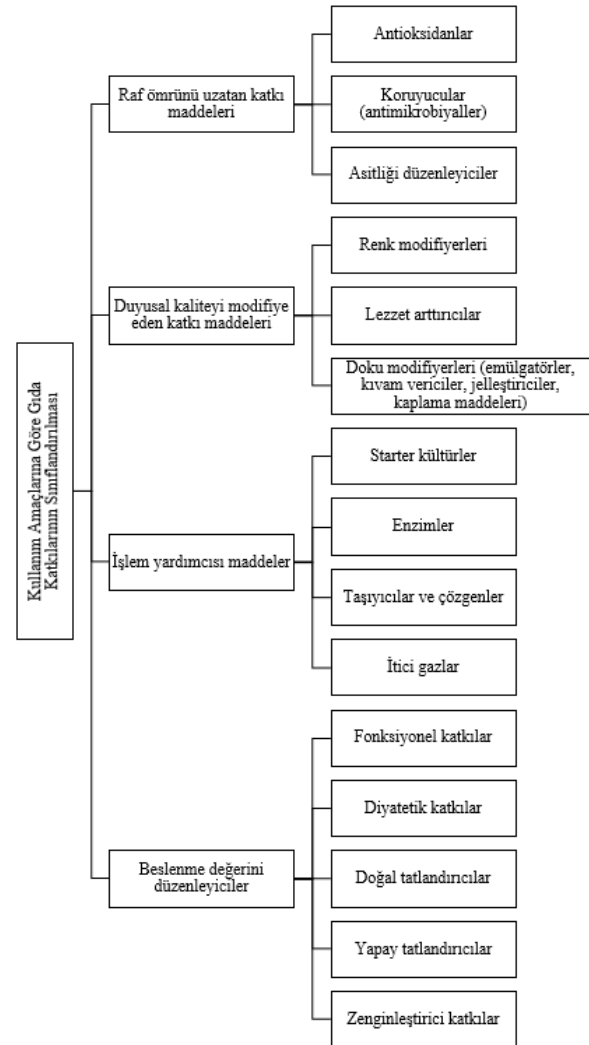
Gıda Katkı Maddelerinin Sınıflandırılması

Gıda katkı maddeleri; insan sağlığını korumak, gıdaların besleyici değerinin en yüksek seviyede tüketiciye ulaşmasını sağlamak ve gıdanın çekiciliğini artırma gibi nedenlerle sıklıkla kullanılmaktadır. Bu maddelerin kullanımı ve anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla Avrupa Birliği tarafından bütün gıda katkı maddeleri için bir E kod numarası belirlenmiştir. Bir E numarası ve 3 veya 4 rakamlı bir sayı ile ifade edilmektedir (Küşümler ve Özgün, 2020).

Çizelge 1. Katkı Maddelerinin E Kodu Sıralaması*
Table 1. E Code Sorting of Additives

Gıda Katkı Maddeleri	E Kodları
Renklendiriciler	E100-180
Koruyucular	E200-285, E330
Antioksidanlar	E300-321
Emülsifiyeler ve Stabilizatörler	E322-500
Asit-Baz Sağlayıcılar	E500-578
Tatlandırıcılar, Koku Verenler	E620-637
Genel Amaçlı Katkı Maddeleri	E900-927

*(Küşümler & Özgün, 2020)



Şekil 1. Kullanım amaçlarına göre gıda katkı maddeleri (Kaynak: OMU, 2019)

Figure 1. Classification of food additives according to their intended use

Gıda katkı maddeleri, kullanım amaçlarına göre 4 farklı başlıkta sınıflandırılmaktadır (Şekil 1).

Bunlar;

- -Raf ömrünü uzatan katkı maddeleri
- -Duyusal kaliteyi modifiye eden katkı maddeleri
- -İşlem yardımcı maddeleri
- -Besin değerini düzenleyiciler

Kullanım İzinleri

Gıda katkı maddelerinin kullanımının sağlık üzerine etkilerinin kontrol altında tutulabilmesi için birçok denetleyici kurum ve kuruluş bulunmaktadır. Başlıca FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi), toksik etki gözlenmeyen maddelerini içeren GRAS (Generally Recognized as Safe) listelerini hazırlamaktadır. Bu listede yer alan maddeler gıdalarda limitsiz bir şekilde kullanılabilir. WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve FAO (Gıda ve Tarım Örgütü), katkı maddeleriyle ilgili yapılan güncel çalışmalarını yayımlayarak yasa ve yönetmeliklerin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Ülkemizde de Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yayınladığı Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği ülke içerisindeki kullanımları denetlemeyi sağlayacak bir belgedir. Gıda endüstrisinde kullanım için 10.000'den fazla farklı katkı maddesi onaylanmıştır. (Laura, ve ark., 2019).

Katkı maddelerinin doğru ve güvenli kullanımı için belirli hesaplamalar da yapılmaktadır. NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) değeri, gözlenebilen hiçbir yan etki göstermeyen doz miktarını ifade etmektedir. Katkı maddesinin günlük diyetten en yüksek alım miktarını tanımlar. Vücudun kg ağırlığı başına katkı maddesinin bir günde tüketilebilecek mg cinsinden değeri ile ifade edilir. Bu değer de genellikle 100 olan güvenlik faktörüne bölünerek ADI (Acceptable Daily Intake) değeri hesaplanır. Bu değer ise günlük kabul edilebilir dozu ifade etmektedir.

Hesaplamalar yapılarak katkının gıdada kullanılıp kullanılmayacağına ve kullanılıyorsa ne kadar miktarda kullanılacağına karar verilir. Ülkelerin bu konuda kendi denetim mekanizmaları bulunmaktadır. Katkı maddelerinin niteliğini, bileşimini ve kalitesini değiştirmeden gıdanın besin değerini, kalitesini, stabilitesini veya organoleptik özelliklerini korumak için kullanıldığı için tüketiciye fayda sağlaması da gereklidir, ayrıca gıdanın üretimi, taşınması ve depolanmasına yardımcı olur. Ürün kusurlarını kapatmak için katkı maddesi kullanılmamalıdır (Trasande ve ark., 2019).

Sağlık Üzerine Etkileri

Gıda katkı maddeleri için sağlığa zararlıdır gibi kesin bir ifade kullanılmamaktadır. Bu konuda önemli olan kullanılan maddenin dozudur. Dozdan sonra önemli etki ise doğru gıdada kullanımınıdır. Bazı bitki köklerinde bulunan fenolik maddelerin anti kanserojen etkisi olduğu bilinmekle beraber antioksidan olarak kullanılan sentetik fenollerin kanserin öncül lezyonlarına etkisi olduğu da bilinmektedir (Stich, 1991).

Çocukların tükettikleri besinlerde en sık bulunan katkı maddelerinin bisfenoller, ftalatlar, perfloroalkil kimyasalları, perkloratlar, pestisitler, nitratlar ve nitritler,

yapay gıda boyaları, monosodyum glutamat ve aspartam olduğu saptanmıştır (Savin, ve ark., 2022). Daha önce yayınlanmış araştırmalar, bisfenoller, ftalatlar, perfloroalkil kimyasalları, perklorat, pestisitler, nitratlar, nitritler ve sentetik gıda renklerinin çocukların sağlığı açısından endişelere neden olabileceği gösterilmiştir (Trasande ve ark., 2018; Di Renzo, 2015; Gore ve ark. 2015; Bergman ve ark.,2013).

Çocuklarda hiperaktivite ile ilgili yapılan bir çalışmada sonuç olarak hiperaktivite ve dikkat eksikliği semptomlarına neden olduğu söylenmektedir (McCann ve ark., 2007). Tartarazin gıda boyasının davranış üzerine etkisinin incelendiği çift kör retrospektif çalışmada çocuklarda hiperaktiviteyi arttırdığı bulunmuştur (Schab, & Trinh, 2004). Kırmızı gıda boyasının değerlendirildiği bir çalışmada alarjik reaksiyonlara yol açabileceği bulunmuştur (Sardiñas, 2019). Farelerde aspartamın etkisine bakılan bir çalışmada bazı kanser türlerinin gelişimi ile aspartam ilişkilendirilmiştir (Soffritti,2014). Choudhary ve Lee tarafından (2018) yapılan çalışmada ise gıda katkı maddelerinin obezite riskini artırabileceği ve metabolik bozukluklara katkıda bulunabileceği bulunmuştur (Choudhary ve Lee, 2018). Bir sistematik derleme makalesinde ise tatlandırıcılar irdelenmiş ve glukoz intoleransı ve insülin direnci ile ilişki araştırılmıştır. Sonuç olarak tatlandırıcıların insülin direnci riskini artırabileceği bulunmuştur (Hoekstra, 2018).

Yapay gıda renklendiricileri ve koruyucu olarak kullanılan benzoatın hiperaktivite üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada bazı çocuklarda bu katkı maddelerinin hiperaktivite semptomlarını artırabileceği gösterilmiştir (Bateman, ve ark., 2004). Düşük dozlarda aspartamın yaşam boyu maruziyetinin farelerde kanser etkilerini artırabileceği ve aspartamın potansiyel kanserojen etkilere sahip olabileceği bulunmuştur (Soffritti ve ark., 2006). Bir çalışmada eklenmiş şeker tüketiminin kardiyovasküler hastalık ölümlerine etkileri incelenmiş, yüksek şeker tüketiminin kardiyovasküler hastalıklarla ilişkili ölüm riskini artırabileceği gösterilmiştir (Yang, ve ark.,2014). Sodyum benzoatın farelerde bilişsel ve duygusal davranışlar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, sodyum benzoatın bazı davranışsal değişikliklere neden olabileceği gösterilmiştir (Kim ve Kim, 2019).

Diyet emülgatörlerinin farelerin bağırsak mikrobiyotası etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, diyet emülgatörlerinin bağırsak mikrobiyotasını etkileyebileceğini ve bağırsak sisteminin bazı bileşenlerini değiştirebileceği gösterilmiştir (Gao, Yve ark.,2019). Farklı tatlandırıcıların farelerde glukoz ve lipid metabolizmasına etkilerinin incelendiği bir çalışmada farklı tatlandırıcıların glukoz ve lipid metabolizması üzerinde farklı etkileri olduğu ortaya çıkartılmıştır (Hu, ve ark.,2020).

Renklendiriciler

Renk verme ya da kaybedilen rengin geri kazanılması amacıyla gıdalara eklenen maddelerdir (Altındış, 2023). Doğal ve yapay renklendiriciler olarak ikiye ayrılmaktadırlar. 3-9 yaş arası çocuklarda dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğuna neden olabilen katkı maddeleridir (Altındış, 2023).

Erden Çalışır & Çalışkan (2003) makalesine göre renklendirme amacıyla kullanılan katkı maddelerinin Norveç ve İsveç ülkelerinde yasaklandığı belirtilmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere katkıların gıdalarda kullanımı ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Aynı zamanda Erden Çalışır & Çalışkan (2003) makalesinde renklendiricilerin astım, deri döküntüsü ve migren gibi hastalıklara neden olabileceğinden bahsedilmiştir.

Koruyucular

Mikroorganizma kaynaklı bozulmalara ve patojen mikroorganizmaların gelişme göstermesine karşı gıdaları koruyarak raf ömrünü uzatan katkı maddeleridir (Altındiş, 2023; Sevindik and Uysal, 2021). Antimikrobiyaller ve antioksidanlar olarak ikiye ayrılmaktadırlar.

Çakır, 2011 yılında sorbik asit ve benzoik asit varlığıyla ilgili yaptığı bir çalışmada E200-E210 kodlu katkıların gıdalarda mikrobiyal, enzimatik ve kimyasal nedenli değişikliklerin önüne geçtiği buna karşın aşırı tüketimde astım ve deri döküntüsü gibi olumsuzluklara da neden olabileceği belirtilmiştir.

Nitrit ve nitrat bileşikleri toprak yapısında doğal olarak bulunsa da bazı sağlık etkilerinin göz ardı edilmemesi tavsiye edilir. İşlenmiş etlerde kullanılan bu katkıların kanserojenik etki yarattığı belirlenmiştir (Chazelas ve ark., 2022). Chazelas, 2022 yılında yaptığı çalışmada, gıdalara yüksek oranda ilave edilen nitritler için prostat kanseri riskini arttığı belirtilmiştir.

Hamilelik sırasında nitrit bakımından zengin işlenmiş et alımının artması, çocuklarda beyin tümörü riskinin artmasıyla ilişkili bulunmuştur (Neuman, 2011).

Çizelge 2. Bazı Renklendirici Gıda Katkılarının Sağlık Etkileri

Table 2. Health Effects of Some Coloring Food Additives

Katkı	Sağlık Etkisi	Kullanılan Besinler	Kaynak
E102 (Tartrazin)	Astım Deri döküntüleri Migren	Jöle karışımları, içecek tozları, şekerleme, karides konservesi	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003)
E 110 (Sunset sarısı)	Astım Deri döküntüleri Hiperaktivite	İçecek tozları, çerezler, jöle karışımları, karides konservesi, aromalı bisküvi ve gofret kremaları	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003)
E150 (Karamel rengi)	Bebekler düşük ağırlık	Alkolsüz içecekler, soslar, aromalı süt, şekerlemeler, gofret kremaları, hazır jöle karışımları, hazır çorbalar, et suyu tabletleri	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003)
E127 (Eritrosin)	Astım Deri döküntüleri Hiperaktivite	Aromalı pudingler ve sütler, gofret kremaları, şekerlemeler, içecek tozları, çerezler, hazır jöle karışımları	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003)
E 100 (Kurkumin)	Karaciğer büyümesi	Peynir, margarin, pişmiş yiyecekler, et ürünleri ve fırın tatlıları	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003)

Çizelge 3. Bazı Koruyucuların Sağlık Etkileri

Table 3. Health Effects of Some Preservatives

Katkı	Sağlık Etkisi	Kullanılan Besinler	Kaynak
E200/2/3 (Sorbik A. ve tuzları)	Kolesterol artışıyla beraber lökositlerin sayısında azalma	Aromatize şarap bazlı içkiler, Hacmen %15 den az alkol içeren distile alkollü içkiler, Mantı, ravioli ve benzeri ürünlerde kullanılan dolgu maddeleri, Olgunlatılmamış peynir	(Çakır, 2011)
E239 (Hekzametilen-tetramin)	Erken doğum	Provolone peyniri	(Gültekin, 2017)
E223 (Sodyum meta bi sülfid)	Astımlı hastalarda astım atağı Bakterilerde mutasyona neden olur Tiamini harap eder	Bisküvi, gofret, kek, kurabiye, patates cipsi, sirke	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003)
E210 (Benzoik asit)	Astım, deri döküntüleri, migren	%60'tan az yağ içeren emülsifiye edilmiş soslar, Pişirilmiş kabuklular ve yumuşakçalar, Şalgam Suyu, Zeytin ve zeytin bazlı ürünler	(Çakır, 2011)
E250 (Nitrit) – E251 (Nitrat)	Kansere neden olabilecek nitrozamin gibi bileşikler oluşturabilir	Salam, sosis vb. işlem görmüş et ürünleri	(Chazelas ve ark., 2022)

Antioksidanlar

Yağların acılaşılarak bozulması ve gıdanın rengini değiştirmesi gibi oksidasyon reaksiyonlarına karşı koruma amacıyla kullanılan katkı maddesidir (Altındış, 2023). Altındış (2023), kitabında doğal antioksidanların bağırsak mikrobiyotası üzerinde yararlı bakteri sayısını arttırdığı ve doku hasarını onardığından bahsedilmiştir.

(EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP) ve ark., 2020), çalışmasında E310 (Propil gallat)'un cilt ve gözler için tahriş edici bir madde olduğundan bahsedilmiştir.

Bütillenmiş hidroksianisol ve bütillenmiş hidroksitoluenin güvenlik değerlendirmesinin yapıldığı bir çalışmada, E320 BHA-E312 BHT maddelerinin antikanserijen etki gösterdiği belirtilmiştir (Williams ve ark., 1999).

Emülsifiyeler, Jelleştiriciler ve Stabilizatörler

Emülsifiyeler, içerikte bulunan yağ ve su gibi birbiri ile karışmayan iki veya daha fazla fazın homojen bir karışım oluşturmasını veya bu homojen karışımın devamlılığını sağlayan katkılardır (Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013).

Stabilizatörler, gıdaların fiziko kimyasal özelliklerini düzenleyen katkılardır (Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013). Jelleştiriciler, gıdanın dokusuna jel özelliği kazandıran katkılardır.

Moeen (2018), sıçanlarda yapılan bir araştırmada oral yoldan verilen EDTA ve MSG katkılarının, oksidatif stresi uyaran antioksidan enzim sisteminde ciddi bozulmaya neden olduğunu ve üremeye de olumsuz etkisi olabileceği belirtilmiştir.

Bir çalışmada, tartarik asitin meyve asidi olmasından dolayı çoğunlukla meyve içeren işlenmiş gıdalarda kullanıldığından bahsedilerek, hücre içinde mikroorganizmaların yaşaması için antimikrobiyal etki gösterdikleri belirtilmiştir (Coşkun, 2006).

Asit-Baz Sağlayıcılar

Gıdaların bileşiminde asitliği veya alkaliliği düzenleyen katkılardır.

Çakmakçı ve Kahyaoğlu (2012)'nin çalışmasında doymuş ve doymamış yağ asitlerinden bahsedilmiş olup, stearik asitin doymuş bir yağ asiti olması nedeniyle tüketiminde vücutta yağ birikimi ve kilo alımına neden olabileceği belirtilmiştir.

Tatlandırıcılar

Gıdada halihazırda bulunan tat ve kokuyu arttıran veya sabit tutan maddelerdir. Aroma artırma veya tatlılık verme amacıyla kullanılmaktadır.

Glutamin, tümör hücrelerinin çalışabilmesi için solunum yakıtıdır ve glutamik asit ile glutamin birbirine dönüştürülebilir özelliindedir. Beyindeki nitrojen atomlarına bağlanarak beyni amonyaktan arındırarak, kan-beyin bariyerinden potasyumun taşınmasında görev alır (Dutta ve ark., 2013). Bu sebeple, E620 (glutamik asit)'nin olumlu etkisi oldukça önemlidir.

Bölükbaş ve Öznurlu (2021) makalesindeki araştırmada E621 (monosodyum glutamat)'in insan ve hayvanlarda yapılan birçok çalışması incelenmiş ve bu katkının kan-beyin bariyerini geçerek motor nöronlarda ciddi hasarlar meydana getirdiği ve ileride de farklı hastalıklara duyarlılığı arttırabileceği açıklanmıştır.

Çizelge 4. Bazı Antioksidanların Sağlığa Etkileri

Table 4. Health Effects of Some Antioxidants

Katkı	Sağlık Etkisi	Kullanılan Besinler	Kaynak
E310 (Propil gallat) - E312 (Dedasil gallat)	Karaciğer harabiyeti, bağırsaklarda irritasyon	Katı ve sıvı bitkisel yağlar, margarinler, patates cipsi, kakaolu mamuller	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003)
E320 BHA (Bütile hidroksi anisol) -E312 BHT (Bütile hidroksi toluen)	Antikanserijen	Meşrubatlar, fındık ve konserve meyve suları, ekmek, bisküviler ve sakız	(Soubra ve ark., 2007)
E307 (Alfa-tokoferol)	Kolesterol artışı	E vitamini içeren besinler (zeytinyağı, ayçiçek yağı, soya fasulyesi, avokado)	(Arslan, 2011)
E300 (Askorbik asit)	Bağışıklık sisteminde güçlenme	Konserve veya şişelenmiş ürünler, et ve et ürünleri, bira	(Arslan, 2011)

Çizelge 5. Bazı Emülsifiyeler ve Stabilizatörlerin Sağlığa Etkileri

Table 5. Health Effects of Some Emulsifiers and Stabilizers

Katkı	Sağlık Etkisi	Kullanılan Besinler	Kaynak
E385 (EDTA)	Üreme ve doğum kusurları	Tıbbi amaçlı gıdalar, kilo kontrolü için toplam diyet ikamesi, işlenmiş tahıl bazlı gıdalar ve bebek mamaları	(Younes ve ark., 2018)
E535/6/8 (Ferrosiyandır)	Böbreklerde ağırlık artışı ve böbrek sorunlarına neden olabilir	Gıdalarda topaklanmayı önleme amacıyla kullanılır.	(Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023)
E524 (Sodyum hidroksit)	Cilt, göz ve mide için korozif etkidedir, solunmasıyla akciğerlerde hasar bırakabilir	Salamura zeytin, şekerlemeler, kahvaltılık tahıllar	(Arslan, 2011)
E334 (Tartarik asit)	Büyüme geriliği, mide sorunları	Şaraplar	(Gültekin, 2017)
E407 (Karragenan)	Peynirlerde düşük yağ nedeniyle günlük diyeteye fayda	UHT süt, hindi eti, peynir	(Tijssen ve ark., 2007; Ayadi ve ark., 2009; Poland ve ark., 2018)

Çizelge 6. Bazı Asit-Baz Sağlayıcıların Sağlığa Etkileri

Table 6. Health Effects of Some Acid-Base Providers

Katkı	Sağlık Etkisi	Kullanılan Besinler	Kaynak
E551 (Silikon dioksit)	-	Hazır çay ve kahvelerde, cipslerde	(Gültekin, 2017)
E516 (Kalsiyum sülfat)	-	Un işleme, ekmek, şarap	(Güneş, 2014)
E513 (Sülfürik asit)	Olumsuz bir etki görülmemiş	Bira, peynir	(Younes ve ark., 2018)
E570 (Stearik asit)	Kolesterol yükseltici	Fırın ürünleri, tereyağ, sakız	(Çakmakçı & Tahmas Kahyaoglu, 2012)
E529 (Kalsiyum oksit)	Direkt yutmada iç organlarda yanma	Kakao, fırın ürünleri	(Hagiwara ve ark., 2020)

Çizelge 7. Bazı Tatlandırıcı Katkıların Sağlığa Etkileri

Table 7. Health Effects of Some Sweetener Additives

Katkı	Sağlık Etkisi	Kullanılan Besinler	Kaynak
E621 (Monosodyum glutamat)	Baş dönmesi, çarpıntı Deney hayvanlarında beyin lezyonu “Çin Restorani Sendromu” ve Sara nöbeti tetikleyicisi	Hazır çorbalar, et ürünleri, çerezler, patates cipsi, soslar	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003; Gültekin, 2017)
E627 (Sodyum guanilat) - E631 (Sodyum inosinat)	Gutu şiddetlendirir Düşük pürinli gıdalarda kullanılmamalıdır	Et ürünleri, et suyu tabletleri, soyalı ürünler, hazır çorbalar	(Erden Çalışır & Çalışkan, 2003)
E620 (Glutamik asit)	Beyin gelişimi, bellek ve bilişsel fonksiyonlara olumlu etki ¹ , antikanser etki ²	Birçok gıdada kullanılabilir	¹ (Özdemir & Güzel Özdemir, 2016), ² (Dutta ve ark., 2013)
E640 (Glisin)	Bilinen bir yan etkisi yoktur	Tüm besin öğeleri	(Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013)

Çizelge 8. Bazı Genel Amaçlı Kullanılan Katkıların Sağlığa Etkileri

Table 8. Health Effects of Some General Purpose Additives

Katkı	Sağlık Etkisi	Kullanılan Besinler	Kaynak
E951 (Aspartam)	Sara nöbeti	Gazlı içecekler, pudingler, sporcu içecekleri, sakızlar, meyveli yoğurtlar, soslar	(Gültekin, 2017)
E965 (Maltitol şurubu)	Gaz, ishal, böbrek rahatsızlıkları	Kahvaltılık tahıllar, süt ürünleri, soslar	(Gültekin, 2017)
E1410 (Mono-niştasta fosfat)	Böbreklerde pelvik ve kortikomedüller mineralizasyon ¹	Niştasta, krem şanti, yoğurt, margarin, salep, yufka ²	¹ (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) vd., 2017), ² (Gültekin, 2017)
E904 (Şellak)	-	Kahve taneleri, sakız, şekerleme ve meyve yüzeyinde	(Tekle, 2023)
E952 (Siklamik asit)	Kurdeşen, kanser bileşikleri	Meyve aromalı içecekler, içecek tozları	(Gültekin, 2017)
E954 (Sakkarin)	Diyabet ¹	Şeker ilavesiz ürünler ²	¹ (Özlem ve ark., 2022), ² (Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013)
E955 (Sukraloz)	Bağırsak mikrobiyotasında değişiklik, uzun vadede aşırı yeme isteği ¹	Sadece enerjisi azaltılmış biralalar ²	¹ (Eşer Durmaz & Keser, 2018), ² (Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013)

Genel Amaçlı Katkılar

Bu grupta özellikle aroma verici maddeler ve topaklanmayı önleyici maddeler yer almaktadır.

AB mevzuatı, E955 (sukraloz)'un 1-3 yaş aralığındaki çocuklar için dahi önerildiği miktarda kullanımına izin vermektedir (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS), 2016). Fakat önerilen dozun aşımında bağırsak sağlığı açısından risk taşıdığı da farklı çalışmalarda belirtilmektedir (Eşer Durmaz & Keser, 2018).

Sonuç ve Öneriler

Çalışmada çoğunlukla katkı maddelerinin olumsuz etkileri araştırılmıştır. Bu maddelerin kullanılmasının nedeni hem gıdanın kalitesini ve besin içeriğini koruması hem de insan sağlığına olumlu etkileri olması temellidir. Önemli nokta, katkı maddelerinin doğru gıdalara (bazı çalışmalar bir araya gelmemesi gereken bileşiklerin de olduğunu gösteriyor) ve uygun ölçülerde kullanılmasıdır. Önerildiği şekilde kullanılmadığı durumlarda sağlığa aksi etkiye göstermektedir.

Günümüzde gıda katkı maddelerini hayatımızdan çıkarmak mümkün değildir. Bu sebeple, gıda katkı maddelerinin olumsuz etkisini minimum düzeye indirmek için üreten açısından doğru ve güvenli kullanım, tüketici açısından ise bilinçli tüketim oldukça önemlidir. Özellikle riskli grup olarak sayılan hamileler, emziren kadınlar ve çocukların bu konuda daha dikkatli olması gerektiği vurgulanmaktadır. İstenmeyen etkileri olabileceği gibi arzu edilen etkileri de bulunmaktadır. Bunlar da göz önünde bulundurularak denetimli kullanılması gerekmektedir. Çoğunlukla hazır gıdalarda bulunan bu maddelerin günlük diyet içerisinde kontrollü ve bilinçli tüketimi sağlık açısından büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

Altındış, M. (2023). Mikrobiyota, Probiyotikler ve Akılcı Beslenme (2. bs). Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.

Arslan, G. (2011). Gıda Katkı Maddeleri ve Yeni Yapılan Dioksimlerin Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.

Ayadi, M. A., Kechaou, A., Makni, I., & Attia, H. (2009). Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering*, 93(3), 278-283. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.033>

Bampidis, V., Azimonti, G., de Lourdes Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Kos Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., López Puente, S., Marcon, F., Mayo, B., Pechová, A., Petkova, M., Ramos, F., Sanz, Y., Villa, R. E., Woutersen, R., Aquilina, G., ... Innocenti, M. L. (2020). Safety and efficacy of propyl gallate for all animal species. *EFSA Journal*, 18(4). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6069>

Bateman, B., Warner, J. O., Hutchinson, E., Dean, T., Rowlandson, P., Gant, C., Grundy, J., Fitzgerald, C., & Stevenson, J. (2004). The effects of a double blind, placebo controlled, artificial food colourings and benzoate preservative challenge on hyperactivity in a general population sample of preschool children. *Archives of disease in childhood*, 89(6), 506-511. <https://doi.org/10.1136/adc.2003.031435>

Bergman, Å. (Ed.) State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals—2012 an Assessment of the State of the Science of Endocrine Disruptors; WHO: Geneva, Switzerland; UNEP: Geneva, Switzerland, 2013.

Błaszak, B., Gozdecka, G., & Shyichuk, A. (2018). Carrageenan as a functional additive in the production of cheese and cheese-like products [pdf]. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 17(2), 107-116. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2018.0550>

Bölükbaş, F., & Öznurlu, Y. (2021). Yumurtaya verilen monosodyum glutamat'ın tavuk embriyolarında medulla spinalisin servikal bölgesinin embriyonik gelişimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 6(3), 298-311. <https://doi.org/10.31797/vetbio>

Ceyhan Sezgin, A., & Baydan, S. (2021). Gıda Sanayinde Kullanılan Katkı Maddeleri ve Sağlık İlişkileri (Additives Used in Food Industry an Their Relation to Health). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 9(5), 527-542. <https://doi.org/10.21325/jotags.2021.972>

Chauhan, S. S., Sachan, D. K., & Parthasarathi, R. (2021). FOCUS-DB: An Online Comprehensive Database on Food Additive Safety. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 61(1), 202-210. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.0c01147>

Chazelas, E., Pierre, F., Druesne-Pecollo, N., Esseddik, Y., Szabo de Edelenyi, F., Agaesse, C., De Sa, A., Lutchia, R., Gigandet, S., Srouf, B., Debras, C., Huybrechts, I., Julia, C., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Galan, P., Herberg, S., Deschasaux-Tanguy, M., & Touvier, M. (2022). Nitrites and nitrates from food additives and natural sources and cancer risk: Results from the NutriNet-Santé cohort. *International Journal of Epidemiology*, 51(4), 1106-1119. <https://doi.org/10.1093/ije/dyac046>

Choudhary, A. K., & Lee, Y. Z. (2018). Effects of food additives on obesity and metabolic syndrome. *Frontiers in Endocrinology*, 9, 357.

Coşkun, F. (2006). Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 27-33.

Cox, S., Sandall, A., Smith, L., Rossi, M., & Whelan, K. (2021). Food additive emulsifiers: A review of their role in foods, legislation and classifications, presence in food supply, dietary exposure, and safety assessment. *Nutrition Reviews*, 79(6), 726-741. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa038>

Çakır, R. (2011). Bazı Gıda Ürünlerinde Sorbik Asit ve Benzoik Asit Varlığının Tespiti [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.

Çakmakçı, S., & Tahmas Kahyaoğlu, D. (2012). Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkilerine Genel Bir Bakış. *Akademik Gıda*, 10(1), 103-113.

Di Renzo, G. C., Conry, J. A., Blake, J., DeFrancesco, M. S., DeNicola, N., Martin Jr, J. N., ... & Giudice, L. C. (2015). International Federation of Gynecology and Obstetrics opinion on reproductive health impacts of exposure to toxic environmental chemicals. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 131(3), 219-225. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2015.09.002>

Dutta, S., Ray, S., & Nagarajan, K. (2013). Glutamic acid as anticancer agent: An overview. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21(4), 337-343. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2012.12.007>

EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). (2016). Safety of the proposed extension of use of sucralose (E 955) in foods for special medical purposes in young children. *EFSA Journal*, 14(1). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4361>

Erden Çalışır, Z., & Çalışkan, D. (2003). Gıda Katkı Maddeleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 193-206.

- Eşer Durmaz, S., & Keser, A. (2018). Yapay Tatlandırıcıların Vücut Ağırlığı Ve İnsülin Direnci Üzerine Etkileri. *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 8-15.
- Fasano, A. (2017). Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: the biological door to inflammation, autoimmunity, and cancer. *Physiological reviews*, 97(3), 131-175. <https://doi.org/10.1152/physrev.00003.2008>
- Gao, Y., Wei, Q., Han, J., Lu, Y., Liang, X., Zhou, S., & Li, K. (2019). Dietary emulsifier intake alters microbiota composition and CD4+ T cell subsets in the small intestine of mice. *Food & function*, 10(12), 7936-7945.
- Gore, A. C., Chappell, V. A., Fenton, S. E., Flaws, J. A., Nadal, A., Prins, G. S., ... & Zoeller, R. T. (2015). Executive summary to EDC-2: the Endocrine Society's second scientific statement on endocrine-disrupting chemicals. *Endocrine reviews*, 36(6), 593. <https://doi.org/10.1210/er.2015-1010>
- Gültekin, F. (2017). FARK ETMEDEN YEDİKLERİMİZ: A'dan Z'ye Gıda Katkı Maddeleri (1. bs, C. 1). Server İletişim.
- Güneş, E. F. (2014). Sülfiditler ve Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanılması. *Akademik Gıda*, 12(2), 114-119.
- Hagiwara, Y., Seki, K., & Takahashi, Y. (2020). Oral chemical burn due to accidental ingestion of calcium oxide food desiccant in a patient with dementia. *Journal of International Medical Research*, 48(4), 0300060520920065. <https://doi.org/10.1177/0300060520920065>
- Hoekstra, J., Groot, M. N., & Nijland, H. (2018). Sweeteners and glucose intolerance/insulin resistance: A systematic review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 69(7), 819-827.
- Hu, Y., Chen, J., Wang, R., Li, Y., Xia, X., & Duan, Y. (2020). Dietary sweeteners exhibit different effects on glucose and lipid metabolism in mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(6), 1696-1704.
- Kim, M. J., & Kim, M. K. (2019). Effects of sodium benzoate on cognitive and emotional behaviors in mice. *Nutritional neuroscience*, 22(3), 177-183.
- Küşümler, A. S., & Özgün, D. (2020). Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(1), 22-26. <https://doi.org/10.33308/2687248X.202021172>
- Laura, A., Arianna, G., Francesca, C., Carlo, C., Carla, M., & Giampaolo, R. (2019). Hypersensitivity reactions to food and drug additives: problem or myth?. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 90(3), 80.
- Magnuson, B., Carakostas, M. C., Moore, N. H., Poulos, S. P., & Renwick, A. G. (2007). A method to assess the safety of daily food additives consumed in excessive amounts. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 48(3), 239-251.
- McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., Grimshaw, K., ... & Stevenson, J. (2007). Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 370(9598), 1560-1567. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61306-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61306-3)
- Moen, S. S., Elhalwagy, M. E., Ayaz, N. O. (2018). Alterations in Oxidative Stress and Antioxidant in Albino rats Treated with Individual and Combined Various Food Additives. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences (IJARBS)*, 5(6), 118-123. <https://doi.org/10.22192/ijarbs.2018.05.06.011>
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Dusemund, B., Frutos, M. J., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Lambré, C., Leblanc, J., Lindtner, O., Moldeus, P., Mosesso, P., Parent-Massin, D., Oskarsson, A., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen, I., ... Woutersen, R. A. (2017). Re-evaluation of oxidised starch (E 1404), monostarch phosphate (E 1410), distarch phosphate (E 1412), phosphated distarch phosphate (E 1413), acetylated distarch phosphate (E 1414), acetylated starch (E 1420), acetylated distarch adipate (E 1422), hydroxypropyl starch (E 1440), hydroxypropyl distarch phosphate (E 1442), starch sodium octenyl succinate (E 1450), acetylated oxidised starch (E 1451) and starch aluminium octenyl succinate (E 1452) as food additives. *EFSA Journal*, 15(10). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4911>
- O'Brien, J., Renwick, A. G., Constable, A., Dybing, E., Muller, D. J. G., Schlatter, J., Slob, W., Tueting, W., van Benthem, J., Williams, G. M., & Wolfreys, A. (2006). Approaches to the risk assessment of genotoxic carcinogens in food: A critical appraisal. *Food and Chemical Toxicology*, 44(10), 1613-1635. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.07.004>
- OMU, (2019). Gıda katkı maddeleri. Erişim adresi: <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public> [Erişim Tarihi: 25.04.2023] Özdemir, O., & Güzel Özdemir, P. (2016). Glutamat Sistemi ve Şizofreni. *Psikiyatride Guncel Yaklaşımlar - Current Approaches in Psychiatry*, 8(23775), 394-405. <https://doi.org/10.18863/pgy.253445>
- Özlem, A., Öney, B., & Koçak, B. (2022). Doğal ve Yapay Tatlandırıcıların Sağlık Üzerine Etkileri. *Atlas Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3, 30-39.
- Savin, M., Vrkić, A., Dedić, D., Vlaški, T., Vorgučin, I., Bjelanović, J., & Jevtic, M. (2022). Additives in Children's Nutrition—A Review of Current Events. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13452. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph192013452>
- Soffritti, M., Belpoggi, F., Tibaldi, E., Esposti, D. D., & Lauriola, M. (2006). Life-span exposure to low doses of aspartame beginning during prenatal life increases cancer effects in rats. *Environmental health perspectives*, 114(3), 379-385.
- Soffritti, M., Padovani, M., Tibaldi, E., Falcioni, L., Manservigi, F., Belpoggi, F., & Esposti, D. D. (2014). The carcinogenic effects of aspartame: A study on mice. *Annals of Oncology*, 15(9), 1666-1673.
- Soubra, L., Sarkis, D., Hilan, C., & Verger, Ph. (2007). Dietary exposure of children and teenagers to benzoates, sulphites, butylhydroxyanisole (BHA) and butylhydroxytoluene (BHT) in Beirut (Lebanon). *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 47(1), 68-77. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2006.07.005>
- Stich, H. F. (1991). The beneficial and hazardous effects of simple phenolic compounds. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 259(3-4), 307-324. [https://doi.org/10.1016/0165-1218\(91\)90125-6](https://doi.org/10.1016/0165-1218(91)90125-6)
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). Gıda maddelerinde kullanılmasına izin verilen katkı maddeleri. Erişim adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Veteriner%20Hizmetleri/hayvanSinirKontrol/SuudiArabistan_Mevzuat%20C4%B1/Gıda_Maddelerinde_Kullanilmasına_Izin_Verilen_Katkı_Maddeleri.pdf [Erişim tarihi: 30.03.2023]
- Tayfur, M., Ekşi, A., Ataman, P., Saner, S., Yılmaz, Ö. H., & Karakaya, A. E. (2019). Gıda Katkı Maddelerinin İşlevi ve Güvenliği. *Beslenme ve Diyetetik: C. Güncel Konular-IX*, 347-370.
- Tekle Ş. (2023). Gıda Katkı Maddeleri. Erişim adresi: [https://akademik.ahievran.edu.tr/kullaniciadosyalar/files/G%C4%B1da%20Katk%C4%B1%20Maddeleri\(4\).pdf](https://akademik.ahievran.edu.tr/kullaniciadosyalar/files/G%C4%B1da%20Katk%C4%B1%20Maddeleri(4).pdf) [Erişim tarihi: 30.03.2023]
- Tijssen, R. L. M., Canabady-Rochelle, L. S., & Mellema, M. (2007). Gelation upon Long Storage of Milk Drinks with Carrageenan. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2604-2611. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-854>
- Trasande, L., Shaffer, R. M., Sathyanarayana, S., Lowry, J. A., Ahdoot, S., Baum, C. R., ... & Woolf, A. D. (2018). Food additives and child health. *Pediatrics*, 142(2). <https://doi.org/10.1542/peds.2018-1410>
- Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. (2013). Resmî Gazete. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18532&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> [Erişim tarihi: 30.03.2023]
- Williams, G. M., Iatropoulos, M. J., & Whysner, J. (1999). Safety Assessment of Butylated Hydroxyanisole and Butylated Hydroxytoluene as Antioxidant Food Additives. *Food and Chemical Toxicology*, 37(9-10), 1027-1038. [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(99\)00085-X](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(99)00085-X)

- Wu, L., Zhang, C., Long, Y., Chen, Q., Zhang, W., & Liu, G. (2022). Food additives: From functions to analytical methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(30), 8497-8517. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1929823>
- Yang, Q., Zhang, Z., Gregg, E. W., Flanders, W. D., Merritt, R., & Hu, F. B. (2014). Added sugar intake and cardiovascular diseases mortality among US adults. *JAMA internal medicine*, 174(4), 516-524. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.13563>
- Yılmaz, T., & Dal Yılmaz, Ü. (2022). Determining the Knowledge Level of Students on Food Additives. *Cyprus Journal of Medical Sciences*, 7(4), 495-500. <https://doi.org/10.4274/cjms.2020.1836>
- Younes, M., Aggett, P., Aguilar, F., Crebelli, R., Dusemund, B., Filipič, M., Frutos, M. J., Galtier, P., Gundert-Remy, U., Kuhnle, G. G., Lambré, C., Leblanc, J., Lillegaard, I. T., Moldeus, P., Mortensen, A., Oskarsson, A., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen, I., ... Gott, D. (2018). Scientific opinion on the evaluation of authorised ferric sodium EDTA as an ingredient in the context of Regulation (EC) 258/97 on novel foods and Regulation (EU) 609/2013 on food intended for infants and young children, food for special medical purposes and total diet replacement for weight control. *EFSA Journal*, 16(8). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5369>



Microorganisms and Effects on the Olive Oil Quality

Alper Aydın^{1,3,a}, Başar Uymaz Tezel^{2,b}, Mustafa Öğütçü^{3,c,*}

¹Edremit İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Edremit-Balıkesir, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bayramiç MYO Kimya ve Kimyasal İşleme, Teknolojileri Bölümü Bayramiç-Çanakkale, Türkiye

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO

Review Article

Received : 12.06.2023

Accepted : 26.11.2023

Keywords:

Olive oil

Microorganism

Lactic acid bacteria (LAB)

Yeast

Quality

ABSTRACT

Olive oil is one of the most important vegetable oils obtained mechanically from olive fruit and can be consumed unrefined. Olive oil contains prominent levels of unsaturated fatty acids and antioxidant compounds known to be beneficial to human health. Newly produced olive oil is cloudy due to olive pulp particles and micro droplets caused by water. The solid particles and water that cause this cloudy appearance create an environment where some microorganisms can survive. While some of the microorganisms improve olive oil's physicochemical and sensory properties thanks to their high enzymatic activity, others deteriorate the quality of olive oil. The diversity of microorganisms in olive oil may vary depending on factors such as olive variety, harvesting method, processing technique, storage conditions and duration. In this study, an attempt was made to review the microorganisms present in olive oil and their effects on olive oil quality.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 100-108, 2024

Zeytinyağında Bulunan Mikroorganizmalar ve Kalite Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ

Derleme Makalesi

Geliş : 12.06.2023

Kabul : 26.11.2023

Anahtar Kelimeler:

Zeytinyağı

Mikroorganizma

Laktik asit bakterileri (LAB)

Maya

Kalite

ÖZ

Zeytinyağı, zeytin meyvesinden mekanik olarak elde edilen ve rafine edilmeden tüketilebilen en önemli bitkisel yağlardan biridir. Zeytinyağı, insan sağlığına faydalı olduğu bilinen yüksek oranda doymamış yağ asitleri ve antioksidan bileşikler içerir. Yeni üretilen zeytinyağı, zeytin posası parçacıkları ve sudan kaynaklanan mikro damlacıklar nedeniyle bulanık görünüme sahiptir. Bulanık görünüme neden olan katı partiküller ve su, bazı mikroorganizmaların canlılığını koruyabileceği bir ortam yaratır. Mikroorganizmaların bazıları zeytinyağının fiziko-kimyasal ve duyuşal özelliklerini, yüksek enzimatik aktiviteleri sayesinde iyileştirirken, bazıları da zeytinyağının kalitesini bozar. Zeytinyağındaki mikroorganizma çeşitliliği, zeytin çeşidi, hasat yöntemi, işleme tekniği, depolama koşulları ve depolama süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Bu çalışmada zeytinyağında bulunan mikroorganizmalar ve bunların zeytinyağı kalitesine etkileri derlenmeye çalışılmıştır.

^a alper.aydin@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-6870-0367>

^c mustafaogutcu@gmail.com

^c <https://orcid.org/0000-0001-8686-2768>

^b buymaz@comu.edu.tr

^c <https://orcid.org/0000-0002-4156-8861>



Giriş

Oleacea familyasının ait bir tür olan zeytinin (*Olea europaea* L.) anavatanı olarak Güney Ön Asya ve Yukarı Mezopotamya gösterilmektedir. Akdeniz ikliminin en önemli biyolojik göstergelerinden biri olan zeytin ağacının, ilk olarak 6000 yıl önce yakın doğuda kültüre alındığı düşünülmektedir (Besnard ve ark., 2013). Zeytin ağacı (*Olea europaea*), Akdeniz'i çevreleyen ülkelerde yaygın olarak bulunan ve yüksek ekonomik değere sahip olan bir türdür. Zeytin ağacı 10-15 m yüksekliğe kadar büyüyebilmekte ve 3.-4. yıllarında meyve vermeye başlayıp, 8-40. yılları arası istenilen verime ulaşmaktadır. Bu süre sonrasında zeytin veriminde giderek azalma görülse de iklim ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak zeytin ağacı için 500 yıla kadar ömür biçilmektedir. Ayrıca, yapılan budama ve gençleştirme çalışmaları ile daha uzun süre verim alınması sağlanabilmektedir. (Göğüş ve ark., 2009; Kayahan ve Tekin, 2006; Ozturk ve ark., 2021).

Zeytin meyvesinden zeytinyağı, sofralık zeytin ve kozmetik ürünler gibi birçok ana ürün ve yan ürün elde edilmekte olup, en büyük ekonomik değer zeytinyağından elde edilmektedir. Dünyada üretilen zeytinlerin %90'ı yağlık, %10'u sofralık olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Gündeşli ve Küden, 2020).

Zeytinyağı bileşiminin %98'ini oluşturan yağ asitleri ve bu yağ asitlerinde bulunan oleik asit gibi tekli doymamış yağ asitleri ve bileşimin %2'sini oluşturan fenolikler, tokoferoller, sekualen gibi bileşikler, koroner kalp hastalıklarına ve kansere karşı koruyucu etkilerinden dolayı insan sağlığına olumlu katkılar sağladığı bildirilmiştir (Davis ve ark., 2015; Romani ve ark., 2019).

Zeytinyağının uçucu bileşen kompozisyonunu etkileyen en önemli faktörler zeytin çeşidi ve enzim aktivitesidir (Aparicio ve Harwood, 2013). Zeytinyağında bulunan uçucu bileşikler, çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu (Fernandes-Silva ve ark., 2013) ve kırma-malaksiyon aşamalarında lipoksigenaz gibi enzimler vasıtasıyla ortaya çıkmaktadır (Pérez ve ark., 2014).

Zeytinyağı kalitesini etkileyen faktörleri üretim öncesi ve üretim süreci olarak ikiye ayırmak mümkündür. Zeytin çeşidi, zeytinyağı kalitesini etkileyen üretim öncesi faktörlerin en başında gelmektedir (Navajas-Porras ve ark., 2020). Aynı mikro bölgede yetişen zeytinlerden elde edilen zeytinyağı kalitesinin, yükseklik arttıkça (0-500 m), ortalama hava sıcaklığının düşmesiyle beraber arttığı rapor edilmektedir (Mafrica ve ark., 2021). Ağaç yaşının zeytinyağı kalitesi üzerinde etkisi olduğu gibi toprak yapısının da yağ asidi kompozisyonunu etkilediği bilinmektedir. 30-50 yaşındaki ağaçların, 30 yaşından küçük ağaçlara göre daha yüksek fenol içeriğine sahip olduğu (sırasıyla 620 mg/kg ve 530 mg/kg) gösterilmiştir. Ayrıca zeytinyağındaki ana yağ asidi olan oleik asit (C18:1) miktarı ile toprağın pH değeri, kireçtaşı (CaCO_3) ve organik madde içeriği arasında negatif bir korelasyon ($r = -0.523$) olduğu; bununla birlikte, potasyum (K) içeriği ile pozitif yönde bir ilişkiye sahip olduğu ($r = 0.487$) gösterilmiştir (Lechhab ve ark., 2022). İklim koşullarının da zeytin verimi ve kalitesi üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Bu bağlamda, zeytin ağacının iklim istekleri yıllık ortalama 16-21°C sıcaklık ve 500-1200 mm toplam yağış ile en az 5000 saat güneşlenme süresi olarak bildirilmiştir. Yıllık toplam yağışın 150 mm altına

düşmesi, yaz sıcaklığının 40°C'nin üzerine çıkması ve kış aylarındaki sıcaklığın -7° C'nin altına düşmesi gibi durumların zeytin tarımını olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Kayahan ve Tekin, 2006). Diğer taraftan Gómez-Rico ve arkadaşları (2007) yetersiz yağış (yıllık toplam yağışın 500 mm'nin altında olması) nedeniyle su stresi yaşayan ağaçlarda, meyvede yağ oluşumunun başladığı dönemde yapılan sulamanın hem zeytinyağı kalitesini hem de yağ verimini olumlu etkilediğini rapor etmişlerdir (Gómez-Rico ve ark., 2007). Zeytinyağı kalitesi, hasat zamanına, bir başka ifadeyle zeytinin olgunluk derecesine göre değişmektedir. Genel olarak zeytinin olgunluk derecesinin artmasıyla fenolik bileşik, tokoferol ve uçucu bileşen miktarlarında azalma olmasına karşın yağ veriminin arttığı belirtilmiştir (Lechhab ve ark., 2022).

Zeytinyağı kalitesini etkileyen üretim süreci faktörleri değerlendirilirken üretim basamakları göz önüne alınmalıdır. Yaprak ayırma ve yıkama işlemi üretim sürecinde ilk sırada yer almaktadır. Kırıcıya giren zeytin ve yaprak miktarının yağ eldesini, pigment miktarını ve yağın duyuşal özelliklerini arttırdığı ancak fazla miktarda yaprağın kırıcıya girmesinin fenolik kompozisyonu olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Novoselić ve ark., 2021). Kaba kir ve toz yıkama işlemiyle uzaklaştırılmaktadır (Di Giovacchino ve ark., 2002). Bununla birlikte çoğu pestisit suda çözünabilir olduğundan, yıkama aşamasında pestisitlerin zeytinyağına geçişi kısmen engellenmektedir (Kalogianni ve ark., 2019). Malaksiyon işlemi zaman ve sıcaklık kalite parametreleri açısından önemlidir (Kalogianni ve ark., 2019). Sıcaklık artışı (>27°C) yağ veriminde artışa ancak uçucu bileşenlerin miktarında azalmaya neden olmaktadır. 22°C, 28°C ve 34°C'de yapılan malaksiyon işleminin etkilerinin gözlemlendiği bir çalışmada, 22°C'de yapılan malaksiyon işleminin zeytinyağı kalitesi üzerinde en iyi sonuçları (daha yüksek toplam fenol ve oksidatif stabilite, düşük asitlik ve daha yüksek acılık-keskinlik) verdiği belirtilmiştir (Marx ve ark., 2021). Farklı araştırmacıların yaptığı çalışmaların sonuçlarına göre uzun süren malaksiyonda sürtünme nedeniyle artan sıcaklıkta uçucu bileşenlerin ve oksidatif stabilitenin olumsuz etkilendiği ve bu nedenle de malaksiyon işleminde optimum sıcaklığı $\leq 29^\circ\text{C}$ ve optimum sürenin 30-40 dakika olması gerektiği vurgulanmıştır (Cevik ve ark., 2016; Erinç ve ark., 2018). Kırıcılarda kullanılan eleğin delik çapları küçüldükçe ve kırıcının dönme hızı arttıkça elde edilen yağ miktarının arttığı bildirilmiştir. Dekantasyon işleminde kullanılan 2-fazlı sistemin zeytinyağının renginden duyuşal özelliklerine kadar birçok kalite kriterine önemli etkide bulunduğu ifade edilmiştir (Kalogianni ve ark., 2019). Ayrıca Kalogianni ve arkadaşları (2019), santrifüj aşamasında eklenen su miktarı arttıkça fenolik bileşen miktarının azaldığını ve yağ oksidasyonunun hızlandığını belirtmiştir.

Depolanma esnasında nem, sıcaklık, ışık ve oksijen varlığı zeytinyağı kalitesini etkilemektedir. Depolama sürecinde hidrolitik acılaştırmanın önlenmesi amacıyla zeytinyağının içerdiği tortulu su fazının uzaklaştırılması gerektiği bildirilmiştir. Yine, oksidatif yolla kalite kaybının önüne geçilmesi için depolama sıcaklığının 10°C ve altında olması ve yağın ışık ve hava ile temasının

önlenmesi gerektiği belirtilmiştir (Kayahan ve Tekin, 2006; Göğüş ve ark., 2009). Yağın uygun olmayan koşullarda depolanması zeytinyağının oksidasyonunu hızlandırmakta, fenolik bileşiklerin azalmasına ve serbest yağ asidi yüzdesinin artmasına neden olmaktadır (Lechhab ve ark., 2022).

Zeytinyağı kalitesi üzerinde, yukarıda bahsedilen faktörlerin yanında, mikroorganizmaların da etkileri mevcuttur. Özellikle zeytin florasının ve zeytin sıklık işleminde kullanılan makine ve ekipmanda bulunan mikroorganizmaların zeytinyağı kalitesine olumlu ya da olumsuz etkilerinden bahsetmek mümkündür. Bu derleme çalışmasında söz konusu etkiler, mikroorganizma grupları göz önünde bulundurularak ele alınmıştır.

Zeytinyağının mikrobiyel florası

Biyotik fraksiyonu içeren sızma zeytinyağının (EVOO) bakteri, küf ve mayaları içeren zengin bir mikrobiyel flora sahip olduğu ve depolama sırasında mayaların canlılığını altı aydan fazla devam ettirdiği bildirilmektedir (Zullo ve Ciafardini, 2020b; Zullo ve Ciafardini, 2022).

Fancello ve arkadaşlarının İtalya'da farklı zeytin türlerinden elde edilen EVOO'ların mikrobiyel florasını belirlemek üzere yaptıkları çalışmanın sonuçları, zeytin yağında dominant bakteriyel florayı *Bacillus* spp., *Brevibacillus* spp., *Micrococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Kocuria* spp., *Lysinibacillus* spp. ve *Lactobacillus* spp. cinsi türlerin oluşturduğunu ortaya koymuştur (Fancello ve ark., 2020). Leccino, Coratina, Ogliarola, Frantoio ve Cellina di Nardò zeytin çeşitlerinden elde edilen EVOO ile yapılan başka bir mikrobiyolojik karakterizasyon çalışmasında ise *Stenotrophomas rhizophila*, *Pseudomonas cedrina*, *Pseudomonas stutzeri* ve *Pantoea ceptica* türü bakteriler izole edilmiş; bazı *Pseudomonas* spp. suşlarının karotenoid ve biyoemülsifiye edici maddeler üretme yeteneklerine dikkat çekilmiştir (Pizzolante ve ark., 2018; Zullo ve Ciafardini, 2022).

Maya florasını belirlemeyi amaçlayan çalışmaların sonuçlarına göre sızma zeytinyağının dominant maya florasını *Candida* spp., *Saccharomyces* spp., *Barnettozyma* spp., *Nakazawaea* spp., *Debaryomyces* spp., *Wickerhamomyces* spp., *Groenewaldozyma* spp., *Lachancea* spp., *Meyerozyma* spp., *Brettanomyces* spp., *Kuraishia* spp., *Novakomyces* spp., *Ogataea* spp., ve *Yamadazyma* spp. cinsi türler oluşturmaktadır (Zullo ve Ciafardini, 2022). İtalya'da farklı zeytinyağlarıyla yapılan çalışmaların sonuçlarına göre, ticari zeytinyağından *Candida diddensiae* ve *Nakazawaea wickerhamii* (Zullo ve Ciafardini, 2008); Taggiasca cinsi zeytinden üretilen EVOO'lardan *Candida norvegica*, *Candida oleophila*, *Debaryomyces hansenii*, *C. diddensiae* ve *Wickerhamomyces anomalus* (Ciafardini ve ark., 2017); Sardunya Adası'nda üretilen zeytinyağlarından ise *Saccharomyces cerevisiae*, *Yamadazyma mexicana*, *Yamadazyma nakazawae*, *C. adriatica*, *Candida temnochilae* ve *Candida dendronema* (Santona ve ark., 2018); monovarietal üretilen zeytinyağlarından ise *Barnettozyma californica* türü mayaların izole edildiği bildirilmiştir (Zullo ve ark., 2021). İspanya'da üretilen zeytin yağlarından *Groenewaldozyma auringiensis* and *Lachancea fermentati* (Péter ve ark., 2017) ve yeni bir maya türü olarak tanımlanan *Novakomyces olei*' nin izole

edildiği rapor edilmektedir (Čadež ve ark., 2021). *Candida parapsilosis* ve *Meyerozyma guilliermondii* gibi fırsatçı patojen maya türlerinin düşük canlı hücre sayılarıyla ticari zeytinyağından izole edildiğini bildiren çalışmaların yanında (Zullo ve ark., 2010); zeytinyağı ve sedimentlerinden *Brettanomyces acidurans*, *Candida adriatica*, *Kuraishia mediterranea*, *Nakazawaea molendinolei*, *Novakomyces olei*, *Ogataea histrianica*, *Ogataea kolombanensis* ve *Yamadazyma terventina* izole edilmiş ve yeni türler olarak kaydedilmiştir (Zullo ve Ciafardini, 2022).

Mayalar ve bakteriler, yüksek enzimatik aktiviteleri sayesinde yağın fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini etkilemektedir. Bazı mayalar depolama sırasında yağın duyuşal özelliklerini iyileştirebildikleri için faydalı kabul edilirken; diğer mayalar triağılglicerollerin hidrolizi ve hoş olmayan tatların üretimi yoluyla yağın kalitesini olumsuz etkiledikleri için zararlı olarak kabul edilmektedir. Zeytinyağında mikroorganizmaların varlığı, ekstraksiyon işlemi sırasında zeytin florasında bulunan mikroorganizmaların yağa aktarılmasından kaynaklanmaktadır. Zeytinyağındaki mikrobiyel floranın, yağın antimikrobiyel bileşikleri tarafından uygulanan güçlü seçici baskı ve yağ asitleri nedeniyle genellikle standart kültür yöntemleriyle tespit sınırlarının altında olduğu belirtilmiştir (Fancello ve ark., 2020).

Zeytinyağında mayaların kalite üzerine etkileri

EVOO mikrobiyotası, özellikle de mayalar, taze üretilen zeytinyağının fizikokimyasal ve duyuşal kalitesini yapılandırmada rol oynamaktadır. Mayalar, depolama süresi boyunca canlılığını koruyabilir. *S. cerevisiae* ve *Candida wickerhamii* gibi β -glukozidaz ve esteraz enzimi aktivitesine sahip mayaların oleuropeinin hidrolizinde rol aldığı ve zeytinyağının kimyasal bileşimi ve duyuşal özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir. Bununla birlikte, *S. cerevisiae* 1525 ve 1639 gibi lipaz etkili mayaların ise depolama sırasında, serbest yağ asitliğini arttırarak sızma zeytinyağının başlangıçtaki kimyasal özelliklerini kötüleştirildiği vurgulanmıştır (Zullo ve Ciafardini, 2022).

Endo-polygalakturonaz üreten *Cryptococcus albidus* var. *albidus*'un işlem yardımcı olarak kullanıldığı çalışmada, mayadan gelen pektinaz enzimi nedeniyle yağ veriminin arttığı, aynı zamanda bulanıklık, fenolik içerik, aromatik bileşikler gibi yağın kalite özelliklerinin olumlu yönde geliştiği gösterilmiştir (Servili ve ark., 1992).

Zeytinyağında bulunan ve bir polifenol olan *oleuropein* adlı *sekoiridoidin* zeytinyağına acı tat verdiği bilinmektedir. Zeytinyağında acılık duyuşal özellik bakımından olumludur ve istenen bir özellik olarak kabul edilmektedir. *Oleuropeinin* enzimatik hidrolizi zeytinlerde bulunan β -glukozidaz enzimi yardımıyla gerçekleştiği gibi, zeytinyağına inoküle edilen *S. cerevisiae* ve *C. wickerhamii* gibi β -glukozidaz enzime sahip mayalar tarafından da gerçekleştirilebileceği gösterilmiştir. Diğer taraftan aynı çalışmada, zeytinyağına sonradan inoküle edilen *S. cerevisiae* ve *C. wickerhamii* türü mayaların, zeytinyağının trigliserid bileşiminde herhangi bir değişikliğe yol açmamasının nedeni de bu mikroorganizmaların lipaz enzimi ihtiva etmemesiyle açıklanmıştır (Ciafardini ve Zullo, 2002). *Oleuropein*

miktarında meydana gelen azalmanın zeytinyağında olumlu bir özellik olarak kabul edilen “acılığın” azalması zeytinyağının duyuşal skorunun düşmesine neden olacağı öngörülebilir. Ancak, *oleuropeinin* parçalanması sonucu oluşan *hidroksitirozol* ve *tirozol*’ün sağılık etkileri göz önüne alındığında, ortaya çıkması beklenen olumlu etkilerin daha detaylı araştırmalara ihtiyaç duyduğı vurgulanmıştır (Ötleş ve Özyurt, 2012). Çünkü, *hidroksitirozol* antioksidan aktivite, kardiyο protektif, kemoprevansiyon, antiinflamatuvar, nöroprotektif, antimikrobiyel, anti-diyabetik etki gibi sağılık açısından faydalı özelliklere sahipken; *tirozol* de antioksidan aktivite, kardiyο protektif, antiinflamatuvar ve nöroprotektif özellikler gibi sağılık açısında yararlı özelliklere sahip olduğı bildirilmektedir (Ede ve El, 2022). Toskana zeytinyağıları üzerinde yapılan bir çalışmada sağılığa yararlı bileşiklerin (*tirozol*, *hidroksitirozol* ve türevleri) varlığı ile maya toplulukları arasında bir korelasyon olduğı vurgulanmıştır (Palla ve ark., 2018).

Zeytinyağından izole edilen *S. cerevisiae* ve *Williopsis californica* suşlarının lipolitik aktiviteleri üzerine Ciafardini ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, bu suşlar zeytinyağına inoküle edildiğinde, serbest yağı asitliğini iki haftalık süreçte %0,62’den %1,5-1,6 seviyelerine yükselttiğı gösterilmiştir (Ciafardini ve ark., 2006).

Başka bir çalışmada (Vichi ve ark., 2011), zeytin mikrobiyotasının yağı özellikleri üzerindeki etkisinin, malaksiyon süresi ve sıcaklık etkisinden daha büyük olduğı rapor edilmiştir. Kontrol ve kontamine zeytinlerde *Pseudomonas spp.*, sırasıyla ≤ 30 ve 9825 KOB/g ve laktik asit bakterilerinin ise 795 ve 50325 KOB/g olduğı rapor edilmiştir. Çalışmada ayrıca, mikrobiyolojik olarak kontamine zeytinlerden elde edilen yağlarda, lipoksigenaz (LOX) C5 uçucu bileşikleri, *klorofil*, *feofitin*, *ksantofil* ve *o-difenol* miktarlarının daha düşük olduğı, LOX C6 uçucu bileşikleri, *tirozol* ve flavonoid miktarlarının ise daha yüksek olduğı tespit edilmiştir.

Yine aynı çalışmada, meydana gelen değışikliklerin, sızma zeytinyağındaki renk, tat ve aroma bileşikleri gibi minör bileşikleri etkileyerek yağın duyuşal özelliklerine tesir ettiğı belirtilmiş, acılık özelliğinin azalmasına ve olgun meyve skorunun artmasına neden olduğı gösterilmiştir.

C. adriatica, *Candida diddensiae* ve *C. wickerhamii* türlerine ait bazı maya suşlarının depolama sırasında sızma zeytinyağındaki duyuşal özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir diğerk çalışmada kontrol örnekleri ile *C. adriatica*, *C. diddensiae* ve *C. wickerhamii* suşları inoküle edilerek elde edilen zeytinyağı örnekleri karşılaştırılmıştır (Zullo ve ark., 2013) Denemelerde kullanılan iki aylık ticari sızma zeytinyağı üzerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerde, toplam spontan maya içeriğinin mL başına 10^2 KOB’dan az olduğı, aşılması ile sızma zeytinyağı örneklerinde toplam canlı maya sayısının, tüm zeytinyağı numunelerinde eşit şekilde artarak mL başına yaklaşık 10^5 KOB/ml’ye (Leccino eşitinden üretilen birçok zeytinyağında bulunan ortalama maya sayısı) kadar yükseldiğı bildirilmiştir. Çalışmada dört aylık depolama süresinin sonunda *C. diddensiae* DAPES 1912 suşunun 10^2 KOB/ml’ye, *C. diddensiae* DAPES 1918 suşunun ise 10^4 KOB/ml’ye düştüğü ve zeytinyağında test edilen maya türlerinin canlılığını sürdürebildiğı rapor edilmiştir.

Örneklere ilişkin beş analitik gösterge (serbest yağı asitleri, peroksit değeri, K232, K270 ve ΔK) ortalamasının oldukça benzer olduğı ve dört ay depolama sonrasında bile analiz edilen maya ile inoküle edilmiş zeytinyağı numunelerinin yaklaşık %60’ının sızma zeytinyağı sınıfında yer aldığı rapor edilmiştir. *C. adriatica* ve *C. wickerhamii* suşları ile inoküle yağı örneklerinde, *C. diddensiae*’nin bazı suşlarının aksine, olumlu yağı özelliklerinden sorumlu olan C6 uçucu karbonil bileşiklerinin ve polifenollerin düşük konsantrasyonlarda olduğı bulunmuştur. Ayrıca duyuşal özellikler karşılaştırıldıığında kontrol örneğine göre özellikle “meyvemsi” skorunun azaldığı bildirilmiştir.

Yine, zeytinyağı kalitesine mayaların etkisinin incelendiğı konuyla ilgili bir başka çalışmada (Ciafardini ve Zullo, 2015), zeytinyağındaki fenolik bileşik miktarı arttıkça bazı fenoliklerin antimikrobiyel etkileri nedeniyle lipaz aktif mayaların varlığının azaldığı tespit edilmiştir.

Vichi ve ark. (2015) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, zeytinyağı fabrikasında ön işlemler sırasında kritik noktalarının belirlenmesi, kapalı devre yıkama aşamasının zeytinler üzerindeki mikrobiyel etkisinin belirlenmesi ve ardışık kısa süreli depolamanın zeytin ve sızma zeytinyağı kalitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal parametreler değerkendirilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere dayanarak zeytin yıkama işleminin, zeytin fabrikalarında çapraz kontaminasyonun en önemli kaynağı olduğı belirlenmiştir. Ayrıca, zeytinlerin yıkandıktan sonra ve yağın çıkarılmasından önce silolarda kısa süreli (< 24 saat) depolanmasının bile , sızma zeytinyağındaki duyuşal özellikleri (meyvemsi, acılık ve yakıcılık) bakımından bir puan azalmasına neden olduğı belirtilmiştir. Bu değışikliklerin fenolik ve uçucu bileşiklerde gözlenen değışikliklerle açıklanabileceğı rapor edilmiştir (Vichi ve ark., 2015).

2015 yılında yapılan başka bir alışma, Frantoio ve Moraiolo çeşitlerinden elde edilen zeytinyağılarının kalite unsurları, iki farklı hasat dönemi izlenerek değerkendirilmiştir (Guerrini ve ark., 2015). İkinci hasat tarihinde elde edilen tüm zeytinyağı örneklerinin, duyuşal kusurlar nedeniyle “sızma zeytinyağı” sınıfına girmediğı vurgulanmıştır. Kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik verilerin birleştirilmesiyle, duyuşal kusurları olan zeytinyağı örneklerindeki belirli uçucu bileşiklerle (*2-butanon*, *butirik asit*, *2-heptanol*, *oktanoik asit*, *1-okten-3-ol*) önemli ölçüde ilişkili olabileceğı belirtilmiştir. Ayrıca, bu uçucu bileşiklerdeki artışın maya ve küf sayılarındaki artışla doğıru orantılı olduğı da gözlenmiştir. Ancak, hangi duyuşal kusurun hangi uçucu bileşiklerden kaynaklanıp kaynaklanmadığı veya hangisinin maya ve küflerle ilişkili olduğı kanıtlanamamıştır. Çalışmada, ölçülen duyuşal kusurlara neden olan en kritik noktaların zeytinlerin küfler ile kontaminasyonu ve zeytinyağı işleme sürecinde malaksör ve dekantörün bazı maya türlerinin gelişmesine olanak tanınması olarak belirtilmiştir (Guerrini ve ark., 2015).

Zeytinyağı fabrikalarında, kontaminant mikrobiyotanın malaksiyon işlemi ile yok edildiğı, ancak *Kluyveromyces marxianus*, *C. oleophila*, *C. diddensiae*, *C. norvegica*, *W. anomalus* ve *Debaryomyces hansenii* gibi mikroorganizmaların yeni üretilen zeytinyağına kontamine olduğı gösterilmiştir (Ciafardini ve ark., 2017).

Bir diğer çalışmada ise, zeytinyağından izole edilen ve asetik asit üreten maya türü olan *B. acidodurans*'ın şarap-sirke tadı kusurunda rol oynayabileceği ifade edilmiştir (Ciafardini ve Zullo, 2018).

Guerrini ve ark. (2019) tarafından yapılan bir diğer çalışmada *C. adriatica*, *Nakazawaea molendini-olei*, *N.wickerhamii* ve *Y. terventina* türlerinin peroksidaz aktivitesi gösterdiği, *N. molendini-olei* türünün yüksek β -Glukosidaz aktivite gösterdiği ve *N. molendini-olei* ve *N. wickerhamii* türlerinin ise lipaz aktivitesi göstermediği belirtilmiştir (Guerrini ve ark., 2019).

İtalyan zeytinyağlarından izole edilmiş maya suşlarının bazı fizyolojik özellikleri ve *in vitro* probiyotik potansiyelinin araştırıldığı bir çalışmada (Zullo ve Ciafardini, 2019), *C. adriatica*, *C. diddensiae*, *N. molendini-olei*, *N. wickerhamii*, *W. anomalus* ve *Y. terventina* türlerine ait 11 izolatin probiyotik potansiyeli, referans maya *Saccharomyces boulardii* ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, sadece doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri (MUFAs) üreten *S. boulardii*'nin aksine, çalışmada kullanılan maya suşlarının yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFAs) sentezlediğini gösterilmiştir (Zullo ve Ciafardini, 2019).

β -glukan antioksidan ve prebiyotik özellikler gösteren ve takviye edici gıdalarda kullanılan bir polisakkarittir (Kang ve ark., 2014; Li ve ark., 2022). 2020 yılında zeytinyağından izole edilen mayaların (*B. californica*, *C. adriatica*, *C. diddensiae*, *N. molendini-olei*, *N. wickerhamii*, *O. histriana*, *Y. terventina* ve *W. anomalus*) antioksidan etkisiyle ilgili yapılan çalışmada (Ciafardini ve Zullo, 2020), antioksidan aktiviteye sahip mayaların bu aktivitesinin β -glukan ve protein fraksiyonundan kaynaklı olduğu, özellikle *W. anomalus* ve *S. boulardii*'nin zeytinyağında canlılığını sürdürdüğü ve zeytinyağının antioksidan kapasitesine katkıda bulunduğu gösterilmiştir.

2020 yılında yapılan başka bir çalışmada ise (Zullo ve Ciafardini, 2020a), sağlıklı zeytinlerden elde edilen yağda bulunan mayaların bazı duyuşal özellikleri iyileştirirken, bazı mayaların hasarlı zeytinlerden elde edilen, yüksek su içeriği ve düşük fenolik konsantrasyona sahip zeytinyağlarında yağ kalitesini bozabileceği belirtilmiştir.

Zeytinyağında bazı mayaların faaliyetlerinin, β -glukozidaz ve esteraz üretimi yoluyla ürünün acı tadından sorumlu olan fenolik bileşikleri parçalayarak yağın duyuşal özelliklerini iyileştirdiği; ancak bazı mayaların ise polar fenollerin oksidasyonuna ve triaçilgliserol hidrolizine neden olarak, ürün kalitesine olumsuz etkide buldukları belirtilmiştir. Aynı çalışmada, bazı yağ kaynaklı maya türlerinin *in vitro* testlerde probiyotik aktiviteleri de gösterilmiştir. Bu aktivitelerin yüksek PUFA içeriği, kolesterolü uzaklaştırma yeteneği, serbest radikal süpürme aktivitesi ve gastropankreatik bariyeri aşarak bağırsak yoluyla kolonize olabilme yeteneği ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Yağ kaynaklı maya suşlarının probiyotik aktivitesinin, zeytinyağının sağlığa olan faydalarını arttırmak için önemli olabileceği ifade edilmiştir.

Konuyla ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise (Ciafardini ve Zullo, 2022), Coratina tek çeşit sızma zeytinyağındaki acılık seviyesinin doğal süreçler aracılığıyla dinlenme aşamasında azaltılması amaçlanmıştır. İlk üç ay boyunca zeytinyağında su ve katı parçacıklardan oluşan süspansiyon materyalinin %90'dan fazlasının çökelediği ve yağın opak görünümünün azaldığı

rapor edilmiştir. Ancak, yüksek biyofenol içeriğinin ve su konsantrasyonundaki azalmanın mayaların canlılığı üzerinde olumsuz etki gösterdiği ve bu nedenle üçüncü ayın sonunda örneklerde mayaların tespit edilemediği belirtilmiştir. Çalışmada sonuç olarak, *Oleuropein* ile ilişkili acılığın, dinlenme sürecinin ikinci ve üçüncü aylarında tutarlı bir şekilde azaltıldığı ve sürecin sonunda %33'lük bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Bu süreçte diğer kalitatif parametrelerin değişmediği görülmüştür.

Son yıllarda yapılan konuyla ilgili bir başka çalışmada (Giavalisco ve ark., 2023), zeytin meyvesi mikrobiyotasının ve yağ üretimi sırasında meydana gelen değişikliklerin son ürün üzerindeki etkisi incelenmiştir. İtalya'nın güneyindeki iki önemli kültivasyon olan Leccino ve Coratina'dan elde edilen sızma zeytinyağı üretimi sırasında izole edilen suşların altı aylık depolama süresi boyunca canlılığını sürdürdüğü gösterilmiştir. Depolama sıcaklığına ek olarak mayaların varlığının sızma zeytinyağının kalitesini düşürerek natürel birinci zeytinyağı seviyesine indirebileceği belirtilmiştir. Çalışmada sonuç olarak, mayaların zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu, sterol kompozisyonu gibi kimyasal parametreleri üzerindeki etkisinin, türden çok suşa özgü olduğu, potansiyel maya etkisinin (olumlu veya olumsuz) tür veya suşlarla ilişkilendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

Koidis ve ark. (2008) tarafından konuyla ilgili yapılan bir çalışmada ise, mayaların zeytinyağında baskın mikrobiyel populasyon olmadığı ve maya populasyonunun düşük seviyelerde tutulduğu sürece zeytinyağı kalitesi ve hijyeni üzerine bir etkisinin de olmadığı belirtilmiştir.

Zeytinyağında küf ve mantarların kalite üzerine etkileri

Aromalı natürel sızma zeytinyağlarındaki mikroorganizmaların varlığı üzerine yapılan bir çalışmada (Ciafardini ve ark., 2004), limon, kekik, sarımsak ve kırmızı biber ile tatlandırılmış ticari natürel sızma zeytinyağlarının mikrobiyolojik analizi, her bir malzemeye göre farklı bir mikroflora varlığını göstermiştir. Küfler tüm ticari tatlandırılmış zeytinyağı tiplerinde bulunurken, mayalar sadece kekik ile zenginleştirilmiş yağlarda bulunmuştur ve bakteriler nadiren gözlemlenmiştir. Aynı malzemelerle tatlandırılmış deneysel natürel sızma zeytinyağı kullanılarak laboratuvarında gerçekleştirilen deneylerde, malzemenin türü ve konsantrasyonuna göre mikroorganizmaların yağda canlılığını sürdürdüğü doğrulanmıştır. 40 gün saklama sonrasında, kekikle zenginleştirilmiş zeytinyağında mayalar; limon, kekik ve kırmızı biberle zenginleştirilmiş tüm örneklerde küfler ve sadece %5 ve %10 kırmızı biberle zenginleştirilmiş yağda bakteriler gözlemlenmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçlar ile mikroorganizmaların aromalı natürel sızma zeytinyağlarında canlılığını sürdürdüğü gösterilmiştir.

Endüstriyel koşullarda 10-15°C'de 12 gün depolanan zeytinlerden elden edilen zeytinyağları üzerine yapılan bir çalışmada (Fakas ve ark., 2010), *Penicillium* spp. türü küflerin lipaz aktivitesine ve aroma oluşumunda önemli rol oynayan lipoksigenaz aktivitesine sahip olduğu ve bu nedenle aroma oluşumuna önemli ölçüde katkıda bulunabileceği belirtilmiştir. Aynı çalışmada, açık havada

12 gün bekletilen zeytinlerden elde edilen yağların olumlu bir duyuşsal özellik olan yüksek (toplandığı gibi işlenen zeytinlere göre) acılığa sahip olduğu belirtilmiştir.

Fakat lipaz ve lipogigenaz enzimleri hem zeytin meyvesinde hem de mikroorganizmanın yapısında bulunmaktadır. Bu nedenle bu önemli duyuşsal özelliğın ortaya çıkmasında hangi yapıdan gelen enzimlerin daha önemli rol oynadığının tespitinin zor olduğu ifade edilmiştir.

Gharbi ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada zeytinyağı kalitesi üzerine mantarların etkisi incelenmiş ve bu çalışmada, zeytinin depolanması aşamasında gelişen mantarların, zeytinyağının fiziko-kimyasal parametreleri üzerinde önemli bir etkisi belirlenmemesine rağmen, aromatik profili belirgin bir şekilde etkilediğı rapor edilmiştir. Özellikle *hekzanal*, *nonanal*, *(E)-2-dekanal*, *fenil-etil alkol*, *stirene*, *n-dodekan*, *n-tetradekan*, *limonen* gibi uçucu bileşenlerin mantar orijinli olabileceğı belirtilmiştir. (Gharbi ve ark., 2017). Bir diğerk çalışmada ise *Verticillium wilt* adlı mantar kaynaklı hastalığın, zeytinyağına acılık veren oleuropein aglikonun %18, keskinlik veren *oleokentalin*'nin ise %26 oranında azalmasına neden olduğu ve bu nedenle de zeytinyağının aroma profilini olumsuz yönde etkilediğı belirtilmiştir (Landa ve ark., 2019). Ayrıca, mantarlardan elde edilen β -karotenin ilave edildiğı zeytinyağlarında oksidatif stabilitenin arttığı gözlenmiştir (Murillo-Cruz ve ark., 2021).

Zeytinyağında bakteriler ve kalite üzerine etkileri

Bakteri varlığının zeytinyağı kalitesi üzerine etkisinin incelendiğı bir çalışmada, lipolitik bir bakteri olan *Pseudomonas fluorescens*'in zeytinyağı, ayçiçek yağı ve soya yağına inoküle edildiğinde, bu bakterinin yağ ortamında geliştiğı ve lipaz enzimi ürettiğı bildirilmiştir. Aynı çalışmada, bakteri kaynaklı lipaz aktivitesinin yağ asitlerini serbest yağ asitlerine parçaladığı ve bu serbest yağ asitlerinin de parçalanarak uçucu bileşenlere dönüştüğü tespit edilmiştir (Andersson, 1980).

Uçucu fenoliklerin muhtemel mikrobiyolojik aktiviteyi yansıtarak depolama sırasında zeytin meyvesinin bozulması için analitik gösterge olarak değerlendirilebileceğı (Vichi ve ark., 2009), gamma ışın uygulaması ile mikrobiyel yükün azaldığı ve zeytinyağı özelliklerinin olumlu olarak etkilendiğı de belirtilmiştir (Mejri ve ark., 2012). Başka bir çalışmada ise, 7 günden daha uzun süre depolanmış zeytinlerden (11°C ve %71 bağıl nem altında) elde edilen zeytinyağlarında mezofilik ve psikrotrofik bakterilerin sayısının artması ile beraber polifenol içeriğın ve antioksidan kapasitesinin azaldığı tespit edilmiştir (El Haouhay ve ark., 2015). *Lactobacillus plantarum* ile fermente edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağının oksidatif stabilitesinin yükseldiğı ve depolama sırasında zeytinyağı kalitesinin de korunduğı belirtilmiştir (Hamid abadi Sherahi ve ark., 2018). Diğerk bir çalışmada ise, *Bacillus* spp. ve *Lb. rhamnusus*'un bazı sızma zeytinyağlarının olası probiyotik kullanımı açısından araştırılabilecek potansiyele sahip olabileceğı belirtilmiştir. Öte yandan yine aynı çalışmada *Lactobacillus* spp. ve *Pantoea* spp. bakterilerinin antibiyotik direnci nedeniyle olası biyoteknolojik kullanım konusunda güvenlik sorunları ortaya çıkarılabileceğinin altı çizilmiştir (Fancello ve ark., 2020).

Zeytinyağının Filtrasyonu

“Bulanıklık” terimi, öncelikle su ve katı parçacık içerikleriyle ilintilidir (Breschi ve ark., 2019). Bulanıklığın giderilmesi için filtrasyon işlemi önemlidir. Filtrelemenin natürel sızma zeytinyağı kalitesi üzerindeki etkisini üzerine yapılan bir araştırmada (Guerrini ve ark., 2020); filtrelemenin, zeytinyağının mikrobiyel ve enzimatik bozulmasını önleyen bir stabilizasyon işlemi olduğu, filtreleme geciktirildiğinde, filtrelenmemiş yağlarda küf tadı kusuru ortaya çıktığı ve yağın ticari değerinin azaldığı, filtreleme ile bazı uçucu bileşikler azaldığı ve meyvemsi özelliğın maskelendiğı ve filtreleme işlemi depolamanın beşinci gününe kadar yapılmadığında, yağ kalitesinin bozulması riski arttığı gösterilmiştir.

Pamuk filtreleri ve selüloz filtre ile yapılan filtrasyonun, biyotik bileşenler üzerindeki etkisini ölçmek için Coratina ve Nera di Colletorto çeşidi zeytinden elde edilen yeni üretilmiş zeytinyağı incelenmiştir. Filtreleme işlemi ile bakteri konsantrasyonunun %100'den %28'e, mantar konsantrasyonu ise %100'den %44'e düştüğü görülmüştür. Ayrıca kontrol grubuna göre, pamuk filtreleri ile filtrelenen yağ örneklerinde, kültür çeşidine bağılı olarak, maya içeriğı %37'den %11'e düştüğü, selüloz filtre presi ile filtrelenen yağda, maya içeriğı %42'den %16'ya düştüğü görülmüştür (Zullo ve ark., 2021)

Başka bir çalışmada (Breschi ve ark., 2021), mikrobiyel aktivite üzerinde su içeriğının net bir etkisi olduğu; katı partikül içeriğinin mikrobiyel aktiviteyi teşvik etmek için önemli olduğu ve bu durumun da sızma zeytinyağı kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceğı tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler, yeni üretilen zeytinyağının hızlı bir şekilde filtrelemenin, bozulmaları önlemek için önerilen, önemli bir teknik olduğuna işaret etmektedir.

Sonuç

Zeytinyağında bulunan mikroorganizmaların çoğu zeytin meyvesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca yıkama suyu ve kullanılan alet-ekipmandan kaynaklı çapraz bulaşmalar da zeytinyağına mikroorganizmaların kontamine olmasına neden olmaktadır. Zeytinyağında tespit edilen en yoğun floranın mayalar olduğu görülmektedir. Mikroorganizmaların zeytinyağının aroma profili üzerinde olumlu etkilere sahip olabileceğı ancak, bazı mikroorganizmaların da zeytinyağında oksidasyona neden olan kimyasal reaksiyonları katalize ederek olumsuz etkilere sebep olduğu anlaşılmaktadır. Zeytinyağında mikroorganizmaların varlığını sürdürebilmesi için zeytinyağında su ve katı partiküller bulunması gerekmektedir. Bu nedenle zeytinyağı üretim prosesinde filtreleme işlemi zeytinyağında mikroorganizmaların varlığının azaltılması için önemlidir.

Ancak mikroorganizmaların zeytinyağı prosesi boyunca, spesifik olarak hangi kalite parametrelerine etki ettiğı, özellikle aroma profiline nasıl etkileri olduğuna hakkında yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda zeytinyağı üretim prosesi boyunca tespit edilen mikroorganizmaların ve bu mikroorganizmaların aroma profili üzerindeki spesifik etkilerinin araştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Andersson, R. E. (1980). Lipase Production, Lipolysis, and Volatile Compounds by *Pseudomonas fluorescens* in Fat Containing Media. *Journal of Food Science*, 45(6), 1694–1701. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb07591.x>
- Aparicio, R., & Harwood, J. (2013). Handbook of Olive Oil. In R. Aparicio & J. Harwood (Eds.), *Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7777-8>
- Besnard, G., Khadari, B., Navascués, M., Fernández-Mazuecos, M., Bakkali, A. El, Arrigo, N., Baali-Cherif, D., Brunini-Bronzini de Caraffa, V., Santoni, S., Vargas, P., & Savolainen, V. (2013). The complex history of the olive tree: From late quaternary diversification of mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1756). <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2833>
- Breschi, C., Guerrini, L., Corti, F., Calamai, L., Domizio, P., Parenti, A., & Zanoni, B. (2021). Quality of veiled olive oil: Role of turbidity components. *Italian Journal of Food Science*, 33(3), 33–46. <https://doi.org/10.15586/ijfs.v33i3.2077>
- Breschi, C., Guerrini, L., Domizio, P., Ferraro, G., Calamai, L., Canuti, V., Masella, P., Parenti, A., Fratini, E., Fia, G., & Zanoni, B. (2019). Physical, Chemical, and Biological Characterization of Veiled Extra Virgin Olive Oil Turbidity for Degradation Risk Assessment. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(11). <https://doi.org/10.1002/ejlt.201900195>
- Čadež, N., Dlačny, D., Tome, M., & Péter, G. (2021). *Novakomyces olei* sp. nov., the First Member of a Novel Taphrinomycotina Lineage. *Microorganisms* 2021, Vol. 9, Page 301, 9(2), 301. <https://doi.org/10.3390/MICROORGANISMS9020301>
- Cevik, S., Ozkan, G., & Kiralan, M. (2016). Optimization of malaxation process of virgin olive oil using desired and undesired volatile contents. *Lwt*, 73, 514–523. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.058>
- Ciafardini, G., Cioccia, G., & Zullo, B. A. (2017). Taggiasca extra virgin olive oil colonization by yeasts during the extraction process. *Food Microbiology*, 62, 58–61. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.09.014>
- Ciafardini, G., & Zullo, B. A. (2002). Microbiological activity in stored olive oil. *International Journal of Food Microbiology*, 75(1–2), 111–118. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00739-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00739-5)
- Ciafardini, G., & Zullo, B. A. (2015). Effect of lipolytic activity of *Candida adriatica*, *Candida diddensiae* and *Yamadazyma terventina* on the acidity of extra-virgin olive oil with a different polyphenol and water content. *Food Microbiology*, 47, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.10.010>
- Ciafardini, G., & Zullo, B. A. (2018). Virgin olive oil yeasts: A review. *Food Microbiology*, 70, 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.10.010>
- Ciafardini, G., & Zullo, B. A. (2020). In vitro potential antioxidant activity of indigenous yeasts isolated from virgin olive oil. *Journal of Applied Microbiology*, 128(3), 853–861. <https://doi.org/10.1111/jam.14520>
- Ciafardini, G., & Zullo, B. A. (2022). Microbiological and Enzymatic Activity Modulates the Bitter Taste Reduction in Decanted Coratina Olive Oil. *Foods*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/foods11060867>
- Ciafardini, G., Zullo, B. A., Cioccia, G., & Irade, A. (2006). Lipolytic activity of *Williopsis californica* and *Saccharomyces cerevisiae* in extra virgin olive oil. *International Journal of Food Microbiology*, 107(1), 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.08.008>
- Ciafardini, G., Zullo, B. A., & Peca, G. (2004). Presence of microorganisms in flavoured extra-virgin olive oil. *Annals of Microbiology*, 54(2), 161–168.
- Davis, C., Bryan, J., Hodgson, J., & Murphy, K. (2015). Definition of the mediterranean diet: A literature review. *Nutrients*, 7(11), 9139–9153. <https://doi.org/10.3390/nu7115459>
- Di Giovacchino, L., Sestili, S., & Di Vincenzo, D. (2002). Influence of olive processing on virgin olive oil quality. In *European Journal of Lipid Science and Technology* (Vol. 104, Issues 9–10, pp. 587–601). [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200210\)104:9/10<587::AID-EJLT587>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200210)104:9/10<587::AID-EJLT587>3.0.CO;2-M)
- Ede, A., & El, S. N. (2022). Zeytinyağı Üretim Atıklarının Biyolojik Aktiviteleri ve Gıdalarda Kullanım Potansiyeli. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(5), 798–810. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i5.798-810.4605>
- El Haouhay, N., Samaniego-Sánchez, C., Asehraou, A., Villalón-Mir, M., & López-García De La Serrana, H. (2015). Microbiological characterization of Picholine variety olives and analysis of olive oil produced in traditional oil mills in Morocco. *CYTA - Journal of Food*, 13(1), 107–115. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.918178>
- Erinç, H., Yorulmaz, A., & Tekin, A. (2018). the Effect of Malaxation Time and Temperature on Some Properties of Olive Oil. *Gıda / the Journal of Food*, 43(5), 826–834. <https://doi.org/10.15237/gida.gd18078>
- Fakas, S., Kefalogianni, I., Makri, A., Tsoumpeli, G., Rouni, G., Gardeli, C., Papanikolaou, S., & Aggelis, G. (2010). Characterization of olive fruit microflora and its effect on olive oil volatile compounds biogenesis. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(9), 1024–1032. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000043>
- Fancello, F., Multineddu, C., Santona, M., Deiana, P., Zara, G., Mannazzu, I., Budroni, M., Dettori, S., & Zara, S. (2020). Bacterial Biodiversity of Extra Virgin Olive Oils and Their Potential Biotechnological Exploitation. *Microorganisms*, 8(1), 97. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010097>
- Fernandes-Silva, A. A., Falco, V., Correia, C. M., & Villalobos, F. J. (2013). Sensory analysis and volatile compounds of olive oil (cv. Cobrançosa) from different irrigation regimes. *Grasas y Aceites*, 64(1), 59–67. <https://doi.org/10.3989/gya.069712>
- Gharbi, I., Issaoui, M., Haddadi, D., Gheith, S., Rhim, A., Cheraief, I., Nour, M., Flamini, G., & Hammami, M. (2017). Fungal volatile organic compounds (FVOCs) contribution in olive oil aroma and volatile biogenesis during olive preprocessing storage. *Journal of Food Biochemistry*, 41(4), e12368. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12368>
- Giavalisco, M., Zotta, T., Parente, E., Siesto, G., Capece, A., & Ricciardi, A. (2023). Effect of oil-born yeasts on the quality of extra-virgin olive oils of Basilicata region. *International Journal of Food Microbiology*, 386, 110041. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.110041>
- Göğüş, F., Özkaya, M. T., & Ötleş, S. (2009). *Zeytinyağı, Eflatun Yayinevi*. Ankara.
- Gómez-Rico, A., Salvador, M. D., Moriana, A., Pérez, D., Olmedilla, N., Ribas, F., & Fregapane, G. (2007). Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. olive orchard on virgin olive oil composition and quality. *Food Chemistry*, 100(2), 568–578. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.075>
- Guerrini, L., Breschi, C., Zanoni, B., Calamai, L., Angeloni, G., Masella, P., & Parenti, A. (2020). Filtration scheduling: Quality changes in freshly produced virgin olive oil. *Foods*, 9(8), 1067. <https://doi.org/10.3390/foods9081067>
- Guerrini, S., Mari, E., Barbato, D., & Granchi, L. (2019). Extra virgin olive oil quality as affected by yeast species occurring in the extraction process. *Foods*, 8(10), 457. <https://doi.org/10.3390/foods8100457>

- Guerrini, S., Mari, E., Migliorini, M., Cherubini, C., Trapani, S., Zaroni, B., & Vincenzini, M. (2015). Investigation on microbiology of olive oil extraction process. *Italian Journal of Food Science*, 27(2), 108–119. <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v190>
- Gündeşli, K., & Küden, A. (2020). Bazı Yerli ve Yabancı Zeytin Çeşitlerinin Meyve Kalite Özelliklerinin ve Soğuklama Gereksinimlerinin Saptanması. *Anadolu Journal Of Agricultural Sciences*, 35, 1308–8769. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.655591>
- Hamid abadi Sherahi, M., Shahidi, F., Yazdi, F. T., & Hashemi, S. M. B. (2018). Effect of *Lactobacillus plantarum* on olive and olive oil quality during fermentation process. *LWT*, 89, 572–580. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.025>
- Kalogianni, E. P., Georgiou, D., & Hasanov, J. H. (2019). Olive Oil Processing: Current Knowledge, Literature Gaps, and Future Perspectives. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(5), 481–507. <https://doi.org/10.1002/aocs.12207>
- Kang, S. H., Kim, H. R., Kim, J. H., Ahn, B. H., Kim, T. W., & Lee, J. E. (2014). Identification of wild yeast strains and analysis of their β -glucan and glutathione levels for use in Makgeolli brewing. *Mycobiology*, 42(4), 361–367. <https://doi.org/10.5941/MYCO.2014.42.4.361>
- Kayahan, M., & Tekin, A. (2006). *Zeytinyağı üretim teknolojisi*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası.
- Koidis, A., Triantafyllou, E., & Boskou, D. (2008). Endogenous microflora in turbid virgin olive oils and the physicochemical characteristics of these oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(2), 164–171. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700055>
- Landa, B. B., Pérez, A. G., Luaces, P., Montes-Borrego, M., Navas-Cortés, J. A., & Sanz, C. (2019). Insights into the effect of *Verticillium dahliae* defoliating-pathotype infection on the content of phenolic and volatile compounds related to the sensory properties of virgin olive oil. *Frontiers in Plant Science*, 10, 232. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00232>
- Lechhab, T., Lechhab, W., Cacciola, F., & Salmoun, F. (2022). Sets of internal and external factors influencing olive oil (*Olea europaea* L.) composition: a review. *European Food Research and Technology*, 1(4), 1069–1088. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03947-z>
- Li, Y. C., Luo, Y., Meng, F. B., Li, J., Chen, W. J., Liu, D. Y., Zou, L. H., & Zhou, L. (2022). Preparation and characterization of feruloylated oat β -glucan with antioxidant activity and colon-targeted delivery. *Carbohydrate Polymers*, 279, 119002. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.119002>
- Maffra, R., Piscopo, A., De Bruno, A., & Poiana, M. (2021). Effects of climate on fruit growth and development on olive oil quality in cultivar carolea. *Agriculture (Switzerland)*, 11(2), 1–18. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020147>
- Marx, Í. M. G., Rodrigues, N., Veloso, A. C. A., Casal, S., Pereira, J. A., & Peres, A. M. (2021). Effect of malaxation temperature on the physicochemical and sensory quality of cv. Cobrançosa olive oil and its evaluation using an electronic tongue. *Lwt*, 137, 110426. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110426>
- Mejri, S., Mabrouk, Y., Jerbi, T., Sifi, S., Saidi, M., & Gargouri, M. (2012). Effects of gamma ray irradiation on olive fruits quality, enzyme activities and issued oil. *BioTechnology: An Indian Journal*, 6(2), 47–52.
- Murillo-Cruz, M. C., García-Ruiz, A. B., Chova-Martínez, M., & Bermejo-Román, R. (2021). Improvement of physicochemical properties of arbequina extra virgin olive oil enriched with β -carotene from fungi. *Journal of Oleo Science*, 70(4), 459–469. <https://doi.org/10.5650/jos.ess20195>
- Navajas-Porras, B., Pérez-Burillo, S., Morales-Pérez, J., Rufián-Henares, J. A., & Pastoriza, S. (2020). Relationship of quality parameters, antioxidant capacity and total phenolic content of EVOO with ripening state and olive variety. *Food Chemistry*, 325. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126926>
- Novoselić, A., Klisović, D., Lukić, I., Lukić, M., & Brkić Bubola, K. (2021). The use of olive leaves in buža olive cultivar oil production: Exploring the impact on oil yield and chemical composition. *Agriculture (Switzerland)*, 11(10), 917. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100917>
- Ötles, S., & Özyurt, V. H. (2012). Oleuropein ve Önemi. *Zeytin Bilimi* (Vol. 3, Issue 1, pp. 59–71). Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - İZMİR.
- Öztürk, M., Altay, V., Gönenç, T. M., Unal, B. T., Efe, R., Akçiçek, E., & Bukhari, A. (2021). An overview of olive cultivation in Turkey: Botanical features, eco-physiology and phytochemical aspects. *Agronomy*, 11(2), 1–26. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020295>
- Palla, M., Digiaco, M., Cristani, C., Bertini, S., Giovannetti, M., Macchia, M., Manera, C., & Agnolucci, M. (2018). Composition of health-promoting phenolic compounds in two extra virgin olive oils and diversity of associated yeasts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 74, 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.08.008>
- Pérez, A., León, L., Pascual, M., Romero-Segura, C., Sánchez-Ortiz, A., De La Rosa, R., & Sanz, C. (2014). Variability of virgin olive oil phenolic compounds in a segregating progeny from a single cross in *Olea europaea* L. and sensory and nutritional quality implications. *PLoS ONE*, 9(3), 92898. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092898>
- Péter, G., Dlauchy, D., Tóbiás, A., Fülöp, L., Podgoršek, M., & Čadež, N. (2017). *Brettanomyces acidodurans* sp. nov., a new acetic acid producing yeast species from olive oil. *Antonie van Leeuwenhoek*, 110(5), 657–664. <https://doi.org/10.1007/s10482-017-0832-8>
- Pizzolante, G., Durante, M., Rizzo, D., Di Salvo, M., Tredici, S. M., Tufariello, M., De Paolis, A., Talà, A., Mita, G., Alifano, P., & De Benedetto, G. E. (2018). Characterization of two *Pantoea* strains isolated from extra-virgin olive oil. *AMB Express*, 8(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/S13568-018-0642-Z/TABLES/2>
- Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C., & Bernini, R. (2019). Health effects of phenolic compounds found in extra-virgin olive oil, by-products, and leaf of *olea europaea* L. *Nutrients*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/nu11081776>
- Santona, M., Sanna, M. L., Multineddu, C., Fancello, F., de la Fuente, S. A., Dettori, S., & Zara, S. (2018). Microbial biodiversity of Sardinian oleic ecosystems. *Food Microbiology*, 70, 65–75. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2017.09.004>
- Servili, M., Begliomini, A. L., Montedoro, G., Petruccioli, M., & Federici, F. (1992). Utilisation of a yeast pectinase in olive oil extraction and red wine making processes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58(2), 253–260. <https://doi.org/10.1002/jfsa.2740580214>
- Vichi, S., Boynuegri, P., Caixach, J., & Romero, A. (2015). Quality losses in virgin olive oil due to washing and short-term storage before olive milling. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(12), 2015–2022. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500066>
- Vichi, S., Romero, A., Gallardo-Chacón, J., Tous, J., López-Tamames, E., & Buxaderas, S. (2009). Influence of olives' storage conditions on the formation of volatile phenols and their role in off-odor formation in the oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(4), 1449–1455. <https://doi.org/10.1021/jf803242z>
- Vichi, S., Romero, A., Tous, J., & Caixach, J. (2011). The activity of healthy olive microbiota during virgin olive oil extraction influences oil chemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 4705–4714. <https://doi.org/10.1021/jf200642s>
- Zullo, B. A., & Ciafardini, G. (2008). The olive oil oxygen radical absorbance capacity (DPPH assay) as a quality indicator. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(5), 428–434. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700136>

- Zullo, B. A., & Ciafardini, G. (2019). Evaluation of physiological properties of yeast strains isolated from olive oil and their in vitro probiotic trait. *Food Microbiology*, 78, 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.10.016>
- Zullo, B. A., & Ciafardini, G. (2020a). Differential microbial composition of monovarietal and blended extra virgin olive oils determines oil quality during storage. *Microorganisms*, 8(3), 402. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8030402>
- Zullo, B. A., & Ciafardini, G. (2020b). Virgin olive oil quality is affected by the microbiota that comprise the biotic fraction of the oil. *Microorganisms*, 8(5), 663. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050663>
- Zullo, B. A., & Ciafardini, G. (2022). Role of yeasts in the qualitative structuring of extra virgin olive oil. *Journal of Applied Microbiology*, 132(6), 4033–4041. <https://doi.org/10.1111/jam.15478>
- Zullo, B. A., Cioccia, G., & Ciafardini, G. (2010). Distribution of dimorphic yeast species in commercial extra virgin olive oil. *Food Microbiology*, 27(8), 1035–1042. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2010.07.005>
- Zullo, B. A., Cioccia, G., & Ciafardini, G. (2013). Effects of some oil-born yeasts on the sensory characteristics of Italian virgin olive oil during its storage. *Food Microbiology*, 36(1), 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.04.006>
- Zullo, B. A., Venditti, G., & Ciafardini, G. (2021). Effects of the filtration on the biotic fraction of extra virgin olive oil. *Foods*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/foods10081677>



Is Sustainable Fishing Possible?

Sıla Ozan^{1,a,*}, Uğur Başer^{2,b}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Bursa, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 14.06.2023 Accepted : 10.12.2023</p> <p>Keywords: Sustainability Pollution Trawling Fishing Ocean and sea</p>	<p>The sustainability of the seas is seriously threatened due to climate change, pollution and overfishing. This situation causes the destruction of the ecosystem by rapidly depleting fish populations. The aim of the study is to determine the effects on sustainability by revealing the fishing methods and aquaculture activities that adversely affect the marine ecosystem. As a result of the study, it has been determined that the fishing industry has many harms to the nature. The main ones are overfishing and marine pollution caused by open water fishing. Problems arising from aquaculture in inland waters and coasts; pollution caused by input residues, destruction caused by oxygen consumption in the in-depth water, dead fish residues and visual pollution. Today, in the activities where the human factor is involved, especially the structures where commercial concerns are at the forefront, can be generous in destroying the nature and ecosystem. Therefore, it is beneficial for policy makers to take drastic and serious measures to protect the seas, which are the common heritage of all people of the world.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 109-115, 2024

Sürdürülebilir Balıkçılık Mümkün mü?

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makalesi</i></p> <p>Geliş : 14.06.2023 Kabul : 10.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik Kirlilik Trol Balıkçılık, Okyanus ve deniz</p>	<p>Denizlerin sürdürülebilirliği, iklim değişikliği, kirlilik ve aşırı avlanma gibi nedenlerle ciddi tehdit altındadır. Bu durum balık popülasyonlarının hızla tükenerek ekosistemin tahribatına neden olmaktadır. Çalışmanın amacı, deniz ekosistemini olumsuz etkileyen avcılık yöntemlerini ve yetiştiricilik faaliyetlerini ortaya koyarak sürdürülebilirliğe olan etkilerini tespit etmektir. Çalışma sonucunda balıkçılık sektörünün doğaya birçok zararı olduğu tespit edilmiştir. Bunların başlıcaları açık sularda avcılığın neden olduğu aşırı avlanma ve denizlerde meydana gelen kirlenmedir. İç sularda ve kıyılarda yapılan yetiştiricilikten kaynaklı sorunların başlıcaları girdi artıklarından kaynaklı kirlilik, dip kısımlarda oksijen tüketiminin neden olduğu tahribat, ölü balık artıkları ve görsel kirliliktir. Günümüzde insan faktörünün yer aldığı faaliyetlerde, özellikle ticari kaygının ön planda olduğu yapılanmalar, doğayı ve ekosistemi tahribatta cömert olabilmektedir. Dolayısıyla politika yapıcıların, tüm dünya insanların ortak mirası olan denizlerin korunmasında sert ve ciddi önlemler almasında yarar görülmektedir.</p>

^a silaozan0@gmail.com

^b <https://orcid.org/0009-0002-1992-7511>

^c ugur.baser@omu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0003-4961-2764>



Giriş

Ekosistem için son derece önemli bir kaynak ve yaşam alanı olan denizler, dünyadaki kıt kaynaklardan birini oluşturmaktadır ve denizler içerisinde sayısız tür ve canlı barındırmasına rağmen, artan insan faaliyetleri denizlerin sağlığını tehdit etmektedir. Denizlerin maruz kaldığı belli başlı sorunların başında yasal düzenlemeye uymayan balıkçılık faaliyetleri ile faaliyetler kaynaklı denizlerin kirletilmesi gelmektedir (Telesetsky ve Bratspies, 2020). Özellikle bu sorunlar içerisinde yer alan aşırı avlanma ve endüstriyel balıkçılık deniz ekosistemlerinin sömürsünü ve tahribatını artırmıştır (Longo ve ark., 2015). Denizlerde mülkiyet haklarının net olmaması ve aşırı avlanma gibi nedenler ise bu sorunu şiddetlendirerek balık stoklarının hızla tükenmesine neden olmaktadır. Bu durum aynı zamanda kaynak istismarına da yol açmaktadır. Dünya genelindeki balık stoklarının ileri düzeyde avcılığa maruz kalması (FAO, 2018) balıkçılık sektörünü kaynak istismarına uğrayan sektörlerden biri haline getirmektedir.

Son yıllarda avcılık kaynaklı su ürünlerinde bir kriz yaşandığı bilinmektedir. Denizlerde yer alan balık stoklarındaki dramatik düşüş aşırı avlanma, deniz kirliliği ve iklim değişikliği nedeniyle gerçekleşmektedir. Ayrıca okyanuslarda avlanma ile ilgili yeni teknikler kaynakların ve türlerin neslinin hızla tükenmesine de neden olmaktadır (Toluner, 1996). Bu kaynakların tükenmesindeki en büyük faktörlerden biri insan faaliyetleridir (Carlton ve ark., 1999; Reçber 2022; Edemen ve ark., 2023).

Su ürünleri dünyada dış ticarete konu olan önemli gıda ürünlerindedir ve su ürünlerinin %35'i uluslararası ticarete konu olmaktadır (FAO, 2018). Uluslararası su ürünleri üretimi incelendiğinde ise dünya üzerinde 2020 yılında 50 ülke, toplamda 115,6 milyon ton su ürünleri üretimi gerçekleştirmiştir. Bu üretimin %61'ini Çin tek başına üretmiştir. Çin'i Endonezya (%13), Hindistan (%7) ve Vietnam (%4) takip etmektedir. FAO'nun 2022 raporuna göre dünya su ürünleri üretiminin 2030'da 202 milyon tona ulaşması beklenmektedir (FAO, 2022). Türkiye ise 2020 yılında 421,411 ton üretim ile dünya toplam su ürünleri üretiminin yalnızca %0.4'ünü karşılamıştır (OECD, 2023). Türkiye'de 2022 yılında su ürünleri üretimi bir önceki yıla kıyasla %6.2 artarak 849 bin 808 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin %30'u deniz balıkları avcılığıyla elde edilirken, %5.6'sı diğer deniz ürünleri avcılığından, %3.9'u iç su ürünleri avcılığından ve %60.6'sı ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Avcılıkla elde edilen üretim toplam 335 bin 3 ton, yetiştiricilik yoluyla elde edilen toplam üretim ise 514 bin 805 ton olarak gerçekleşmiştir. Bir önceki yıla kıyasla deniz ürünleri avcılığı %2.3, iç su ürünleri avcılığı ise %0.4 artış göstermiştir (TÜİK, 2023).

Dünya nüfusundaki artış ile istenilen talebi karşılamada sürdürülebilirlik ön plana çıkmış ve ülkeler su ürünleri yetiştiriciliği konusunda sürdürülebilir yöntemleri benimseme yönünde çalışmalara başlamıştır (Şahin, 2003). Sürdürülebilirlik; ekonomik, sosyal ve çevresel kaynakların etkin kullanılması ile oluşan evrensel düzeyde yönetim stratejisidir. Farklı bir deyişle sürdürülebilirlik, durağan bir yapıdan ziyade, dinamik bir yapıya sahip ve tüm paydaşların sorumlu olduğu bir süreçtir (Başer ve ark., 2017). FAO'ya göre sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin taleplerini düzenli olarak karşılayıp, teknolojik gelişmelere

olumlu uyum sağlanması, doğal kaynakların korunması ve yönetimidir (Frankic and Hershner, 2003). Balıkçılık sektöründe sürdürülebilirlik ise her dönem avlanacak kaynak bulabilmek ve anlık avlanan balık miktarının ortalama seviyede tutularak stokların stratejik yönetilmesidir. Sürdürülebilirlik sadece ekolojik değil ekonomik ve çevresel değerlendirilmesi gereken bir alandır (Demirel ve ark., 2013).

Balıkçılık sektöründe gerçekleşen faaliyetlerin doğa ve ekosistem üzerine etkilerinin incelendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan Bohnes ve ark., (2022) Norveç ve Singapur'da balık yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliğin önündeki en önemli tehdidin yem üretimi ve kullanımının olduğunu ve daha çevre dostu yem seçenekleri olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca balıkçılık sektörünün hükümetlerin sera gazı emisyonlarını azaltma hedeflerini ve iklim değişikliği politikalarını desteklemediğini ortaya koymuşlardır. Jiang ve ark., (2022) küresel su ürünleri yetiştiriciliğinin, gıda-enerji-su-karbon perspektifinden sürdürülebilir olmadığını, Noor ve Harun (2022) ise kültüre alınan canlılardan kaynaklı yetiştiriciliğin çevreye olumsuz birçok etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Yaşar (2021) sektördeki sürdürülebilir olmayan faaliyetlerden dolayı balık türlerinden hamsi, mezgıt ve palamutta stok kayıplarına, uskumruda ise tamamen türün ortadan kalkmasının söz konusu olabileceğini belirtmiştir. Durgun (2019) çalışmasında sürdürülebilir balıkçılığın desteklenmesinin kabul edilebilir, daha az maliyetli ve uygulanabilir olduğunu, Koca ve ark (2011) ise sürdürülebilir yetiştiricilik için çevre dostu üretimin gerekliliği ve bu sebeple üreticilerin belli düzeyde bilince sahip olmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Vassallo ve ark., (2007)'da kıyıda yapılan kafes balıkçılığının gereksinim duyduğu yem gibi girdilerin suda çözümlerinin doğaya zararından bahsetmiştir. Holdgate (1994) balıkçılık endüstrisinin sürdürülebilirliğinin artması için diğer sektörlerle entegre bir şekilde önlem alınması gerektiğini vurgulamıştır. Özellikle balıkçılıkta kullanılan av malzemeleri, yemler ve ilaçların doğaya zarar vermeden çözünebilir olması gerektiği ön plana çıkmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında su ürünleri üretimi, mevzuatı, balık yetiştiriciliği ve avlanma yöntemleri ve ele alınan bu yöntemlerin sürdürülebilirlik üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmanın amacı, deniz ekosistemini olumsuz etkileyen avcılık yöntemlerini ve yetiştiricilik faaliyetlerini ortaya koyarak sürdürülebilirliğe olan etkilerini tespit etmektir. Bu çalışmanın yeni geliştirilecek politika ve düzenlemelere farklı bir bakış açısı sunarak avcılık ve yetiştiricilik kaynaklı oluşan olumsuzlukları azaltacağı düşünülmektedir.

Balık Avlanma Yöntemleri

Endüstriyel balık avcılığının çoğunluğu gırgır ve trol ağları ile yapılmaktadır. Avcılık yapılırken içinde yer alan deniz canlıları ve avlanıldıkları alana göre yaşamlarının çoğunluğunu su yüzeyi ve dip arasında geçiren balıklar pelajik, suyun tabanında yaşayan balıklar ise demersal olarak adlandırılmaktadır (Köroğlu,2019). Pelajik balıkların avcılıklarında ağırlıklı olarak gırgır ağları kullanılır (Şekil 1). Demersal balıkların avcılığında ise dip trolü kullanımı yaygındır. Bölgelere göre gırgır ve trol avcılığı incelendiğinde

Karadeniz Bölgesinin genelinde gırgır avcılığı yaygınken, Orta ve Batı Karadeniz hattında dip trol avcılığına da rastlanmaktadır (Ceylan, 2011). Gırgır ağları 6 grup altında incelenmekte olup göz genişliği ve hedefledikleri türe göre isimleri değişmektedir. Palamut gırgır, Uskumru gırgır, Hamsi gırgır, Sardalya gırgır, Orkinos gırgır, Çok amaçlı gırgır ağı bulunmaktadır. Gırgır ağlarının çalışma ilkesi balık sürüsünün çevrilip hapsedilmesine dayanmaktadır. Türkiye’de 1970’li yıllara kadar iki tekneli gırgır ağları popülerlik göstermiştir. Günümüz teknolojisinin artması ile tek tekne tipi ağlar kullanılmaya başlanmıştır (TOB, 2020). Gırgır ağlarının uzunlukları 144 ile 800 m, yükseklikleri ise 24 ile 112 m arasında değişmektedir. Dünya da olduğu gibi Türkiye’de de ağlar yakalanan balığın ismiyle tanımlanmaktadır (MEB, 2016). Gırgır ağları halatlardan, halatlar ise otkun diye isimlendirilen kendirden oluşmaktadır. Gırgır ağlarının hızlı yıpranmaları ve çürümeleri önemli dezavantajlarıdır ve yıpranma kaynaklı bakım maliyetleri yüksektir (Hoşsucu, 1991).

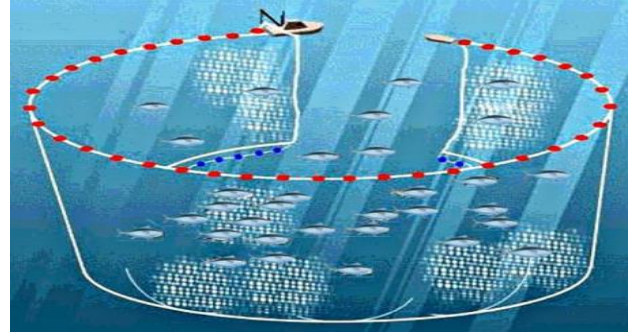
Dip trol avcılığı endüstriyel balıkçılık araçlarından biridir ve trollerin ilk örnekleri Danimarka’da görülmüştür. Trol avcılığında su derinliği avcılık için önemli kriterlerden biridir (Benli, 1986) ve Dünya’da ve Türkiye’de kullanılan troller Kapılı ve Kapısız olarak ikiye ayrılmıştır (Şekil 2). Kapılı troller tek gemi ile çekilirken, kapısız troller iki gemi ile çekilmektedir (TOB, 2020). Dip trol ağları Karadeniz’de kalkan, mezgit ve barbunya balıklarının avcılığında kullanılırken çaça ve istavrit balıkları avcılığında orta su trol ağları kullanılmaktadır (Erdem ve ark., 2019). Dip Trolleri, teknenin boyuna ve gücüne göre değişen çelik-ahşap harmanlı yapılardır ve şekli dikdörtgen olan trol kapıları kalın ipler (palamar) ile çekilmektedir (Erdem ve ark., 2019).

Ortasu trolü farklı boylarda olan pelajik türlerin avlanmasına imkan sağlamaktadır (Erdem ve Özdemir, 2008). Mezgit (*M. Merlangus euxinus*), barbunya (*M. Barbatus ponticus*), istavrit (*T. mediterraneus*), kalkan (*P. maxima maeotica*) ve lüfer (*P. saltatrix*) gibi ekonomik değeri yüksek, demersal ve semipelajik balıklar dip trolü ile Karadeniz’in batı ve orta bölgelerinde avlanmaktayken (Gönener ve Erkoyuncu, 2005), istavrit (*T. mediterraneus*) ve kalkan (*P. maxima maeotica*) gibi balık türleri aynı zamanda dip trolü ile Karadeniz’in batı bölgesinde de avlanmaktadır (Gönener ve Erkoyuncu, 2005). Orta su trolleri kademeli olarak 400-800 mm’den başlamaktadır ve 12, 24, 40 mm göz açıklığındaki ağlardan yapılmaktadır. Ağı üreten kişi tarafından alınan kararla kesimlerinde ve uzunluklarında değişiklikler olabilmektedir (Erdem ve ark., 2019).

Günlük göç sırasında balık türlerinin kimisi gece kimisi gündüz aktif olmaktadır. Bu sebeple avcılıkta zaman türün seçiciliği anlamında etkili olmaktadır (Erdem ve ark., 2014). Seçicilik ilkesi yönetim anlamında ‘hedeflenen tür ve büyüklükteki bireyleri avlarken, diğerlerine kaçma şansı tanınması’ olarak açıklanmaktadır (McLennan, 1992). Dünya’da balıkçılık kaynaklarının azalmasının önemli nedeni seçici olmayan ağlardır ve seçiciliği kuşkuyla olan trol ağlarının balık stoklarının azalmasında doğrudan ya da dolaylı etkisinin olduğu, kamuoyunda kabul görmektedir (Alverson ve ark., 1994). Minimum avlanma boyu ve minimum ağ göz açıklığı, balıkçılık yönetiminde yaygın olarak kullanılan düzenlemeler arasında yer almaktadır. Ana düşüncesi yavruları korumayı ve canlıya en azından bir kez üreme imkanı sağlamayı hedeflemektedir.

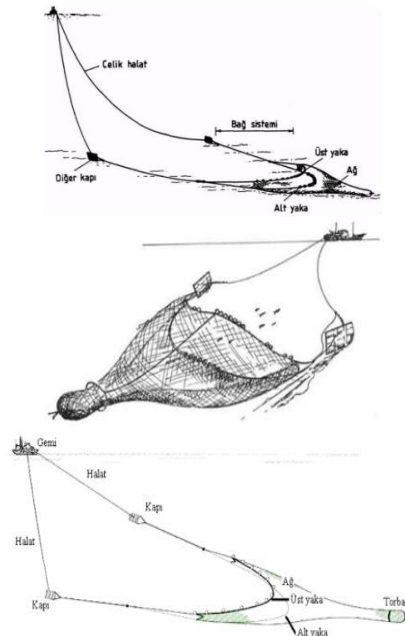
Minimum avlanma boyu, minimum ağ göz açıklığının sağlanmasını ifade etmektedir ve Türkiye’de trol balıkçılığında minimum avlanma ve minimum ağ göz açıklığı uygulamaları yıllardır devam eden uygulamalar olarak öne çıkmaktadır. Ancak uygulamada minimum avlanma boyunun çok altında avcılık yapıldığı çok sayıda araştırmayla ortaya konulmuştur (Gurbet, 1992; Çıra, 1999).

Balık avcılığında hedeflenen ve hedef dışı av terimleri ortaya çıkmıştır. Hedef av balıklar tarafından öncelikle elde edilmesi amaçlanan türler, hedef dışı av ise toplam avın hedef dışı olarak elde edilen kısmıdır (Ayyıldız, 2006). Balıkçıların çoğunluğu hedeflenen av dışındaki balıkları yakalamakta ve yakalanan canlıları ölü ya da ölmek üzere iken tekrar denize bırakmaktadır. Dünya su ürünleri üretiminin %27’si hedeflenmeyen türlerin yakalanmasını gösterirken sorunun ne kadar önemli olduğunun altını çizmektedir (Alverson ve ark., 1994). Günümüzde hedef dışı avlardan biri de yunuslardır ve yunus balıklarının yaşadıkları en büyük tehdit, hedef dışı olarak uzatma ağlarına takılmalarıdır (Bordino ve ark., 2002). Ağlara yakalanan yunusların kendilerini kurtarmak için hareket ederek ağların tahribatına sebep olması nedeniyle balıkçılar tarafından yaralanmakta veya öldürülmektedir (Birkun, 2002; Radu ve ark., 2003).



Şekil 1. Gırgır ağı (Anonim, 2011)

Figure 1. Purse seine (Anonymous, 2011)



Şekil 2. Trol ağları (MEB, 2016)

Figure 2. Trawling (MEB, 2016).

Balıkçılıkta ortaya çıkan ve balıkçılık ekonomisini olumsuz etkileyen unsurlardan biri de iskartadır. Iskarta balıkların ekonomik, yasal ya da özel sebeple denize dökülen kısmını ifade etmekte ve genel avlanmanın bir parçası olarak kabul edilmektedir (Saila, 1983; Alverson ve ark. 1994). Bu durum sürdürülebilir balıkçılık önündeki önemli engellerdendir. Iskarta balıkçılık sektörü ve politika yapıcılar için belirsizliğini koruyan bir unsurdur. Iskarta kaynak israfı ve denizlerdeki canlı türlerinin devamlılığı konusunda balıkçılık sektörü için olumsuz etki yarattığı aşikardır (Catanese ve ark., 2018). Küçük ölçekli balıkçılıkta trol balıkçılığına göre iskarta oranları daha fazladır (Tzanatos ve ark., 2007) ancak incelenen istatistiklerin sonuçları incelendiğinde güvenilirliği düşük bilgiler söz konusudur. Karaya ulaşan avın miktarının düzenli kayıt altına alınmaması ve balık stoklarının verilerinin doğru aralıklarla kayıt edilmemesi izleme ve değerlendirmeyi güçleştirmektedir (Genç, 2004).

Sürdürülebilir Balıkçılık

Sürdürülebilir balıkçılık, denizlerdeki ekonomik faaliyet devam ederken doğaya ve ekosisteme zarar vermeden deniz yaşamının varlığını devam ettirmesine olanak sağlayan yaklaşımdır. Denizlerdeki biyo-çeşitliliğin korunması, deniz kirliliğinin azaltılması, denizlerdeki avlanmanın sürdürülebilir bir şekilde yapılması gibi konular denizlerin sürdürülebilirliği için önemlidir.

Yetiştiricilik faaliyetlerinin çevreye olan etkilerini 6 maddede özetlemek mümkündür. Bunlar; (i) balık yemlerinin çevreye olan etkileri, (ii) dip kısımlarda oksijen tüketimi, (iii) kimyasal ilaçların çevreye olan etkileri, (iv) yabancı tür ile kafeslerden kaçan balık etkileşimlerinden doğan adapte olamayan yeni türler (v) ölü balık artıkları ve (vi) görsel kirliliktir (Koca ve ark., 2011). Yaşanan bu problemlerin giderilmesi için tesis kurulması düşünülen iç sular ve açık denizlerdeki yetiştiriciliklerde, gerekli numunelerin alınıp analiz edilmesi, su derinliği, tesisler arası mesafe, yetiştiricilik teknikleri ve çevresel etkilerin yetiştiricilik açısından uygun bulunması takip edilmelidir. Ayrıca ilgili süreç kanun ve yönetmelikle izlenmeye çalışılmalıdır. Bununla birlikte su ürünleri yetiştiricilik tesisleri projelerinde Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'nin ilgili hükümlerine uygunluk şartının aranması da çevresel etkiyi azaltma amacı içeren önemli bir uygulamadır.

Balıkçılık yönetiminde meydana gelen başarısızlıklar farklı bölgelerde balık stoklarında düşüşe ve stokların çökmesine neden olmuştur (Durgun, 2019). Şöyleki Akdeniz Bölgesini kapsayan balık stoklarının aşırı avcılığa maruz kalma oranı %91.6' seviyesine çıkmıştır (GFCM, 2012). Bunların önüne geçmek için, açık sulardaki avcılık faaliyeti için alınması gereken ilk önlem selektif (seçici) avlanma yoluyla balıkçılıktır. Bu yöntemle tuzak girişleri istenilen türe göre tasarlanarak, istenilen balığın tuzaga girmesi sağlanırken şekil olarak istenilmeyen balıkların girişleri engellenebilmektedir (Erdem ve ark, 2014). Ayrıca tuzaklarda minimum avlama boyundan küçük bireylerin salıverilmesi amacıyla, tuzakın dış duvarları istenilen büyüklükteki göz açıklığına sahip ağ materyali ile kaplanması da etkili bir araçtır (Olsen ve ark., 1978).

Farklı bir bakış açısı da istilacı türler üzerindeki av baskısının artırılmasıdır. İstilacı türlerle mücadelede

karşılaşılan avantajlardan birisi, yerel türlerin farklı morfolojik ve biyolojik özelliklere sahip olmasıdır (Walker ve Donkers, 2011). Balıkların biyolojik özellikleri gibi kullanılan av araçlarının iyi bilinmesi de istilacı türlerle mücadeleyi kolaylaştırmaktadır. (Erdem ve ark, 2014). Tür seçiciliğinde ise hedef türü avlarken diğer türlerin av aracına ilave edilen kaçış penceresi gibi özelliklerle geçişine izin vermektir (Tompson ve Ben-Yami, 1984; Alverson ve ark., 1994). Bu durumda sürdürülebilir balık yönetiminde hedef dışı av oranını da azaltmaktadır. Açık sularda avcılık yoluyla sürdürülebilir balıkçılık faaliyeti için alınması gereken diğer bir önlem ise küçük ölçekli balıkçılığın teşvik edilmesidir. Kıyı bölgelerinde, küçük teknelerle yapılan mevsimlik ve yarı zamanlı çalışarak avlanan ürünlerin yerel pazara sunulduğu gününbirlik veya gün aşırı yapılan balıkçılık faaliyetlerine küçük ölçekli balıkçılık denir (Göktürk ve ark., 2016). Küçük ölçekli balıkçılık sektörü yetiştiricilik ile beraber Dünyada 37 milyon bandında insana istihdam sağlamaktadır. Gelecekte ki yıllarda 100 milyona yakın kişinin küçük ölçekli balıkçılık sektörü ve faaliyetlerinde istihdam edilmeleri beklenmektedir (FAO, 2019). Sala ve ark. (2018) okyanusların minimum üçte birinin 2030 yılına kadar koruma altına alınması gerektiğini belirtmiştir. Yaşanan bu problemlerin giderilmesi ve endüstriyel balıkçılıkta sürdürülebilirlik için yeni stratejik eylem planları olması gerekmektedir. Bu eylem planları yalnızca ekonomik değeri değil sosyal davranış ve uygun yasal düzenlemeleri de içermelidir. Holdgate (1994) Dünya Koruma Stratejisinden hareketle oluşturduğu sürdürülebilirliği sağlamak için politika yapıcılarının alması gerektiği önlemleri şu şekilde ifade etmiştir.

- Deniz ve okyanusların sürdürülebilir gelişimi için kıyı bölgesi kullanımları planlanmalı ve balıkçılık entegre yönetimi için bir ulusal politika geliştirilmelidir.
- Deniz kaynaklarının kullanımı ve yönetiminde sürdürülebilir yaklaşımlar teşvik edilmeli.
- Yerel toplulukların çıkarlarına daha fazla ağırlık vererek, deniz kaynaklarından daha fazla pay alması sağlanmalıdır.
- İnsanlar deniz kaynaklarının önemi konusunda daha fazla bilinçlendirilmeli ve bunun için bilgilendirme ve eğitim kampanyaları yürütülmelidir.
- Korumaya alınmış deniz alanları artırılmalıdır.
- Tehdit altındaki deniz türleri koruma altına alınmalı ve birçok hedef dışı türü avlanmak suretiyle öldüren sürüklenen ağlar gibi avlanma yöntemleri yasaklanmalıdır.
- Kara kökenli atıklardan kaynaklanan deniz kirliliğini önlemeye öncelik verilmelidir.
- Petrol sızıntısı gibi acil durumlar için eylem planları geliştirilmelidir.
- Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesini (BMDHS) ve diğer yasal hükümler katı bir şekilde uygulanmalıdır.
- Uluslararası iş birlikleri genişletilip güçlendirilmelidir.
- Deniz ekosistemi ile ilgili uluslararası ve çok disiplinli çalışmalar desteklenmelidir.

Sürdürülebilir balıkçılık alanında birçok engel bulunmaktadır. Başlıca engeller hedef dışı av, iskarta, deniz dibinde unutulmuş ve bırakılan av araçları, hayalet avcılık ve kaybolan ve unutulmuş av araçlarından kaynaklı plastik bazlı kirliliktir. Son dönemde deniz ve okyanustaki plastik bazlı kirlilikte ciddi artış söz konusudur. Şöyle ki Akdeniz'in farklı bölgelerinde plastik kirleticilere rastlamak mümkündür (Durgun, 2019). Bo ve ark., (2014) ise İtalya'da yaptıkları araştırmada ise 280 metre derinlikte balıkçılık kaynaklı plastik kirleticilere rastlamışlardır. Ekosistem üzerinde gerçekleşen insan kaynaklı bu durum gelecekteki nesillerin refahını tehlikeye atmaktadır (FAO, 1999).

Kültür balıkçılığı okyanus ve deniz sularında gıda veya diğer amaçlar için sucul canlıların yetiştirilmesini ifade etmektedir. Özellikle son yıllardaki kültür balıkçılığında artış, işletmelerin çevreye bıraktıkları atık miktarını da artırmaktadır (Yıldırım ve Korkut, 2004; Tekinay ve ark., 2006). Kültür balıkçılığında canlı beslenmesinde yoğun yem kullanılmaktadır ve su ürünlerinde kullanılan yemlerde genelde %0.9-%1.5 oranında fosfor ve %7-%8 oranında azot bulunmaktadır. Azot ve fosfor gibi organik maddeler ile suda bulunan asılı katı maddeler balık üretim tesislerinden kaynaklı kirliliğe yol açmaktadır (Yıldırım ve Korkut, 2004). Aynı zamanda azot ve fosfor maddelerinin fazla olması alg üretiminin artışına neden olurken, suda bulunan oksijen miktarının düşmesine ve canlıların yaşam alanının bozulmasına da sebep olmaktadır (Jahncke ve Schwarz, 2002). Yem kaynaklı yaşanan kirliliğin azalması için azot ve fosfor dengesinin sağlanması için balıkların türüne ve yaşına bakılmalıdır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde balığın enerji ihtiyacının karşılanması, yem israfı ve maddelerin kaybı önlenmelidir (Gelineau ve ark., 2001). Ayrıca yetiştiricilikte balıkların hastalanmasına karşı tedavi ve koruyucu amaçla kimyasal ilaç kullanılması da kirliliği artıran önemli bir unsurdur. Bunun için beslenme şartlarını iyileştirmek, gerekli bakımı gerçekleştirmek, stok fazlalığını önlemek ve hijyen kurallarına uymak bu süreçte alınabilecek önemli tedbirler arasındadır (Çağırğan ve ark., 2008). Diğer sektörler su ürünleri yetiştiriciliğinin ortaya çıkardığı görsel kirlilikten rahatsızlık duymaktadır. Verilen tepkiler genellikle tatlı sulardaki kafes yetiştiriciliği üzerine yoğunlaşmaktadır. Yetiştiricilik faaliyetleri devam ederken görsel kirlilik üzerinde durulmalı ve bu duruma karşı önlem alınması da önemlidir (Koca ve ark., 2011).

Mevzuat

Balıkçılık sektörünün hem iç hem dış sularda faaliyetlerini sürdürmesi, kıyıları, çevreyi ve kamu sağlığını ilgilendirmesi nedeniyle çok sayıda mevzuatta yer edinmiştir. Ancak temel faaliyet alanlarını ve uygulamalarını gösteren başlıca belgeler Su Ürünleri Kanunu, Su Ürünleri Yönetmeliği ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğidir. Su ürünleri yönetmeliğinde “su ürünleri stoklarını korumak ve su ürünleri kaynaklarından ekonomik olarak yararlanmak üzere, su ürünleri ruhsat tezkereleri, sportif amaçla yapılacak avcılık, istihsal yerlerinin değiştirilmesi, avcılıkta patlayıcı ve zararlı maddelerin kullanılması, su ürünleri istihsal yerlerine dökülmesi yasak olan zararlı ve kirletici maddeleri, istihsal vasıtalarının vasıf, şartları ve bunların kullanılması, su ürünleri avcılığının düzenlenmesi, trol avcılığı, arızı olarak istihsal edilen su ürünleri, su ürünleri

sağlığı, su ürünlerinden yapılacak mamül ve yarı mamül maddelerin üretimi, su ürünlerinin pazarlaması ile ilgili usul, esas, yasak, sınırlama, yükümlülük, tedbir, kontrol ve denetimine ait hususlar” ele alınmıştır. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğinde ise “ülkemiz su kaynakları potansiyelinin verimli şekilde kullanılması, su ürünleri yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliğin sağlanması, çevrenin korunması ve kaliteli/güvenli gıda temini için, su ürünleri yetiştiriciliği ile ilgili yatırımların, planlı bir şekilde gerçekleştirilmesi ve üretim sırasında etkin denetimin sağlanması” amaçlanmıştır. Su ürünlerini kanunu dışında Kıyı Kanunu, Çevre Kanunu, Kamu Sağlığı Yasası, Belediye Kanunu ve Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu gibi birçok mevzuatta doğrudan veya dolaylı balıkçılık sektörünü ilgilendirmektedir.

Balıkçılık sektöründe doğanın ve ekosistemin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için kanunlar, yönetmelikler ve tebliğler yoluyla sınırlama ve yasaklar getirilmektedir. Örneğin Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ ile Türkiye’de ki Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadenizde avlanmanın yasak olduğu yerler belirlenmiştir. Ayrıca 1380 sayılı Kanunun 24 üncü maddesinde belirtilen içsular, Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında her türlü trol ile su ürünleri avcılığı yasaklanmıştır. Ayrıca yine Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz’de trol avcılığının yasak olduğu yerlerin koordinatları kaç mil içerisinde yasak olduğu belirtilerek tebliğ edilmiştir. Aynı zamanda trol avcılığına açık tüm karasularında Akdeniz’de 15 Nisan-15 Eylül, diğer denizlerde ise 15 Nisan- 31 Ağustos tarihleri arasında, dip trolü ile su ürünleri avcılığı yasaklanmıştır. İlgili tebliğde ayrıca trolü ağlarının torba ağ göz açıklığı standartları da belirlenmiştir. Yalnızca trol ağları için değil, aynı zamanda da çevirme ağlarına getirilen standartlar ve yasaklar, ışıkla avcılığa ilişkin getirilen yasaklar, kıyı sürütme ağları ile avcılık yasakları ve parakete ile avcılığa ilişkin yasaklar ile deniz ekosistemi ve deniz canlılarının sürdürülebilir gelişmesi sağlanmak istenmektedir.

Balık popülasyonlarının ve balıkçı filolarının denizlerde sınır tanımadan dolaşması ve filoların birbirlerinin ekonomik faaliyetlerini etkilemesi nedeniyle anlaşmazlıklar söz konusu olabilmektedir. Bu sebeple denizcilik faaliyetleri uluslararası anlaşmalara söz konusu olmuştur. Örneğin 1958 Cenevre Sözleşmesi ve 1982 Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi ülkelerin kıyı hakları ve münhasır alanlar, açık alanlarda avlanma hakları gibi birçok taraf ülkeleri ilgilendiren hükümleri karara bağlamıştır. Birleşmiş Milletler 1995 yılında Balık Stokları Anlaşması ile balıkçılık kaynakları ve yönetimi açısından, en yüksek sürdürülebilirliğinin sağlanmasını hedeflenmiştir. Anlaşma ile balık stoklarının korunarak avlanmanın sınırlandırılması ve verimliliği yükseltmek amaçlanmıştır. Anlaşma ile tarafların deniz ortamında biyolojik çeşitliliğin korunması, sürdürülebilirliğin sağlanması, balıkçılığın etkilerinin değerlendirilmesi, ihtiyatı yaklaşımın uygulanması ve aynı ekosisteme ait türler için koruma önlemlerinin gerçekleştirilmesi söz konusudur (Kılıç, 2014). Aynı zamanda uluslar üstü organizasyonlar da deniz yaşamını korumak için önlemler almaktadır. Örneğin Antarktika Deniz Yaşamı Kaynaklarının Korunması Komisyonu 2016 yılında toplanmış Güney Okyanusu ve Antarktika sularının 1.570.000 km² lik kısmını kaplayan Ross Denizi’nin

koruma altına alınmasına karar vermiştir. Karar ile Dünya'nın en geniş sualtı doğal yaşam koruma alanı oluşturulmuştur (Reçber, 2022). Avrupa Birliği üyesi ülkeler ise balıkçılık faaliyetlerini iş birliği içerisinde yürütme kararı vererek Ortak Balıkçılık Politikasını (OBP) oluşturmuştur. Böylelikle gelişen ve sürdürülebilir bir balıkçılık sektörü için bir dizi tedbiri öngören OBP, AB tarafından uygulanmaya başlanmıştır (AB Bakanlığı, 2015). OBP, balıkçılığı biyolojik, ekonomik ve sosyal boyutları ile ele alarak, üye ülkeler arasında paylaşımın üzere toplam avlanabilir balık miktarlarını belirlemektedir (Kınancıl ve Akyol, 2002).

Balina gibi nesli tehlike altında olan türleri koruyucu antlaşmalar da yapılmaktadır. Özellikle balina avcılığının ulaştığı boyut nedeniyle Uluslararası Balina Avcılığının Düzenlenmesi Sözleşmesi (ICRW) 2 Aralık 1946 tarihinde akit taraflarca (33) imzalanmış ve 1948 yılında yürürlüğe girmiştir (Reçber, 2022). Bu anlaşma ile yok olma tehdidi altındaki balinaların korunması ve sürdürülebilir bir şekilde varlıklarını sürdürmesi amaçlanmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Denizlerin sürdürülebilirliği, insanların yaşamına ve dünya ekonomisine önemli bir katkı sağlayan bir unsurdur. Ancak, artan insan faaliyetleri, kirlilik, aşırı avlanma ve iklim değişikliği gibi faktörler deniz ekosistemlerini tehdit etmektedir. Son yıllarda yaşanan gelişmeler göz önüne alındığında denizlerdeki kirlilik hızla artmakta ve balık stokları hızla tükenmektedir. Bu nedenle, denizlerimizin sürdürülebilirliğini korumak ve iyileştirmek için acil eylemler alınması gerekmektedir. Deniz ekosistemlerin korunması için iklim değişikliği ile mücadelede hız verilmeli, deniz kirliliğine neden olan uygulamalara son verip atıklar için geri dönüşüm projeleri, devasa artıma tesisleri gibi yöntemler uygulanmalıdır. Ayrıca balık popülasyonlarını hızla azaltan aşırı avcılık yasaklanarak ağır cezai tedbirler uygulanmalıdır.

Denizlerde sürdürülebilirliği artırmak için kanunla belirlenen deniz koruma alanları genişletilmelidir. Ayrıca balık stoklarının yenilenmesi için deniz ekosistemleri korunmalı ve deniz habitatlarının restorasyonu gibi tedbirler alınmalıdır. Deniz turizmi sektöründe ise, çevre dostu uygulamalar teşvik edilmelidir. Bununla beraber sektörde çevre dostu teknolojilerin kullanımı, atık yönetimi ve geri dönüşüm gibi uygulamaların benimsenmesine yönelik bilinçlendirme kampanyaları yürütülmelidir.

Balıkçılığı sürdürülebilir kılmak için balıkçılara alternatif iş imkanları sağlanarak üreme dönemi balıkçılığının engellenmesi önem arz etmektedir. Ayrıca kaçak avcılıkta denetimlerin sıklaştırılması, göl ve akarsuların kirlilikten arındırılması, üreme dönemi için göllere ihtiyaç duyulan suyun bırakılması ve göl havzasında yapılacak planlamalarda göldeki türlerin ekolojik ihtiyaçlarının gözlemlenmesi gerekmektedir.

Denizlerdeki sürdürülebilirlik, deniz kaynaklarının korunması, yönetimi ve kullanımının sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirilmesi ile ilgilidir. Bu noktada, bireylerin, işletmelerin ve hükümetlerin sorumlulukları vardır. Bireyler, günlük hayatlarında denizlerimizi korumak için çevre dostu alışkanlıklar edinebilirler. İşletmeler, ürünlerinin üretiminden tüketimine kadar tüm aşamalarında çevreye duyarlı bir yaklaşım benimseyebilirler. Hükümetler ise deniz

kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanımını teşvik eden yasal düzenlemeler yapabilirler. Sonuç olarak, denizlerin sürdürülebilirliği, insan faaliyetlerinin doğal kaynaklara olan etkisini azaltmak için atılan önemli bir adımdır. Bu hedefe ulaşmak için, tüm paydaşların ortak bir çaba göstermesi ve sürdürülebilir bir gelecek için çalışması gerekmektedir.

Kaynaklar

- AB Bakanlığı. (2015). T.C Avrupa Birliği Bakanlığı, <http://www.abgs.gov.tr/files/TarimBalikcilikBsk/obpreformu.pdf>
- Alverson, DL, Freeberg, MH, Pope, JG, & Murawski, SA. (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper*, No: 339, 233p.
- Anonim. (2011). *Gırgır ağı*. <http://www.simrad.com>
- Ayyıldız, H. (2006). Kuzey Ege Denizi Gırgır Ağlarında Hedef Dışı Av Kompozisyonunun Araştırılması (Yayın no. 185953) [*Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi*]. Ulusal Tez Merkezi
- Başer, U., Bozoğlu, M. ve Topuz, B. (2017). Tarım İşletmelerinde Çevresel, Ekonomik ve Sosyal Sürdürülebilirliğin Ölçülmesi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2, (3), 1-13
- Benli, HA. (1986). Türkiye Balıkçılığı Potansiyeli ve Sorunları. *Dokuz Eylül Üniversitesi yayınları*, No: 0900, BY: 86-018, 170-179, İzmir
- Bearzi, G. (2002). Interactions between cetaceans and fisheries in the Black Sea. Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies. *A report to the ACCOBAMS Secretariat, Chapter 9*
- Bratspies RM, Telesetsky, A. (2012). 'Marine Environmental Law: UNCLOS, Ocean Governance and Fisheries' in Alam, S., Bhuiyan, J.H., Chowdhury, T., Techera, E.J., *Routledge Handbook of International Environmental Law* (Routledge 2012) 259-277
- Bo, M., Bava, S., Canese, S., Angiolillo, M., Cattaneo-Vietti, R. ve Bavestrello, G. (2014). Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation, *Biological Conservation*, 171 (1): 167-176
- Bohnes, FA, Hauschild, MZ, Schlundt, J., Nielsen, M. ve Laurent, A. (2022). Environmental sustainability of future aquaculture production: *Analysis of Singaporean and Norwegian policies. Aquaculture*, 549 (16), Article number: 737717
- Bordino, P., Kraus, S., Albareda, D., Fazio, A., Palmerio, A., Mendez, M. ve Botta, S. (2002). Reducing incidental mortality of Franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* with acoustic warning devices attached to fishing nets. *Marine Mammal Science*, 18 (4), 833-842
- Çağrgan H., Degirmenci U., Nemli E., Balta F. ve Sanver F. (2008). Yurdumuzda Balık Hastalıklarının Tedavisinde İlaçların Yasal Kullanımı. *I. Ulusal Alabalık Sempozyumu Bildirileri*, 14-16 Ekim 2008, Isparta
- Carlton, JT, Geller, JB, Reaka-Kudla, ML, & Norse, EA. (1999). Historical extinctions in the sea, *Annual Review Of Ecology And Systematics*, 30 (1): 515-538
- Catanese, G., Grau, A., Valencia, JM, Garcia-March, JR, Vázquez-Luis, M., Alvarez, E. ve Villalba, A. (2018). *Haplosporidium pinnae* sp. nov., Batı Akdeniz'de yelpaze midye *Pinna nobilis*'in kitlesel ölümleriyle ilişkili bir haplosporidan paraziti. *Omurgasız Patoloji Dergisi*, 157, 9-24
- Çıra, E. (1999). Seasonal cod-end selectivity of traditional bottom trawl nets used in Aegean Sea, [*PhD Thesis. Ege University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Fisheries and Processing Technology*], Bornova İzmir, 81p.
- Ceylan Y. (2011). Karadeniz'de Kullanılan Dip Trolü ve Gırgır Ağlarının Hedef Dışı Tür Ve Iskarta Oranlarının Belirlenmesi (Yayın no. 291787) [*Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi*]. Ulusal Tez Merkezi.

- Çelikkale, MS, Düzgüneş, E., Candeğer, F. (1993). Av Araçları ve Avlama Teknolojisi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Genel Yayın No: 162*, Fakülte Yayın No: 4. Trabzon.
- Demirel, N., Demir, V., Oruç, A., Akça, N. ve Kalem, S. (2013). Sürdürülebilir Balıkçılık İçin Ekosistem Temelli Yönetim. WWF ((Doğal Hayatı Koruma Vakfı). ISBN: 978-605-86596-4-3
- Durgun, D. (2019). Balıkçılığın Ekosistem Üzerindeki Etkilerinin Azaltılmasında Balıkların Küresel Değerleri, Çevre Tutumları ve Balıkçılık Davranışlarının Analizi: Ege Balıkçılığı Örneği. (Yayın no 2016zrf018.pdf) [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi, İzmir, 248 s.
- Erdem, Y., Özdemir, S. (2008). Karadeniz Kıyılarında Çift Tekneyle Çekilen Ortasu Trolü İle Bazı Pelajik Balıkların Avcılığı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 23 (2), 78-82
- Erdem, Y., Samur, M., Özdemir, S. (2014). İçsulara İstilacı Balık Türleriyle Mücadelede Seçici Avlama Yöntemlerinin Etkinliği. *Aquatic Sciences and Engineering*, 29 (2), 49-63.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Özsandıkçı, U. ve Büyükdeveci, F. (2019). Batı Karadeniz’de (Sinop İli) Endüstriyel Balıkçılıkta Kullanılan Ağlar ve Teknik Özellikleri. *Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi Cilt: 5*, Sayı: 2, 74-87
- FAO. (1999). *Fishery Resources Division, Indicators for sustainable development of marine capture fisheries*, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/X3307E/X3307E00.htm>
- FAO. (2018). *FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2016*, Rome, 104pp
- FAO. (2019). *Small-scale fisheries-Web Site. Small-scale fisheries*. <https://www.fao.org/voluntary-guidelines-small-scale-fisheries/en/>
- Frankic, A., Hershner, C. (2003). Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. *Aquaculture international*, 11, 517-530
- Furevik, DM, Løkkeborg, S. (1994). Fishing trials in Norway for torsk (*Brosme brosme*) and cod (*Gadus morhua*) using baited commercial pots. *Fisheries Research*, 19 (3-4), 219-229
- Gelineau, A., Corraze, G., Boujard, T., Larroquet L. ve Kaushik, S. (2001). Relation Between Dietary Lipid Level And Voluntary Feed Intake, Growth, Nutrient Gain, Lipid Deposition And Hepatic Lipogenesis İn Rainbow Trout, *Reprod. Nutr. Dev.* 41: 487-503. <https://doi.org/10.1051/rd:2001103>
- Genç, DY. (2004). Türkiye Su Ürünleri Avcılığı Ve Sorunları. *Aquaculture Studies Nisan 2004*, (2). <https://doi.org/10.17693/yunus.76100>
- GFCM, (2012), General Fisheries Commission For The Mediterranean, *Report of the 13th Session of the Sub-Committee on Stock Assessment (SCSA)*, FAO HQs, Rome, Italy, 23-26 January 2012, GFCM:SAC14/2012/Inf.8., Food & Agriculture Org, Rome, 44p
- Gönener, S., Erkoyuncu, İ. (2005). Orta Karadeniz’de Dip Trolünün Av Kompozisyonu ve Etkileyen Faktörler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 45-52
- Göktürk, D., Deniz, T., Ateş, C. (2016). A case study on catch characteristics of European hake gillnet fishery in the southern Sea of Marmara, Turkey. *Cahiers De Biologie Marine*, 57(4), 343-354
- Gurbet, R. (1992). Barbunya Balığı (*Mullus barbatus*) Avcılığında Dip Trol Ağlarının Seçiciliği [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi, İzmir, 149 s.
- Hoşsucu, H. (1991). Balıkçılık 1 (Avlama Araçları ve Teknolojisi). *Ege Üniversitesi Basımevi No: 22*, İzmir.
- Holdgate, M. (1994). Sustainable Fish Farming- The sustainable use og global oceanic resources. ISBN 90 5410 567 4 Netherlands.
- Jahncke, ML, Schwarz, HM. (2002). Public, Animal And Environmental Aquaculture Health Issues in Industrialized Countries. Public, Animal, and Environmental Aquaculture Health Issues (edited by Michael L. Jahncke, E. Spencer Garrett, Alan Reilly, Roy E. Martin, Emille Cole) 205 pp.
- Jiang, Q., Bhattarai, N., Pahlow, M. ve Xu, Z. (2022). Environmental sustainability and footprints of global aquaculture. *Resources, Conservation and Recycling*, 180, 106183.
- Kılıç, S. (2014). Türkiye Denizlerindeki Balık Stoklarının Yönetimi İçin Yeni Bir Kavram: İhtiyatlı Balıkçılık Yönetimi 2014 (4), *Yunus Araştırma Bülteni* 85-97. [http://doi: 10.17693/yunus.71448](http://doi.org/10.17693/yunus.71448)
- Kınacıgil, T., Akyol, O. (2002). Uluslararası Deniz Anlaşmaları ve Balıkçılığa Etkileri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt: 19*, Sayı: (3-4): 529-537
- Koca, SB, Terzioğlu, S., Didinen, B. ve Yiğit, N. (2011). Sürdürülebilir Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Çevre Dostu Üretim. *A.Ü. Çevre Bilimleri Dergisi*, 107-113
- Longo, BS, Clause, R., Clark. B. (2015). The Tragedy of the Commodity: Oceans, Fisheries, and Aquaculture. New Brunswick, NJ: *Rutgers University Press. Journal of Agrarian Change* 16 (3), 501-513. [http://doi: 10.1111/joac.12174](http://doi.org/10.1111/joac.12174)
- McLennan, DN. (1992). Fishing gear selectivity. *Fisheries Research* 13: 201- 204
- MEB. (2016). *Denizcilik* (Türkiye). <https://www.meb.gov.tr/moduller>
- Noorashikin, Md. N., Harun Norliyana, S. (2022). Towards Sustainable Aquaculture: A Brief Look into Management Issues. *Applied Sciences*, 12 (15), 7448. <https://doi.org/10.3390/app12157448>
- OECD. (2023). *Organisation for Economic Co-operation and Development*. <https://www.oecd.org>
- Radu, S., Ahmad, N., Ling, FH, & Reezal, A. (2003). Prevalence and resistance to antibiotics for *Aeromonas* species from retail fish in Malaysia. *International Journal of Food Microbiology*, 81, 261-266.
- Reçber, S. (2022). Açık Denizlerin Korunması ve Deniz Koruma Alanları. *Kamu ve Özel Milletlerarası Hukuk Bülteni, Cilt: 42*, Sayı: 1, 81-120
- Olsen DA, Dammann AE, LaPlace, JA. (1978). Mesh Selectivity of West Indian Fish Traps, *MFR Paper 1315. Marine Fisheries Review*, 40 (7)
- Saila, SB. (1983). *Importance and assessment of discards in commercial fisheries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://hdl.handle.net/1969.3/22253>
- Salaa, E., Lubchencob, J., Colvertb, KG, Novellic, C., Robertsd, C., Rashid Sumailae, UR, & (2018). Assessing Real Progress Towards Effective Ocean Protection. *Marine Policy* 11-13.
- Şahin, T. (2003). Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Çevreye Etkisi. *Aquaculture Studies*, 2003(2). <https://doi.org/10.17693/yunus.95040>
- Tekinay, A.A., Güroy, D., Çevik N. (2006). Balık Üretiminden Kaynaklanan Kirlik ve Çözüm Yolları. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-1): 295-298
- Thomson, DB, Ben-Yami, M. (1984). Fishing gear selectivity and performance. *FAO Fish.Rep.*, (289), Suppl.2:105-8
- TOB. (2020). Tarım ve Orman Bakanlığı Ordu İl Tarım Müdürlüğü Faaliyet raporu
- Toluner, S. (1996). *International Law Lessons (in Turkish)*. (Yayın No.183), Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 454 s
- Tzanatos, E., Somarakis, S., Tserpes, G., & Koutsikopoulos, C. (2007). Discarding practices in a Mediterranean small-scale fishing fleet (Patraikos Gulf, Greece). *Fisheries Management and Ecology*, 14(4), 277-285
- Vassallo, P., Bastianoni, S., Beiso, I., Ridolfi, R., & Fabiano, M. (2007). Emery analysis for the environmental sustainability of an inshore fish farming system. *Ecological Indicators*, 7(2), 290-298
- Yaşar, M. (2021). Sürdürülebilir Balıkçılık Potansiyeli Açısından Doğu Karadeniz Bölgesi (Tr-90 İlleri)nde Ekosistem Temelli Balıkçılık Yönetimi: *Eko-Sosyoekonomik Analiz, Eko-Yönetim ve Eko-Politika*. 2021, Samsun.
- Yıldırım, Ö., Korkut, YA. (2004). Su Ürünleri Yemlerinin Çevreye Etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21 (1-2): 167-172
- Walker RM, Donkers P. (2011). An Examination of the Selectivity of Fishing Equipment in Relation to Controlling the Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Lakes Crescent and Sorell. *Technical Report No. 2*, Inland Fisheries Service, Tasmania, Australia.



The Importance of Plant-Based Milks in the Food Industry and Ensuring Microbial Safety

Ulaş Baysan^{1,2,a,*}

¹Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü 35100 Bornova İzmir, Türkiye

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi 35390 Buca İzmir, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 11.10.2023 Accepted : 26.12.2023</p> <p>Keywords: Plant milk Plant-based milk Microbial safety Heat treatments Non-thermal processes</p>	<p>The increasing awareness of healthy consumption worldwide has led to a growing preference for plant-based milks due to their rich nutritional content. Plant-based milk products are expected to gain popularity among consumers, especially those with lactose intolerance, calorie concerns, and hypercholesterolemia, as they offer a viable option for these individuals. Additionally, plant-based milks have the potential to respond to consumer demands for energy enhancement, anti-aging effects, and fatigue and stress reduction. This review study discusses the production stages of plant-based milks and evaluates the effects of these production steps on the final product. To prevent the growth of spoilage microorganisms, which can be facilitated by the nutrient-rich composition of plant-based milks, thermal processing requirements are examined. Innovative thermal and non-thermal technologies employed to inhibit the growth of spoilage microorganisms in plant-based milks are also discussed. With the advancement of innovative technologies, ensuring the microbial safety of plant-based milks while preserving their quality characteristics has become increasingly important. In conclusion, plant-based milks, which have become popular both globally and in our country, have a high potential for widespread use in the food industry, particularly when coupled with emerging technologies.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 116-124, 2024

Bitkisel Sütlerin Gıda Endüstrisindeki Önemi Ve Mikrobiyal Güvenliğinin Sağlanması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makalesi</i></p> <p>Geliş : 11.10.2023 Kabul : 26.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Bitkisel süt Bitki bazlı süt Mikrobiyal güvenlik Isıl işlemler Isıl olmayan işlemler</p>	<p>Dünya genelinde insanlarda sağlıklı tüketim farkındalığının oluşmasıyla zengin besin içeriklerine sahip bitkisel sültere yönelim artmaktadır. Tüketicilerden laktoz intoleransı, kalori endişesi ve hiperkolesterolemi olanlarında rahatça tüketimine imkan sağlaması ile tüketici taleplerinden enerjiyi artırıcı, yaşlanmayla mücadele, yorgunluk ve stres azaltıcı etkilerine yanıt olabileme potansiyelinden dolayı bitkisel süt üretiminin ve tüketiminin artması beklenmektedir. Bu derleme çalışmasında bitkisel sülterin üretim aşamaları ele alınarak, bu üretim basamaklarının son ürün üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Bitkisel sülterde besin içeriklerinin zengin olmasından kaynaklı olarak bozulmayan sebep olan mikroorganizmaların büyümesinin önlenmesi için ısıl işlem gereklilikleri incelenmiştir. Bitkisel sülterde bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların inhibisyonu için uygulanan yenilikçi ısıl ve ısıl olmayan teknolojiler ele alınmıştır. Gelişen yenilikçi teknolojiler ile bitkisel sülterin mikrobiyal güvenliğini sağlanmasının yanısıra kalite özelliklerinin de korunması önem kazanmaktadır. Sonuç olarak Dünya’da ve ülkemizde popüler olmaya başlayan bitkisel sülterin; yeni teknolojiler ile birlikte gıda endüstrisinde yaygınlaşma potansiyeli yüksektir.</p>

^a ulasbaysan@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6307-9874>



Giriş

Son yıllarda, gıda ürün geliştirme alanının her bölümünde, tüketicinin değişen ihtiyaçlarını ele almak ve sağlıklı gıda alternatifleri yaratmak amacıyla araştırmalar hız kazanmıştır. Artan kentselleşme bu talepleri hızlandırmış olup; fonksiyonel ve özel içecekler için yeni ürünlerde yoğunlaşan bir araştırma çabası son dönemin gözde konusu haline gelmiştir. Bugünün dünyasında içecekler artık sadece susuzluğu gideren ürünler olarak görülmemek ile birlikte; tüketiciler bu içeceklerde belirli işlevsellik arayışına girmişlerdir. Bu içeceklerdeki işlevsellik farklı ihtiyaçları ve yaşam tarzlarını ele alırken; enerjiyi artırmak, yaşlanmayla mücadele etmek, yorgunluk ve stresle başa çıkmak, belirli hastalıklara yönelik çözümler üretmek gibi amaçlara da hizmet eder hale gelmiştir. Bu tür işlevsel gereksinimlerden biri de inek sütü alerjisi, laktoz intoleransı, kalori endişesi ve hiperkolesterolemi yaygınlığı gibi sorunlara cevap veren bitkisel süt alternatifleridir (Valencia-Flores ve ark., 2013).

Dünya çapında inek sütü yaygın olarak tüketilmektedir (Vanga ve Raghavan, 2018). Sütün yüksek tüketimi, yüksek miktarda protein, mineral, yağ ve şeker içermesi gibi beslenme faydaları ile doğrudan ilişkilidir. Ancak inek sütü herkes tarafından kolayca sindirilen ve emilen bir gıda değildir. Çünkü sütün insan üzerinde laktoz intoleransı ve inek sütü protein alerjisi gibi olumsuz etkileri vardır. Dünya nüfusunun %75'inde laktoz intoleransı bulunmaktadır (Silva ve ark., 2020). Ayrıca, hayvansal bazlı gıdaların aşırı tüketimi kardiyovasküler hastalıklara ve kolesterol artışına neden olurken; bitkisel sütlerin hammaddelerinden olan tahıllar, baklagiller, tohumlar ve kuruyemişlerin içeriğinde diyet lifi, vitaminler, mineraller ve antioksidanların insan vücuduna olumlu etkileri bulunmaktadır (Omoni ve Aluko, 2005). Pistollato ve ark., (2018) soya fasulyesi ve fındık gibi bitki tabanlı gıdaların zengin olduğu bir diyet ile Alzheimer gibi nörodejeneratif bozukluklar riskinin azaltılabileceğini bildirmişlerdir. Bitkisel süt alternatiflerinin sağlık etkileri incelendiğinde; bitkisel süt alternatifleri, zengin antioksidan aktivitesi ve kardiyovasküler hastalık, kanser, ateroskleroz ve diyabet riskini azaltan yağ asitleri nedeniyle olumlu etkilere sahiptir (Zujko ve Witkowska, 2014).

Son zamanlarda, tüketiciler hayvanlara karşı duyarlılık, sağlıklı bir yaşam tarzı isteği ve çevresel farkındalıklardan dolayı insanlarda bitki tabanlı bir diyetle yönelim vardır (Janssen ve ark., 2016; Sebastiani ve ark., 2019). Bu nedenle, günümüzde bitki kaynaklı besin sayısında artış görülmektedir (Gökçen ve ark., 2019). Ayrıca, dünyanın bazı bölgelerinde süte kısıtlı erişim, bazı minerallerin (demir), vitaminlerin (folat) ve diğer biyomoleküllerin (fenolik bileşikler) sütün bileşiminde iz miktarda yer alması da bitkisel süt üretimi ve tüketiminin artmasına neden olmuştur. İlk olarak soya fasulyesi içeceği üretimi ile başlayan bu ürün grubu; yulaf içeceği, badem içeceği, hindistan cevizi içeceği, kenevir tohumu içeceği, kakao içeceği gibi farklı ürünler ile çeşitlendirilerek tüketiciye sunulmaktadır (Pistollato ve ark., 2018). Dünyada, bitkisel bazlı sütlerin direkt olarak tüketiminin yanı sıra bir bileşen olarak da kullanılmaktadır. Bitkisel sütler farmasötik endüstrisinde, besin takviyelerinde, bebek besinlerinde, krema ürünlerinde ve meyveli karışımlarda da katkı maddesi olarak kullanılabilir. Tüketicileri doğru

bilgilendirmek açısından bu sütlerin etiketlenmesi ile ilgili yönetmelikler tam olarak oluşturulamamıştır. Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) bitkisel sütleri, lezzet, aroma, yapı, tekstür ve görünüş itibarı ile süte benzer fiziksel özelliklere sahip fakat beslenme açısından yetersiz "imitasyon süt" ya da "imitasyon süt ürünleri" başlığı altında değerlendirmektedir. Bitkisel süt, literatürde "baklagiller, yağlı tohumlar veya tahılların, inek sütünün görünümüne benzeyen su özütleri" olarak tanımlanmaktadır. Bitki bazlı süt alternatifleri, bitki materyalinin (tahıllar, yarı tahıllar, baklagiller, yağlı tohumlar, kuruyemişler) su içinde çözünmesi ve daha sonra böyle sıvıların homojenleştirilmesi yoluyla elde edilen sıvılardır. İşlemler sonucunda 5 ila 20 mikrometre aralığında parçacık boyutu dağılımı elde edilir; bu da görünüm ve kıvam açısından inek sütünü taklit eder (Sethi ve ark., 2016). Avrupa Birliği'nde sadece "Hindistan cevizi sütü" ve "badem sütü" süt olarak etiketlenmesine izin verilmektedir (Jeske ve ark., 2018; Röös ve ark., 2018; Sethi ve ark., 2016). Bu içeceklerin, üretilen ürün birimi başına enerji girdisinin hayvansal süte kıyasla çok daha az olması ve talebe göre bileşimlerinin değiştirilebilmesi üretim ve tüketimlerini avantajlı duruma getirmektedir (Janssen ve ark., 2016; Mäkinen ve ark., 2016; Sethi ve ark., 2016).

Bitkisel sütlerin, işleme aşamaları işlenen hammaddeye göre değişebilir (Silva ve ark., 2020). Bununla birlikte, bitkisel hammaddelerin farklı işlenmesinde gerçekleştirilen temel işlemler benzerdir. Şekil 1'de, bitkisel sütlerin işleme adımlarının temel basamakları yer almaktadır. Genellikle bitkisel sütlerin üretimi kabuk soyma, su ekleme, öğütme, homojenizasyon, besin öğelerinin ilavesi, filtrasyon, ısıtma, aseptik dolma ve depolama aşamalarını kapsamaktadır.



Şekil 1. Bitkisel süt üretim basamakları
Figure 1. Plant based milk production steps

Bitkisel Sütlerde Mikrobiyal Güvenliğin Sağlanması ve Uygulama Yöntemleri

Zengin besin kaynağı olan bitki bazlı sütlerde, mikroorganizmaların büyümesi için ideal ortam oluşmaktadır. Bitkisel bazlı sütlerde mikroorganizmaların hızlı büyümesinin olumsuz etkileri sonucunda ürünlerde fiziksel ve kimyasal kalite kayıpları ile duyuşal beğenide azalışlar görülmektedir. Bu kalite kayıplarının önlenmesi için ısıtma uygulanması gerekmektedir. Isıtma ile birlikte, bozulmaya sebep olan ve patojen mikroorganizmaları ortadan kaldırması ve/veya azaltılması ile gıda ürünlerinin raf ömrü uzatılması sağlanmaktadır (Vogelsang-O'Dwyer ve ark., 2021).

Tablo 1. Bitkisel sütlerde yenilikçi teknolojiler ile mikrobiyal güvenliğin sağlanması amacıyla yapılan çalışmalar
Table 1. Studies carried out to ensure microbial safety in plant milk with advanced technologies

Ürün	Hedef Mikroorganizma	İnaktivasyon yöntemi ve İşlem Koşulları	Sonuç	Kaynak
Soya sütü	•Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı •Enterobakteri sayısı •Toplam mezofilik aerobik spor sayısı	Yüksek hidrostatik basınç (HPP) (Basınç: 200-300 MPa)	•Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma uygulanan basınç arttıkça artış göstermiştir. •Enterobakteriler her iki uygulamada da tespit limitinin altında kalmıştır.	(Cruz ve ark., 2007)
Soya Sütü	• <i>Bacillus cereus</i> •Toplam mezofilik aerobik bakteriler •Toplam mezofilik aerobik sporlar •Enterobacteria •Küf ve maya • <i>Staphylococcus aureus</i> • <i>Salmonella sp</i> •Koliform	Yüksek hidrostatik basınç (HPP) (Basınç: 200-300 MPa Sıcaklık: 55, 65 ve 75°C) Pastörizasyon (Sıcaklık: 95°C/ Süre: 30 s) Sterilizasyon (Sıcaklık: 142°C/ Süre: 6 s)	•HPP yöntemi ile UHT işleminde elde edilen steriliteye ulaşılmıştır.	(Poliseli-Scopel ve ark., 2012)
Badem sütü	•Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı •Toplam mezofilik aerobik sporlar •Mayalar ve küf sayısı • <i>Enterobacteriaceae</i> • <i>Micrococcaceae</i> • <i>Bacillus cereus</i>	Yüksek hidrostatik basınç (HPP) (Basınç: 200 ve 300 MPa Sıcaklık: 55, 65 ve 75°C) Pastörizasyon (Sıcaklık: 90°C/ Süre: 90 s) Sterilizasyon (Sıcaklık: 142°C/ Süre: 6 s)	•Pastörizasyon, sterilizasyon ve HPP işlemlerinden sonra mikrobiyal sayımlar tespit seviyesinin altında belirlenmiştir.	(Valencia-Flores ve ark., 2013)
Soya ve Badem Sütü	•Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı •Toplam mezofilik aerobik sporlar	Yüksek hidrostatik basınç (HPP) (Basınç: 200-300 MPa Sıcaklık: 55-75°C) Pastörizasyon (Sıcaklık: 95°C/ Süre: 30 s) Sterilizasyon (Sıcaklık: 142°C/ Süre: 6 s)	•HPP işleminde pastörizasyona göre mikroorganizmalarda daha yüksek bir azalma sağlamıştır. •HPP ile işlenmiş badem ve soya içeceklerinde, geleneksel ısı işlemlerle işlenenlere kıyasla çok daha iyi bir koloidal stabilite gözlemlenmiştir.	(Ferragut ve ark., 2015)
Badem sütü Soya sütü Yulaf Sütü	• <i>Salmonella enteritidis</i>	Mikrodalga (Mikrodalga gücü:360 W Süresi: 38 s) Pastörizasyon (Sıcaklık: 70°C/ Süre: 465-480 s)	•Tüm bitkisel süt ürünlerinde termal pastörizasyona alternatif teşkil edebilecek kadar mikrobiyal inaktivasyon sağlanmıştır.	(Erol, 2021)
Yulaf Sütü	• <i>Escherichia coli</i> K-12 (ATCC 25253)	UV-C Reaktörde Pastörizasyonu (2-10 döngü) Pastörizasyon (Sıcaklık: 63°C/ Süre: 30 dak.)	•Yulaf sütünün UV-C reaktörden uygulama sonucunda elde edilen üründe <i>E. coli</i> K-12'deki log 3,22 kob/mL'lik azalma sağlanmıştır.	(Yıldırım, 2021)
Soya Sütü	• <i>Escherichia coli</i> • <i>Bacillus cereus</i>	UV-C Reaktörde Pastörizasyonu (Akış hızı: 25-100 ml/dak Tüp uzunluğu: 240-1376 cm) Pastörizasyon (Sıcaklık: 72°C/ Süre: 32 s)	•UV-C işlemi, soya sütündeki <i>E. coli</i> hücrelerini ve <i>B. cereus</i> sporlarını kalitesinden ödün vermeden azaltmak için etkili bir şekilde kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.	(Bandla ve ark., 2012)
Badem Sütü	• <i>Escherichia coli</i> O157:H7 • <i>Listeria monocytogenes</i>	Ultrasonik Uygulama (Güç: %20-80; Süre: 2-8 dak Pulse: 2-6 s)	•Ultrasonik uygulamanın patojenler üzerinde ölümcül olmayan bir hasara yol açabileceğini bulgulanmıştır.	(Iorio ve ark., 2019)
Badem sütü	Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı Enterobakteri sayısı	Ultrasonik Uygulama (Güç: 300 W; Frekans: 20 kHz Süre: 0, 2,5 ve 5 dak)	•Mikrobiyal analiz sonuçları ultrasonik uygulama sonucunda, badem sütünde depolama süresi boyunca herhangi bir mikroorganizma üremesi olmadığını göstermemiştir.	(Maghsoudlou ve ark., 2016)
Badem Sütü	•Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı •Mayalar ve küf sayısı	Ultrasonik Uygulama (Güç: 600 W; Frekans: 40 kHz; Sıcaklık: 30, 45 ve 60 °C; Süre: 10, 20, 30 ve 40 dak.) Pastörizasyon (Sıcaklık: 90°C/ Süre: 60 s)	•60 °C'de ultrasonik uygulamada ve pastörizasyon işlemi ile mikrobiyal inaktivasyon, toplam plaka sayısında ≥ 5 log azalma ile sonuçlandı ve maya ve küf sayısında ≥ 4 log azalma elde edilmiştir.	(Strieder ve ark., 2022)
Badem Sütü	•Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı • <i>Escherichia coli</i> , •Maya ve küf sayısı	Vurgulu elektrik alan (PEF) (Sıcaklık $\leq 35^\circ\text{C}$; Elektrik alan gücü: 7, 14, 21 ve 28 kV/cm; Vurgu frekansı: 1 kHz; Vurgu genişliği: 40 μs , İşlem süresi: 200 μs) Pastörizasyon (Sıcaklık: 90°C/ Süre: 60 s)	•Termal işlem ve PEF (28 kV/cm) uygulamaları ile badem sütünde mikrobiyal yük etkili bir şekilde azalış göstermiştir. •Çalışmada 28 kV/cm'deki PEF işleminin, 28 günlük depolama süresi boyunca termal işlemle benzer mikrobiyal stabiliteyi sağladığı belirlenmiştir.	(Manzoor ve ark., 2020)
Hindistan cevizi sütü	• <i>Clostridium sporogenes</i> • <i>Clostridium perfringens</i>	Ohmik Isıtma (Basınç: 1.5 bar; Gerilim: 600 V Akım: 80A; Frekans: 50Hz Sodyum sülfat çözeltisi; 121.1 °C/ 2 dak) Sterilizasyon (Sıcaklık: 121.1°C/ Süre: 2 dak.)	•Ohmik destekli sterilizasyonda, 121,1 °C'de 5 dakika boyunca 5 log kob/mL'den fazla <i>C. sporogenes</i> sporlarını tamamen etkisiz hale getirdiği belirlenmiştir.	(Tiravibulsin ve ark., 2021)
Soya Sütü	• <i>E. coli</i> O157:H7, • <i>S. Typhimurium</i> , • <i>L. monocytogenes</i> , • <i>S. aureus</i>	Ohmik Isıtma (Frekans: 10 kHz; Süre: 40, 45, 50, ve 55 s.; Sıcaklık: 50, 55, 60, 65, 70, ve 80°C; Sodyum laktat çözeltisi)	•Sodyum laktatın, ohmik ısıtma yönteminde ısınma hızını artırarak ve elektrik akımını yükselterek bakteriyel membrandaki hasarı yoğunlaştırdığı belirlenmiştir. •Ayrıca <i>Escherichia coli</i> O157:H7 ve <i>Listeria monocytogenes</i> 'in TEM görüntülerinin analizi, %3 sodyum laktatta ölümcül morfolojik hücre yitilmesi gösterdiği belirlenmiştir.	(Cho & Kang, 2022)

Isıl işlem, bitki bazlı sütün raf ömrünü uzatmak, toplam katı madde miktarını artırmak ve lezzeti iyileştirmek amacıyla kullanılırken, aşırı ısıtmanın besin maddeleri (vitaminler ve amino asitler) üzerinde zararlı etkilere, esmerleşmeye ve istenmeyen tat ve kokunun oluşumuna neden olabilmektedir (Kwok ve Niranjana, 1995). Bu nedenle bitki bazlı sütün üzerindeki olumsuz etkileri ortadan kaldırmak veya azaltmak amacıyla, en kaliteli ürünü elde etmek için çeşitli zaman-sıcaklık kombinasyonlarında ısı işlemler uygulanmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Klasik Isıl İşlemler

Bitkisel bazlı süt üretimlerinde ürünün raf ömrünü artırarak stabilitesini artırmak amacıyla ticari ürünlerde genellikle pastörizasyon veya ultra yüksek sıcaklık (UHT) uygulanmaktadır. Pastörizasyon (patojenik mikroorganizmaları yok etmek için 100°C'nin altında ısıtma), kap içi sterilizasyon (ticari steriliteye ulaşmak için 15–20 dakika boyunca 121°C), ultra yüksek sıcaklıkta işlem (135–150°C yüksek sıcaklıklarda) gibi farklı ısı işlemler birkaç saniye boyunca olarak uygulanmaktadır (Kwok ve Niranjana, 1995). UHT işleme, buhar enjeksiyonu ve buhar infüzyonunu direkt olarak ürüne uygulanan ısı işlem iken; plakalı ve borulu ısı eşanjörlerinden dolayı ısıtmayı içeren ısıtma yöntemleri olarak göze çarpmaktadır. Her ısı işlem sonrasında da ürünlerin sterilliğin korunması için aseptik koşullar altında paketlenmesi gerekir. Ürünün pastörizasyondan sonra soğutma koşulları altında saklanması gerekirken, kap içi sterilizasyon veya UHT işleminin ardından ürün oda sıcaklığında birkaç hafta saklanabilir. Han, (1958), soya sütü üretiminde pastörizasyon ve sterilizasyonun etkisini araştırarak; pastörizasyon işlemi (60°C/30 dak) uygulanmış soya sütünün bozulma olmaksızın 3 gün oda koşullarında saklanabildiğini ve sterilize edilmiş (120°C/5 dak) soya sütünün ise bir yıl oda koşullarında saklanabildiğini bildirmişlerdir. Soya sütü ve yer fıstığı sütü gibi dayanıklı ürünlere ısı işlemler daha kolay şekilde uygulanırken; yulaf sütü ve pirinç sütü gibi ürünlerde yüksek nişasta varlığından dolayı ısı işlem uygulamalarında kısıtlanmalar söz konusudur. Bartula ve ark., (2023) gerçekleştirdiği çalışmada ticari olarak temin edilebilen UHT inek sütünde bulunan gıda patojen mikroorganizmaların bitkisel sütlerde 4°C, 8°C ve 20°C depolama koşullarında gelişimi gözlemlemiştir. Çalışmada kullanılan gıda patojenleri *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella enterica*, gıda bozulmasına neden olan *Bacillus subtilis* endüstriyel bir süt ürünü izolatu ve spor oluşturan *Paenibacillus* ile çalışmışlardır. Hindistancevizi sütü, badem sütü, kaju sütü ve inek sütü içecek numuneleri sırasıyla bir suş karışımı ve ayrı ayrı *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Paenibacillus* ve *Bacillus subtilis* suşlarıyla (yaklaşık 10³ kob/mL) inoküle edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çalışmada kullanılan bakteri suşlarının bitkisel sütlerde, *Listeria monocytogenes* için sırasıyla 8°C ve 20°C'de; *Salmonella* ve *Paenibacillus* için ise 20°C'de inek sütüne göre daha yüksek oranlarda çoğalma yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. *Bacillus subtilis*, 20°C'de inek sütünde ve badem sütü ile eşit derecede hızlı gelişim göstermiştir. *Listeria* ve *Salmonella* kokteylleri için sırasıyla 4°C ve 8°C'de test edilen farklı içecek türleri arasında büyüme oranları

açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Elde edilen sonuçlara göre bitkisel sütlerin listeriyoz ve salmonelloz açısından önemli bir risk taşıyabileceği ve bitkisel sütleri kapağının açılışı sonrası tavsiye edilen saklama koşulları ve önerilerinin dikkate alınması gerektiğini belirlenmiştir.

Bitki bazlı süt ikamesi endüstrilerinin, ürünlerinin güvenliğini ve kalitesini güvence altına alması gerekmektedir. Pastörizasyon işlemleri, patojenik ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların sayısını azaltarak ve endojen enzimleri etkisiz hale getirerek yiyecek ve içeceklerin raf ömrünü uzatmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylece bitki bazlı içecekler, tüketiciye hoş duyuşsal özellikler sağlamanın yanı sıra mikrobiyolojik stabiliteyi artırmak, bozulabilirliklerini azaltmak için işlenmektedir (McClements ve Grossmann, 2021; Short ve ark., 2021). Isıl işlem olarak pastörizasyon ve sterilizasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi ile fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve besin öğelerinde istenmeyen durumlarla karşılaşmaktadır. Bu olumsuzlukların giderilebilmesi amacıyla ısı olmayan veya yenilikçi ısı işlemlere olan yönelim artmaktadır (Aydar ve ark., 2020). Bu yenilikçi teknolojiler gıda kalitesi özelliklerinde kayıplara sebebiyet vermeden, mikroorganizmaların ve enzimlerin etkisizleştirilmesini olanak sağlayabilmektedir (Gul ve ark., 2017; Iorio ve ark., 2019; Lu ve ark., 2019). Sonuç olarak ohmik ısıtma, mikrodalga ısıtma, yüksek basınç uygulamaları, ultrasonik uygulamalar, vurgulu elektrik alan uygulamaları ve ultraviyole ışık teknolojileri yenilikçi teknolojiler olarak ele alınmaktadır.

Yenilikçi Isıl İşlemler

Son yıllarda gıdalara minimum işlem uygulamasının ön plana çıkmasıyla farklı teknolojilerin kullanımına yönelme olmuştur. Özellikle elektro-ısı teknolojileri günümüzde gıdalara uygulanan ısı işlemler arasında önemli yer tutmaya başlamıştır. Bu teknolojiler arasında üzerinde en çok çalışma yapılan ve ticari uygulamalara geçilenler Ohmik ve mikrodalga ısıtmadır.

Ohmik ısıtma literatürde Joule ısıtma, elektriksel direnç ısıtma, direkt direnç ısıtma, elektro-ısıtma, elektro-iletim ısıtma gibi adlarla da anılmaktadır. Ohmik ısıtma adını Ohm Kanunundan almaktadır. Akım, voltaj ve direnç arasındaki ilişki Ohm Kanunu olarak bilinmektedir. Ohmik ısıtma, gıda maddesi ile temas halinde olan elektrotlardan alternatif akım geçirilmesi ve iletkenlik özelliğine sahip olan gıda maddesinin direnç olarak kullanılması prensibine dayanır. Gıda maddesinin elektrik akımına karşı göstermiş olduğu direnç, gıda içerisinde ısı jenerasyonuna yol açarak yani elektriksel enerji ısı enerjisine dönüşür (Sastri, 1989). Oluşan homojen ısı jenerasyonu özellikle sıvı gıdalarda homojen ısı dağılımı ve dolayısıyla homojen sıcaklık dağılımına sebep olur. Gıda maddesinden geçen akıma bağlı olarak oldukça hızlı bir ısıtma gerçekleşir. Ohmik ısıtmanın süt gibi gıda ürünlerinde sterilizasyon ve pastörizasyon amacıyla kullanımına yönelik çalışmalar mevcuttur (de Alwis ve Fryer, 1990). İşlem sırasında üründe mekanik hasara neden olmayan tekdüze ısıtma ortam sıcaklığı artış göstermekte, patojenik ve bozulma etmeni olan mikroorganizmaların hücre zarları hasar görerek yırtılmakta ve mikrobiyal yük azalmaktadır. Ohmik ısıtma yönteminde enzimatik inaktivasyon da sağlanmış olmaktadır. Bitkisel sütlerde de

hem mikrobiyolojik hem de enzimatik inaktivasyon sağlayarak ürünün raf ömrünün arttırılması ve güvenliğinin sağlanması konularında çalışmalar güncelliğini korumaktadır (Cho ve Kang, 2022; Li ve ark., 2015; Tiravibulsin ve ark., 2021). Soya sütünden de üreazın enzimatik inhibisyonu için ohmik ısıtmanın etkinliğinin incelendiği çalışmada geleneksel yöntem ile kıyasla benzer sonuçlar elde edildiği bulgulanmıştır. Ohmik ısıtma frekansının artışı enzimatik inaktivasyonu etkinliğini arttırdığı belirlenmiştir (Li ve ark., 2015). Ayrıca, ohmik ısıtma işleminde üründe aşırı ısınma gerçekleştiği için protein koagülasyonu meydana gelebilmektedir. Soya bazlı bitkisel sütlerde ohmik ısıtmada meydana gelen yüksek sıcaklığın duysal ve besinsel olumsuzluklara neden olabileceği bulgulanmıştır (Lu ve ark., 2015). Hindistan cevizi sütünün ohmik destekli sterilizasyonda, 121,1°C'de 5 dakika boyunca 5 log kob/mL'den fazla *Clostridium sporogenes* sporlarını tamamen etkisiz hale getirdiği belirlenmiştir. Ohmik destekli sterilizasyon yönteminin toplam işlem süresi, klasik sterilizasyona (121,1°C/5 dak) kıyasla daha kısa sürmekte ve işlem verimliliği artmaktadır. Bu yenilikçi yöntem ile ürünlerde istenmeyen koku oluşumu azaltılırken, ürünün görünüşünde minimum değişiklikler ile birlikte hindistan cevizi sütünde sterilizasyonun sağlandığı belirlenmiştir (Tiravibulsin ve ark., 2021).

Geleneksel ısıtmanın alternatifi olarak, sıvı gıdaların termal işlenmesinde en çok tercih edilen ve ön plana çıkan sürekli akışlı *mikrodalga ısıtma* kullanımı yer almaktadır. Gıdaların mikrodalga ısıtılması, dipol dönme ve iyonik iletim nedeniyle gerçekleştirilmektedir. Enerji hacimsel olarak aktarıldığı için sıcaklık daha hızlı yükselmekte, işleme süresini kısaltmakta ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır (Ahmed ve Ramaswamy, 2007). Ayrıca, mikrodalga teknolojisi doğrudan ısıtma sağlamaktadır, bu da bir ısıtma ortamının (buhar veya sıcak su) gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Mikrodalga ısıtma yöntemi; üretim maliyeti ve çevresel etki açısından enerji ve su tasarrufu sağlayan bir yöntemdir. Mikrodalga pastörizasyon, geleneksel dışarıdan uygulanan ısı kaynaklarına göre gıdaların hızlı bir şekilde ısıtılmasını sağladığı bir yöntemdir. Mikrodalga ısıtma işlemine tabi tutulan ürünlerin raf ömrünün artırılarak, ürünlerde gıda kalitesine verilen zararı minimize edilmektedir. Gıda bileşenlerinin elektromanyetik enerjiyi emerek doğrudan gıdayı ısıttığı mikrodalga işlemi, gıdanın yüzeyinden termal yayılma işlemine kıyasla ürünlere daha homojen bir şekilde uygulanabilmektedir. Mikrodalga enerjisini gıdaya uygulanması ile birlikte, ürününü tamamen işlemek için gereken toplam süre azaltılabilmektedir (Datta ve Davidson, 2000). Bitkisel sütlerde mikrobiyal gelişim kadar önem taşıyan enzimatik bozulmalar açısından da mikrodalga işlemi olumlu sonuçlar vermektedir. Mikrodalga işleminin tripsin üzerine etkileri ile ilgili soya sütünde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu yöntem ile tripsin inhibisyonu sağlandığı ve protein yapısı üzerinde etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Qin ve ark., 2023; Vanga ve ark., 2020; Włodarczyk ve ark., 2023). Badem sütü, soya sütü ve yulaf sütü kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada, mikrodalga pastörizasyon (360 W/38 s) ve klasik pastörizasyon (70°C/465-480 s) işlemlerinin *Salmonella enteritidis* inhibisyonuna etkisi incelenmiştir (Erol, 2021). Çalışma

sonunda soya sütü için mikrodalga pastörizasyonunda yaklaşık 5,39 log azalma gözlenirken, badem ve yulaf sütü örneklerinde sırasıyla yaklaşık 5,77 log ve yaklaşık 6,62 log azalma gözlenmiştir. Mikrodalga pastörizasyonunun bu klasik pastörizasyon ile kıyaslanması sonucunda benzer inhibisyonlar belirlenmiş olup, alternatif pastörizasyon yöntemi teşkil ettiği belirlenmiştir.

Yenilikçi Isıl Olmayan İşlemler

Yüksek hidrostatik basınç (High Hydrostatic Pressure-HHP) işlemi olarak da bilinen yüksek basınçlı işleme (HPP), yeni bir termal olmayan gıda işlemidir. HPP, esnek torbalarda bulunan, bir kaba yerleştirilen ve basınç ortamı (normalde su) tarafından iletilen aşırı yüksek basınca maruz bırakılan gıda ürünlerinin basınçlandırılmasıyla elde edilir. HPP, gıda ürünlerinin duysal ve besinsel değerlerinde önemli bir kayıp yaratmadan, gıda kaynaklı bozulmaları ve patojen mikroorganizmaları etkisiz hale getirme yeteneğine sahiptir (Tao ve ark., 2014; Wilson ve ark., 2008). Literatür çalışmalarında, HPP ve termal işlemin birleştirilmesinin gıda kaynaklı bakteriyel sporların etkisiz hale getirilmesine imkan sağladığı görülmüştür (Ananta ve ark., 2001; Margosch ve ark., 2004; Patzca ve ark., 2006; Rajan ve ark., 2006; Van Opstal ve ark., 2004). Bitkisel sütlerin de mikrobiyal güvenliğinin sağlanmasında HPP sıklıkla kullanılan yenilikçi bir teknoloji olmuştur (Cruz ve ark., 2007; Ferragut ve ark., 2015; Poliseli-Scopel ve ark., 2012; Valencia-Flores ve ark., 2013) (Tablo 1). Cruz ve ark., (2007) gerçekleştirdiği çalışmada soya sütünün yüksek hidrostatik basınç uygulaması ile sterilizasyonunda 200 MPa ve 300 MPa basınç değerlerinde işlem gerçekleştirilmiştir. Basınç değerleri 200 MPa ve 300 MPa iken, sırasıyla toplama aerobik mezofilik bakteri sayısını 2.42 ve 4.24 log kob/ml azaltıldığı belirlenmiştir. Toplam spor sayımı sonucunda ise yaklaşık olarak 2 log kob/ml azalma olduğu ve Enterobakteri türünün de her iki uygulamada da tespit limitinin altında kaldığı belirlenmiştir. Soya sütünde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada 300 MPa ve 75°C koşulunda UHT işleminde elde edilen steriliteye ulaşıldığı belirlenmiştir. Tüm HHP uygulamalarında elde edilen sonuçlara göre pastörizasyon işleminden daha etkin bir mikrobiyal inaktivasyon sağlanmıştır. HHP, ısıtma işlemlere kıyasla daha düşük oksidasyon elde edilirken tripsin inhibitörlerinde de önemli ölçüde etkisizleştirme sağlandığı belirlenmiştir (Poliseli-Scopel ve ark., 2012). Badem sütünün pastörizasyon, sterilizasyon ve HHP işlemlerinden sonra mikrobiyal sayımlar tespit seviyesinin (-0,5 log kob/mL) altında belirlenmiştir. HHP işlemleri sırasında, homojenizasyon valfinden akışkanın maruz kaldığı yüksek türbülans, kesme ve kaviteasyon kuvvetlerine ek olarak makinede oluşan adyabatik ısınmanın bir sonucu olarak sıcaklıkta bir artış gözlemlenmiştir, artan sıcaklık mikroorganizmaların ölümünde önemli bir faktör olarak belirlenmiştir (Valencia-Flores ve ark., 2013).

Ultrasonik işlem, son yıllarda geliştirilen yeni bir gıda işleme teknolojisidir. Bu teknoloji, ultrasonik tarafından yaratılan kaviteasyon kuvvetine dayalı olarak mikroorganizmaları etkisiz hale gelmesini sağlamaktadır. Ultrasonik dalga, frekansı 20 kHz veya daha fazla olan basınç dalgalarını ifade etmektedir (Butz ve Tauscher, 2002; Chandrapala ve ark., 2012). Ultrasonik, tek başına

kullanıldığında mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi konusunda çok etkili olmadığı belirlenmiştir. Ultrasonik, gıdaların termal sterilizasyon hızını artırma, işlem süresini ve besin kayıplarını azaltma yeteneğine sahip bir yöntemdir. Mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi için kullanılan ultrasonik frekansı genellikle 20 ila 100 kHz arasındadır (Chandrapala ve ark., 2012; Mason ve ark., 2015). Mikrobiyal inaktivasyon mekanizması, genellikle kaviteasyon kuvvetine bağlı olarak gerçekleşmektedir (Delmas ve Barthe, 2015). Mikroorganizmaların inaktivasyon etkinliği; ultrasonik işlemin basınç ve sıcaklık etkisinin bir arada kullanılması ile artış göstermektedir (Pagán, ve ark., 1998; Palop, ve ark., 1998). Ultrasonik işlemin etkinliği hedeflenen mikroorganizmalara bağlıdır. Genel olarak, ultrasonik işlemin ısı, basınç veya her ikisi ile birleştirildiğinde sporların etkisiz hale getirilmesinde büyük potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Bu teknolojilerin kombinasyonlarını kullanarak uygun bir sistem tasarlamak için daha fazla çalışma gerekmektedir. Bitkisel sütlerde ultrasonik uygulamaları ile ilgili birçok araştırma gerçekleştirilmiştir (Atalar ve ark., 2019; Campaniello ve ark., 2018; Fahmi ve ark., 2014; Herrera-Ponce ve ark., 2022; Iorio ve ark., 2019; Salve ve ark., 2019; Sarangapany ve ark., 2022). Badem sütüne uygulanan ultrasonik işlem sonucunda *Listeria monocytogenes* türünde gecikme fazı meydana gelmiştir. Ayrıca uygulama sonucunda *E. coli* O157:H7'nin büyüme oranındaki azalma belirlenmiştir. Çalışma sonucunda ultrasonik uygulamanın patojenler üzerinde ölümcül olmayan bir hasara yol açabileceğini görülmüştür (Iorio ve ark., 2019). Ultrasonik uygulama sonrası badem sütünün depolama süresi boyunca gerçekleştirilen analizlerde, mikroorganizma üremesi gözlemlenmemiştir (Maghsoudlou ve ark., 2016). Badem sütünde ısıl işlemler ile ultrasonik uygulamanın kıyaslandığı çalışmada; 60°C'de ultrasonik uygulamada ve pastörizasyon işlemi ile mikrobiyal inaktivasyon, toplam plaka sayısında ≥ 5 log azalma ile sonuçlandığı ve maya ve küf sayısında ≥ 4 log azalma elde edildiği bulgulanmıştır (Strieder ve ark., 2022). Ultrasonik uygulamasında mikroorganizmalara uygulanan işlem, hücre zarlarını delerek hücre içi matrisin dışarı atılmasına ve serbest radikallerin oluşmasına neden olur ve sonunda mikroorganizmaları inhibe etmiş olmaktadır.

Vurgulu elektrik alan (Pulsed electric field-PEF), mikroorganizmanın hücre duvarında elektroporasyonu tetikleyen kısa elektrik darbelerini kullanan, bu sayede mikroorganizmaları etkisiz hale getirilmesini sağlayan bir gıda işleme teknolojisidir. PEF ile işlenen gıdalar, tüketicilerin taze ürün ve kalite kaybının minimum düzeyde olduğu ürün talebini karşılamaktadır (Amiali ve Ngadi, 2012). Vurgulu elektrik alan, çok kısa bir süre (1-100 μ s) boyunca yüksek elektrik alan (20-80 kV/cm) uygulayarak sıvı, yarı sıvı ve hatta katı gıdaları işlenebilmesini sağlamaktadır (Amiali ve Ngadi, 2012; Raso ve ark., 2014). PEF'nin termal pastörizasyon için alternatif bir teknoloji olarak büyük potansiyele sahip olduğu geniş bir şekilde kabul edilmektedir (Jaeger ve ark., 2014). Mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi etkinliği, işlem parametrelerine (elektrik alan yoğunluğu, güç ve işlem süresi gibi), mikroorganizma parametrelerine (türler, büyüme evresi ve mikropların boyutu ve şekli gibi) ve ortam parametrelerine bağlıdır (Alkhafaji ve Farid,

2012; Amiali ve Ngadi, 2012; Raso ve ark., 2014). PEF yalnızca bir sterilizasyon teknolojisi olarak kullanılamasa da, bazı çalışmalar PEF'nin ısı ile birleştirildiğinde potansiyel bir sterilizasyon teknolojisi haline gelebileceğini göstermiştir (S. R. Alkhafaji ve Farid, 2012; Siemer ve ark., 2014). Genel olarak kabul edilen bir görüşe göre, PEF'nin mikroorganizmalar üzerindeki öldürücü etkisi, hücre ve organel membranlarının elektroporasyonuna bağlıdır. Zarin üzerindeki elektrik alan yoğunluğu eşik değerini aştığında, mikrobiyal hücrelerin geçirgenliği geri dönüşsüz hale gelir ve bu da hücre içi bileşiklerin sızmasına ve hücre lizisine yol açar (Jaeger ve ark., 2014; Raso ve ark., 2014). Birçok araştırma, vurgulu elektrik işleminin *Escherichia coli*, *Listeria innocua*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas fluorescens* gibi mikroorganizmaları etkisiz hale getirme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (Alkhafaji ve Farid, 2008; Evrendilek ve Zhang, 2005; Sobrino-López ve ark., 2006). Örneğin, Su ve ark. (1996), *B. subtilis* sporlarının inaktivasyonu için PEF işlemi (30 kV/cm) uygulamış ve sadece 1.3-log azalma göstermiştir. Burada vurgulanmalıdır ki PEF ısı ile birleştirildiğinde daha iyi sonuçlar elde edilebilir. Badem sütüne uygulanan pastörizasyon işlemi ile PEF (28 kV/cm) uygulamasının kıyaslanmasını içeren çalışmada; PEF uygulamasının badem sütünde mikrobiyal yük etkili bir şekilde azalttığı belirlenmiştir. Çalışmada 28 kV/cm'deki PEF işleminin, 28 günlük depolama süresi boyunca termal işlemlerle benzer mikrobiyal stabiliteyi sağladığı belirlenmiştir (Manzoor ve ark., 2020).

Ultraviyole (UV) ışık uygulaması, elektromanyetik spektrumun 100 ila 400 nm arasındaki ışığı kullanarak termal olmayan bir gıda işlemidir. UV ışığı, UV-A (315–400 nm), UV-B (280–315 nm), UV-C (200–280 nm) ve vakum-UV (100–200 nm) olmak üzere dört spektrum bölgesine ayrılabilir. Bu aralarında UV-C ışığı, gıda ürünlerinin mikrobiyal dekontaminasyonu için en etkili olarak kabul edilir. UV ışığı genellikle civa lambalarıyla (sürekli kaynak) üretilmektedir (Gómez-López ve ark., 2012). UV ışığın mikrobiyal inaktivasyon etkisi, mikroorganizmanın DNA'sını zarar vererek elde edilir. Genellikle UV ışığı, hava, su ve malzemelerin yüzeyini dezenfekte etmek için etkili bir yol olarak kabul edilir (Bintsis ve ark., 2000). UV işleminin maliyeti düşüktür ve işlem sırasında kimyasal kalıntı veya önemli miktarda ısı üretmez (Hijnen ve ark., 2006). UV ışık uygulamasında kritik faktör, ürünlerin içinden geçişleridir. UV inaktivasyonunun etkinliği, UV fotonlarının hedef mikroorganizmalara etkili bir şekilde maruz kalmasına bağlıdır. UV uygulama odaları, sıvının inaktive edilmesine izin verecek şekilde yeniden tasarlanması gerekmektedir (Gómez-López ve ark., 2012). UV ışığının küf sporları üzerinde pek etkisi yoktur. Ancak bakteriyel sporları hassaslaştırma ve ardışık ısıl işlemin öldürücü etkisini artırma yeteneğine sahiptir (Gayán ve ark., 2013). UV ışığının mekanizması geniş bir şekilde araştırılmış olup, yaşayan organizmalardaki DNA hasarı, mikroorganizmalar üzerindeki ana öldürücü etki olarak kabul edilmiştir. UV tedavisinin başlıca uygulama alanları, meyve suyu, süt, bal ve sıvı yumurta ürünleri gibi sıvı gıdalarda bulunur (Gómez-López ve ark., 2012; Krishnamurthy ve ark., 2007). Yulaf sütünde termal pastörizasyon uygulaması ve UV-C reaktörde

pastörizasyon işlemleri kıyaslanmıştır (Yıldırım, 2021). UV-C reaktörden 10 kez (kümülatif doz: 72,34 J/mL) geçişi sonrası elde edilen *E. coli* K-12'deki log 3,22 kob/mL'lik azalma, sıvı gıdalarda uygulanan UV ışınlama için FDA'nın mikroorganizmalardaki hedeflediği 5log'luk azalmayı karşılayamamıştır (FDA, 2004). Termal pastörizasyonda ise istenilen limitlere düşüldüğü bulgulanmıştır. Soya sütünde 1.6 mm UV reaktöründe *E. coli*'de 5,6 log kob/ml ve *B. cereus* sporlarında 3,29 log kob/ml'lik maksimum azalma elde edilmiştir. UV-C işlemi, soya sütündeki *E. coli* hücrelerini ve *B. cereus* sporlarını kalitesinden ödün vermeden azaltmak için etkili bir şekilde kullanılabilir olduğu belirlenmiştir (Bandla ve ark., 2012).

Sonuç

İnsanların değişen yaşam tarzı ve gündelik yemek alışkanlıkları sonucunda sağlıklı besinlere ilgi artmaktadır. Özellikle laktoz intoleransı olanların ve vegan beslenme alışkanlıklarını benimseyen insanların artması ile hem besin içeriğince zengin hem de süt alternatifi olarak nitelendirilen bitkisel sütler ön plana çıkmaktadır. Bu artan talep de bitkisel süt araştırmalarının, işlenmesinin ve yeni ürünler geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Bitkisel sütlerde bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların inhibisyonu ile mikrobiyal güvenliğin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bitkisel sütlerde mikrobiyal güvenliğin sağlanması için yenilikçi ısı veya ısı olmayan işlemlerinin etkisi bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Bu yenilikçi yaklaşımlar ile birlikte ürünlerde mikrobiyal güvenliğin sağlanmasının yanı sıra, kalite ve duyu özelliklerinde pozitif yönde gelişim görülmektedir. Sonuç olarak, bitkisel sütlerin direkt olarak tüketiminin artması ile bitkisel sütler yeni ürün gruplarının hammaddesi ve/veya bileşeni olma potansiyelinin artacağı öngörülmektedir. Bilimsel çalışmaların ve gıda endüstrisinin bu konuya ilgisi giderek artacaktır.

Kaynaklar

Ahmed, J., & Ramaswamy, H. (2007). Microwave Pasteurization and Sterilization of Foods. In *Handbook of Food Preservation* (pp. 691–711). <https://doi.org/10.1201/9781420017373.ch28>

Alkhafaji, S., & Farid, M. (2008). Modelling the inactivation of *Escherichia coli* ATCC 25922 using pulsed electric field. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(4), 448–454. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2008.02.003>

Alkhafaji, & Mohammed M. Farid. (2012). PEF Assisted Thermal Sterilization (PEF-ATS) Process-Inactivation of *Geobacillus sterothromophilus* Spores. *Journal of Food Science and Engineering*, 2(7), 403–410. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.07.007>

Amiali, M., & Ngadi, M. O. (2012). Microbial decontamination of food by pulsed electric fields (PEFs). *Microbial Decontamination in the Food Industry: Novel Methods and Applications*, 407–449. <https://doi.org/10.1533/9780857095756.2.407>

Ananta, E., Heinz, V., Schlüter, O., & Knorr, D. (2001). Kinetic studies on high-pressure inactivation of *Bacillus sterothromophilus* spores suspended in food matrices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2(4), 261–272. [https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(01\)00046-7](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(01)00046-7)

Atalar, I., Gul, O., Saricaoglu, F. T., Besir, A., Gul, L. B., & Yazici, F. (2019). Influence of thermosonication (TS) process on the quality parameters of high pressure homogenized hazelnut milk from hazelnut oil by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1405–1415. <https://doi.org/10.1007/S13197-019-03619-7/TABLES/5>

Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70(December 2019), 103975. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>

Bandla, S., Choudhary, R., Watson, D. G., & Haddock, J. (2012). UV-C treatment of soymilk in coiled tube UV reactors for inactivation of *Escherichia coli* W1485 and *Bacillus cereus* endospores. *LWT - Food Science and Technology*, 46(1), 71–76. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2011.10.024>

Bartula, K., Begley, M., Latour, N., & Callanan, M. (2023). Growth of food-borne pathogens *Listeria* and *Salmonella* and spore-forming *Paenibacillus* and *Bacillus* in commercial plant-based milk alternatives. *Food Microbiology*, 109, 104143. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2022.104143>

Bintsis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E., & Robinson, R. K. (2000). Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry - A critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(6), 637–645. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000501\)80:6<637::AID-JSFA603>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000501)80:6<637::AID-JSFA603>3.0.CO;2-1)

Butz, P., & Tauscher, B. (2002). Emerging technologies: chemical aspects. *Food Research International*, 35(2–3), 279–284. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00197-1](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00197-1)

Campaniello, D., Bevilacqua, A., Speranza, B., Sinigaglia, M., & Corbo, M. R. (2018). Inactivation of *Salmonella enterica* in a Rice Beverage by Ultrasound: Study of the Parameters Affecting the Antibacterial Effect. *Food and Bioprocess Technology*, 11(6), 1139–1148. <https://doi.org/10.1007/S11947-018-2081-X/FIGURES/7>

Chandrapala, J., Oliver, C., Kentish, S., & Ashokkumar, M. (2012). Ultrasonics in food processing. *Ultrasonics Sonochemistry*, 19(5), 975–983. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2012.01.010>

Cho, E. R., & Kang, D. H. (2022). Intensified inactivation efficacy of pulsed ohmic heating for pathogens in soybean milk due to sodium lactate. *Food Control*, 137, 108936. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2022.108936>

Cruz, N., Capellas, M., Hernández, M., Trujillo, A. J., Guamis, B., & Ferragut, V. (2007). Ultra high pressure homogenization of soymilk: Microbiological, physicochemical and microstructural characteristics. *Food Research International*, 40(6), 725–732. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2007.01.003>

Datta, A. K., & Davidson, P. M. (2000). Microwave and radio frequency processing. *Journal of Food Science*, 65(8), 32–41. <https://doi.org/10.1111/J.1750-3841.2000.TB00616.X>

de Alwis, A. A. P., & Fryer, P. J. (1990). The use of direct resistance heating in the food industry. *Journal of Food Engineering*, 11(1), 3–27. [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(90\)90036-8](https://doi.org/10.1016/0260-8774(90)90036-8)

Delmas, H., & Barthe, L. (2015). Ultrasonic mixing, homogenization, and emulsification in food processing and other applications. *Power Ultrasonics: Applications of High-Intensity Ultrasound*, 757–791. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-028-6.00025-9>

Erol, B. (2021). *Investigation of microwave processing for pasteurization of vegan milk products* [Izmir Institute of Technology]. <https://gcris.iyte.edu.tr/handle/11147/12039>

Evrendilek, G. A., & Zhang, Q. H. (2005). Effects of pulse polarity and pulse delaying time on pulsed electric fields-induced pasteurization of *E. coli* O157:H7. *Journal of Food Engineering*, 68(2), 271–276. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2004.06.001>

- Fahmi, R., Khodaiyan, F., Pourahmad, R., & Emam-Djomeh, Z. (2014). Effect of ultrasound assisted extraction upon the Genistin and Daidzin contents of resultant soymilk. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2857–2861. <https://doi.org/10.1007/S13197-012-0744-6/FIGURES/2>
- Ferragut, V., Hernández-Herrero, M., Veciana-Nogués, M. T., Borrás-Suarez, M., González-Linares, J., Vidal-Carou, M. C., & Guamis, B. (2015). Ultra-high-pressure homogenization (UHPH) system for producing high-quality vegetable-based beverages: physicochemical, microbiological, nutritional and toxicological characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(5), 953–961. <https://doi.org/10.1002/JSFA.6769>
- Gayán, E., Álvarez, I., & Condón, S. (2013). Inactivation of bacterial spores by UV-C light. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 19, 140–145. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2013.04.007>
- Gökçen, M., Aksoy, Y. Ç., & Ateş Özcan, B. (2019). Vegan beslenme tarzına genel bakış. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(2), 50–54. <https://doi.org/10.33308/2687248x.201912152>
- Gómez-López, V. M., Koutchma, T., & Linden, K. (2012). Ultraviolet and Pulsed Light Processing of Fluid Foods. *Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods*, 185–223. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381470-8.00008-6>
- Gul, O., Saricaoglu, F. T., Mortas, M., Atalar, I., & Yazici, F. (2017). Effect of high pressure homogenization (HPH) on microstructure and rheological properties of hazelnut milk. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 411–420. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2017.05.002>
- Han, T. B. (1958). *Technology of Soymilk and Some Derivatives* [Wageningen University]. <https://edepot.wur.nl/180242>
- Herrera-Ponce, A. L., Salmeron-Ochoa, I., Rodriguez-Figueroa, J. C., Santellano-Estrada, E., Garcia-Galicia, I. A., & Alarcon-Rojo, A. D. (2022). High-intensity ultrasound as pre-treatment in the development of fermented whey and oat beverages: effect on the fermentation, antioxidant activity and consumer acceptance. *Journal of Food Science and Technology*, 59(2), 796–804. <https://doi.org/10.1007/S13197-021-05074-9/FIGURES/2>
- Hijnen, W. A. M., Beerendonk, E. F., & Medema, G. J. (2006). Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: A review. *Water Research*, 40(1), 3–22. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2005.10.030>
- Iorio, M. C., Bevilacqua, A., Corbo, M. R., Campaniello, D., Sinigaglia, M., & Altieri, C. (2019). A case study on the use of ultrasound for the inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in almond milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, 52, 477–483. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2018.12.026>
- Jaeger, H., Meneses, N., & Knorr, D. (2014). Food Technologies: Pulsed Electric Field Technology. *Encyclopedia of Food Safety*, 3, 239–244. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00260-2>
- Janssen, M., Busch, C., Rödiger, M., & Hamm, U. (2016). Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite*, 105, 643–651. <https://doi.org/10.1016/J.APPET.2016.06.039>
- Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2018). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food Research International*, 110, 42–51. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.03.045>
- Krishnamurthy, K., Demirci, A., & Irudayaraj, J. M. (2007). Inactivation of *Staphylococcus aureus* in Milk Using Flow-Through Pulsed UV-Light Treatment System. *Journal of Food Science*, 72(7), 233–239. <https://doi.org/10.1111/J.1750-3841.2007.00438.X>
- Kwok, K.-C., & Niranjana, K. (1995). Review: Effect of thermal processing on soymilk. *International Journal of Food Science & Technology*, 30(3), 263–295. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb01377.x>
- Li, F. De, Chen, C., Ren, J., Wang, R., & Wu, P. (2015). Effect of Ohmic Heating of Soymilk on Urease Inactivation and Kinetic Analysis in Holding Time. *Journal of Food Science*, 80(2), E307–E315. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12738>
- Lu, L., Zhao, L., Zhang, C., Kong, X., Hua, Y., & Chen, Y. (2015). Comparative Effects of Ohmic, Induction Cooker, and Electric Stove Heating on Soymilk Trypsin Inhibitor Inactivation. *Journal of Food Science*, 80(3), C495–C503. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12773>
- Lu, X., Chen, J., Zheng, M., Guo, J., Qi, J., Chen, Y., Miao, S., & Zheng, B. (2019). Effect of high-intensity ultrasound irradiation on the stability and structural features of coconut-grain milk composite systems utilizing maize kernels and starch with different amylose contents. *Ultrasonics Sonochemistry*, 55, 135–148. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2019.03.003>
- Maghsoodlou, Y., Alami, M., Mashkour, M., & Shahraki, M. H. (2016). Optimization of Ultrasound-Assisted Stabilization and Formulation of Almond Milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(5), 828–839. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12661>
- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
- Manzoor, M. F., Zeng, X. A., Ahmad, N., Ahmed, Z., Rehman, A., Aadil, R. M., Roobab, U., Siddique, R., & Rahaman, A. (2020). Effect of pulsed electric field and thermal treatments on the bioactive compounds, enzymes, microbial, and physical stability of almond milk during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(7), e14541. <https://doi.org/10.1111/JFPP.14541>
- Margosch, D., Ehrmann, M. A., Gänzle, M. G., & Vogel, R. F. (2004). Comparison of pressure and heat resistance of *Clostridium botulinum* and other endospores in mashed carrots. *Journal of Food Protection*, 67(11), 2530–2537. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.11.2530>
- Mason, T. J., Chemat, F., & Ashokkumar, M. (2015). Power ultrasonics for food processing. *Power Ultrasonics: Applications of High-Intensity Ultrasound*, 815–843. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-028-6.00027-2>
- McClements, D. J., & Grossmann, L. (2021). The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 4049–4100. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12771>
- Omoni, A. O., & Aluko, R. E. (2005). Soybean foods and their benefits: Potential mechanisms of action. *Nutrition Reviews*, 63(8), 272–283. <https://doi.org/10.1301/NR.2005.AUG.272-283>
- Patazca, E., Koutchma, T., & Ramaswamy, H. S. (2006). Inactivation Kinetics of *Geobacillus stearothermophilus* Spores in Water Using High-pressure Processing at Elevated Temperatures. *Journal of Food Science*, 71(3), 110–116. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2006.TB15633.X>
- Pistolato, F., Iglesias, R. C., Ruiz, R., Aparicio, S., Crespo, J., Lopez, L. D., Manna, P. P., Giampieri, F., & Battino, M. (2018). Nutritional patterns associated with the maintenance of neurocognitive functions and the risk of dementia and Alzheimer's disease: A focus on human studies. *Pharmacological Research*, 131, 32–43. <https://doi.org/10.1016/J.PHRS.2018.03.012>
- Poliseli-Scopel, F. H., Hernández-Herrero, M., Guamis, B., & Ferragut, V. (2012). Comparison of ultra high pressure homogenization and conventional thermal treatments on the microbiological, physical and chemical quality of soymilk. *Lwt*, 46(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.11.004>

- Qin, X., Yang, F., Sun, H., Yu, X., Deng, Q., Chen, Y., Huang, F., Geng, F., & Tang, X. (2023). The physicochemical stability and in vivo gastrointestinal digestion of flaxseed milk: Implication of microwave on flaxseed. *Food Chemistry*, 424, 136362. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2023.136362>
- Rajan, S., Pandrangi, S., Balasubramaniam, V. M., & Yousef, A. E. (2006). Inactivation of *Bacillus stearothermophilus* spores in egg patties by pressure-assisted thermal processing. *LWT - Food Science and Technology*, 39(8), 844–851. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2005.06.008>
- Raso, J., Condón, S., & Álvarez, I. (2014). Non-Thermal Processing: Pulsed Electric Field. *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition*, 966–973. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00397-9>
- Raso, J., Pagán, R., Condón, S., & Sala, F. J. (1998). Influence of temperature and pressure on the lethality of ultrasound. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(2), 465–471. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.2.465-471.1998/ASSET/1C920040-4C02-40B9-B0F2-F8D8F53AE438/ASSETS/GRAPHIC/AM0281538006.JPG>
- Raso, J., Palop, A., Pagán, R., & Condón, S. (1998). Inactivation of *Bacillus subtilis* spores by combining ultrasonic waves under pressure and mild heat treatment. *Journal of Applied Microbiology*, 85(5), 849–854. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2672.1998.00593.X>
- Rööds, E., Garnett, T., Watz, V., & Sjörs, C. (2018). The role of dairy and plant based dairy alternatives in sustainable diets SLU Future Food—a research platform for a sustainable food system. In *SLU Future Food Reports 3*. Swedish University of Agricultural Sciences, the research platform Future Food.
- Salve, A. R., Pegu, K., & Arya, S. S. (2019). Comparative assessment of high-intensity ultrasound and hydrodynamic cavitation processing on physico-chemical properties and microbial inactivation of peanut milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104728>
- Sarangapany, A. K., Murugesan, A., Annamalai, A. S., Balasubramanian, A., & Shanmugam, A. (2022). An overview on ultrasonically treated plant-based milk and its properties – A Review. *Applied Food Research*, 2(2), 100130. <https://doi.org/10.1016/J.AFRES.2022.100130>
- Sebastiani, G., Barbero, A. H., Borrás-Novet, C., Casanova, M. A., Aldecoa-Bilbao, V., Andreu-Fernández, V., Tutusaus, M. P., Martínez, S. F., Roig, M. D. G., & García-Algar, O. (2019). The Effects of Vegetarian and Vegan Diet during Pregnancy on the Health of Mothers and Offspring. *Nutrients* 2019, Vol. 11, Page 557, 11(3), 557. <https://doi.org/10.3390/NU11030557>
- Sethi, S., Tyagi, S. K., & Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Short, E. C., Kinchla, A. J., & Nolden, A. A. (2021). Plant-Based Cheeses: A Systematic Review of Sensory Evaluation Studies and Strategies to Increase Consumer Acceptance. *Foods* 2021, Vol. 10, Page 725, 10(4), 725. <https://doi.org/10.3390/FOODS10040725>
- Siemer, C., Toepfl, S., & Heinz, V. (2014). Inactivation of *Bacillus subtilis* spores by pulsed electric fields (PEF) in combination with thermal energy II. Modeling thermal inactivation of *B. subtilis* spores during PEF processing in combination with thermal energy. *Food Control*, 39(1), 244–250. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2013.09.067>
- Silva, A. R. A., Silva, M. M. N., & Ribeiro, B. D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131, 108972. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2019.108972>
- Sobrinho-López, A., Raybaudi-Massilia, R., & Martín-Belloso, O. (2006). High-Intensity Pulsed Electric Field Variables Affecting *Staphylococcus aureus* Inoculated in Milk. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 3739–3748. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(06\)72415-8](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(06)72415-8)
- Strieder, M. M., Neves, M. I. L., Belinato, J. R., Silva, E. K., & Meireles, M. A. A. (2022). Impact of thermosonication processing on the phytochemicals, fatty acid composition and volatile organic compounds of almond-based beverage. *LWT*, 154, 112579. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112579>
- Tao, Y., Sun, D. W., Hogan, E., & Kelly, A. L. (2014). High-Pressure Processing of Foods: An Overview. *Emerging Technologies for Food Processing*, 3–24. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411479-1.00001-2>
- Tiravibulsin, C., Lorjaroenphon, Y., Udornpijitkul, P., & Kamonpatana, P. (2021). Sterilization of coconut milk in flexible packages via ohmic-assisted thermal sterilizer. *LWT*, 147, 111552. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111552>
- Valencia-Flores, D. C., Hernández-Herrero, M., Guamis, B., & Ferragut, V. (2013). Comparing the Effects of Ultra-High-Pressure Homogenization and Conventional Thermal Treatments on the Microbiological, Physical, and Chemical Quality of Almond Beverages. *Journal of Food Science*, 78(2), 199–205. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12029>
- Van Opstal, I., Bagamboula, C. F., Vanmuysen, S. C. M., Wuytack, E. Y., & Michiels, C. W. (2004). Inactivation of *Bacillus cereus* spores in milk by mild pressure and heat treatments. *International Journal of Food Microbiology*, 92(2), 227–234. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2003.09.011>
- Vanga, S. K., & Raghavan, V. (2018). How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 10–20. <https://doi.org/10.1007/S13197-017-2915-Y/TABLES/5>
- Vanga, S. K., Wang, J., & Raghavan, V. (2020). Effect of ultrasound and microwave processing on the structure, in-vitro digestibility and trypsin inhibitor activity of soymilk proteins. *LWT*, 131, 109708. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109708>
- Vogelsang-O'Dwyer, M., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2021). Production of pulse protein ingredients and their application in plant-based milk alternatives. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 364–374. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.01.090>
- Wilson, D. R., Dabrowski, L., Stringer, S., Moezelaar, R., & Brocklehurst, T. F. (2008). High pressure in combination with elevated temperature as a method for the sterilisation of food. *Trends in Food Science & Technology*, 19(6), 289–299. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2008.01.005>
- Włodarczyk, K., Czaplicki, S., Tańska, M., & Szydłowska-Czerniak, A. (2023). Microwave pre-treatment as a promising strategy to develop functional milk alternatives obtained from oil industry by-products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 88, 103443. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2023.103443>
- Yıldırım, G. (2021). *Islıl Olan ve Olmayan İşlemler İle Pastörize Edilen Yulaf Sütünden Yoğurt Yapım Olanaklarının Araştırılması*. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi.
- Zujko, M. E., & Witkowska, A. M. (2014). Antioxidant Potential and Polyphenol Content of Beverages, Chocolates, Nuts, and Seeds. *International Journal of Food Properties*, 17(1), 86–92. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.614984>