

TURJAF

12(3): 2024
TURKISH ISSUE



Image from Guangwu PAN

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



Contents Vol. 12 No. 3 (2024)

Research Paper

A Study on Measuring Consumers' Brand Dependency towards to Processed Agricultural Products in Şanlıurfa Province

Muhammed Timur Demir, Mustafa Hakkı Aydoğdu, Mehmet Reşit Sevinç 366-374

The Effect of Red and White LED Light on Performance, Egg Quality and Some Behavior Characteristics of Laying Hens Raised in Enriched Cages

Nazlı Tez, Mustafa Akşit 375-381

Prevalence of Ticks and Fleas in Owned Cats and Dogs

Ali Bilgin Yılmaz, Özdemir Adızel, Erkan Azizoğlu, Ömer Gebeş, Yaşar Göz, Özge Oktay Ayan, Adnan Ayan 382-385

Detection of Damage Caused by Some Vineyard Pests with the YOLOv8x Model Using Deep Learning and Object Detection Methods

Tahsin Uygun, Mehmet Metin Özgüven, Dürdane Yanar 386-396

Perception and Level of Environmental Sustainability among Agricultural Business Operators

Ender Kaya, Zeki Bayramoğlu 397-402

Determination of Factors Affecting Gross Profit in Geographically Indicated Sugar Bean Production: Decision Tree Model

Nilgün Doğan, Hakan Adanacioğlu, Çiğdem Takma 403-411

The Effect of Addition of Laurel (*Laurus nobilis* L.) Leaf Powder to Alfalfa Silages on Silage Quality and In vitro Gas Production Parameters

Metin Duru 412-417

The Effect of Fertilizers Used in Wheat Production on the Carbon Foot Print in Türkiye

Savaş Kuşcu, Kivılcım Çaktü Güler 418-422

Effects of Dietary Tribulus terrestris Saponin Extract on Performance, Egg Quality and Some Blood Parameters of Laying Hens

Metin Duru 423-429

Changes in Fe Concentrations in Soils Where Some Forest Trees Naturally Grow Depending on Tree Type, Organ, and Soil Depth

Ramazan Erdem 430-434

Verification of Regcm Model with Observation Data for Çukurova Region

Burak Şen, Sevilay Topçu 435-446



Effect of L-Arginine on Alleviating Salt Stress through Antioxidant Enzymes Activity in Zea mays

Esra Arslan Yüksel

447-452

Plant Protection Machine Selection with Analytical Hierarchy Process: Maize Plant Example

Zeynep Ünal

453-461

Review Articles

Land Consolidation Process in Land Management

Derya Balcı, Arife Sema Gün

462-469

An Evaluation on Greece Agricultural Co-Operatives and Suggestions for Improving the Co-Operative Legislation

Hilal Paksoy

470-477



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



Indexes

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

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

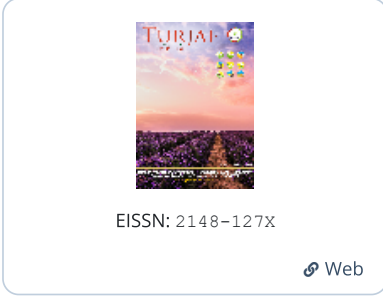


This work is licensed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#)

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 - 2024 (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

2469

Kendine Atıf Sayısı

779

Atıf Alan Makale Sayısı

936

Atıf Ortalaması

0,9

Kendine Atıf Oranı

%31,55



A Study on Measuring Consumers' Brand Dependency towards to Processed Agricultural Products in Şanlıurfa Province

Muhammed Timur Demir^{1,a}, Mustafa Hakkı Aydoğdu^{2,b}, Mehmet Reşit Sevinç^{2,c,*}

¹Harmancık District Directorate of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Bursa, Türkiye

²Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Harran University, Şanlıurfa, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 26.06.2023 Accepted : 06.02.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Processed agricultural products Agricultural marketing Consumer behaviour Brand dependency Şanlıurfa</p>	<p>In this study, the behavior of consumers in the process of purchasing processed agricultural products and the factors affecting this behavior were investigated. The research also revealed the behaviors of consumers regarding brand dependency in the process of purchasing processed agricultural products. The primary data collected by questionnaire forms constitute the main material of the research. Non-parametric analysis methods were used in the analysis of the data. In the analyzes made for brand dependency, statistically significant differences were found between the subgroups of age, number of children, household size, education and working sector variables. In general, it can be said that the level of brand dependency is high for processed agricultural products of the participants who are 45 years old and below, have 2 or less children, have a household size of 4 and below, have undergraduate and graduate education and work in public sector. Therefore, it is recommended that agricultural enterprises plan their activities for creating brand awareness and brand image in processed agricultural products, targeting the audience with the above-mentioned characteristics.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 366-374, 2024

Şanlıurfa İlinde Tüketicilerin İşlenmiş Tarım Ürünlerine Yönelik Marka Düşkünlüğünün Ölçülmesi Üzerine Bir Araştırma

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 26.06.2023 Kabul : 06.02.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> İşlenmiş tarım ürünleri Tarımsal pazarlama Tüketici davranışları Marka düşkünlüğü Şanlıurfa</p>	<p>Bu çalışmada tüketicilerin işlenmiş tarım ürünleri satın alma sürecinde göstermiş oldukları davranış ve bu davranışı etkileyen faktörlerin neler olduğu araştırılmıştır. Araştırmada ayrıca tüketicilerin işlenmiş tarımsal ürün satın alma sürecinde marka düşkünlüğü ile ilgili davranışları da ortaya konulmuştur. Anket formları ile toplanan birincil veriler araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Verilerin analizinde parametrik olmayan analiz yöntemlerinden faydalanılmıştır. Marka düşkünlüğüne yönelik yapılan analizlerde yaş, çocuk sayısı, hane halkı büyüklüğü, eğitim ve çalışma şekli değişkenlerinin alt grupları arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıkların varlığı tespit edilmiştir. Genel anlamda 45 ve altında yaşa sahip olan, 2 ve altında çocuğu olan, hane büyüklüğü 4 kişi ve altında olan, eğitim düzeyi lisans ve lisansüstü olan ve kamuda çalışan katılımcıların işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü düzeyinin yüksek olduğu söylenebilir. Dolayısıyla tarım işletmelerinin işlenmiş tarım ürünlerinde marka farkındalığı ve marka imajının oluşturulmasına yönelik faaliyetlerini, hedef olarak yukarıda belirtilen özelliklere sahip kitlelere yönelik planlamaları önerilmektedir.</p>

^a muhammedtimurdemir@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-1953-9658>

^c mhaydogdu@harran.edu.tr

^{*} <https://orcid.org/0000-0002-4945-5239>

^c rsevinc@harran.edu.tr

^{*} <https://orcid.org/0000-0002-0617-7822>



Giriş

Bireyin biyolojik varlığı açısından oldukça önemli olan beslenme ve beslenme kaygısı günümüzde ciddi yapısal değişime uğramış yaşamsal bir faaliyettir. Günümüzde bu kaygıya yeterli ve dengeli beslenme kaygısı da eklenmiştir. Yeterli ve dengeli beslenme; vücudun korunması, dokuların yenilenmesi ve düzenli çalışması için ihtiyaç duyulan tüm besin maddelerinin yeterli miktarda ve gerektiği ölçüde alınması ve uygun bir şekilde kullanılmasıdır (Demirezen ve Coşansu, 2005). Bu sürecin sağlıklı bir şekilde sağlanamaması hem bireysel anlamda hem de toplumsal anlamda önemli beslenme problemlerini ortaya çıkarmaktadır.

İnsanoğlu biyolojik olarak varlığını devam ettirebilmek için beslenmek zorundadır. Beslenme tüm canlıların etkin olarak katıldığı bir süreç olup bedende metabolik fonksiyonların devam edebilmesi için gerekli olan enerji miktarının karşılanmasında çok önemli bir yeri vardır. Yaşamını sürdüren her canlı için kaçınılmaz olan beslenmeyle tüketim süreci, doğumla başlayıp ve sadece ölümle biten bir süreçtir (Cançelik, Sevinç, Aydoğdu ve Palabıçak, 2020; Orak, Akgün ve Orhan, 2006; Özüşen ve Yıldız, 2012).

İnsanoğlunun beslenmede kullandığı temel kaynaklar; bitkisel ve hayvansal olarak ikiye ayrılmaktadır. Yaradılışı ile beraber insanlar ihtiyaç duyduğu besin öğelerine avcılık ve toplayıcılık ile ulaşmaya çalışmışlardır (Baudrillard, 2021; Olalı ve Duymaz, 1987; Özüşen ve Yıldız, 2012). Ancak insanoğlunun zekâsını kullanarak doğal çevreye uyum sağlaması, beraberinde toplumsal gelişmelerin yaşanması, yerleşik düzene geçişi ve tarım kültürünün oluşumunu hızlandırmıştır.

Tarım sektörü en geniş ifadeyle “hayvansal ve bitkisel üretimin yapılması, üretim sürecinde hem kalitenin hem de verimin yükseltilebilmesi, elde edilen ürünlerin en uygun olan koşullarda korunmasının sağlanması, ham ürünlerin işlenerek katma değer yaratılması ve bu ürünlerin pazarlanması” biçiminde tanımlanabilir (Türk Dil Kurumu, 2022). Farklı bir yaklaşıma göre tarım kavramı, insanlara yaşamlarını sürdürmek için besin maddesi sağlamak amacıyla, bitkilerin ve hayvanların, biyolojik şekilde üretim yeteneklerini planlı bir biçimde kullanmaktır (Dinler, 2008; Gürler, 2012; Yavuz ve Dilek, 2019). Toprak, su, tohum ve diğer üretim girdilerini kullanarak canlıların yaşamlarının devamı için gereken ihtiyaçları karşılayan ve bu amaçla hayvansal ve bitkisel ürünler üretip ve bu ürünleri gıdaya dönüştüren faaliyetlerin tamamına da tarım denilmektedir. Dolayısıyla tarımsal sürecin üç temel alanının var olduğu söylenebilir. Bu alanlar; hayvansal üretim alanı, bitkisel üretim alanı ve üretilenlerin işlenmesi alanıdır (Yavuz ve Dilek, 2019). Nihayetinde tüketimde ihtiyaç duyulan tarımsal ürünler bu tarımsal alanların varlığı ile ortaya çıkmaktadır.

Tüketim kavramı en temel anlamda, meydana getirilen hizmet ve ürünlerin tüketici talebiyle belirli bir alanda bütünleşmesiyle ortaya çıkan bir kavramdır. Tüketim kavramını basit şekilde açıklamak gerekirse ihtiyaçların giderilmesi amacı ön planda tutularak ürün veya hizmetlerin ücret ödenerek sahip olunmasıdır (Baudrillard, 2021; Bozoğlu, 2019; Çınar ve Çubukçu, 2009). Tüketim; bir süreç olarak ele alındığında, ihtiyaçlarımızı karşılamak amacıyla bir hizmetin veya ürünün araştırılmasından

satışına, tüketilmesinden imha edilmesine kadar geçen tüm süreçler olarak adlandırılabilir. Tüketim sürecinin başkahramanı olan “tüketici”, satın alma gücüne sahip, fayda sağlamak amacıyla, mal ve hizmet satın almak için girişimde bulunan kişi olarak tanımlanır. Tüketici diye belirtilen kahraman insanoğlu olduğuna göre, insanoğlunun davranışları ile tüketici diye belirtilen kesimin davranışları temel olarak aynı düzlemde birleşir ve birden fazla faktörün etkilemesiyle şekillenir (Bahşi ve Akça, 2019; Baudrillard, 2021; Çınar ve Çubukçu, 2009; Keller, 2012; Kotler ve Armstrong, 2017; Odabaşı, 2009; Odabaşı ve Barış, 2011).

Tüeticilerin satın alma davranışı birden fazla sürecin varlığı ile oluşmaktadır. Sürecin ilk aşamasında bireyin ya da toplumun ihtiyaçlarını, isteklerini tatmin edebilme duygusu ortaya çıkar. Bunun için pazarda var olan nihai ürün ya da hizmetler içerisinde tatmin duygusunu en fazla karşılayacak olana karar verilir. Sonrasında satın alma gücü ile desteklenmiş edinme ve sahip olma duygusu ortaya çıkar. Aynı süreçte elinde bulunan mal ya da hizmeti elinden çıkarmak isteyen diğer aktörlerde bulunmaktadır. Dolayısıyla satın alma davranışlarının incelenmesi tüm bu farklı süreçlerin beraber ele alınmasını ve incelenmesini zorunlu kılmaktadır (Baudrillard, 2021; Gajjar, 2013; Odabaşı, 2009).

İnsanoğlunun beslenmesi için gerekli olan tarımsal ürünlerin, ucuz ve ulaşılabilir olması, insanların dengeli ve yeterli bir şekilde beslenme süreçlerini yerine getirmesi açısından önemlidir. Ülkemizde tarım sektörü, ekonomik sektörler içerisinde önemli bir yere ve potansiyele sahiptir. Bu nedenle tarımsal ürünlere yönelik tüketici davranışlarının incelenmesi ve markalaşma süreçlerinin anlaşılması, tarım sektörünün gelişmesi için büyük önem taşımaktadır (Baudrillard, 2021; Kaynaş, 2012; Odabaşı, 2009).

Marka; üretim ya da işleme yapan firmaların aynı veya benzer nitelikteki ürünlerin veya hizmetlerin birbirlerinden ayrılmalarını sağlayan, ürün veya hizmetlerin niteliklerini geniş kitlelere yayıp tanıtan, taklit ürünlerin oluşmasına engel olan, tüketicinin satın alma sürecinde bilinçaltında büyük yer kaplayan, tüketiciyi yönlendiren ve haksız davranış/rekabeti engelleyen, harf, rakam, şekil ve sembollerin bir araya gelerek oluşturduğu bileşimdir (Ak, 1996; Kotler ve Armstrong, 2017; Niyaz, Everest, Kayalak ve Tan, 2014).

İşlenmiş tarım ürünlerine ilişkin pazarda yer alan markaların, diğer sektörlere (tekstil, elektronik, beyaz eşya vb.) ait markalı ürünlere nazaran, tüketicilerin zihninde çok daha farklı algılama kabiliyeti ve yeri bulunmaktadır. Artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılayabilmek için tarımsal ürünlerin verimliliğini arttırabilmek amacıyla endüstriyel ve modern üretim tekniklerinin kullanımı yaygınlık kazanmıştır (Bahşi ve Akça, 2019; Özkaya ve Özden, 2014). Ancak bu durum sürdürülebilir tarım, gıda güvenirliliği ve toplum sağlığı gibi konularda olumsuz etkileri de beraberinde getirmiştir (Sevinç, Cançelik, Palabıçak ve Sevinç, 2021). Dolayısıyla tüketicilerin tarım ürünleri ya da gıda ürünlerine yönelik marka farkındalığı ve bilinçleri çok daha önemli ve hassas bir yer tutmaktadır.

Bu çalışmada tüketicilerin işlenmiş tarım ürünleri satın alma sürecinde göstermiş oldukları davranış ve bu davranışı etkileyen faktörlerin neler olduğu araştırılmıştır. Araştırmada ayrıca tüketicilerin işlenmiş tarımsal ürün satın alma sürecinde marka düşkünlüğü ile ilgili davranışları da ortaya konulmuştur

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini birincil veriler oluşturmaktadır. Birincil veriler araştırmacı tarafından gözlem, odak grup görüşmesi, biçimsel mülakat (anket) ya da yarı biçimsel mülakat yöntemleri kullanılarak elde edilir (Altunışık, Coşkun, Bayraktaroğlu ve Yıldırım, 2020; Baştürk, 2011; Lorcu, 2020). Birincil verilerin toplanmasında hazır soru formlarının bulunduğu anketlerden faydalanılmıştır. Araştırma süresince kullanılan anket formu için 08.09.2021 tarihinde E-76244175-752.01.01-59633 sayı numarası ile Harran Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır. Hazırlanan anket formu sosyo-demografik özellikler, satın alma davranışı ve marka düşkünlüğü ana başlıkları altında olmak üzere toplam yirmi beş sorudan oluşmaktadır.

Araştırmada tüketicilerin işlenmiş tarım ürünleri ya da gıda ürünleri satın almalarında etkili olan "marka düşkünlüğü" düzeyini ölçebilmek amacıyla ölçek kullanılmıştır. Ölçek daha önce hazırlanmış ve güvenilirliği ispatlanmış akademik çalışmalardan alınmıştır (Beatty ve Kahle, 1988; Bristow, Schneider ve Schuler, 2002; Chaudhuri ve Holbrook, 2001; Fornell ve Larcker, 1981; Moreau, Bonney ve Herd, 2011; Pak ve Kasnaoğlu, 2014; Yoo, Donthu ve Lee, 2000).

Ankete dayalı yapılan saha araştırmalarında örneklemin hesaplanabilmesi için tesadüfi ya da tesadüfi olmayan örnekleme yöntemleri kullanılmaktadır. Ana kütle belirlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda araştırmacı tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerine başvurmak zorunda kalabilir (Altmann, 1974; Newbold, Carlstone ve Thome, 2012; Taherdoost, 2016). Tüketici odaklı yapılan araştırmalarda ana kütle belirlenme olasılığı düşük olduğundan, tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerine başvurulmuştur. Kolayda örnekleme yöntemi, ana kütle içerisinde yani evrende seçilecek örnek sayısının araştırmacı ya da araştırmacıların yargılarına tespit edildiği tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerden bir tanesidir. Kolayda örnekleme yöntemi ile veriler, araştırma yapılan ana kütlede en rahat, hızlı ve masrafsız bir şekilde toplanır (Haşiloğlu, Baran ve Aydın, 2015; Malhotra, 2019; Yağar ve Dökme, 2018; Zikmund, 1997). Tüketici davranışları ve pazarlama alanında yapılan çalışmalarda kolayda örnekleme kullanım oranı genel olarak %53 olup bu oran Türkiye'de yapılan çalışmalarda %90'a kadar çıkmaktadır (Haşiloğlu ve diğerleri, 2015).

Anketlerin yapılabilmesi için çevrim içi anket uygulama veri tabanlarından "Google Forms" kullanılmıştır. Hazır anket formu uygulamanın veri tabanına yüklenerek elektronik posta, sosyal medya ve whats app grupları aracılığıyla kişilere ulaştırılmıştır. Toplam geri dönüş sayısı 217 olup bu anketlerden 14 tanesi eksik bilgi içermesi dolayısıyla kullanılmamıştır. Geri dönüş sağlanan anket formlarından 203 tanesi çalışmada değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma bulguları ve tartışma kısmında öncelikli olarak araştırmaya katılanların sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri verilmiştir. Sonrasında sırasıyla katılımcıların işlenmiş tarım ürünü satın alma davranışları ve tarım ürünlerinde marka bilincine yönelik bulgulara değinilmiştir.

Sosyo-Demografik ve Ekonomik Bulgular

Araştırmaya katılan kişilere ilişkin sosyo-demografik ve ekonomik bulgular Çizelge 1'de verilmiştir. Katılımcıların %51,2'si (104 kişi) kadın, %48,8'i (99 kişi) erkektir.

Osmaniye ve Şanlıurfa'da tüketicilerin organik tarım ürünleri tüketim alışkanlıkları ve davranışlarına ilişkin yapılan araştırmada görüşülen tüketicilerin %63,3'ü erkek, %36,8'i ise kadındır (Bahşi ve Akça, 2019). Kahramanmaraş'ta helal gıda tüketiminde davranışlar üzerine yapılan araştırmada kadın görüşmecilerin oranı %60,8 erkek görüşmecilerin oranı ise %39,2'dir (Çukadar, 2017). Tüketicilerin mantıksal olmayan davranış biçimlerinin ekonomik olarak sonuçlarını ölçmeye yönelik yapılan bir çalışmada görüşme yapılan tüketicilerin %49'u kadın, %51'i ise erkektir (Kaynaş, 2012). İtalya'da gıda sektöründe tüketicilerin marka bağımlılığı üzerine yapılan bir araştırmada görüşme yapılan tüketicilerin %51'i erkek iken %49'u kadındır (Lerro, Raimondo, Stanco, Nazzaro ve Marotta, 2019). Pakistan'da sosyo-ekonomik faktörlerin tüketicilerin davranışları üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada görüşme yapılanların tüketicilerin %59,8'i erkek %40,2'si kadındır (Khar, 2021).

Katılımcıların %40,9'u (83 kişi) 31-45 yaş aralığındadır. Ortalama yaş 37,7 olup en genç katılımcı 20 en yaşlı katılımcı ise 63 yaşındadır. Kadın katılımcıların yaş ortalaması 37,82 olup en yaşlı kadın katılımcı 55 yaşındadır. Erkek katılımcıların yaş ortalaması 37,69 olup en yaşlı erkek katılımcı 63 yaşındadır (Çizelge 1). En genç kadın katılımcı ile en genç erkek katılımcı yaşları aynı olup 20'dir. Tokat ilinde yapılan tüketicilerin satın aldıkları gıda maddeleri ile ilgili bilgi düzeyinin ve satın alma davranışlarının ölçülmesi üzerine yapılan çalışmada tüketicilerin ortalama yaşının 38,5 olduğu tespit edilmiştir (Kızılaslan ve Kızılaslan, 2008). Şanlıurfa ve Osmaniye'de yapılan çalışmada görüşme yapılanların yoğun olarak %28,3'ünün 31-40 yaş aralığında olduğu belirtilmiştir (Bahşi ve Akça, 2019). İzmir ilinde tüketicilerin gıda satın alma davranışlarının incelendiği bir çalışmada tüketicilerin ortalama yaşının 37,81 olduğu tespit edilmiştir (Öncül, Sekman, Kinikli ve Artukoğlu, 2019). Pakistan'da yapılan çalışmada görüşme yapılan tüketicilerin yoğun olarak 31-40 yaş (%35,3) aralığında olduğu tespit edilmiştir (Khar, 2021). Araştırmada katılımcıların yaşına ilişkin elde edilen bulgular ile yapılan bu diğer çalışmalarda yaşa ilişkin elde edilen bulgular örtüşmektedir.

Katılımcıların %81,3'ü (165 kişi) evli, %18,7'si (38 kişi) bekdir. Kadın katılımcıların %82,7'si (86 kişi), erkek katılımcıların ise %79,8'i (79 kişi) evlidir (Çizelge 1). Kahramanmaraş'ta yapılan çalışmada ankete katılanların %62'sinin evli, %37'sinin bekâr olduğu belirtilmiştir (Çukadar, 2017). İzmir'de yapılan çalışmada evli katılımcıların oranı %57'dir (Öncül ve diğerleri, 2019). Şanlıurfa ilinde tüketicilerin tarımsal ürün tüketimlerine yönelik yapılan bir çalışmada görüşme

yapılan kişilerin %80,1'i evlidir (Sevinç ve diğerleri, 2021). Araştırmada katılımcıların medeni durumlarına ilişkin elde edilen bulgular ile diğer çalışmalarda medeni duruma ilişkin elde edilen bulgular çok fazla örtüşme de benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Saha görüşmesi yapılan katılımcıların %76,3'ünün (155 kişi) çocuğu bulunmaktadır. Ortalama çocuk sayısı 2,88'dir. En fazla çocuğu olan katılımcının 12 çocuğu bulunmaktadır. Çocuğu olan katılımcıların %63,8'inin 2 ve altında çocuğu bulunmaktadır (Çizelge 1). Tüketicilerin tüketim davranışları üzerine İzmir'de yapılan bir çalışmada tüketicilerin ortalama çocuk sayısı 1,82 çocuktur (Öncül ve diğerleri, 2019). Ticaret Bakanlığı'nın Türkiye'de tüketicilerin profilini ve bilinç düzeylerini ortaya çıkarmak amacıyla hazırlanmış olduğu raporda, tüketicilerin ortalama sahip olduğu çocuk sayısının 2 çocuk olduğu belirtilmiştir (Ticaret Bakanlığı, 2020).

Katılımcıların ortalama hane halkı büyüklüğü 4,54 kişidir. Katılımcıların %59,6'sının (121 kişi) hane halkı büyüklüğü 4 kişi ve altındadır (Çizelge 1). Kahramanmaraş ilinde yapılan çalışmada hane halkı büyüklüğünün ortalama 4,23 kişi (Çukadar, 2017), İtalya'da yapılan çalışmada 4,15 kişi (Lerro ve diğerleri, 2019), İzmir'de yapılan çalışmada 3,72 kişi (Öncül ve diğerleri, 2019), Şanlıurfa'da yapılan çalışmada ise 5 kişi (Sevinç ve diğerleri, 2021) olduğu belirtilmiştir.

Katılımcıların %36,4'ü (74 kişi) lise düzeyinde eğitime sahiptir. Lise düzeyinden sonra %34,5 (70 kişi) ile lisans eğitim düzeyi gelmektedir (Çizelge 1). Tüketim alışkanlıkları ve tüketici davranışına ilişkin yapılan çalışmalarda eğitim düzeyine ilişkin bulgulara bakıldığında; İstanbul'da yapılan araştırmada lisans düzeyi %39 (Kaynaş, 2012), Osmaniye ve Şanlıurfa'da lise düzeyi %34,3 (Bahşi ve Akça, 2019), Tokat'ta ilköğretim düzeyi %42,9 (Kızılaslan ve Kızılaslan, 2008), Rize'de lisans düzeyi %53,2 (Koçan, 2014), Doğu Karadeniz'de lisans düzeyi %43,4 (Toklu ve Ustaahmetoğlu, 2016), İtalya'da lisans düzeyi %75 (Lerro ve diğerleri, 2019) ve Pakistan'da lisans düzeyinde %39,8 (Khar, 2021) bulunmuştur. Ticaret Bakanlığı'nın Türkiye genelinde yaptığı araştırmada ise katılımcıların %44'ünün lise düzeyinde eğitime sahip oldukları belirtilmiştir (Ticaret Bakanlığı, 2020).

Katılımcıların %70,4'ü (143 kişi) aktif olarak çalışmaktadır. Çalışmayan katılımcı sayısı 60'dır. Çalışmayan katılımcıların %78,3'ü (47 kişi) kadınlar olup tamamına yakını ev hanımıdır (Çizelge 1). Ticaret Bakanlığı'nın Türkiye genelinde yaptığı tüketici araştırmasında; katılımcıların %75'inin ücretli çalıştığı, %13,5'inin çalışmadığı, %11,5'inin ise kendi hesabına çalıştığı belirtilmiştir (Ticaret Bakanlığı, 2020). TÜİK'in 2022 yılında yayınladığı "Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması" başlıklı haber bülteninde Türkiye'de hane gelirleri içerisinde en yüksek payın, %47,1'inin maaş ve ücret gelirlerinin olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2022). Osmaniye ve Şanlıurfa'da yapılan çalışmada katılımcıların %12'sinin ev hanımı, %18,1'inin kendi hesabına çalıştığını, %56,9'unun ise ücretli çalışan olduğu tespit edilmiştir. Geriye kalan %13 oranındaki katılımcıların ise çalışmadığı belirtilmiştir (Bahşi ve Akça, 2019). Rize'de yapılan araştırmada kamu ya da özel sektörde çalışan oranının %80, çalışmayanların oranının ise %20 düzeyinde olduğu belirtilmiştir (Koçan, 2014). Pakistan'da yapılan araştırmada katılımcıların %60,5'inin ücretli çalışan,

%23,7'sinin kendi işini yaptığı, %15,8'inin ise çalışmadığı tespit edilmiştir (Khar, 2021).

Araştırmaya katılan kişilere daimi yaşam alanlarının neresi olduğu sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların %93,1'i (189 kişi) bu soruya "kent" cevabını vermiştir. Bununla birlikte Çizelge 1'de görüldüğü üzere katılımcıların %44,3'ü (90 kişi) kırsal ile yani köyleri ile bağlantıları olduğunu da belirtmiştir (Çizelge 1). Gıda ve tarımsal ürünleri tüketimine ilişkin yapılan araştırmalarda daimi yaşam alanı ve kırsal ile bağlantı bulgularına çok fazla yer verilmemiştir. Bununla birlikte İtalya'da yapılan çalışmada katılımcıların %43'ü daimi yaşam alanlarının kırsal olduğunu belirtirken (Lerro ve diğerleri, 2019), Şanlıurfa ilinde yapılan araştırmada katılımcıların %61,3'ü kırsal ile bağlantılarının olduğunu belirtmiştir (Sevinç ve diğerleri, 2021).

Çizelge 1. Sosyo-Demografik ve Ekonomik Bulgular
Table 1. Socio-Demographic and Economic Findings

Cinsiyet	Frekans (n)	%
Kadın	104	51,2
Erkek	99	48,8
Toplam	203	100,0
Yaş Grubu	Frekans (n)	%
30 ve altı	59	29,1
31 - 45	83	40,9
46 ve üzeri	61	30,0
Toplam	203	100,0
Medeni Durum	Frekans (n)	%
Evli	165	81,3
Bekâr	38	18,7
Toplam	203	100,0
Çocuk Sayısı	Frekans (n)	%
2 ve altı	99	63,8
3-6	39	25,2
7 ve üzeri	17	11,0
Toplam	155	100,0
Hane Halkı Büyüklüğü	Frekans (n)	%
4 ve altı	121	59,6
5-8	71	35,0
9 ve üzeri	11	5,4
Toplam	203	100,0
Eğitim Düzeyi	Frekans (n)	%
İlkokul	23	11,3
Ortaokul	33	16,3
Lise	74	36,4
Lisans	70	34,5
Lisansüstü	3	1,5
Toplam	203	100,0
Çalışılan alan	Frekans (n)	%
Kamu	80	55,9
Kendi işi	32	22,4
Özel sektör	31	21,7
Toplam	143	100,0
Kırsalla Bağlantı	Frekans (n)	%
Yok	113	55,7
Var	90	44,3
Toplam	203	100,0
Hane Geliri (TL)	Frekans (n)	%
4 999 ve altı	46	22,7
5 000-9 999	81	39,9
10 000 ve üzeri	76	37,4
Toplam	203	100,0

Çizelge 2. Hanede işlenmiş tarım ürünü satın alma kararını verenler

Table 2. Those who made the decision to purchase processed agricultural products in the household

Kararı Veren/Verenler	Frekans (n)	%
Anne-baba beraber	90	44,3
Anne	50	24,6
Hanehalkı (ortak)	47	23,2
Baba	16	7,9
Toplam	203	100,0

Çizelge 3. İşlenmiş tarım ürünü satın alınırken dikkat edilen özellikler

Table 3. Features to be considered when purchasing processed agricultural products

Özellikler	1	2	3	4	5	İndeks	Sıra
Kalite	92	55	15	17	9	768	1
Fiyat	45	45	46	8	12	571	2
Tazelik	35	25	23	20	23	407	3
Marka	6	5	55	60		335	4
Ambalaj	2	15	6	29	55	201	5

Katılımcıların %39,9'unun (81 kişi) hane geliri 5.000 – 9.999 TL arasındadır. Katılımcıların ortalama hane gelirleri 8.326,11 TL'dir (Çizelge 1). Türkiye'de 2022 yılının Temmuz ayında asgari ücret net 5.500,35 TL olarak belirlenmiştir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2022). Katılımcıların ortalama hane gelirleri asgari ücretin yaklaşık 1,5 katıdır.

Araştırmaya katılan kişiler hane gelirlerinin ortalama %31,23'ünü gıda harcamaları için kullandıklarını belirtmişlerdir. Ticaret Bakanlığı'nın yaptığı çalışmada tüketicilerin aylık harcamaları içerisinde en yüksek payın %76,7 ile gıda ve alkolsüz içecekler yapılan harcamaların yer tuttuğu belirtilmiştir (Ticaret Bakanlığı, 2020). TÜİK'in 2020 yılında yayınladığı "Hanehalkı Tüketim Harcaması" başlıklı haber bülteninde; gıda ve alkolsüz içecekler yapılan harcamaların toplam harcamalar içerisindeki payının %20,8 olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2020). Araştırma sahasında elde edilen oran (%31,23) TÜİK'in 2020 yılı için belirttiği orandan (%20,8) yüksek ancak Ticaret Bakanlığı'nın belirttiği orandan (%76,7) düşüktür. Bu sonucun ortaya çıkmasında tüm Dünya'yı etkileyen pandemi dolayısıyla gıda fiyatlarında yaşanan artışın etkisi olduğu düşünülmektedir.

İşlenmiş Tarım Ürünlerinde Satın Alma Davranışları ve Tercihler

Araştırmaya katılan kişilerin hanelerinde işlenmiş tarım ürünlerinde satın alma kararını kimlerin aldığına ve bu süreçte kimlerin etkili olduğuna ilişkin bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir. Hanelerde satın alma kararının en çok anne ve babaların beraber ortak kararı ile alındığı tespit edilmiştir (%44,3; 90 kişi). Bu süreçte en az oran %7,9 (16 kişi) ile yalnız babaların aldığı kararlardır.

Hanelerde gıda ürünlerinin tüketiminde kararlar üzerinde etkili olan hane üyesi anneler ya da kadınlardır (Akbaş ve Boz, 2005; Demir, Gököğlü, Kılıçkalkan, Baş ve Altunel, 2020; Sevinç ve diğerleri, 2021; Ticaret Bakanlığı, 2020). Ankara'da yapılan çalışmada gıda ürünleri satın almada hane içerisindeki kararlarda en etkili bireyin anneler olduğu sonrasında ise sırasıyla baba ve anne-babanın etkili olduğu tespit edilmiştir (Baydaş, Gökdeniz, Cantez ve Güngör, 2008).

Araştırmaya katılan kişilere "satın aldıkları işlenmiş tarım ürünlerinde hangi özelliklere dikkat ettikleri" sorusu

yöneltilmiştir. Düzenli veri elde edilmesi amacıyla katılımcılara beş adet özellik sunularak bu özellikleri önem derecesine göre (en önemlisi 1 olacak şekilde) istedikleri kadarını sıralamaları istenmiştir. Bu özellikler kalite, fiyat, tazelik, marka ve ambalajdır. Katılımcıların işlenmiş tarım ürünlerinin özelliklerine göre yapmış oldukları derecelendirmeye ilişkin veriler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'de görüldüğü üzere katılımcılar için işlenmiş tarım ürünlerinde aranan en önemli özellik kalitedir (indeks değeri 768). Kaliteden sonra katılımcılar için önemli olan ikinci özellik işlenmiş tarım ürününün fiyatıdır (indeks değeri 571). Özellikler içerisinde tüketicilerin en az önem verdikleri özellik ise beşinci sırada yer alan işlenmiş tarım ürününün ambalajıdır (indeks değeri 201).

Tarım ürünlerinin tüketimi ve satın alma davranışları konulu Türkiye'de ve yurtdışında yapılan çalışmalarda tarım ürünlerinde aranan özelliklerin öncelik sırası değişmek ile birlikte genellikle kalite, tazelik, lezzet ve fiyat gibi özelliklerdir (Ticaret Bakanlığı, 2020). İşlenmiş tarım ürünlerinde tüketicilerin satın almada ürünün sahip olduğu sertifikalara dikkat etmesi satın alma davranışında tarımsal ürünün kalitesine verilen önemin bir göstergesidir. Madenci ve ark. (2019) Konya ilinde yaptıkları bir çalışmada tüketicilerin %87,2'sinin tarımsal ürünlerde kalite sertifikasyonuna ilişkin bilgiye sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Ambalajlı tarım ürünlerinin satın alınmasında tüketicilerin ambalajda kalite standartlarına yönelik bilgilendirme metinlerini okuması ve satın alma kararlarını buna göre vermesi de tarımsal ürünlerde kaliteye verilen önemi ispatlamaktadır (Yılmaz, 2008).

İşlenmiş Tarım Ürünlerinde Marka Düşkünlüğü

Araştırmaya katılan kişilerin işlenmiş tarım ürünlerinde marka düşkünlüğü düzeylerini tespit edebilmek amacıyla literatürde yer alan ölçekten faydalanılmıştır. Marka düşkünlüğü ölçeği Bristow ve ark. (2002) tarafından geliştirilmiştir. Bu çalışmada Pak ve Kasnakoğlu'nun (2014) Türkçeleştirmiş olduğu ölçek kullanılmıştır. Marka düşkünlüğü ölçeği yedi adet ifadeden oluşmaktadır. Araştırmaya katılan kişilere bu yedi ifade teker teker sorulmuş, her bir ifade için katılımcıların kendilerine en uygun olan puan düzeyine göre 1'den 5'e kadar puan vermeleri istenmiştir. Puanlamada "1. Kesinlikle katılmıyorum, 2. Katılmıyorum, 3. Kararsızım, 4. Katılıyorum ve 5. Kesinlikle katılıyorum" düzeylerine

karşılık gelmektedir. Araştırmaya katılan kişilerin puanladığı bu yedi ifade faktör analizi yardımı ile “İşlenmiş Tarım Ürünlerine Yönelik Marka Düşkünlüğü” isimli tek bir faktör altında toplanmıştır (Çizelge 4). Bu faktöre ait toplam açıklanan varyans değeri %69,7’dir. Analize ait Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterliliği ölçütü 0,881’dir (0,881>0,50). Bartlett Testi ise (P= 0,000<0,05) istatistiki olarak anlamlıdır. Bu sonuçlara göre araştırma verisinin faktör analizi için uygun olduğunu söylemek mümkündür. Bu ifadeler için Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı ise 0,903 olarak hesaplanmıştır.

İfadelere ilişkin veri setinin normal dağılım göstermemesi ve grup varyanslarının homojen olmaması dolayısıyla bağımsız değişkenlerin grupları arasında parametrik olmayan karşılaştırma testleri kullanılmıştır (Lorcu, 2020; Mert, 2016). Kullanılan testler “Mann-Whitney U” ve “Kruskal-Wallis Varyans Analizi” testleridir.

Bağımsız değişkenler belirlenirken konu ile ilgili daha önce yapılan akademik çalışmalardan faydalanılmıştır (Akay, Oral, Akpınar ve Gül, 2016; Akbay ve Boz, 2005; Albayrak ve Dölekoğlu, 2006; Altmann, 1974; Ayaviri-Nina ve diğerleri, 2022; Bahşi ve Akça, 2019; Čivić ve Čilimković, 2022; Çukadar, 2017; Gajjar, 2013; Özdemir ve Duran, 2010; Pak ve Kasnakoglu, 2014; Toklu ve Ustaahmetoğlu, 2016; Uzundumlu ve Sezgin, 2019). Belirlenen bağımsız değişkenler “Cinsiyet, yaş, medeni durum, çocuk sayısı, hane büyüklüğü, eğitim, kırsalla bağlantı durumu, çalışma şekli ve gelirdir”.

Çizelge 5’de İşlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü faktörüne ilişkin Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis Varyans Analizi sonuçları yer almaktadır. Çizelge 5’de değişkenlere ilişkin 0,05 önem seviyesinde sonuçlara bakıldığında; cinsiyet (P=0,712>0,05), medeni durum (P=0,876>0,05), kırsalla bağlantı durumu (P=0,353>0,05) ve gelir (P=0,603>0,05) değişkenlerinin grupları arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Bununla birlikte yaş (P=0,001<0,05), çocuk sayısı (P=0,000<0,05), hane büyüklüğü (P=0,005<0,05), eğitim (P=0,011<0,05) ve çalışma şekli (P=0,0000<0,05) değişkenlerine ilişkin gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Yaş değişkenine bakıldığında “46 yaş ve üzeri” olan katılımcıların (sıra ortalaması 80,34) ifadeye diğer gruptakilere göre daha düşük düzeyde katılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Yani 46 yaş ve üzerinde olan katılımcıların “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyi diğer gruptakilere göre daha düşüktür. Bu gruba ilişkin farklılık istatistiksel olarak da anlamlıdır. Diğer iki grup olan “30 yaş ve altı” (sıra ortalaması 102,03) ile “31-45” yaş aralığında (sıra ortalaması 117,90) olan

katılımcıların istatistiksel olarak kendi aralarında anlamlı farklılığı bulunmamaktadır. Bununla birlikte “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyinin en yüksek olduğu yaş grubunun “31-45” yaş aralığında olan grup olduğu söylenebilir (Çizelge 5).

Çocuk sayısı değişkenine bakıldığında “7 ve üzeri” çocuk sahibi olan katılımcıların (sıra ortalaması 24,41) ifadeye diğer gruptakilere göre daha düşük düzeyde katılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Yani 7 ve daha fazla çocuk sahibi olan katılımcıların “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyi diğer gruptakilere göre daha düşüktür. Bu gruba ilişkin farklılık istatistiksel olarak da anlamlıdır. Diğer iki grup olan “2 ve altı” (sıra ortalaması 88,19) ile “3-6” aralığında (sıra ortalaması 75,49) çocuk sahibi olan katılımcıların istatistiksel olarak kendi aralarında anlamlı farklılığı bulunmamaktadır. Bununla birlikte “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyinin en yüksek olduğu grubunun “2 ve altı” aralığında çocuk sahibi olan grup olduğu söylenebilir (Çizelge 5).

Hane halkı büyüklüğü değişkenine bakıldığında hanesinde “5-8” aralığında kişiye sahip olan katılımcıların (sıra ortalaması 83,94) ifadeye sadece “4 ve altı” (sıra ortalaması 112,14) grubuna göre istatistiki olarak anlamlı ve düşük düzeyde katılım gösterdiği tespit edilmiştir. Yani hanesinde “5-8” aralığında kişi bulunan katılımcıların “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyi, hanesinde “4 ve altında” kişi bulunan gruptakilere göre daha düşüktür. Hanesinde “4 ve altında” kişi bulunan grup ile hanesinde “9 ve üzeri” (sıra ortalaması 107,05) kişi bulunan grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Bununla birlikte “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyinin en yüksek olduğu grubunun hanesinde “4 ve altı” kişi bulunan grup olduğu söylenebilir (Çizelge 5).

Eğitim değişkenine bakıldığında “lisans ve lisansüstü” düzeyinde eğitime sahip olan katılımcıların (sıra ortalaması 120,00) ifadeye diğer gruptakilere göre daha yüksek düzeyde katılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Yani “lisans ve lisansüstü” düzeyinde eğitime sahip olan katılımcıların “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyi diğer gruptakilere göre daha yüksektir. Bu düzey diğer gruplara göre aynı zamanda en yüksek düzey seviyesidir. “Lisans ve lisansüstü” düzeyde eğitime sahip olan grup dışındaki diğer gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Bununla birlikte “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyinin en düşük olduğu grubun, eğitim seviyesi “ilkokul” (sıra ortalaması 85,39) düzeyinde olan grup olduğu söylenebilir (Çizelge 5).

Çizelge 4. İfadeler ve faktör yükleri

Table 4. Expressions and factor loads

Faktör: İşlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü	Faktör Yükleri
İki işlenmiş tarım ürünü arasında kararsız kalırsam, markası karar vermeme yardım eder	0,827
İşlenmiş tarım ürünü alırken markası hangi ürünü alacağım konusunda karar vermeme önemlidir	0,809
İki işlenmiş tarım ürünü arasında kararsız kalırsam, markası iyi olanı alırım	0,759
İşlenmiş tarım ürünü satın alırken, markası önemli bir rol oynar	0,754
İşlenmiş tarım ürünüde iyi bir marka almak isterim	0,687
Başka bir firmanın işlenmiş tarım ürününün özelliği ne olursa olsun yine de güvendiğim markanın ürünü alırım	0,526
İşlenmiş tarım ürünü satın alırken, farklı alternatifleri değerlendirmek için markalarına bakarım	0,518

Çizelge 5. İşlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü faktörüne ilişkin Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis Varyans Analizi sonuçları

Table 5. Results of Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis Analysis of Variance regarding the brand dependency factor for processed agricultural products

	Gruplar	N	Sıra ort.	Test İstatistiği			
				Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	p
Cinsiyet	Kadın	104	100,51	4993,500	10453,50	-0,370	0,712
	Erkek	99	103,56				
Medeni durum	Evli	165	101,69	3084,000	16779,00	-0,156	0,876
	Bekâr	38	103,34				
Kırsalla bağlantısı	Yok	113	98,58	4699,000	11140,00	-0,930	0,353
	Var	90	106,29				
	Gruplar	N	Sıra ort.	Kruskal Wallis			
				Test İstatistiği df p			
Yaş	30 ve altı	59	102,03	14,421	2	0,001	
	31-45	83	117,90				
	46 ve üzeri	61	80,34				
Çocuk sayısı	2 ve altı	99	88,19	29,560	2	0,000	
	3-6	39	75,49				
	7 ve üzeri	17	24,41				
Hane büyüklüğü (kişi)	4 ve altı	121	112,14	10,430	2	0,005	
	5-8	71	83,94				
	9 ve üzeri	11	107,05				
Eğitim	İlkokul	23	85,39	11,089	3	0,011	
	Ortaokul	33	94,23				
	Lise	74	92,87				
	Lisans ve Üstü	73	120,00				
Çalışma şekli	Kamu	80	82,72	18,871	2	0,000	
	Özel sektör	31	44,71				
	Kendi işi	32	71,64				
Gelir (TL)	4 999 ve altı	46	94,78	1,013	2	0,603	
	5 000 – 9 999	81	102,59				
	10 000 ve üzeri	76	105,74				

Çalışma şekli değişkenine bakıldığında “özel sektörde” çalışan katılımcıların (sıra ortalaması 44,71) ifadeye diğer gruptakilere göre daha düşük katılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu gruba ilişkin farklılık istatistiksel olarak da anlamlıdır. Diğer iki grup olan “kamu” (sıra ortalaması 82,72) sektöründe çalışanlar ile “kendi işi” (sıra ortalaması 71,64) ile uğraşan katılımcıların istatistiksel olarak kendi aralarında anlamlı farklılığı bulunmamaktadır. Bununla birlikte “işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü” düzeyinin en yüksek olduğu grubunun “kamu” sektöründe çalışan grup olduğu söylenebilir (Çizelge 5).

Sonuç ve Öneriler

Tarım sektörünün en önemli sorumluluğunun ülke nüfusunun dengeli ve sağlıklı beslenmesinin sağlamak olduğu söylenebilir. Bunu yaparken aynı zamanda kırsal kalkınmada aktif rol oynamakta ve kırsaldaki refah düzeyinde olumlu bir değişim sağlamaktadır. Tarımsal faaliyetlerde tohum ve doğa kullanılarak nihai ürünler tüketicilere sunulmaktadır. Geçmişte geleneksel yöntemlerle yapılan bu faaliyetler nüfus artışı ile beraber yaşanan talep artışını karşılayabilmek için endüstriyel üretim yöntemlerine yönelmiştir. Endüstriyel üretim yöntemlerinde tarımsal üretimin her aşamasında ilaçlar, koruyucular ve bazı kimyasallar kullanılmakta böylelikle bitkisel ve hayvansal üretimde verimlilik artışı

sağlanmaktadır. Ancak bu verimlilik artışı ile beraber tüketicilerde tarımsal ürünlerin sağlıklı olması ve üretim aşamasında çevresel zararların ortaya çıkması ile ilgili kaygılar da artmaya başlamıştır.

Günümüzde tüketiciler istedikleri işlenmiş tarım ürünlerine, üreticilerin ve firmaların sunduğu pazarlama imkânları ve kanalları ile kolaylıkla ulaşabilmektedirler. Dolayısıyla diğer ürünlerde olduğu gibi tarım ürünlerinde de marka kavramı ortaya çıkmıştır. Tarım ürünlerinde marka oluşumu sadece ürünün işlenmesi veya paketlenmesi ile gerçekleşmez. Tarım ürünlerinde marka oluşumu, üretim kararlarının verilmesi, üretilmesi, yetiştirilmesi, hasat edilmesi, depolanması, işlenmesi, pazarlanması ve lojistik gibi birçok sürecin bilinirliğini içermektedir.

Tüketiciler farklı faktörlerin etkisi altında birçok markalı işlenmiş tarım ürünü arasından hangi ürünü alacaklarına karar vermekte ve satın alma davranışlarını ortaya koymaktadırlar. Tarımsal üretimin gelişmesi, diğer sektörlerde yaşanan inovasyona benzer bir durumun tarım sektöründe yaşanabilmesi, üretici ya da yetiştiricilerin tam rekabet piyasasında güçlü olabilmesi, tüketici davranışlarının belirlenmesini ve bilinmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmada, tüketicilerin işlenmiş tarım ürünlerini yönelik tüketim alışkanlıkları ve işlenmiş tarım ürünlerinde marka düşkünlüğü düzeyleri araştırılmıştır. Tüketicilerin işlenmiş tarım ürünlerinde aradıkları en

önemli özellik kalitedir. Sonrasında ise fiyat gelmektedir. Tüketiciler özellikle işlenmiş tarım ürünlerinde (sucuk, salam, sosis, bitkisel yağ, süt, beyaz peynir, tereyağı vb.) markaya ciddi önem vermektedirler.

Marka düşkünlüğüne yönelik yapılan analizlerde ise özellikle yaş, çocuk sayısı, hane halkı büyüklüğü, eğitim ve çalışma şekli değişkenlerinin alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Cinsiyet, medeni durum, kırsalla bağlantı durumu ve gelir değişkenlerinin alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Genel anlamda 45 ve altında yaşa sahip olan, 2 ve altında çocuğu olan, hane büyüklüğü 4 kişi ve altında olan, eğitim düzeyi lisans ve lisansüstü olan ve kamuda çalışan katılımcıların işlenmiş tarım ürünlerine yönelik marka düşkünlüğü düzeyinin yüksek olduğu söylenebilir.

Bitkisel ve hayvansal üretim yapan, tarıma dayalı faaliyetler ile uğraşan işletmeler daha fazla gelir elde edebilmek amacıyla katma değer yaratmaya yönelik ürün işleme süreçlerine girmek zorundadırlar. Bu durum işlenmiş tarım ürünlerinin, gıda tüketim pazarında arzını kolaylaştırmakla beraber, nihai olarak tarıma dayalı işletmelerin ekonomik olarak sürdürülebilirliklerini de olumlu yönde etkileyebilecektir. Dolayısıyla işlenmiş tarım ürünlerinde de diğer sanayi ve bilişim ürünlerinde olduğu gibi marka farkındalığı ve marka imajının oluşturulmasına yönelik çabalarda zorunlu bir hal almaktadır.

Bilgi

Bu çalışma birinci danışmanlığını Mustafa Hakkı Aydoğdu'nun, ikinci danışmanlığını Mehmet Reşit Sevinç'in yaptığı ve Muhammed Timur Demir tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Ak, M. (1996). *Reklam ve Halkla İlişkilerde Kurumsal Kimlik*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akay, A. Ş., Oral, M. A., Akpınar, M. G. ve Gül, M. (2016). Reklamların marka bilinirliği açısından değerlendirilmesi: Meyve suyu ürünleri örneği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 8(15), 199-210. doi:10.20990/kilisiiibfakademik.266034
- Akbay, C. ve 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.
- Albayrak, M. ve Dölekoğlu, C. Ö. (2006). Gıda perakendeciliğinde market markalı ürün stratejisi. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 11, 204-218.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour*, 49(3-4), 227-266.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S. ve Yıldırım, E. (2020). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS uygulamalı*. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.
- Avayiri-Nina, V. D., Jaramillo-Quinzo, N. S., Quispe-Fernández, G. M., Mahmud, I., Alasqah, I., Alharbi, T. A. F., ... Raposo, A. (2022). Consumer behaviour and attitude towards the purchase of organic products in Riobamba, Ecuador. *Foods*, 11(18), 2849. doi:10.3390/foods11182849
- Bahşi, N. ve Akça, A. (2019). Tüketicilerin organik tarım ürünlerine bakış açılarının belirlenmesi üzerine bir araştırma: Osmaniye ve Şanlıurfa illeri örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 26-34. doi:10.18016/ksutarimdoga.vi.443228

- Baştürk, R. (2011). *Bütün Yönleriyle SPSS Örneklili Nonparametrik İstatistiksel Yöntemler*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Baudrillard, J. (2021). *Tüketim Toplumu*. (F. Keskin ve H. Deliceçaylı, Çev.). İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Baydaş, A., Gökdeniz, İ., Canitez, M. ve Güngör, T. (2008). Tüketicinin satın alma karar sürecinde aile bireylerinin etkinliğine yönelik bir çalışma. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 69-90.
- Beatty, S. E. ve Kahle, L. R. (1988). Alternative hierarchies of the attitude-behavior relationship: The impact of brand commitment and Habit. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 16(2), 1-10. doi:10.1007/BF02723310
- Bozoğlu, G. (2019). *Elektronik Ticarete Tüketicinin Davranış ve Seçimlerini Etkileyen Faktörler: Üniversite Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Bristow, D. N., Schneider, K. C. ve Schuler, D. K. (2002). The brand dependence scale: Measuring consumers' use of brand name to differentiate among product alternatives. *Journal of Product & Brand Management*, 11(6), 343-356. doi:10.1108/10610420210445488
- Cançelik, M., Sevinç, M. R., Aydoğdu, M. H. ve Palabıçak, M. A. (2020). Yaş Meyve ve Sebze Pazarlamasında Toptancı Halleri; Şanlıurfa İli Örneği. M. A. Nakıboğlu (Ed.), *Güncel Pazarlama Çalışmaları içinde* içinde (ss. 25-48). Ankara: Akademisyen Yayınevi.
- Chaudhuri, A. ve Holbrook, M. B. (2001). The chain of effects from brand trust and brand affect to brand performance: The role of brand loyalty. *Journal of Marketing*, 65(2), 81-93.
- Çivić, B. ve Čilimković, D. (2022). Key features of brand management and customer behavior in the market of food products in Bosnia and Herzegovina. *Ekonomске Ideje i Praksa*, 45, 47-61. doi:10.54318/eip.2022.bc.323
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2022). Asgari Ücretin Net Hesabı ve İşverene Maliyeti. 5Ekim 2022 tarihinde <https://www.csgeb.gov.tr/media/90338/2022-tem.pdf> adresinden erişildi.
- Çınar, R. ve Çubukçu, İ. (2009). Tüketim toplumunun şekillenmesi ve tüketici davranışları; karşılaştırmalı bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 277-300.
- Çukadar, M. (2017). Helal gıda konusunda tüketici davranışları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(3), 190-200. doi:10.13002/jafag4291
- Demir, G., Gökoğlu, F., Kılıçkalkan, B., Baş, B. B. ve Altunel, H. (2020). Kadın ve erkek tüketicilerin gıda katkı maddeleri ile ilgili bilgi, tutum ve davranışları. *Food and Health*, 6(4), 225-237. doi:10.3153/FH20023
- Demirezen, E. ve Coşansu, G. (2005). Adölesan çağı öğrencilerde beslenme alışkanlıklarının değerlendirilmesi. *Sted*, 14(8), 174-178.
- Dinler, Z. (2008). *Tarım Ekonomisi*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Fornell, C. ve Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Gajjar, N. B. (2013). Factors affecting consumer behavior. *International Journal of Research In Humanities and Social Sciences (IJRHS)*, 1(2), 10-15.
- Gürler, A. Z. (2012). *Analitik Tarım Ekonomisi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Haşiloğlu, S. B., Baran, T. ve Aydın, O. (2015). Pazarlama araştırmalarındaki potansiyel problemlere yönelik bir araştırma: Kolayda örnekleme ve sıklık ifadeli ölçek maddeleri. *Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi*, 2(1), 19-28.
- Kaynaş, M. (2012). *Tüketicilerin Mantıksal Olmayan Davranışlarının Ekonomik Sonuçları*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Keller, K. (2012). *Strategic Brand Management: Building, Measuring and Managing Brand Equity*. Londra, İngiltere: Pearson Education Limited.
- Khar, M. A. (2021). The impact of socioeconomic factors on consumer buying behavior: A case of mobile phone market of Pakistan. *Indian Journal of Economics and Business*, 20(4), 1183-1193.
- Kızılaslan, N. ve Kızılaslan, H. (2008). Tüketicilerin satın aldıkları gıda maddeleri ile ilgili bilgi düzeyleri ve tutumları (Tokat ili örneği). *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 67-74.
- Koçan, M. (2014). *Tarımsal Ürünlerde Markanın Satın Alma Davranışlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma: Kivi Örneği*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Kotler, P. T. ve Armstrong, G. (2017). *Principles of Marketing*. New Jersey, United States of America: Pearson Education Limited.
- Lerro, M., Raimondo, M., Stanco, M., Nazzaro, C. ve Marotta, G. (2019). Cause related marketing among millennial consumers: The role of trust and loyalty in the food industry. *Sustainability*, 11(2), 535. doi:10.3390/su11020535
- Lorcu, F. (2020). *Örneklerle Veri Analizi SPSS Uygulamalı*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Madenci, A. B., Türker, S., Bayramoğlu, Z. ve Eyiz, V. (2019). Tüketicilerin gıda güvenliğine yönelik tutum ve algılarını etkileyen sosyo-ekonomik faktörler: Konya ili örneği. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 48-59.
- Malhotra, N. K. (2019). *Marketing Research: An Applied Orientation*. New Jersey, USA: Pearson Education Limited.
- Mert, M. (2016). *Yatay Kesit Veri Analizi Bilgisayar Uygulamaları*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Moreau, C. P., Bonney, L. ve Herd, K. B. (2011). It's the thought (and the effort) that counts: How customizing for others Differs from customizing for oneself. *Journal of Marketing*, 75(5), 120-133. doi:10.1509/jmkg.75.5.120
- Newbold, P., Carlstone, W. L. ve Thome, B. M. (2012). *Statistics For Business and Economics*. London, England: Pearson Education.
- Niyaz, Ö. C., Everest, B., Kayalak, S. ve Tan, S. (2014). Market markalı ürünlerin tercihini etkileyen faktörlerin analizi: Çanakkale ili örneği (ss. 1392-1398). XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, sunulmuş bildiri, Samsun.
- Odabaşı, Y. (2009). *Tüketim Kültürü: Yetinen Toplumdan Tüketen Topluma*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- Odabaşı, Y. ve Barış, G. (2011). *Tüketici Davranışı*. İstanbul: Mediacat.
- Olalı, H. ve Duymaz, İ. (1987). *Tarımın Türk Ekonomisindeki Yeri ve Ekonomik Gelişmeye Katkısı*. İzmir: İzmir Ticaret Borsası Yayınları No:28.
- Orak, S., Akgün, S. ve Orhan, H. (2006). Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencilerinin beslenme alışkanlıklarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 13(2), 5-11.
- Öncül, M., Sekman, Y., Kinikli, F. ve Artukoğlu, M. (2019). Tüketicilerin gıda ürünleri satın alma davranışının incelenmesi: İzmir ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2), 207-217. doi:10.24181/tarekoder.630755
- Özdemir, O. ve Duran, M. (2010). Biyoteknolojik uygulamalara ve genetiği değiştirilmiş organizmalara GDO ilişkin tüketici davranışları. *Akademik Gıda*, 8(5), 20-28.
- Özkaya, T. ve Özden, F. (2014). *Başka Bir Hayvancılık Mümkün*. İstanbul: İnsan Yayınevi.
- Özüsen, B. ve Yıldız, Z. (2012). Buzul Çağı'ndan İlk Çağ'a tüketicinin tarihi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 4(7), 1-16.
- Pak, H. ve Kasnakoğlu, B. T. (2014). Marka düşkünlük kavramı ve ürün kategorisine göre farklılıklar. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 7(14), 75-86.
- Sevinç, G., Cañçelik, M., Palabıçak, M. A. ve Sevinç, M. R. (2021). Şanlıurfa ilinde tüketicilerin köy ürünleri ve köy ürünleri satan işletmelere yönelik tutumları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(78), 614-629. doi:10.17755/esosder.741564
- Taherdoost, H. (2016). Sampling methods in research methodology; how to choose a sampling technique for research. *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*, 5(2), 18-27. doi:10.2139/ssrn.3205035
- Ticaret Bakanlığı. (2020). Türkiye Tüketici Profili ve Bilinç Düzeyi Araştırma Raporu. 5 Ekim 2022 tarihinde <https://ticaret.gov.tr/data/61cdb78a13b8767df02f8b35/2020%20T%C3%BCketici%20Profili%20ve%20Bilin%C3%A7%20D%C3%BCzeyi%20Ara%C5%9Ft%C4%B1rmas%C4%B1.pdf> adresinden erişildi.
- Toklu, İ. T. ve Ustaahmetoğlu, E. (2016). Tüketicilerin organik çaya yönelik tutumlarını ve satın alma niyetlerini etkileyen faktörler: Bir alan araştırması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(29), 41-61. doi:10.17130/ijmeh.20162922022
- TÜİK. (2020). Hane Halkı Tüketim Harcaması, 2019. 6 Kasım 2022 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Tuketim-Harcamasi-2019-33593> adresinden erişildi.
- TÜİK. (2022). Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması, 2021. 14 Kasım 2022 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastirmasi-2021-45581> adresinden erişildi.
- Türk Dil Kurumu. (2022). Tarım. 10 Mayıs 2022 tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden erişildi.
- Uzundumlu, A. ve Sezgin, A. (2019). Organik ürün tüketimi üzerine etkili olan faktörlerin analizi; Erzurum ili örneği. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, Özel Sayı*, 441-451. doi:10.21733/ibad.613411
- Yağar, F. ve Dökme, S. (2018). Niteliksel araştırmaların planlanması: Araştırma soruları, örneklem seçimi, geçerlik ve güvenilirlik. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1-9.
- Yavuz, F. ve Dilek, Ş. (2019). *Türkiye Tarımına Yeniden Bakış*. İstanbul: SETA Yayınları.
- Yılmaz, E. (2008). *Trakya Bölgesinde Kırsal ve Kentsel Tüketicilerin Gıda Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları ve Gıda Güvenliğine İlişkin Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yoo, B., Donthu, N. ve Lee, S. (2000). An examination of selected marketing mix elements and brand equity. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 28(2), 195-211. doi:10.1177/0092070300282002
- Zikmund, W. G. (1997). *Business Research Methods*. Orlando, USA: The Dryden Press.



The Effect of Red and White LED Light on Performance, Egg Quality and Some Behavior Characteristics of Laying Hens Raised in Enriched Cages

Nazlı Tez^{1,a}, Mustafa Akşit^{1,b,*}

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Aydın, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 18.08.2023 Accepted : 17.01.2024</p> <p>Keywords: LED light Layer hen Sexual maturity Egg production Egg quality</p>	<p>The objective of this study was to determine the effect of red and white LED light on sexual maturity, performance, egg quality and some behavior characteristics of laying hens. A total of 432 sixteen-wk-old Brown layer pullets (Lohmann) were randomly allocated to 2 treatment groups, each with 12 replicates. Treatment groups were consisted of 1) Monochromatic red LED lighting and 2) White LED lighting. Birds were housed in enriched cages during the experiment (16-32 wk). It was determined that hens reached sexual maturity 5 days and peak egg production 4 days earlier under monochromatic red light than under white light and produced 2,05% more eggs during the experiment. In the same period, it was seen that there was no significant difference in feed consumption and feed conversion ratio (FCR) between the lighting groups. However, it was seen that the hens had better FCR values in red light at 21, 23-26 and 29 weeks when egg production was high. Egg weight and egg mass were higher in red light. Light color did not influence the egg quality characteristics, the rates of perch, nestbox use and cracked egg of laying hens. As a result, monochromatic red LED light treatment starting at the end of the growth period enabled the birds to reach sexual maturity earlier and produce more eggs during the laying period.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 375-381, 2024

Kırmızı ve Beyaz LED Işığın Zenginleştirilmiş Kafeslerde Yetiştirilen Yumurta Tavuklarının Performansı, Yumurta Kalitesi ve Bazı Davranış Özellikleri Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 18.08.2023 Kabul : 17.01.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: LED ışık Yumurtacı tavuk Eşeyssel olgunluk Yumurta verimi Yumurta kalitesi</p>	<p>Bu çalışmanın amacı, kırmızı ve beyaz LED ışığın yumurtacı tavukların eşeyssel olgunluğu, performansı, yumurta kalitesi ve bazı davranış özellikleri üzerindeki etkisini belirlemektir. On altı haftalık toplam 432 kahverengi yumurtacı yarka (Lohmann) rastgele her biri 12 tekerrürlü 2 uygulama grubuna ayrılmıştır. Uygulama grupları 1) Monokromatik kırmızı LED aydınlatma ve 2) Beyaz LED aydınlatma gruplarından oluşturulmuştur. Kanatlılar, deneme süresince (16-32 hafta) zenginleştirilmiş kafeslerde barındırılmıştır. Tavukların monokromatik kırmızı ışıkta beyaz ışığa göre eşeyssel olgunluğa 5 gün ve pik yumurta verimine 4 gün daha erken ulaştıkları ve deneme boyunca % 2,05 daha fazla yumurta ürettikleri belirlenmiştir. Aynı dönemde ışık renginin yem tüketimine ve yemden yararlanma oranına (YYO) etkisi önemli bulunmamıştır. Ancak, yumurta veriminin yüksek olduğu 21, 23-26 ve 29. haftalarda tavukların kırmızı ışıkta daha iyi YYO değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Yumurta ağırlığı ve yumurta kitlesi kırmızı ışıkta daha yüksek bulunmuştur. Işık rengi, tavukların yumurta kalite özellikleri, tünek ve folluk kullanımı ve kırık yumurta oranı üzerinde önemli bir etkiye bulunmamıştır. Sonuç olarak, büyüme döneminin sonunda başlayan monokromatik kırmızı LED ışık uygulaması kanatlıların daha erken eşeyssel olgunluğa ulaşmalarını ve yumurtlama döneminde daha fazla yumurta üretmelerini sağlamıştır.</p>

^a nazlitez-zootekni@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0009-0001-6817-8134>

^b maksit@adu.edu.tr

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



Giriş

Kanatlılarda büyüme, üremeyi ve davranışları etkileyen ışık, gözler ve beyinde bulunan fotoreseptör hücreler aracılığıyla algılanmakta (Foster ve Follet, 1985), ve hipotalamus-hipofiz-gonadlar aksını (hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis) aktive etmektedir (Kumar ark., 2004). Kümeslerin aydınlatılmasında kullanılan ışığın süresi, şiddeti ve rengi (dalga boyu) yumurtacıların büyüme ve verim dönemlerinde farklı etkiler meydana getirmektedir. Kırmızı ışık kanatlıları sakinleştirmekte (Huber-Eicher ve ark., 2013) ve eşeyssel gelişimlerini olumlu etkilemektedir (Mendes ve ark., 2013). LED ışık kaynakları düşük enerji tüketimlerinin yanında farklı dalga boyuna sahip monokromatik ışık üreterek kanatlılara doğru ışık rengini sağlamakla birlikte gerekli olmayan ışık renklerine maruz kalmalarını da önlemektedir. Yumurtacılar LED ampullerle yürütülen çalışmalarda, beyaz ya da farklı renklerde monokromatik ışığın kanatlı performansı ve yumurta kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir (Karakaya ve ark., 2009; England, ve Ruhnke, 2020). Kırmızı ışık, kanatlılarda hipotalamik aksı uyarak folikül uyarıcı hormon (FSH) ve lüteinleştirici hormon (LH) salınımını sağlayan gonadotropin salıcı hormon (GnRH) seviyesinin artmasına, yumurtalığın daha erken gelişmesine ve daha fazla yumurta üretimini sağlamaktadır (Pyrzak ve ark., 1987; Mobarkey ve ark., 2010; Gongrutananun, 2011; Baxter ve ark., 2014). Kanatlılarda büyüme döneminde dalga boyu kısa mavi ve yeşil ışıklar etkili olmaktadır (Bingöl ve Akşit, 2022). Yumurtacılar yumurtlama öncesi dönemde üreme sisteminin uyarılması için dalga boyu uzun kırmızı ışığa gerek duyulmakta (Kim ve ark., 2012; Baxter ve ark., 2014), bu dönemde kullanılan yeşil ışığın eşeyssel olgunluğu geciktirdiği ve verim döneminde yumurta üretiminin azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Yang ve ark., 2016). Yumurtacı tavuklarda kırmızı LED ışık yumurta verimini (Raziq ve ark., 2020), yeşil ve mavi LED ışık ise yumurta ağırlığını artırmıştır (Hassan ve ark., 2013). Er ve ark. (2007) akkor ışığın yumurta tavuklarında 19-52. haftalar arasında yumurta ağırlığını, yeşil LED ışığın yumurta kalitesini artırdığını ileri sürmüşlerdir. Farklı dalga boylarına sahip LED ampullerin ürettiği tek renkli ışıklarla ve diğer ışık kaynaklarıyla yürütülen çalışmalarda, kanatlı performansı, ürün kalitesi ve davranış özellikleri üzerine ışık renklerinin etkileri konusunda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Yumurtacıların farklı renkte LED ışıklarla aydınlatıldığı çalışmalarda genellikle kırmızı ışıkta tavukların daha erken eşeyssel olgunluğa ulaştıkları ve daha fazla yumurta ürettikleri görülmüştür (England, ve Ruhnke, 2020).

Tavuklar için elektromanyetik spektrumun görünen kısmı 400-700 nm'dir. Daha uzun dalga boyuna sahip kırmızı ışık doğrudan kafatasına ve beyne nüfuz ederek hipotalamusa ulaşırken, kısa dalga boylarını kullanan ışıkların hipotalamusu etkileyebilmesi için daha yüksek yoğunlukta olması gerekmektedir (Foster ve Follett 1985; Solangi ve ark., 2004; Baxter ve ark., 2014). Retina dışı fotoreseptörlerin elektromanyetik spektrumun kırmızı dalga boylarına duyarlı olduğu bildirilmiştir (Mobarkey ve ark., 2010). Bu nedenle yüksek dalga boyuna sahip kırmızı ışığın, ana renklerin karışımından oluşan beyaz ışığa göre yumurta tavuklarının üreme aksını daha güçlü bir şekilde uyuracağı ve eşeyssel olgunluğu olumlu etkileyerek performansı artırabileceği ön görülmüştür. Bu çalışmada,

yumurta tavuklarının monokromatik kırmızı ve beyaz LED ışıkla aydınlatılmasının yumurtlama öncesi dönemdeki gelişimlerine ve eşeyssel olgunluk sonrası yumurtlama devresindeki üretim performansı, yumurta kalitesi ve tünek-folluk kullanımına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Deneyleleri Yerel Etik Kurulunun (ADÜ-HADYEK) 2017/100 sayılı onayına istinaden, ADÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Kanatlı Ünitesinde gerçekleştirilen bu çalışmada, Lohmann genotipinde 15 haftalık 432 adet kahverengi yumurtacı piliç, 22 ± 1 °C sıcaklıkta birbirinden bağımsız 2 ünitenin bulunduğu çevre denetimli kümese yerleştirilerek 16. haftadan itibaren: 1) Kırmızı monokromatik LED (660 nm) ve 2) Beyaz LED (6500 K) ışıkla aydınlatılan 2 deneme grubuna ayrılmıştır. Denemede her biri 240x62,5 cm² taban alanına sahip, 68 cm yüksekliğinde toplam 24 bölmeden (tekerrür) oluşan zenginleştirilmiş kafesler kullanılmış, her bir bölmede 18 yumurta tavuğu yer almıştır. Deneme öncesi dönemde, beyaz LED ışık kullanılarak ilk üç gün 23A:1K, 10 lüks, daha sonra 15. haftaya kadar 12A:12K, 6 lüks aydınlatma uygulanmıştır. Denemede LED ampuller yerden 2,0 m yüksekliğe asılarak 15 lüks/m² ışık şiddeti ve 16A:8K aydınlatma uygulanmış, kanatlıların yeme ve suya ulaşmaları serbest olarak sağlanmıştır. Eşeyssel olgunluk öncesi dönemde ME 2751 Kcal/kg, HP % 17,32, Ca % 2,04, % 0,70 P ve verim döneminde ME 2754 Kcal/kg, HP % 17,03, % 3,75 Ca, % 0,74 P içeren yemler verilmiştir.

İncelenen Özellikler

Yumurtacı piliçlerin ilk yumurtlama yaşı, tavukların %50 ve pik verimine ulaştıkları yaşlar ve bu dönemlerdeki canlı ağırlıkları uygulama grupları düzeyinde belirlenmiştir. Yumurta verimi, ağırlığı ve kitlesi, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı haftalık olarak belirlenen verilerden ele alınan dönemlere göre hesaplanmıştır. Yumurta verimi; tavuk-gün esasına göre, yumurta ağırlığı ve kitlesi; günlük tartımlarla belirlenen yumurta ağırlıklarından hesaplanmıştır. Tüm bu özellikler grup düzeyinde belirlenmiştir. Yumurta üretiminin % 50 ve pik verim düzeyine ulaştığı dönemlerde her gruptan alınan 120, toplam 480 yumurta da kalite özellikleri (dış kalite: şekil indeksi, kırılma direnci, kabuk kalınlığı ve iç kalite: Ak ve sarı indeksi ve Haugh Birimi) belirlenmiştir. Bir cam masa üzerine kırılarak 10 da. bekletilen yumurtalarda iç kalite özellikleri saptanmıştır (Rauch W., 1958).

Şekil İndeksi: yumurtaların genişliği/uzunluğu x 100 formülü ile yumurtaların kırılma direnci; Zwick Roell-Z005 cihazına dikey olarak yerleştirilen yumurtaya güç uygulanmış ve çatladığı andaki kuvvet Newton (N) belirlenmiştir. Ak indeksi, Efil ve Sarıca (1997), sarı indeksi, Yardım ve Akşit (2021) ve Haugh Birimi, Haugh, (1937)'ye göre saptanmıştır. Ayrıca, tavuklarda kanibalizm, tünek ve folluk kullanımına ilişkin davranışlar da deneme süresince (16-32 hafta) saptanmıştır. Tünek davranışı sabah, öğle ve akşam ışıklar sönmeden önce günde 3 defa 15'er dk süreyle birbirinden bağımsız

ünitelerde yer alan ışık gruplarının bulunduğu kafes alanını görece şekilde yerleştirilmiş olan kamera sistemiyle kayıt alınmıştır. Bu kayıtlar daha sonra geriye dönük olarak incelenerek değerlendirilmiştir. Folluk kullanım davranışı, folluk ve kafes tabanı bölünerek ayrılmış, tavukların folluğa ve folluk alanı dışına yumurtladıkları yumurtalar ayrı ayrı günlük olarak gruplarda tekerrür düzeyinde kaydedilmiştir. Daha sonra bu davranışları gösterenlerle göstermeyenler oranlanarak hesaplanmış ve % olarak belirtilmiştir. Kanibalizm davranışı ise kafesler günlük olarak kontrol edilerek kanibalizm nedeniyle yaralı olanlar gruplarda tekerrür düzeyinde kaydedilmiş davranışı gösterenlerin oranı belirlenmiştir.

Denemede canlı ağırlık, deneme boyu kümülatif ve haftalık yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta kalite özellikleri ve tünek/folluk kullanımının ışık rengine bağlı değişimi bağımsız örneklem T testi ile ölüm oranı ise kikare (X^2) testini kullanılarak analiz edilmiştir (SPSS, 2011).

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada tavukların eşeyssel olgunluk yaşı, %5 yumurta verim düzeyine ulaştığı gün olarak kabul edilmiştir (Shi ve ark., 2020). Denemede büyüme döneminin sonunda 16. haftadan itibaren monokromatik kırmızı LED ve beyaz LED ışıkla aydınlatılan kanatlıların eşeyssel olgunluk (%5), %50 ve en yüksek yumurta verim düzeyine ulaşma yaşları ve canlı ağırlıkları Çizelge 1’de verilmiştir. Işık rengi piliçlerin eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşını ve ağırlığını etkilemiş ($P<0,05$), monokromatik kırmızı ışıkta piliçler daha erken yaşta eşeyssel olgunluğa ulaşmış ve daha yüksek canlı ağırlığa sahip olmuşlardır ($P<0,05$). Önceki çalışmalarda, dalga boyu uzun kırmızı ışığın (632 nm), beyaz floresan ışığına (Gongruttananun, 2011) ve dalga boyu daha kısa mavi (450-490 nm) (Kim ve ark., 2012) ve yeşil (490- 560 nm) (Baxter ve ark., 2014)

LED ışığa göre kanatlıların üreme aksını daha güçlü bir şekilde uyardığını, bu nedenle daha erken eşeyssel olgunluğa ulaştıklarını bildirilmiştir. Kırmızı ışığın üreme faaliyetlerini hızlandırdığı mekanizma(lar) retina dışı (ekstra-retinal) fotoreseptörlerle ilişkilidir (Kuenzel, 1993). Bununla birlikte, Gongruttananun, (2011); Kim ve ark. (2012) ve Baxter ve ark. (2014) kırmızı ışık, östradiol üretimini uyarmada en etkili ışık dalga boyu olmasına rağmen beyaz ışığın %33 kırmızı ışık içermesi nedeniyle benzer bir etki ortaya koymuş olabileceğinden yumurtacı piliçlerin eşeyssel olgunluğa ulaşmasında, kırmızı ve beyaz ışığın etkisi arasında önemli bir farkın olmadığını ileri sürmüşlerdir. Eşeyssel olgunluk yaşı olarak sürüdeki kanatlıların %50’sinin ilk yumurtalarını verdikleri yaşı kabul eden Huber-Eicher ve ark. (2013) ışık renginin eşeyssel olgunluk yaşını etkilemediği belirtmiştir. Öte yandan, Harrison ve ark. (1969) büyüme döneminde piliçleri mavi ve yeşil ışıkla aydınlatmanın beyaz ve kırmızı ışık uygulamasına göre 4-5 gün daha erken eşeyssel olgunluğa ulaştırdığını, Poudel ve ark. (2022) mavi LED ışıkta büyütülen piliçlerin sıcak beyaz (3000 K) LED ışıkta yetiştirilenlere göre eşeyssel olgunluk ağırlıklarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Denemede uygulanan ışık rengi tavukların %50 yumurta verimine ulaşma yaşını ve ağırlığını etkilememiş ($P>0,05$), tavuklar kırmızı ışık altında pik verimine daha erken ulaşırken ($P<0,05$), bu dönemde, ışık renginin canlı ağırlıklar üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$) (Çizelge 1). Bulgularımızda olduğu gibi Kim ve ark. (2012); Liu ve ark. (2018) yanı sıra %50 yumurta verimini eşeyssel olgunluk yaşı olarak kabul eden Yang ve ark. (2016) ışık renginin etlik damızlık tavukların %50 yumurta verimine ulaşma yaşını ve ağırlığını etkilemediğini bildirmişlerdir. Deneme boyunca kırmızı ve beyaz grupta yer alan tavuklardan edilen yumurta verimi, ağırlığı ve kitlesi, yem tüketimi (YT) ve yemden yararlanma oranı (YYO) Çizelge 2’ de yer almakta, bu özelliklere ait haftalık ortalamalar ise Şekil 1, 2, 3, 4 ve 5’ de verilmiştir.

Çizelge 1. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının eşeyssel olgunluk, %50 ve pik yumurta verim yaşı (gün) ve ağırlığı (g)

Table 1. Sexual maturity, 50 % and peak egg production age (day) and weight (g) of laying hens under red and white LED light

Yumurta Verimi (%)	Işık			
	Tavuk	Kırmızı	Beyaz	P
E. O. (% 5)	Yaş	128±0,61	133±0,98	0,012
	Ağırlık	1405±9,90	1373±9,19	0,026
50	Yaş	141±0,77	143±0,39	0,065
	Ağırlık	1818±11,41	1804±11,41	0,372
Pik	Yaş	184±0,56	188±1,10	0,003
	Ağırlık	1908±13,64	1932±13,64	0,221

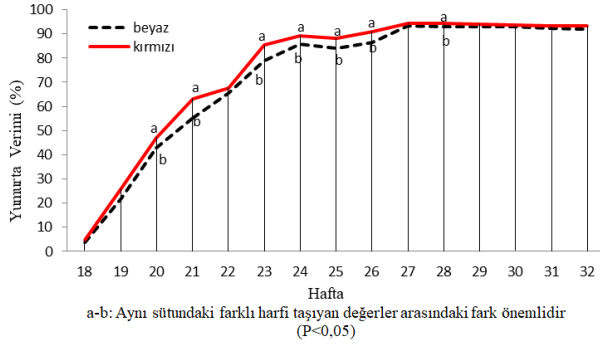
E. O: Eşeyssel Olgunluk

Çizelge 2. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının 18-32 haftalık dönemde bazı verim özellikleri

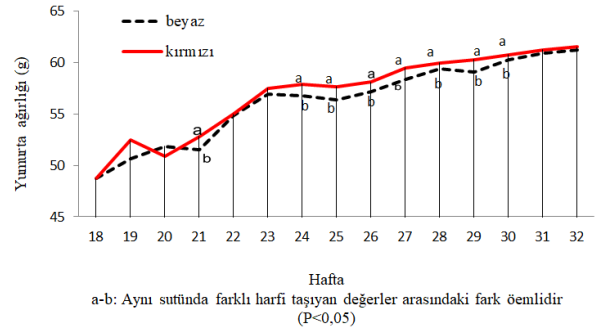
Table 2. Some performance characteristics of laying hens under red and white LED light in the period of 18-32 weeks

Işık	Özellikleri					
	YV(%)	YA(g)	YK(g)	YT(g)	YYO(g/g)	Ö.O(%)
Kırmızı	85,52	58,23	5633	12372	2,43	3,45
Beyaz	83,47	57,53	5443	12311	2,42	2,33
SH	0,53	39,48	39,48	33,63	0,06	-
Önemlilik, P						
Işık	0,007	0,007	0,001	0,365	0,973	0,140 (X^2 : 2,182)

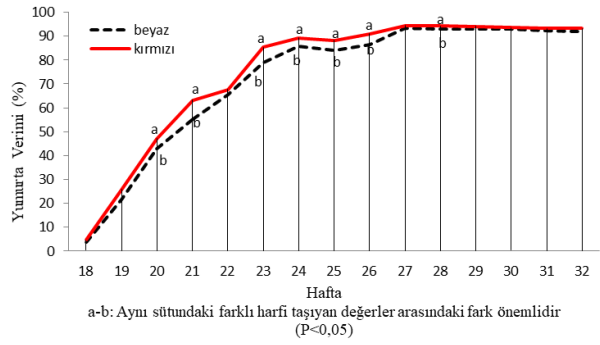
YV: Yumurta verimi, YA: Yumurta ağırlığı, YK: Yumurta kitlesi, YT: Yem tüketimi, YYO: Yemden yararlanma Oranı ve ölüm oranları (ÖO), X^2 : Khi kare değeri



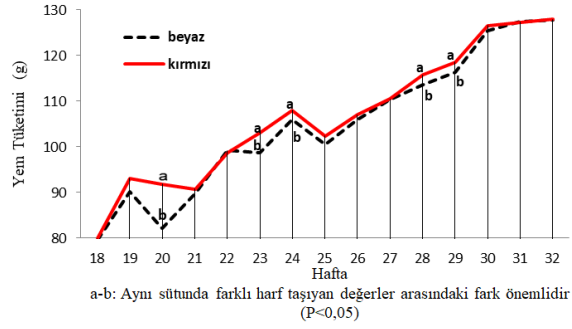
Şekil 1. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının yumurta verimi
Figure 1. Egg production of laying hens under red and white LED light



Şekil 2. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının yumurta ağırlığı
Figure 2. Egg weight of laying hens under red and white LED light



Şekil 3. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının yumurta kitlesi
Figure 3. Egg mass of laying hens under red and white LED light



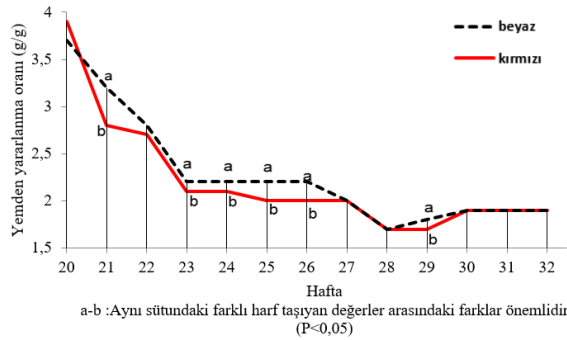
Şekil 4. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının yem tüketimi
Figure 4. Feed consumption of laying hens under red and white LED light

İncelenen bu özellikler üzerine kırmızı ve beyaz ışığın yukarıda belirtilen dönemlerdeki etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Deneme boyunca monokromatik kırmızı ışıkta tavukların yumurta verimi, ağırlığı ve yumurta kitlesi beyaz ışığa göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$), aynı dönemde, kırmızı ve beyaz ışığın yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını etkilemediği ortaya çıkmıştır ($P>0,05$). Mobarkey ve ark., (2010); Hassan ve ark. (2013); Raziq ve ark., (2020) bulgularımızla uyumlu olarak kırmızı ışığa maruz kalan yumurta tavuklarının beyaz ışığa göre daha fazla yumurta verdiklerini bildirmişlerdir. Baxter ve ark. (2014); Baxter (2015) ve Archer (2019) tavukların kırmızı ışıkta daha çok yumurta ürettiğini, ancak beyaz ışıkta üretilen yumurtalarla aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca, mavi ve yeşil ışığın yumurta ağırlığını artırdığı bu ışık renklerinin büyüme döneminde piliçlerin daha fazla büyüme hormonu salgılamalarına yol açtığı ve buna bağlı olarak tavukların canlı ağırlıklarının arttığını, yumurta ağırlığındaki farkın buradan kaynaklanmış olabileceğini ileri sürmüştür (Hassan ve ark., 2013). Öte yandan, kırmızı LED ışığın tavukların 22-30 haftalık verim döneminde yumurta verimini ve ağırlığını etkilemediği bildirilmiştir (Poudel ve ark. (2022). Er ve ark. (2007) kahverengi yumurtacı tavukların 19-37 haftalık üretim döneminde mavi LED ışıkta kırmızı, yeşil LED ve akkor ışığa göre daha fazla yumurta verdiğini belirtmişlerdir. Kim ve ark..(2012) yumurtacı tavuklarda 18-60 haftalık yumurtlama döneminde kırmızı ışıkla aydınlatmanın yumurta verimini olumlu etkilediğini, mavi

ışığa göre daha yüksek yumurta verimi elde edilmesine karşın beyaz ışıkla önemli bir verim farkının ortaya çıkmadığını, yumurta ağırlığının ise ışık renginden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Kırmızı ve beyaz ışığın yumurta verimi üzerindeki etkisi önemli bulunmayan çalışmalarındaki farklılıklar, genotip, ışık kaynağı ve ele alınan yumurta verim dönemine bağlı olabileceği ileri sürülmüştür (Gongruttananun, 2011; Baxter 2015). Borille ve ark. (2013) kahverengi yumurtacı tavuklarda 56-72 haftalık dönemde mavi, sarı, yeşil, kırmızı LED ve akkor ışığın yumurta ağırlığını, yem tüketimini ve Haugh birimini etkilemediğini ve en yüksek yumurta veriminin kırmızı, beyaz LED ve akkor ışık altında elde edildiğini belirlemişlerdir. Diğer taraftan Huber-Eicher ve ark. (2013) etçi damızlık tavukların erken dönem (22. hafta) yumurta verimi üzerine ışık renginin etkisinin önemli olduğunu kırmızı ışıkta beyaz ve yeşil ışığa göre daha fazla yumurta üretildiğini bildirmiştir. Araştırma bulgularımız önceki çalışmalarla genel olarak benzerdir. Özellikle kırmızı LED aydınlatma grubunda yetiştirilen yumurta tavuklarının yumurta verimi, ağırlığı ve kitlesi beyaz ışıkta tavuklardan daha yüksek bulunmuştur. Kırmızı LED ışığın yumurta tavuklarının verim özellikleri üzerindeki etkisinin olumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Tavukların haftalık yumurta verimleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Eşeyssel olgunluktan (18. hafta) başlayarak yumurta veriminin en yüksek düzeye ulaştığı pik dönemine (27. hafta) kadar geçen sürede, kırmızı ışığın beyaz ışığa göre yumurta verim artışına etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 1). Benzer olarak, Yang ve ark. (2016) etlik

damızlık tavukların kırmızı ışıkta beyaz ışığa göre daha fazla yumurta verdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda kırmızı ışık yumurta verimini, ağırlığını ve kitlesini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0,05$) (Şekil 2 ve 3). Yang ve ark. (2016) etlik damızlık tavukların kırmızı ışıkta beyaz ışığa göre daha fazla yumurta kitlesine sahip olduklarını, Raziq ve ark., (2020) bulgularımızdan farklı olarak tavukların beyaz ışıkta, kırmızı ışıkta üretilenden daha yüksek miktarda yumurta kitlesini ürettiklerini ileri sürmüşlerdir.

Deneme boyunca (18-32 hafta) tavukların tüketmiş oldukları yem miktarı (YT) ve yemi değerlendirme oranı (YYO) kullanılan ışık renginden etkilenmemiştir ($P>0,05$) (Çizelge 2). Yumurta tavuklarını aydınlatılmak amacıyla kullanılan beyaz ve kırmızı ışığın, Huber-Eicher ve ark. (2013) 18-22. haftalarda YT'yi, Kamanlı ve ark. (2015) 18-52. haftalarda ve Archer (2019) 18-72. haftalar arasında YT ve YYO'yu etkilemediğini ortaya koymuşlardır. Öte yandan ışık renklerinin yumurtlama döneminin 18-30. haftaları arasında yemden yararlanma oranını etkilemediği, ancak kırmızı ışığın diğer ışık renklerine göre tavukların yemden yararlanma oranını olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Kim ve ark., 2012). Araştırma bulgularımızda da verim döneminde (18-32 hafta) tavukların YT ve YYO değerleri üzerine ışık renklerinin etkisinin önemli olmadığı ortaya çıkmıştır. Kırmızı ve beyaz LED ışıkta tavukların haftalara göre YT değeri Şekil 4'de, YYO değeri 5'de yer almaktadır. Kırmızı LED ışıkta tavukların 20, 23, 24, 28 ve 29. haftalarda daha fazla yem tükettikleri ($P<0,05$) (Şekil 4) ve 21, 23, 24, 25, 26 ve 29. haftalarda yemden daha iyi yararlandıkları görülmüştür



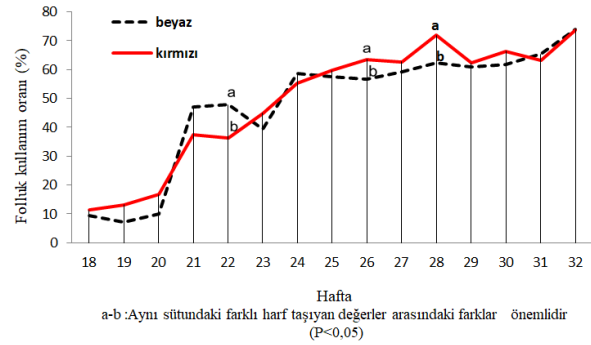
Şekil 5. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının yemden yararlanma oranı

Figure 5. Feed conversion ratio of laying hens under red and white LED light

($P<0,05$), (Şekil 5). Tavukların kırmızı ışıkta beyaz ışığa göre daha erken eşeyssel olgunluğa ulaşmaları, daha fazla yumurta üretmelerine ve daha ağır yumurta kitlesine sahip olmalarını sağlamıştır. Kırmızı ışık grubundaki tavuklar, beyaz ışık grubuna göre daha fazla yem tüketmelerine rağmen daha fazla yumurta kitlesi üretmiş olmaları nedeniyle Şekil 5'de belirtilen haftalarda yemden daha iyi yararlandıkları görülmüştür ($P<0,05$).

Yumurtaların kalite özellikleri kullanılan ışık renklerinden etkilenmemiştir ($P<0,05$) (Çizelge 3). İlgili çalışmalarda da bulgularımızla uyumlu olarak ışık renginin yumurtaların kalite özellikleri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı bildirilmiştir (Borille ve ark., 2013; Raziq ve ark., 2020; Poudel ve ark., 2022). Yine Archer, (2019)'ın yumurtaların kırılma direnci ve Haugh biriminin beyaz ve kırmızı ışıktan etkilenmediğini ortaya koyduğu araştırma sonuçları bulgularımızı desteklemektedir. Kırmızı ışıkla yeşil ışığın yumurtaların kırılma direncini etkilemediği, yeşil ışıkta üretilen yumurtaların mavi ve akkor ışıkta üretilenlerden daha yüksek kırılma direncine sahip olduğu bildirilmiştir (Er ve ark., 2007).

Kırmızı ve beyaz ışık altında tavuklarından elde edilen yumurtalardaki kırık oranı Çizelge 4'de verilmiştir. Işık rengi kırık yumurta oranını etkilememiştir ($P>0,05$). Yumurta verim döneminde folluklara yumurtlayan ve tünekleri kullanan tavukların oranı Çizelge 4'de, haftalara göre follukları kullanan tavukların dağılımı Şekil 6' da verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü dönemde ışık rengi, tavukların tünek ve folluk kullanım oranını etkilememiştir.



Şekil 6. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının folluk kullanma oranı

Figure 6. Percentages of nestbox use of laying hens under red and white LED light

Çizelge 3. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının yumurta kalite özellikleri
Table 3. Egg quality characteristics of laying hens under red and white LED light

Özellikler	Verim Dönemi	Işık		
		Kırmızı	Beyaz	P
Şekil indeksi (%)	%50	77,86±0,38	77,43±0,32	0,393
	Pik	78,25±0,33	78,03±0,60	0,747
Ak indeksi (%)	%50	11,57±0,15	11,78±0,15	0,319
	Pik	11,69±0,14	11,52±0,16	0,426
Sarı indeksi (%)	%50	21,06±0,52	20,43±0,55	0,406
	Pik	33,17±0,09	32,72±0,27	0,124
Haugh birimi	%50	89,18±0,43	89,84±0,49	0,308
	Pik	88,29±0,35	88,81±0,38	0,313
Kabuk kalınlığı (mm)	%50	0,74±0,20	0,71±0,17	0,228
	Pik	0,43±0,01	0,43±0,01	0,911
Kırılma direnci (N)	%50	46,39±0,78	47,34±0,60	0,330
	Pik	45,51±0,47	44,71±0,47	0,233

Çizelge 4. Kırmızı ve beyaz LED ışık altında yumurta tavuklarının 18-32 haftalık dönemde tünek ve folluk kullanım ve kırık yumurta oranı

Table 4. Percentages of perch and nestbox use and cracked eggs of laying hens under red and white LED light in the period of 18-32 weeks

Işık	Tünek (%)	Folluk (%)	Kırık Yumurta Oranı (%)
Kırmızı	3,7±0,39	56,9±0,86	11,0±2,92
Beyaz	4,6±0,18	56,3±0,83	17,0±2,92
Önemlilik (P)	0,057	0,632	0,118

Tünek kullanan ve folluklara yumurtlayan tavuklarının dağılımı sıralı olarak kırmızı ışıkta % 3,7 ve 56,9; beyaz ışıkta 4,6 ve 56,3 olduğu görülmüştür. Kafeslerdeki tavuklarının % 95 (Appleby, 1998), ile % 99'unun (Duncan ve ark.,1992) gece tünediklerini bildirilmiştir. Denemede eşeyssel olgunlukla birlikte başlayan folluk kullanımı yumurtlama döneminde doğrusal bir artış göstermiş, 22, 26 ve 28. haftalar dışında ışık renginden etkilenmemiştir (Şekil 6). Folluk kullanımı beyaz ışıkta başlangıçta kararsız bir eğilim göstermiş, kırmızı ışıkta ise daha doğrusal bir yükseliş ortaya koymuştur. Deneme süresince tavuklarda herhangi bir kanibalizm davranışına rastlanmamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma uzun dalga boyuna sahip kırmızı ışığın beyaz ışığa göre yumurta tavuklarında üreme aksının aktivasyonunu daha erken başlatarak yumurtalığın aktivitesini artırmış ve daha erken eşeyssel olgunluğa ulaşmalarını sağlamıştır. Ayrıca 32 haftalık yumurtlama döneminde tavukların kırmızı ışık altında daha fazla ve ağır yumurta ürettikleri ve özellikle pik öncesi haftalarda yemi daha iyi değerlendirmiş oldukları görülmüştür. Bu çalışma belirli bir dalga boyundaki ışığın yumurta verimini artırma yeteneğine sahip olduğu göstermiştir. Üstelik önceki dönemlerde farklı ışık renkleriyle yapılan çalışmalarla yeni çalışmaların sonuçları arasında bazı çelişkiler de ortaya çıkmaktadır. Bu durum günümüzde kullanılan ışık kaynakları, özellikle yeni nesil monokromatik LED ampullerin özellikleri ve yumurtacı genotiplerdeki genetik değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle mevcut sorunların üstesinden gelmek ve daha sürdürülebilir yumurta üretimine olanak sağlamak için ışığın stratejik olarak nasıl kullanılabileceğinin belirlenmesine yönelik araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Bilgi

Bu çalışma Nazlı Tez tarafından hazırlanan yüksek lisans tezine aittir

Teşekkür

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ZRF-18010 no.lu proje kapsamında yaptıkları destekten dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Appleby, M.C. (1998). The Edinburgh modified cage: Effects of group size and space allowance on brown laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 7, 152-161. <https://doi.org/10.1093/japr/7.2.152>
- Archer, G.S. (2019). Animal well-being and behavior how does red light affect layer production, fear, and stress? *Poultry Science*, 98, 3-8. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey302>

- Baxter, M., Joseph, N., Osborne, V., & Bedecarrats, G. (2014). Red light is necessary to activate the reproductive axis in chickens independently of the retina of the eye. *Poultry Science*, 93, 1289-1297. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03799>
- Baxter, M. (2015). Studying the effect of light wavelength on laying hens (*Gallus gallus*). [Master of Science dissertation, University of Guelph].
- Borille, R., Garcia, R.G., Royer, A.F.B., Santana, M.R., Colet, S., Naas I.A., Caldara, F.R., Almeida Paz, I.C.L., Rosa, E.S., & Castilho, V.A.R. (2013). The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 15(2), 135-140. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000200009>
- Bingöl, T., & Akşit, M. (2022). Monokromatik LED aydınlatmanın etlik piliçlerin performansı, göğüs eti kalitesi, tibia kemiği özellikleri ve immunoglobulin g düzeyine etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(5), 871-878. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i5.871-878.5085>
- Duncan, E.T., Appleby, M.C., & Hughes, B.O. (1992). Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens. *British Poultry Science*, 33, 25-35. <https://doi.org/10.1080/00071669208417441>
- Efil, H., & Sarica, M. (1997). Yumurta kalite tanımında güçlükler ve son gelişmeler. *19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (3), 141-150.
- England, E., & Ruhnke, I. (2020). The influence of light of different wavelengths on laying hen production and egg quality. *World's Poultry Science Journal*, 76:3, 443-458. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1789023>
- Er, D., Wang, Z., Cao, J., & Chen, Y. (2007). Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 16, 605-612. <https://doi.org/10.3382/japr.2006-00096>
- Gongruttananun, N. (2011). Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens. *Poultry Science*, 90, 2855-2863. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01652>
- Foster, R.G., & Follett, B.K. (1985). The involvement of a rhodopsin-like photopigment in the photoperiodic response of the Japanese quail. *Journal of Comparative Physiology*, 157: 519-528.
- Harrison, P., McGinnis, J., Shumaier, G., & Lauber, J. (1969). Sexual maturity and subsequent reproductive performance of white leghorn chickens subjected to different parts of the light spectrum. *Poultry Science*, 48, 878-883. <https://doi.org/10.3382/ps.0480878>
- Hassan, Md.R., Sultana, S., Sung, H.H., & Saon, R.K. (2013). Effect of monochromatic and combined light colour on performance, blood parameters, ovarian morphology and reproductive hormones in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 12, 1-6. <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e56>
- Haugh, R.R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Magazine*, 43, 552-555.
- Huber-Eicher, B., Suter, A., & Spring-Stahli, P. (2013). Effects of coloured light-emitting diode illumination on behaviour and performance of laying hens. *Poultry Science*, 92, 869-873. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02679>

- Kamanlı, S., Durmuş, İ., Demir, S., & Tarım, B. (2015). Effect of different light sources on performance and egg quality traits in laying hens. *European Poultry Science*, 79. <https://doi.org/10.1399/eps.2015.109>
- Karakaya, M., Parlat, S., Yılmaz, M., Yıldırım, I., & Ozalp, B. (2009). Growth performance and quality properties of meat from broiler chickens reared under different monochromatic light sources. *British Poultry Science*, 50: 76-82. <https://doi.org/10.1080/00071660802629571>
- Kim, M.J., Hossan, M.S., Akter, N., Na, J.C., Bang, T., Kang, H.K., Kim, D.W., Chae, H.S., Choi, H.C., & Suh, O.S. (2012). Effect of monochromatic light on sexual maturity, production performance and egg quality of laying hens. *Avian Biology Research*, 5(1),1-6. <https://doi.org/10.3184/175815512X13350270679453>
- Kumar, V., Singh, B.P. & Rani, S. (2004). The bird clock: A complex, multi-oscillatory and highly diversified system. *Biological Rhythm Research*, 35,121-144. <https://doi.org/10.1080/09291010412331313287>
- Kuenzel, W.J. (1993). The search for deep encephalic photoreceptors within the avian brain, using gonadal development as a primary indicator. *Poultry Science*,72, 959-967. <https://doi.org/10.3382/ps.0720959>
- Liu, K., Xin, H., Sekhon, J., & Wang, T. (2018). Effect of fluorescent vs. poultry-specific light-emitting diode lights on production performance and egg quality of W-36 laying hens. *Poultry Science*, 97, 834-844. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex371>
- Mendes, A.S., Paixao, S.J., Restelatto, R., Morello, G.M., de Moura, D.J., & Possenti, J.C. (2013). Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. *Journal of Applied Poultry Research*, 22, 62-70. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00580>
- Mobarkey, N., Avital, N., Heiblum, R. & Rozenboim I. (2010). The role of retinal and extra-retinal photostimulation in reproductive activity in broiler breeder hens. *Domestic Animal Endocrinology*, 38, 235-243. <https://doi:10.1016/j.domaniend.2009.11.002>
- Poudel, I., Beck, M.M., Kiess, A.S., & Adhikari, P. (2022). The effect of blue and red LED light on the growth, egg production, egg quality, behavior, and hormone concentration of Hy-Line W-36 laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 31,1-11. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100248>
- Pyrzak, R., Snapir, N., Goodman, G., & Perek, M. (1987). The effect of light wavelength on the production and quality of eggs of the domestic hen. *Theriogenology*, 28, 947-960. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(87\)90045-8](https://doi.org/10.1016/0093-691X(87)90045-8)
- Raziq, F., Jibrán, H., Athar, M., & Javed, K. (2020). Effect of light-emitting diode (LED)-based colors on production performance and welfare of commercial layers. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 44, 14. <https://doi.org/10.3906/vet-2007-30>
- Rauch, W. (1958). Vergleichen Untersuchungen Zur Qualitats Beurteilung Von Frischeiem. *Archives für Geflügelkunde*, 22, 74-104.
- Shi, L., Sun, Y., Xu, H., Liu, Y., Li, Y., Huang, Z., Ni, A., Chen, C., Li, D., Wang, P., Fan, J., Ma, H., & Chen, J. (2020). Effect of age at photostimulation on sexual maturation and egg-laying performance of layer breeders. *Poultry Science*, 99, 812-819. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.027>
- Solangi, A.H., Rind, M.I., Solangi, A.A., Shahani, N.A., Rind, A.N. & Solangi, S.H. (2004). Influence of lighting on production and agonistic behaviour of broiler. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 3, 285-288.
- SPSS Statistics for Windows 2011. Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Yang, Y.F., Jiang, J.S., Pan, J.M., Ying, Y.B., Wang, X.S., Zhang, M.L., Lu, M.S., & Chen, X.H. (2016). The relationship of spectral sensitivity with growth and reproductive response in avian breeders (*Gallus gallus*). *Scientific Reports*, 6,19291. <https://doi.org/10.1038/srep19291>
- Yardım, Z., & Akşit, M. (2021). Kafes sistemi ve yerleşim sıklığının yumurta tavuklarının performansı, yumurta kalitesi ve yumurta kabuğunun mikrobiyal yükü üzerine etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9, 2004-2012. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i11.2004-2012.4649>



Prevalence of Ticks and Fleas in Owned Cats and Dogs

Ali Bilgin Yılmaz^{1,*a}, Özdemir Adızel^{2,b}, Erkan Azizoğlu^{3,c}, Ömer Gebeş^{4,d}, Yaşar Göz^{1,e},
Özge Oktay Ayan^{5,f}, Adnan Ayan^{6,g}

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Van, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Van, Türkiye

³Hakkari Üniversitesi, Çölemerik MYO, Hakkari, Türkiye

⁴PetMe Veteriner Kliniği, Antalya, Türkiye

⁵Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Van, Türkiye

⁶Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Van, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 20.10.2023 Accepted : 25.12.2023</p> <p>Keywords: Dog Cat Flea Tick Antalya</p>	<p>This study aims to reveal the diversity and prevalence of ectoparasites in owned cats and dogs in Antalya. Between November 2021 and August 2022, 25 owned cats and 38 dogs brought to a private veterinary clinic for examination within the city border of Antalya were examined for the presence of ticks and fleas. Fleas were collected by combing the dog's hair with a flea comb and collected in bottles containing 70% alcohol. Tick species were systematically collected from the heads to the tails of dogs and cats with the help of small steel forceps with blunt ends without damaging their mouths. After identifying fleas and ticks using the relevant literature, their photographs were taken. It was determined that 11 (28.9%) of the 38 dogs examined were infested with <i>Rhipicephalus sanguineus</i> ticks, and 3 (7.9%) were infested with <i>R. sanguineus</i> and <i>Ctenocephalides canis</i>, with a total rate of 36.84%. Of the 25 cats, 6 (24%) were infested with <i>Ctenocephalides felis</i> type fleas, and 2 (8%) with <i>C. felis</i> and <i>R. sanguineus</i>, a total of 32%. Fleas and ticks are essential for cats and dogs because they transmit diseases to other animals and humans. From the point of view of public health, the ectoparasitic condition in cats and dogs should be observed and controlled.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 382-385, 2024

Sahipli Kedi ve Köpeklerdeki Kene ve Pire Prevalansı

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 20.10.2023 Kabul : 25.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Köpek Kedi Pire Kene Antalya</p>	<p>Bu çalışmanın amacı Antalya ilinde sahipli kedi ve köpeklerdeki kene ve pire türlerinin yaygınlığını ortaya koymaktır. Kasım 2021 ile Ağustos 2022 tarihleri arasında, Antalya şehri sınırları içinde muayene için özel bir veteriner kliniğine getirilen sahipli 25 kedi ve 38 köpek, kene ve pire varlığı açısından incelendi. Köpeklerin ve kedilerin tüyleri pire tarağı ile taranarak toplanan pireler %70 alkol içeren şişelere toplandı. Kene türleri, ağız parçalarına zarar vermeden uçları küt olan küçük çelik pensler yardımıyla köpek ve kedilerin başlarından kuyruklarına doğru sistematik olarak toplandı. İlgili literatürler kullanılarak pireler ve keneler teşhis edildikten sonra fotoğrafları çekildi. Muayenesi yapılan 38 köpeğin 11 (%28,9)'ünün <i>Rhipicephalus sanguineus</i> türü kene ile 3 (%7,9)'ünün <i>R. sanguineus</i> ve <i>Ctenocephalides canis</i> ile, toplamda %36,84 oranında enfeste olduğu tespit edildi. Toplam 25 kedinin 6 (%24)'ünün <i>Ctenocephalides felis</i> türü pire ile, 2 (%8)'inin <i>C. felis</i> ve <i>R. sanguineus</i> ile, toplamda %32 oranında enfeste olduğu görüldü. Pireler ve keneler sadece kedi ve köpekler değil aynı zamanda diğer hayvan ve insanlara birçok hastalığın taşınmasında rol oynadıkları için önemlidirler. Halk sağlığı açısından kedi ve köpeklerdeki ektoparaziter durum gözlenmeli ve kontrol altına alınmalıdır.</p>

^a aalibilgin@yyu.edu.tr

^c erkanazizoglu@hakkari.edu.tr

^e yasargoz@yyu.edu.tr

^g adnanayan@yyu.edu.tr

^{ib} <https://orcid.org/0000-0003-0749-2418>

^{ib} <https://orcid.org/0000-0002-4895-4298>

^{ib} <https://orcid.org/0000-0002-1040-9964>

^{ib} <https://orcid.org/0000-0002-6564-3416>

^b boadizel@hotmail.com

^d omergebes@gmail.com

^f ozgeokty09@gmail.com

^{ib} <https://orcid.org/0000-0002-0432-0277>

^{ib} <https://orcid.org/0000-0001-9130-2028>

^{ib} <https://orcid.org/0000-0003-2577-3774>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Türkiye’de de son yıllarda evcil pet hayvanlara talep artmış olup, çok sayıda insan evlerinde evcil pet hayvan beslemektedir. İnsanların pet hayvanı sahibi olmalarında uzman kişilerin görüşleri olumlu şekilde etki etmiştir. Buna karşın, hayvan sahiplerinin hayvanları konusunda ne derece doğru bilgiye sahip oldukları ve doğru uygulamalar yaptıkları bilinmemektedir (Salgırlı ve ark., 2012).

Dünyanın birçok bölgesinde pet hayvanlardan köpek ve kedileri enfeste eden aynı zamanda insanlara da bulaşabilen bit, pire, kene, akar ve uyuz etkenleri bilinmektedir. Bunlardan pire ve kene enfestasyonları en yaygın olanlardır. Köpeklerde ve kedilerde parazitlik yapan kene ve pire türlerinin kanla beslenmeleri, dermatit ve diğer alerjik reaksiyonlara neden olmaları ve bazı bulaşıcı hastalıkları nakletmelerinden dolayı araştırılması önemlidir. Keneler ve pireler, virüsleri, bakterileri, filaryal nematodları insanlara taşımalarının yanı sıra, ara konakçısı oldukları birkaç sesto türünü de diğer hayvanlara ve insanlara bulaştırabilen önemli eklembacaklılardır (Xhaxhiu ve ark., 2009). Pirelerin, insan vebasının etkeni olan *Yersinia pestis*’i, zoonoz bakteriyel bir hastalık olan kedi tırnağı hastalığını ve birkaç *Trypanosoma* türünü de köpeklerden insanlara bulaştırdığı bilinmektedir (Comer ve ark., 2001; Shaw ve ark., 2004; Gracia ve ark., 2008). Evcil hayvanları ve insanları etkileyen Anaplasmosis, Babesiosis, Ehrlichiosis ve Lyme gibi birçok önemli zoonotik kene kaynaklı hastalık bildirimleri son yıllarda artmıştır (Duh ve ark., 2010; Shapiro ve ark., 2010). *Rickettsia slovaca*, *Rickettsia parkeri* ve *Rickettsia massiliae* gibi patojenler insan hastalıkları ile ilişkilendirilmeden önce kenelerde tanımlanmıştır (Paddock, 2009). Flavivirüs ailesine ait olan kene kaynaklı virüs türlerinin de, bazı coğrafi bölgelerde insanlarda hastalık yaptığı bildirilmiştir (Dobler, 2010). Keneler genellikle kırsal alanlarla ilişkilendirilse de, kent ve banliyö ortamlarına iyi adapte oldukları bildirilmiştir (Uspensky, 2014). Ayrıca bazı kene türleri iklim değişikliği, köpek ve kedilerin sahipleriyle seyahat etmesi, konakçı genişlemesi, habitat ve insan davranışlarındaki değişiklikler gibi bir dizi abiyotik ve biyotik faktör nedeniyle coğrafi dağılımlarını genişletmektedir (Randolph, 2004).

Köpekler ve kediler, çeşitli zoonotik patojenler için vektör ve rezervuar olan pire ve kenelerin sıklıkla tercih ettiği konaklardır. *C. felis* (kedi piresi) *C. canis* (köpek piresi), *Pulex irritans* (insan piresi), *Echidnophaga gallinacea* (kanatlı piresi) ve *Xenopsylla cheopis* (sıçan piresi) tüm Dünya’da en çok bildirilen pire türleridir (Dobler ve Pfeffer, 2011).

Bu çalışmanın amacı Antalya ilinde sahipli kedi ve köpeklerdeki kene ve pire çeşitliliğini ve yaygınlığını ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem

Hayvanlar

Bu çalışmada Kasım 2021 ile Ağustos 2022 tarihleri arasında, Antalya il sınırları içerisinde muayene için özel bir veteriner kliniğine getirilen sahipli 25 kedi ve 38 köpek ektoparazit varlığı açısından incelendi.

Ektoparazit Muayenesi

Pireler, köpek ve kediler bit-pire tarağı ile taranarak, kene türleri ise hipostomlarına zarar vermeden uçları küt olan küçük çelik pensler yardımıyla köpek ve kedilerin başlarından kuyruklarına doğru sistematik olarak toplanarak %70’lik alkol bulunan şişelere alındı ve teşhis için parazitoloji laboratuvarına getirildi. İlgili literatürler doğrultusunda morfolojik yapılarına bakılarak, Soif SMZ45 marka stereo mikroskop ile tür teşhisleri yapıldı (Macy ve Berntzen, 1971; Filippova ve ark., 1976; Wall ve Shearer, 1997; Estrada-Peña ve ark., 2006) ve fotoğraflandı. Pireler laktofenolde bir gün bekletilip şeffaflaştırıldı ve teşhisi Macy ve Berntzen (1971) ve Wall ve Shearer (1997) tarafından yayınlanan teşhis anahtarları ile gerçekleştirildi.

Bulgular

İncelenen köpeklerde genel enfestasyon oranı %36,84 olup, %28,94 (11/38)’unda *R. sanguineus* (27 erkek, 32 dişi, toplam 59) ile tek, %7,9 (3/38)’unda *R. sanguineus* +*C. canis* türleri ile mix enfestasyona rastlandı. Kedilerde ise genel enfestasyon oranı %32 olup, %24 (6/25)’ünde *C. felis* ile tek, %8 (2/25)’inde *C. felis* +*R. sanguineus* (2 erkek, 4 dişi) türleri ile mix enfestasyon gözlemlendi (Çizelge 1). Köpeklerde enfestasyonu ağırlıklı kenelerin, kedilerde ise pirelerin yaptığı tespit edildi. Kedi ve köpeklerde yapılan ektoparazit muayenesinde kenelerin tamamının ergin olduğu görüldü, nimf formunda keneye rastlanmadı. Kedi ve köpeklerde keneler kulak kepçesi, kulak içi, göz çevresi ve boyun bölgesinden toplandı (Şekil 1). Pireler ise kedilerde ve köpeklerde genellikle sırt ve boyun bölgesinden toplandı (Şekil 2).

Tartışma ve Sonuç

Ektoparazitler, dünya çapında evcil ve yabani hayvanların sağlığı olumsuz olarak etkileyen canlılardır. Köpeklerde ve kedilerde yaygın görülen ektoparazitler, kaşıntılı, kaşıntısız cilt hastalıklarına ve bir çok bulaşıcı hastalığa vektörlük yaparak aşırı duyarlılığa neden olurlar (Alcaino ve ark., 2002; Rinaldi ve ark., 2007).

Çizelge 1. Köpek ve kedilerde kene ve pire enfestasyon oranı

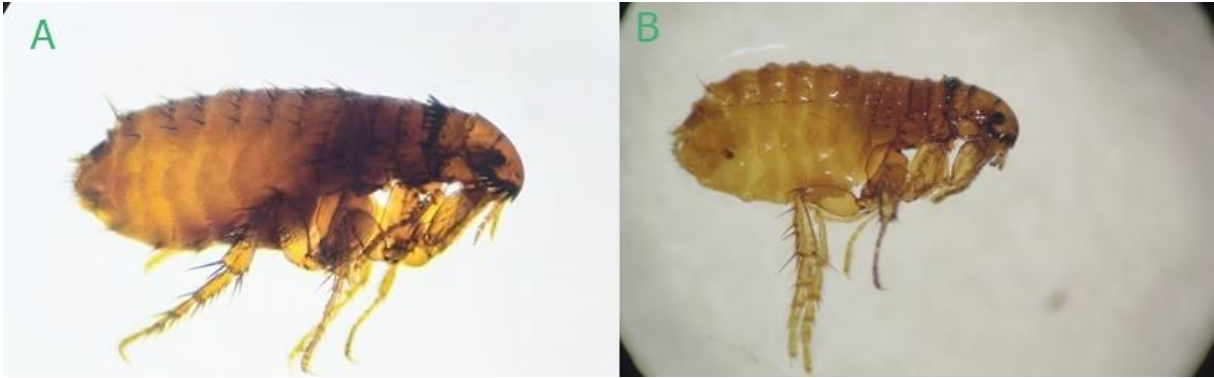
Table 1. Tick and flea infestation rate in dogs and cats

Hayvan	Ektoparazit	Kene Enf.(n)	Mix Enf. (n) (Kene+Pire)	Enfestasyon Oranı (%)
Köpek	<i>R.sanguineus</i>	11	-	29
	<i>R.sanguineus</i> + <i>C.canis</i>	-	3	7,9
Kedi	<i>C. felis</i>	6	-	32
	<i>R.sanguineus</i> + <i>C.felis</i>	-	2	8

n:sayı, Enf: Enfestasyon



Şekil 1. A-B: *Rhipicephalus sanguineus* (Dişi- Dorsal-Ventral-Coxa 1);
C-D: *Rhipicephalus sanguineus* (Erkek- Dorsal-Ventral-Coxa 1)
Figure 1. A-B: *Rhipicephalus sanguineus* (Female- Dorsal-Ventral-Coxa 1);
C-D: *Rhipicephalus sanguineus* (Male- Dorsal-Ventral-Coxa 1)



Şekil 2. A: *Ctenocephalides felis* (Dişi); B: *Ctenocephalides canis* (Dişi)
Figure 2. A: *Ctenocephalides felis* (Female); B: *Ctenocephalides canis* (Female)

Bu çalışmada Antalya yöresinde muayene amaçlı özel veteriner kliniğine getirilen 38 köpek ve 25 kedi bit, pire ve kene enfestasyonları yönünden muayene edildi. Çalışmada köpek ve kedilerde pire ve kene enfestasyonu tespit edildi. Muayene edilen köpeklerin %36,84'ünde kene ve pire enfestasyonuna rastlanmıştır. Çorum ilinde Akveran ve ark. (2020)'ları yaptıkları çalışmada 100 sokak köpeğinin 20'sinin *Ixodes kaiseri*, *Hyalomma spp.*, *R. sanguineus*, *R. turanicus* ve *Haemaphysalis parva* türü keneler ile enfeste olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ise köpeklerde kene enfestasyon oranı %28,4 olarak bulunurken, tek kene türünün *R. sanguineus* olduğu tespit edildi. Kahverengi köpek kenesi olarak bilinen *R. sanguineus*, dünya genelinde köpek popülasyonlarında rastlanan yaygın bir tür olup, Türkiye'de yapılan diğer çalışmalarda da en sık bildirilen kene türüdür (Aydenizöz ve Köse, 1997; Aldemir, 2007; Koc ve ark., 2015).

Türkiye'de köpeklerde yapılan çalışmalarda *C. canis*, *C. felis* ve *Pulex irritans* olmak üzere üç pire türünün varlığı bildirilmiştir (Dinçer, 1971; Aydenizöz ve Köse, 1997; Gülanber ve ark., 2002; Aldemir, 2007). Bu çalışmada köpeklerde *C. canis* türü pire saptanmıştır. *C. canis* türü pire dünyanın değişik bölgelerinde köpeklerde en yaygın tür olarak bildirilmiştir (Dobler ve Pfeffer, 2011). Akküçük ve ark. (2019)'nın Hatay hayvan barınağındaki 150 köpek ve 50 kedi üzerinde yaptıkları çalışmada bit rastlanmazken, pire görülme oranını ise köpeklerde %78,7, kedilerde %68 olarak bildirmiştir. Ağırlıklı olarak pire türleri köpeklerde *C. canis*, kedilerde ise *C. felis* olarak saptanmıştır. Köpeklerden toplanan 1180 pirenin 803 (%74)'ü *C. canis*, 377 (%26)'si *C. felis* olduğu kaydedilmiştir.

Brezilya'da 41 sokak köpeği üzerinde yapılan çalışmada köpeklerin %70,7'sinin ektoparazitlerle enfeste olduğu bildirilmiş, çalışmada *R. sanguineus* ve *Amblyomma ovale* türü keneler ile *C. felis* türü pire ve *Heterodoxus spiniger* türü bit tespit edilmiştir (Dantas-Torres ve ark., 2009). İran'da 143 köpek üzerinde yapılan çalışmada %36,4 oranında *R. sanguineus* ve *R. bursa*, %29,4 oranında *C. canis* ve *P. irritans*, %25,9 oranında *Sarcoptes scabiei canis*, *Otodectes cynotis* ve *Demodex canis*, %8,4 oranında *Trichodectes canis* ve *Linognathus setosus* bulunmuştur (Jamshidi ve ark., 2012). Bahrami ve ark. (2012)'lerinin 802 köpek ve 50 kedi üzerinde yaptıkları çalışmada *C. canis* ve *R. sanguineus*'un baskın türler olduğu, 802 köpekten 355'inin ve 50 kediden 38'inin ektoparazitler ile enfeste olduğu kaydedilmiştir. Köpeklerde *C. canis*, *C. felis*, *R. sanguineus*, *Haemaphysalis flava*, *H. spiniger*, *L. setosus* ve *O. cynotis canis*, kedilerde *C. felis*, *Felicola subrostratus*, *O. cynotis* türü ektoparazitlerin bulunduğu gözlenmiştir. Yurt içi ve yurt dışı çalışmalar ile çalışmamızda ulaştığımız sonuçlar karşılaştırıldığında bu çalışmada tespit edilen prevalans ve elde edilen ektoparazit sayısı daha düşüktür. Bunun nedeni, kedi ve köpeklerin sahipli olması ve düzenli veya düzensiz veteriner hekim kontrolünden geçmesi olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada ektoparazit muayenesi yapılan kedilerde enfestasyon oranının %32, köpeklerde ise %36,8 olduğu tespit edildi. Pireler ve keneler kedi ve köpekler ile birlikte diğer hayvan ve insanlara da birçok bulaşıcı hastalığın taşınmasında önemli rol oynadığından, sahipli veya sahipsiz kedi ve köpeklerdeki ektoparazitlerin kontrol altına alınmasının insan ve hayvan sağlığı açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Akküçük, Ş., Kaya, Ö. M., Karagöz, M., Zerek, A., & Yaman, M. (2019). The Louse and Flea Infestations in Cats and Dogs in Antakya Animal Shelter. *Van Veterinary Journal*, 30: 37-40.
- Akveran, G. A., Karasartova, D., Comba, A., Comba, B., Keskin, A., & Özkan, A. T. (2020). Çorum İlinde Sokak Köpeklerini Enfeste Eden Kene Türlerinin Belirlenmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 77: 441-448.
- Alcaino, H. A., Gorman, T. R., & Alcaino, R. (2002). Flea species from dogs in three cities of Chile. *Veterinary Parasitology*, 105: 261-265.
- Aldemir, O. S. (2007). Epidemiological Study of Ectoparasites in Dogs from Erzurum Region in Turkey. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 158: 148-151.
- Aydenizöz, M., & Köse, M. 1997. Prevalence of Ectoparasites of Dogs in Konya Province. *Türk Parazitoloji Dergisi*, 21: 321-325.
- Bahrami, A. M., Doosti, A., & Ahmady Asbchin, S. (2012). Cat and Dogs Ectoparasite Infestations in Iran and Iraq Border Line Area. *World Applied Sciences Journal*, 18: 884-889.
- Comer, J. A., Paddock, C. D., & Childs, J. E. (2001). Urban Zoonoses Caused by Bartonella, Coxiella Ehrlichia and Rickettsia Species. *Vector Borne Zoonotic Disease*, 1: 91-118.
- Dantas-Torres, F., Melo, M. F., Figueredo, L. A., & Brandão-Filho, S. P. (2009). Ectoparasite Infestation on Rural Dogs in the Municipality of São Vicente Férrer, Pernambuco, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 18: 75-77.
- Dinçer, Ş. (1971). Ankara ve Çevresinde Kedi (*Felis domesticus*), Köpek (*Canis familiaris*) ve Tilki (*Vulpes Vulpes*)'lerde Bulunan Pire (Siphonaptera)'ler Üzerinde Sistemik Araştırmalar. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Dobler, G. (2010). Zoonotic Tick-Borne Flaviviruses. *Veterinary Microbiology*, 140: 221-228.
- Dobler, G., & Pfeffer, M. (2011). Fleas as Parasites of The Family Canidae. *Parasites & Vectors*, 4: 1-12.
- Duh, D., Punda-Polic, V., Avsic-Zupanc, T., Bouyer, D., Walker, D.H., Popov, V. L., Jelovsek, M., Gracner, M., Trilar, T., Bradaric, N., Kurtti, T. J., & Strus, J. (2010). *Rickettsia hoogstraalii* sp.nov., Isolated from Hard-and Soft-Bodied Ticks. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 60: 977-984.
- Estrada-Peña, A., Bouattour, A., Camicas, J. L., Guglielmo, A., Horak, I., Jongejan, F., Latif, A., Pegram, R., & Walker, A. R. (2006). The Known Distribution and Ecological Preferences of the Tick Subgenus Boophilus (Acari: Ixodidae) in Africa and Latin America. *Experimental Applied Acarology*, 38: 219-235.
- Filippova, N. A., Neronov, V. M., & Farhang-Azad, A. (1976). Data On Ixodid Tick Fauna (Acarina, Ixodidae) of Small Mammals in Iran. *Entomologicheskoe Obozreniye*, 55: 467-479.
- Gracia, M. J., Calvete, C., Estrada, R., Castillo, J. A., Peribanez, M. A., & Lucientes J. (2008). Fleas Parasitizing Domestic Dogs in Spain. *Veterinary Parasitology*, 151: 312-319.
- Gülenber, A., Tüzer, E., & Keleş, V. (2002). Flea Infestations of Dogs in İstanbul, Turkey. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28: 219-225.
- Jamshidi, S., Maazi, N., Ranjbar-Bahadori, S., Rezaei, M., Morakabsaz, P., & Hosseinijad, M. (2012). A Survey of Ectoparasite Infestation in Dogs in Tehran, Iran. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 21: 326-329.
- Koc, S., Aydın, L., & Cetin, H. (2015). Tick Species (Acari: Ixodida) in Antalya City, Turkey: Species Diversity and Seasonal Activity. *Parasitology Research*, 114: 2581-2586.
- Macy, R. W., & Berntzen, A. K. (1971). Laboratory Guide to Parasitology. Springfield, Illinois, USA, Charles G Thomas Publisher.
- Paddock, C. D., (2009). The Science and Fiction of Emerging Rickettsioses. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1166: 133-143.
- Randolph, S. E., (2004). Tick Ecology: Processes and Patterns Behind the Epidemiological Risk Posed By Ixodid Ticks as Vectors. *Parasitology*, 129: 37-65.
- Rinaldi, L., Spera, G., Musella, V., Carbone, S., Veneziano, V., Iori, A., & Cringoli, G. (2007). A Survey of Fleas on Dogs in Southern Italy. *Veterinary Parasitology*, 121: 69-70.
- Salgırlı, Y., Emre, B., Besgül, K., Öztürk, & H., Sağmanlıgil, V. (2012). Köpek Sahiplerinin Köpeklerine Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Pilot Çalışma. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 59: 11-15.
- Shapiro, M. R., Fritz, C. L., Tait, K., Paddock, C. D., Nicholson, W. L., Abramowicz, K. F., Karpathy, S. E., Dasch, G. A., Sumner, J. W., Patricia, V., Adem, P. V., Scott, J. J., Padgett, K. A., Zaki, S. R., & Eremeeva, M. E. (2010). Rickettsia 364D: A Newly Recognized Cause of Eschar-Associated Illness in California. *Clinical Infectious Diseases*, 50: 541-548.
- Shaw, S. E., Kenny, M. J., Tasker, S., & Birtles, R. J. (2004). Pathogen Carriage by the Cat Flea *Ctenocephalides felis* (Bouche) in the United Kingdom. *Veterinary Microbiology*, 102: 183-188.
- Uspensky, I. (2014). Tick Pests and Vectors (Acari: Ixodoidea) in European Towns: Introduction, Persistence and Management. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5: 41-47.
- Xhaxhiu, D., Kusi, I., Rapti, D., Visser, M., Knaus, M., Lindner, T., & Rehbein, S. (2009). Ectoparasites of Dogs and Cats in Albania. *Parasitology Research*, 105: 1577-1587.
- Wall, R., & Shearer, D. (1997). Veterinary Entomology. London, UK. Chapman & Hall.



Detection of Damage Caused by Some Vineyard Pests with the YOLOv8x Model Using Deep Learning and Object Detection Methods

Tahsin Uygun^{1,a,*}, Mehmet Metin Özgüven^{2,b}, Dürdane Yanar^{3,c}

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Türkiye

³Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 31.10.2023 Accepted : 08.12.2023</p> <p>Keywords: Deep Learning Object Detection YOLOv8x Vineyard Pests Vineyard</p>	<p>It is very important to control, monitor and maintain the vineyards correctly and on time. Excessive use of pesticides in combating vineyard pests endangers human health and causes environmental pollution. In addition, excessive use of pesticides causes an increase in operating expenses when considered from an economic perspective. Therefore, timely diagnosis of pests and their damage in the vineyard is very important. One of the methods that helps ensure timely detection is deep learning. This study was carried out to detect the damage caused by some vineyard pests (Grapevine moth, thrips, vineyard leaf scab and two-spotted spider mite) on leaves and fruit parts with the YOLOv8x model, which is a deep learning algorithm. A dataset consisting of 7 different classes and 3500 images was generated. The generated dataset; Trained with YOLOv8(n/s/m/l/x) models. As a result of the training, YOLOv8x model performance values are as follows; It gave results as mAP_{0.5}, mAP_{0.5-0.95}, Precision, Recall, 0.926, 0.648, 0.892 and 0.903. The same dataset was trained with YOLOv7, DETR and RTMDet models and performance comparisons were made with the YOLOv8x model. As a result of the comparison, the YOLOv8x model was the one that best detected the damage caused by the mentioned pests in the vineyards.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 386-396, 2024

Derin Öğrenme ve Nesne Algılama Yöntemleri Kullanılarak Bazı Bağ Zararlılarının Oluşturduğu Hasarın YOLOv8x Modeli ile Tespiti

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 31.10.2023 Kabul : 08.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Derin Öğrenme Nesne Algılama YOLOv8x Bağ Zararlıları Bağ</p>	<p>Bağların kontrolünün, takibinin ve bakımının zamanında doğru bir şekilde yapılması çok önemlidir. Bağ zararlılarıyla mücadelede aşırı pestisit kullanımı, insan sağlığını tehlikeye atmakta ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Ayrıca aşırı pestisit kullanımı ekonomik açıdan düşünüldüğünde işletme giderlerinin artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle bağdaki zararlıların ve hasarlarının zamanında tespiti çok önemlidir. Zamanında tespiti sağlamaya yardımcı olan yöntemlerden biri derin öğrenmedir. Bu çalışmada, bir derin öğrenme nesne algılama algoritması olan YOLOv8x modeli ile bazı bağ zararlılarının (Salkım güvesi, Trips, Bağ yaprak uyuzu ve İki noktalı kırmızı örümcek) yaprak ve meyve kısmında oluşturduğu hasarın tespitine yönelik çalışma gerçekleştirilmiştir. 7 farklı sınıftan ve 3500 görüntüden meydana gelen veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti; YOLOv8(n/s/m/l/x) modelleri ile eğitilmiştir. Eğitim sonucunda, YOLOv8x modeli performans değerleri sırayla; mAP_{0.5}, mAP_{0.5-0.95}, Kesinlik (Precision), Duyarlılık (Recall), 0,926, 0,648, 0,892 ve 0,903 şeklinde sonuçlar vermiştir. Aynı veri seti, YOLOv7, DETR ve RTMDet modelleriyle de eğitilerek YOLOv8x modeliyle performans karşılaştırmaları yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda bağlarda belirtilen zararlıların oluşturduğu hasarı en iyi tespit eden YOLOv8x modeli olmuştur.</p>

^a sahin_uygun@hotmail.de

^b <https://orcid.org/0000-0002-9625-9513>

^c mmozguven@ankara.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-6421-4804>

^c durdane.yanar@gop.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-2517-1538>



Giriş

Tarım, biyolojik, fiziksel ve kimyasal süreçlerin entegre olduğu karmaşık bir faaliyettir. Ayrıca, tarımsal üretim sırasında kontrol edilemeyen faktörler, hava koşulları, iklim değişiklikleri, toprak özellikleri, hastalıklar ve zararlılar ile çevre kirliliği gibi bir dizi etken tarafından olumsuz etkilenebilmektedir (Ozguven, 2023). İklim değişikliği, bitki hastalıkları ve zararlı türlerinin sayısında artışa neden olmakta ve bu artış, tarım ürünlerinin verimliliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bitki hastalık ve zararlıları ile başa çıkılması, tarım ürünlerinin sağlıklı bir şekilde yetiştirilmesi ve ürün veriminin korunması açısından kritik bir öneme sahiptir (Kang ve ark., 2023).

Ülkemiz, bağcılık için elverişli iklim kuşağına sahip olmasıyla kültür asma (Vitis vinifera L.) ve bağcılık geleneğinin ana vatanı olmasıyla öne çıkar. Bu durum, asmanın genetik zenginliği ve eski zamanlardan beri "Asma" olarak bilinen (Vitis sp.) bitkinin yetiştirilmesine olanak tanırken, asma yetiştiriciliği, toprak ve iklimdeki az seçiciliği ve üzüm ile yaprak gibi ürünlerin ekonomik değerlendirilebilirliği sayesinde birçok aile için geçim kaynağı oluşturmaktadır. Ancak, bağlarda ortaya çıkan çeşitli hastalıklar, kalite ve verim düşüklüğüne neden olarak ekonomik sorunlara yol açmaktadır (Karabat, 2014; Altaş ve ark., 2021). Türkiye, dünyanın önde gelen üzüm üreticisi ülkelerinden biridir, ancak bağcılık verimini olumsuz etkileyen en büyük sorunlardan biri bağ hastalıkları ve zararlılarıdır (Altaş ve ark., 2023).

Hastalıkların teşhisi ve hastalık şiddetinin izlenmesi açısından, teknolojik yöntemlerin kullanılması büyük avantajlar sunmakta ve bu yeni yaklaşımlar hızlı, pratik olmakla birlikte ve insan hatalarını da minimize edebilmektedir (Ozguven ve Yanar, 2022). Bu nedenle, bitki hastalıklarının otomatik olarak teşhis edilmesini sağlamak için görüntü işleme ve derin öğrenme gibi teknikler aktif olarak araştırılmaktadır (Ozguven ve Altas, 2022). Bitki hastalık ve zararlılarının tespitinin doğru ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için geliştirilen görüntü analiz araçları, uzmanların çıplak gözle yaptığı incelemeler sırasında meydana gelebilecek iş gücü ve zaman kaybını azaltmaya da yardımcı olmaktadır (Uygun ve ark., 2019).

Son yıllarda, yapay zeka, görüntü işleme ve grafik işleme birimlerindeki (GPU) ilerlemeler, bitki koruma ve büyüme alanındaki hassas uygulamaların kapsamını ve etkinliğini artırmaktadır. Özellikle bitki hastalıklarının tespiti ve sınıflandırılmasında, çeşitli yapay zeka yöntemleri kullanılmaktadır. Günümüzde, hızlı, otomatik ve kesin bir sistem geliştirmek amacıyla derin öğrenme son zamanlarda büyük ilgi görmekte ve görüntü sınıflandırma için standart bir teknik haline gelmektedir (Barbedo, 2019; Geetharamani ve Arun, 2019). Yapay zeka tarımsal araştırmalarda önemli bir rol oynayarak bitkisel üretim planlamaları, bitki sınıflandırması, verim tahmini, hastalık ve zararlı tespiti, tarım robotlarının rotalarının belirlenmesi, sera koşullarının yönetimi, işletme kararları, sulama yönetimi, ürün rotasyonu, gübre ve ekipman seçimi, hayvan hastalıklarının teşhisi, yem rasyonlarının hazırlanması ve hayvan davranışlarının analizi gibi birçok alanda araştırmacıların ilgisini çekmektedir ve bu konularda birçok çalışma bulunmaktadır (Terzi ve ark., 2019). Bitki hastalık ve zararlılarının derin öğrenme yöntemiyle belirlenmesi için çeşitli teknikler ve

algoritmalar geliştirilmiş olmasına rağmen, bu alanda hala geliştirme fırsatları mevcuttur (Ozguven ve Adem, 2019).

Farklı nesne algılama algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilen bazı bitki hastalık ve zararlı hasarı tespit çalışmaları; 6000 görüntüde (Kaggle veri seti) YOLOv3 model ile mAP_{0,5} 0,9 (Mahesh ve Mathew, 2023), 6241 görüntüde (GPD veri seti) GMLDD model ile mAP_{0,5} 0,7 (Rashid ve ark., 2023), 820 görüntüde YOLOv5-CA based GDM model ile mAP_{0,5} 0,89 (Zhang ve ark., 2022), 2000 görüntüde (Kaggle Plant Pathology Apple veri seti) YOLOv4 model ile mAP_{0,5} 0,91 (Roy ve Bhaduri., 2021) ve 3000 (Plant village) görüntüde DBA_SSD model ile mAP_{0,5} %0,92 (Wang ve ark., 2021) olduğu raporlanmıştır.

Bu çalışmada, farklı lokasyonlarda bulunan bağ arazilerinden Salkım güvesi, Trips, Bağ yaprak uyuzu ve İki noktalı kırmızı örümcek gibi önemli bağ zararlılarının yaprak ve meyve kısımlarında neden olduğu hasarların görüntüleri edinilmiştir. Edinilen görüntülerden 7 farklı sınıf oluşturulmuştur. Zararlı hasarlarının tespit edilmesi amacıyla YOLOv8x nesne algılama modeli kullanılmıştır. Oluşturulan veri seti ile farklı boyutları sahip (n,s,m,l) YOLOv8 modelleri eğitilmiş ve en büyük modeli olan YOLOv8x modeli ile performansları karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmada, farklı nesne algılama modelleriyle performans karşılaştırmaları yapılmıştır. Önerilen yaklaşım, benzer yöntemlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha iyi sonuçlar elde etmiştir. Bu araştırmanın ana katkıları, dört farklı bağ zararlısının meydana getirdiği hasarı belirlemek amacıyla büyük bir veri setinin oluşturulması ve kullanılan model ile parametrelerdir.

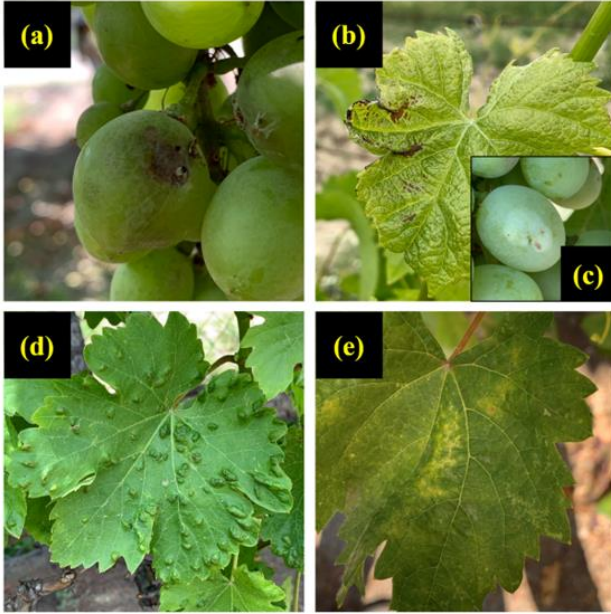
Materyal ve Yöntem

Çalışmadaki Bağ Zararlıları

Bağ alanlarında bir dizi zararlı türün varlığı söz konusudur. Bu araştırma, özellikle salkım güvesi, trips, bağ yaprak uyuzu ve iki noktalı kırmızı örümcek gibi en önemli bağ zararlılarının neden olduğu hasarı belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu zararlılar bağda; yaprak, meyve, sürgün, tomurcuk ve çiçek gibi aksamalarda hasar oluşturmaktadır. Çalışmada, Salkım güvesi meyve, trips yaprak ve meyve, bağ yaprak uyuzu yaprak, iki noktalı kırmızı örümcek yaprak kısmında oluşturduğu hasarlar incelenmiştir.

Salkım Güvesi (*Lobesia botrana* (Den. et Schiff.)) (Lepidoptera: Tortricidae), bağların başlıca zararlılarından biridir ve ürün kalitesi ve miktarı üzerinde doğrudan etkisi vardır (Şekil 1(a)). Türkiye'de Salkım Güvesi, tüm bağ alanlarında bulunan yaygın bir zararlıdır. Bağ tripsleri (*Anaphothrips vitis* Priener, *Drepanothrips reuteri* Uzel (Thys.: Thripidae)) ise bağlarda sıkça görülen vejetasyon dönemi boyunca ciddi zararlara neden olan önemli zararlılardır. Tripsler ilkbaharda gözler açıldığında ortaya çıkmakta ve yapraklardan özsuyu emerek kurumalarına yol açmaktadırlar, bu da ürün kaybına neden olmaktadır. Tripsler, bağın farklı bölgelerinde rastlanmakta ve Şekil 1(b) ve Şekil 1(c)'de görülen yaprak ve meyve hasarına sebep olmaktadır. Diğer bir zararlı olan Bağ yaprak uyuzu (*Colomerus (=Eriophyes) vitis* Pgst. (Acarina: Eriophyidae)), genellikle asma yapraklarında bulunmaktadır, bazen çiçek tomurcukları ve çiçeklerden de

beslenmektedir. Yapraklarda meydana gelen beslenme, ilkbaharda başlamakta ve geç sonbahara kadar devam etmektedir. Zarar gören yapraklar fotosentezi düzgün bir şekilde gerçekleştirememektedir, bu da Bağ yaprak uyuzu yoğunluğuna bağlı olarak ürün miktarını etkilemektedir (Şekil 1(d)). Çalışmadaki diğer zararlı olan İki noktali kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae)), asma yapraklarının renginde değişikliklere yol açarak hasar oluşturmaktadır. Yüksek popülasyonlar yaprakların erken sararmasına ve kurumasına neden olabilmektedir, bu da salkımların güneşe maruz kalmasına ve olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır. Ayrıca, asma bitkisi yıldan yıla zayıflamaktadır, bu da ürün kalitesi ve miktarını etkilemektedir (Şekil 1(e)) (Kaplan ve ark., 2008).



Şekil 1. Çalışmada incelenen (a) Salkım Güvesi, (b) Trips yaprak, (c) Trips meyve, (d) Bağ yaprak uyuzu ve (e) İki noktali kırmızı örümcek zararlılarının oluşturduğu hasar örnekleri.

Figure 1. Damages caused by vineyard pests examined in the study; (a) Grapevine Moth damage, (b) Thrips leaf damage, (c) Thrips fruit damage, (d) Vineyard leaf scab damage and (e) Two-Spotted Spider Mite damage.

YOLOv8x Model

YOLOv8 (Jocher ve ark., 2023) modeli, çeşitli nesne tespiti görevlerinde kullanılan bir modeldir. YOLOv8, anchor-free bir model kullanarak nesnellik, sınıflandırma ve regresyon görevlerini bağımsız bir şekilde işlemektedir (Terven ve Cordova-Esparza, 2023). Beş farklı modele ayrılan YOLOv8 serisi, ölçekleme parametreleri Çizelge 1’de belirtilmiş olan YOLOv8n, YOLOv8s, YOLOv8m, YOLOv8l ve YOLOv8x versiyonlarına sahiptir.

YOLOv8x ağı, Şekil 2’de gösterilen mimariye sahiptir ve bu mimari omurga (Şekil 2a), boyun (Şekil 2b) ve kafa (Şekil 2c) bölümlerini içermektedir. YOLOv8x, giriş görüntüsünden özellik haritaları oluşturmak için CSPDarknet53 (Redmon ve Farhadi, 2018) isimli bir omurga ağı kullanmaktadır. Omurga ve boyun bölümlerinde bulunan C2f (cross-stage partial bottleneck with two convolutions) modülü (Şekil 2d), iki farklı gradyan akışını bir araya getirerek daha güçlü bir gradyan

oluşturmakta ve bilgi akışını kolaylaştırmaktadır. (Bai ve ark., 2023). Omurga kısmında bulunan SPPF (Spatial Pyramid Pooling Fusion) modülü (Şekil 2e), belirli bir şekilde hem seri hem de paralel uzamsal piramit havuzlamayı kullanarak, özellik haritalarının kapsama alanını genişletirken çoklu ölçekli bilgiyi bütünleştirmektedir. Boyun, çeşitli özellikleri bir araya getiren bir bölümdür. YOLOv8x modeli, boyun kısmında PAN-FPN (Li ve ark., 2023) yapısı kullanılarak tasarlanmıştır. PAN yapısı sayesinde YOLOv5 ve YOLOv7 modelleriyle karşılaştırıldığında orijinal performansı korurken, daha hafif bir model elde etmek için yukarı örnekleme sonrasında evrişim işlemi ortadan kaldırmaktadır (Wang ve ark., 2023). Kafa kısmı ise her bir başlık için farklı görevler atanmış kafa tespit bölümünden oluşmaktadır. Bu yapı nesne sınıflandırması ve tahmini sınırlayıcı kutu regresyonu için iki ayrı dalı içermekte ve bu iki görev için özgün kayıp fonksiyonları kullanılmaktadır. Sınıflandırma görevi için İkili Çapraz Entropi Kaybı (Binary Cross-Entropy Loss) (BCE Loss) tercih edilirken, tahmin edilen kutu sınırlayıcı regresyon görevi için (Distribution focal loss) (DFL) (Li ve ark., 2020) ve CIOU (Zheng ve ark., 2020) kullanılmaktadır. Bu tasarım, tespit doğruluğunu artırmayı ve modelin hızlı yakınsamasını hedeflemektedir. Ayrıca, modelin doğruluk performansını artırmak için, örnekler dinamik olarak bir görev atayıcıya (Task-Aligned Assigner) (Feng ve ark., 2021) iletilmektedir. Bu yöntem, modelin tespit performansının daha da artmasına yardımcı olmaktadır (Wang ve ark., 2023).

Veri Edinimi

Bu çalışmada kullanılan veri seti farklı tarihlerde, Tokat ve Manisa şehirlerinde bulunan bağ alanlarından Apple iPhone XS akıllı telefon kullanılarak elde edilen 3500 görüntüden oluşturulmuştur. Görüntüler .jpeg formatında 2x optik zoom ile 1173x1173 1:1 formatında edinilmiştir.

Veri; Ön İşleme, Etiketleme ve Artırma

Görüntülerin ön işlenmesi, etiketlenmesi ve veri artırma için Roboflow platformu kullanılmıştır. Veri seti etiket isimleri “Sağlıklı yaprak”, “Sağlıklı salkım”, “Bağ yaprak uyuzu”, “Kırmızı örümcek”, “Salkım güvesi”, “Trips yaprak” ve “Trips meyve” olmak üzere 7 sınıf oluşturulmuştur. Çizelge 2’de verildiği gibi veri seti 7:2:1 oranında ayrılmıştır. 1173x1173 piksel boyutundaki görüntüler Roboflow platform üzerinde 640x640 piksel boyutuna dönüştürülmüştür.

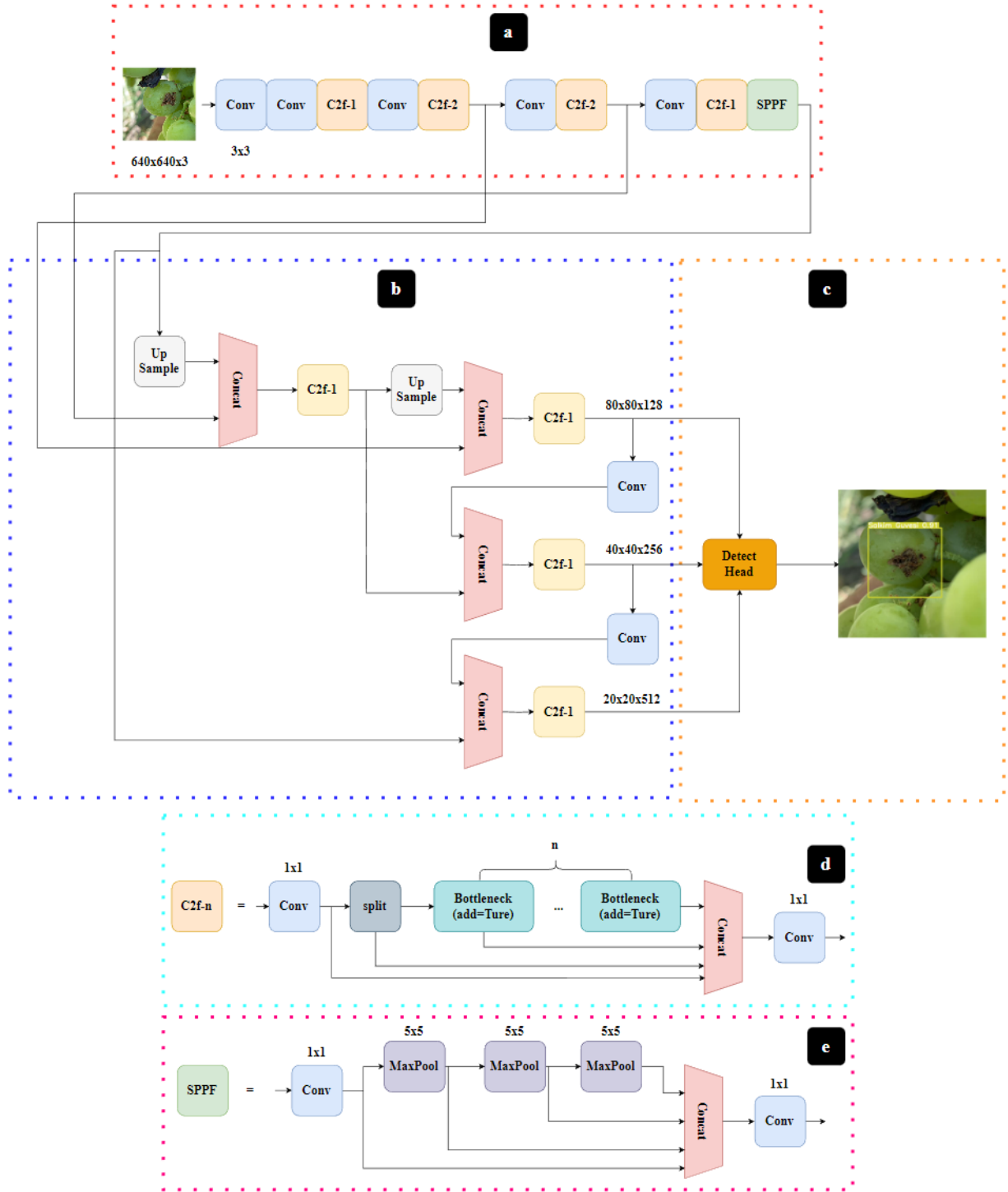
Görüntüler sınırlayıcı kutu olarak etiketlenmiştir. Etiketlemenin ardından veri artırma işlemi uygulanmıştır. Şekil 3’te eğitim için ayrılan 2450 görüntü, döndürme veri artırma yöntemleriyle sayısı 7350 (3x) adete çıkarılmıştır.

Çalışmada etiketleme sağlığının daha iyi tespit edilebilmesi için ısı haritası çıkarılmıştır. Isı haritası, bir matrisin her bir elemanın görsel renklerle temsil edildiği veri tablosunun grafiksel bir gösterimidir. Şekil 4’de, sınıflara göre etiketlenmiş bir ısı haritası örneği bulunmaktadır. Etiketli tamamlanan veri seti, çalışmada kullanılan modelin eğitimi için Roboflow platformu üzerinden YOLOv5 PyTorch formatında dışa aktararak bir API oluşturulmuştur.

Çizelge 1. YOLOV8 modelleri için ölçekleme parametreleri (Wang ve ark., 2023).

Table 1. Scaling parameters for YOLOV8 models (Wang ve ark., 2023).

	YOLOv8n	YOLOv8s	YOLOv8m	YOLOv8l	YOLOv8x
Depth_multiple	0,33	0,33	0,67	1,0	1,0
Width_multiple	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25
C2f-n (Omurga)	1-2-2-1	1-2-2-1	2-4-4-2	3-6-6-3	3-6-6-3
C2f-n (Boyun)	1-1-1-1	1-1-1-1	2-2-2-2	3-3-3-3	3-3-3-3
Maksimum kanal sayısı	1024	1024	768	512	512



Şekil 2. YOLOv8x mimarisi; a) Omurga, b) Boyun, c) Kafa, d) C2f modülü ve e) SPPF modülü
 Figure 2. YOLOv8x architecture; a) Backbone, b) Neck, c) Head, d) C2f module and e) SPPF module

Çizelge 2. Veri seti yapısı.

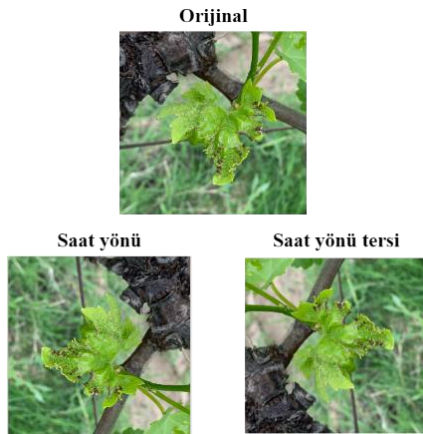
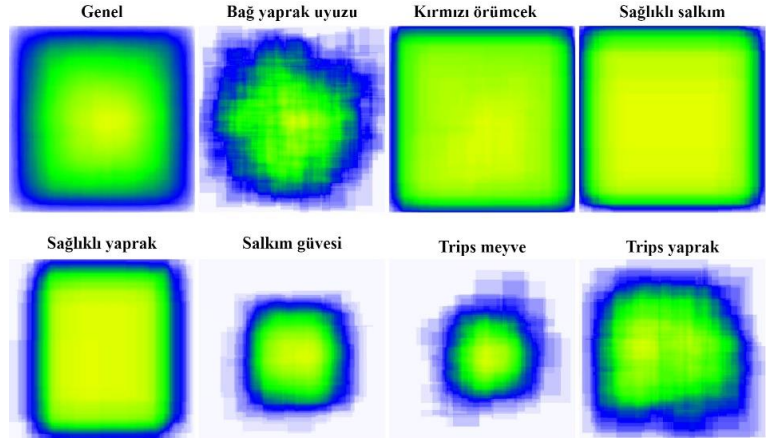
Table 2. Dataset structure

Sınıf	Eğitim	Doğrulama	Test
Sağlıklı yaprak	350	100	50
Sağlıklı salkım	350	100	50
Bağ yaprak uyuzu	350	100	50
Kırmızı örümcek	350	100	50
Trips meyve	350	100	50
Trips yaprak	350	100	50
Salkım güvesi	350	100	50
Toplam	2450	700	350

Çizelge 3. YOLOv8x modelin eğitimi için parametre ayarları

Table 3. Parameter settings for training YOLOv8x model

Parametre	Değer
Giriş boyutu	640x640
Epochs	100
Batch-size	8
Momentum	0,937
Öğrenme oranı (lr)	0.01
Optimizer	SGD
Aktivasyon fonksiyonu	SiLU
Weight_decay	0,0005
Warmup_epochs	3
Warmup_momentum	0,8
Warmup_bias_lr	0,1
Kayıp (Loss)	VFL_loss, CIOU_loss + DFL

Şekil 3. Veri artırma
Figure 3. Data augmentatioŞekil 4. Sınıf bazlı etiket ısı haritası.
Figure 4. Class-based annotation heatmap.

Model Eğitimi

YOLOv8x modelin eğitimi için Google Colab notebook kullanılmıştır. Model yazılımı bu notebook üzerinde çalıştırılmıştır. Çalışmada Colab notebook çalıştırmak için Apple Macbook Air 2017 marka model ve MacOS Monterey işletim sistemine sahip bilgisayar kullanılmıştır. Colab notebook üzerinde modelin eğitimi için gerekli GPU Nvidia Tesla A100 (Virtual GPU, 40G) kullanılmıştır. Eğitim için kullanılan YOLOv8x modelin parametre ayarları Çizelge 3'te verilmiştir.

Model Değerlendirme Göstergeleri

Bu çalışmanın denemelerinde, modelin sınırlayıcı kutu doğruluğunun değerlendirilmesi için $mAP_{0,5}$ ve $mAP_{0,5-0,95}$ ölçütleri kullanılmıştır. Bu ölçütler, sınırlayıcı kutu doğruluğunu hesaplamak için Denklem (1) ve Denklem (2) kullanılmıştır.

$$mAP_{0,5} = \frac{1}{n_c} \int_0^1 P(R) dR \quad (1)$$

$$mAP_{0,5-0,95} = avg(mAP_i), i = 0,5:0,05:0,95 \quad (2)$$

Denklem 1 de yer alan, “ n_c ” sınıf sayısını belirtmekte ve “ P ” Kesinlik (Precision) ve “ R ” Duyarlılık (Recall), sınıf sayısı temsil edilirken kullanılmaktadır. P , Denklem (3) ile hesaplanırken, R ise Denklem (4) ile hesaplanmaktadır.

$$P = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

$$R = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

TP (Doğru Pozitif) kavramı burada doğru şekilde saptanan sonuçları ifade etmekte ve $IoU > 0,5$ olan tahmin kutularının sayısını temsil etmektedir. FP (Yanlış Pozitif) kavramı yanlış şekilde saptanan sonuçları ifade etmekte ve IoU değeri 0,5 olan tahmin kutularını temsil etmektedir. FN (Arkaplan) ise tahmini olmayan etiketlerin sayısını temsil etmektedir.

Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

Veri setinin oluşturulmasından model sonuçlarının da dahil edildiği aşamaların anlatıldığı Şekil 5'teki genel akış şemasına göre ilk aşama farklı lokasyonlarda verilerin edinimi ile başlamaktadır. Ardından verilere; ön işleme, etiketleme ve veri artırma işlemleri yapılmıştır. Hazır hale getirilen veri seti ile belirlenen parametrelerde modeller eğitilmiştir. Son aşama olarak eğitimi tamamlanan modellerin performans karşılaştırması yapılmıştır.

Model Sonuçları

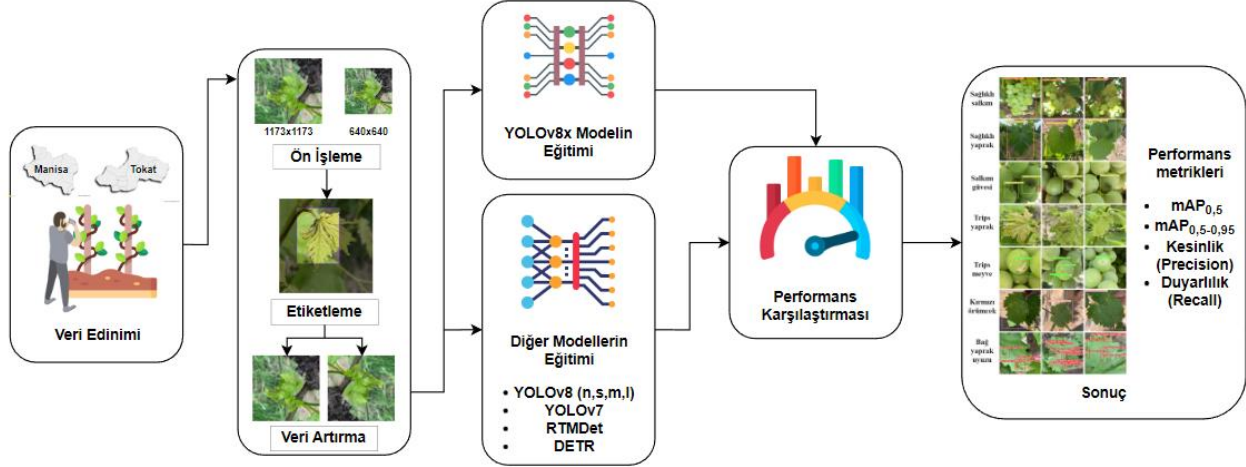
Çalışmada farklı büyüklüklerdeki YOLOv8 modelleri ile Çizelge 3'teki parametreler kullanılarak eğitimler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4'de gösterildiği gibi her modelin performansı değerlendirildiğinde, YOLOv8x modelinin $mAP_{0,5}$, $mAP_{0,5-0,95}$, Kesinlik (P) ve Duyarlılık (R) değerlerinin diğer modellerden yüksek çıktığı görülmektedir.

YOLOv8x modelinin sınırlayıcı kutu performansı sınıf bazında değerlendirilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde,

“Sağlıklı salkım” sınıfına ait $mAP_{0,5}$, $mAP_{0,5-0,95}$, Kesinlik (P) ve Duyarlılık (R) değerlerinin diğer sınıflardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sınıf değerini “Sağlıklı yaprak” ve “Salkım güvesi” sınıfları takip etmektedir. En düşük sınıf performansı ise “Trips yaprak” sınıfı göstermiştir.

Eğitim sonucunda YOLOv8x modelinin her bir sınıfı tespit etme performansını çeşitli kategoriler açısından daha iyi anlaşılması için, Şekil 6'te gösterilen karışıklık matrisi oluşturulmuştur. Belirtilen sınıfların tespiti için eğitilen YOLOv8x modeli, “Sağlıklı salkım”, “Sağlıklı yaprak” ve “Salkım güvesi” sınıflarını en iyi tanımda en iyi performansı göstermiştir ve onu “Kırmızı örümcek” sınıfı takip etmektedir.

Benzer şekilde, bu çalışma, model eğitim sürecinin güvenilirliğini belirlenmesi için Şekil 7'de gösterildiği gibi, modelin eğitim ve doğrulama aşamalarındaki sınırlayıcı kutu (train/box_loss, val/box_loss) ve sınıf (train/cls_loss, val/cls_loss) kayıp grafikleri verilmiştir. Aynı şekilde model eğitim ve doğrulama sürecinde performans metrikleri $mAP_{0,5}$, $mAP_{0,5-0,95}$, Kesinlik (P) ve Duyarlılık (R) grafikleri de verilmiştir. Kayıp grafikleri, incelendiğinde, eğitim ve doğrulama değerlerinin birbirine yakın olması modelin eğitiminin güvenilirliğini göstermektedir. Benzer biçimde 4 algılama ölçütü ($mAP_{0,5}$, $mAP_{0,5-0,95}$, Kesinlik (Precision), Duyarlılık (Recall)) çizgilerinin ve eğrilerin birbirine yakın sonuçlar göstermesi sistemin başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Çalışmanın genel akış şeması
Figure 5. General flowchart of the study

Çizelge 4. YOLOv8(n/s/m/l/x) modellerinin performans karşılaştırmaları

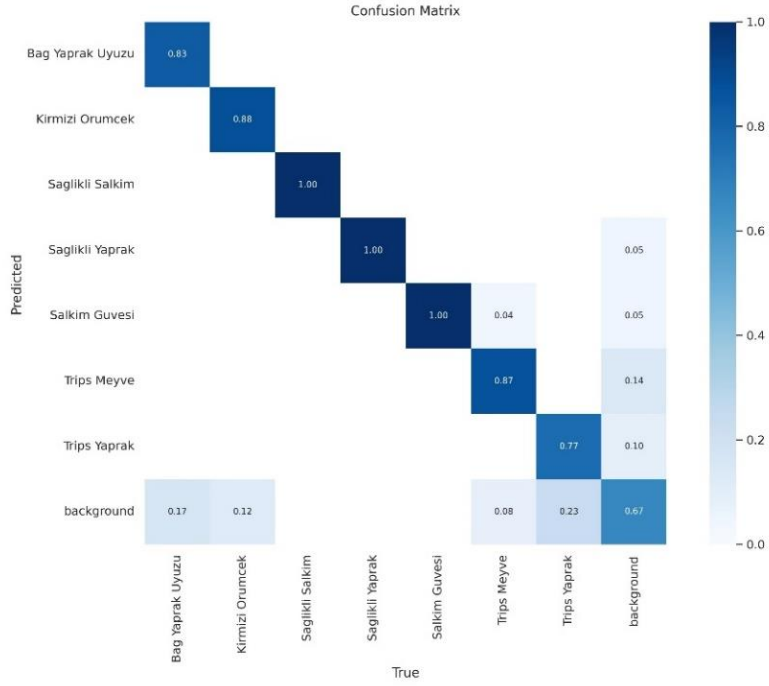
Table 4. Performance comparisons of YOLOv8(n/s/m/l/x) models

Model	Parametre	Katman	Eğitim süresi	GFLOPs	Tesla A100 maks. GPU kullanımı (G)	$mAP_{0,5}$	$mAP_{0,5-0,95}$	P	R
YOLOv8n	3M	168	17d	8,1	6,3	0,909	0,629	0,881	0,863
YOLOv8s	11M	168	18d	28,5	7,7	0,907	0,625	0,878	0,858
YOLOv8m	25M	218	22d	78,7	10,5	0,922	0,645	0,864	0,895
YOLOv8l	43M	268	28d	164,8	14,5	0,916	0,635	0,883	0,890
YOLOv8x	68M	268	34d	257,4	17,7	0,926	0,648	0,892	0,903

Çizelge 5. YOLOv8x modelinin sınıf bazında performans sonuçları.

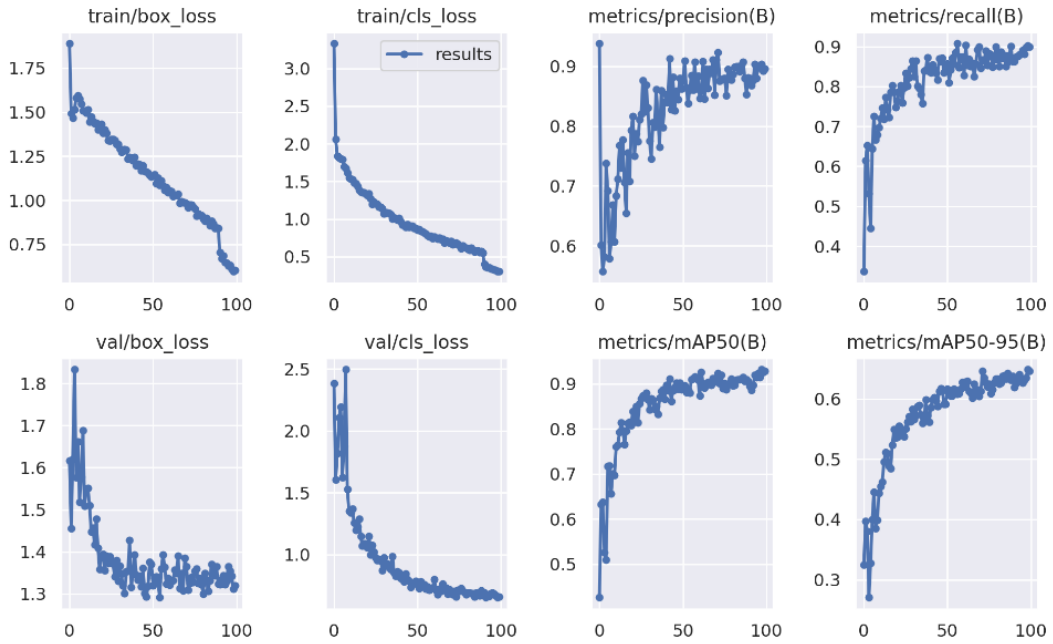
Table 5. Class-based performance results of the YOLOv8x model.

Sınıf	Görüntü sayısı	Örnekler (Instances)	P	R	mAP _{0,5}	mAP _{0,5-0,95}
Genel	620	229	0,892	0,903	0,926	0,648
Sağlıklı yaprak	620	14	0,894	1	0,995	0,898
Sağlıklı salkım	620	14	0,961	1	0,995	0,919
Bağ yaprak uyuzu	620	96	0,867	0,812	0,902	0,400
Kırmızı örümcek	620	25	0,890	0,88	0,875	0,799
Trips meyve	620	24	0,878	0,903	0,920	0,517
Trips yaprak	620	30	0,844	0,724	0,814	0,408
Salkım güvesi	620	26	0,910	1	0,982	0,597



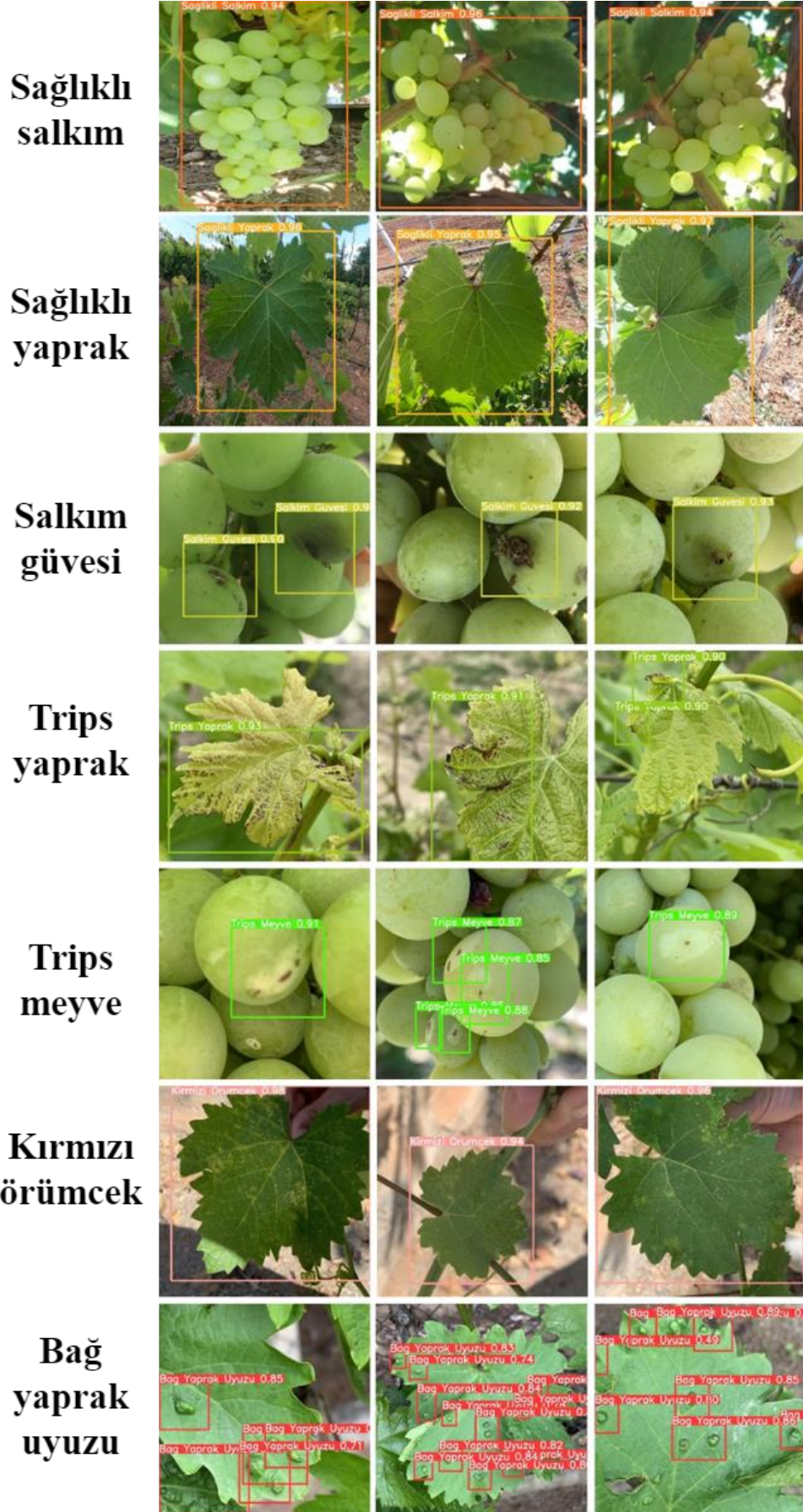
Şekil 6. Karışıklık matrisi.

Figure 6. Confusion matrix



Şekil 7. YOLOv8x modelinin eğitim ve doğrulama veri setlerindeki performans metrik ve kayıp grafikleri.

Figure 7. Performance metric and loss graphs on the training and validation datasets of the YOLOv8x model.



Şekil 8. Modelin çıktı örnekleri (Test veri seti).
Figure 8. Output samples of the model (Test dataset).

Çizelge 6. YOLOv8x modelinin farklı nesne tespiti modelleri ile performans karşılaştırması.

Table 6. Performance comparison of YOLOv8x model and different object detection models.

Model	Parametre	Eğitim süresi	mAP _{0,5}	P	R
DETR	41M	2s	0,704	0,726	0,687
RTMDet	8M	52d	0,881	0,823	0,854
YOLOv7	37M	44d	0,894	0,839	0,888
YOLOv8x	68M	34d	0,926	0,892	0,903

Çizelge 7. Benzer modellerin kullanıldığı literatür çalışmaları ve karşılaştırmalar.

Table 7. Literature studies and comparisons using similar models.

Literatür	Çalışma	Veri seti	Model	mAP _{0,5}	P	R
Zhang ve ark., 2022	Bağda Küllleme Hastalığı Tespiti	Oluşturulan veri seti	YOLOv5-CA based GDM	0,895	0,855	0,837
Zhang ve ark., 2023	Tarımsal Zararlıları ve Hastalıkları Tespit Etme	IP102	DCF-YOLOv8	0,608	0,530	0,604
Orchi ve ark., 2023	Bitki Yaprak Hastalıklarının Gerçek Zamanlı Tespiti	PlantDoc	YOLOv8	0,633	0,628	0,630
Cai ve Jiang, 2023	Bitki Hastalıkları Tespiti	PlantDoc	Yolov5+Res2block +SimAM +EIoU	0,550	0,549	0,579
Leng ve ark., 2023	Karmaşık Tarla Ortamlarında Mısır Yaprak Yanıklığının Etkin Tespiti	NLB	CEMLB-YOLO	0,875	0,934	0,793
Vaidya ve ark., 2023	Bitki Hastalıkları Tespiti	PlantDoc	YOLOv7	0,710	0,728	0,685
Bu çalışma	Bazı Bağ Zararlıları Hasarının Tespiti	Oluşturulan veri seti	YOLOv8x	0,926	0,892	0,903

Model eğitiminin ardından oluşturulan veri setinin test bölümü içerisinde örnek çıktılar alınmıştır. Çıktılar; her bir sınıfın tespit sonucunun örnekleri olacak şekilde Şekil 8'de verilmiştir. YOLOv8x modeli; sağlıklı yaprak, sağlıklı salkım ile bağ yaprak uyuzu, kırmızı örümcek, meyvede trips, yaprakta trips ve salkım güvesi hasarlarını doğru bir şekilde bölümlere ayırmış ve tespit etmiştir. Genel olarak model, karmaşık arka plan, farklı aydınlanma koşulları ve görüntü alınmadaki açı değişiklikleri gibi faktörlerden etkilenmeyerek hassas bir performans sergilemiştir.

Farklı Nesne Algılama Modelleriyle Karşılaştırması

Oluşturulan veri seti, 640 giriş boyutu, 100 epoch sayısı, 8 batch boyutu ve Tesla A100 GPU kullanılarak farklı modeller eğitilmiştir. Sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir ve YOLOv8x modeli, en iyi performansı sergileyerek diğer modelleri geride bırakmıştır. En düşük performans ise DETR Transformer modeli ile elde edilmiştir. Ayrıca bu sonuçlar ile önerilen YOLOv8x modeli ve modelde kullanılan parametreler, tarımsal alanda hastalık, zararlı ve zararlı hasarının tespiti için karşılaştırılan modellere göre daha uygun olduğu ve daha iyi tespit edeceğini göstermiştir.

Önerilen YOLOv8x modelinin, bazı bağ zararlılarının oluşturduğu hasarın tespitindeki etkinliği literatürde kullanılan diğer derin öğrenme modellerinin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır (Çizelge 7). Önerilen yöntem, literatürdeki benzer bazı yöntemlere kıyasla daha üstün sonuçlar sergilemiştir. 2022 ve 2023 yıllarına ait

literatürdeki bazı çalışmalar incelendiğinde, bitki hastalıkları, zararlıları ve hasarlarının teşhisinde YOLO tabanlı derin öğrenme modellerinin tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmada, YOLOv8x derin öğrenme modelinin oluşturulan veri setine uygulanması sonucunda hasar tespiti mAP_{0,5} metriği altında şu değerler elde edilmiştir: "Sağlıklı yaprak" 0,995, "Sağlıklı salkım" 0,995, "Bağ yaprak uyuzu" 0,902, "Kırmızı örümcek" 0,875, "Trips meyve" 0,920, "Trips yaprak" 0,814 ve "Salkım güvesi" 0,982. Hasar tespitinde sınıf genelinde mAP_{0,5}, 0,926 elde edilmiştir. Bu sonuçlar, tarımsal problemler için uygun derin öğrenme modelinin belirlenmesinin önemine dikkat çekmektedir. Ayrıca, literatürdeki bazı çalışmalarda derin öğrenme modellerinin hazır veri setleri ile eğitildiği gözlemlenmiştir. Fakat bu çalışmada, gerçek arazi koşullarında toplanan verilerle veri seti oluşturulması, çalışmayı özgün kılmıştır.

Sonuç

Bu çalışma, bağlardaki salkım güvesi, bağ yaprak uyuzu, trips ve iki noktalı kırmızı örümcek zararlılarının, bağdaki yapraklar ve meyveler üzerinde neden olduğu zararın doğal ortamlarda daha etkili bir şekilde tespit edilmesi amacıyla yürütülen bir araştırmanın sonuçlarını sunmaktadır. Çalışmada bağ zararlıların yapraklar ve meyveler üzerindeki hasarını tespit etmek için bu alanda en iyi performans sergileyen modellerden olan YOLOv8x modeli önerilmektedir. Çalışmada sunulan temel bulgular aşağıda özetlenmiştir:

- Tokat ve Manisa şehirlerindeki bağ alanlarından alınan görüntülerle bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti, sınırlayıcı kutu olarak etiketlenmiş ve ardından önleme ile veri artırma teknikleri uygulanmıştır.
- Veri seti üzerinde belirlenen parametrelerle yapılan denemeler sonucunda, YOLOv8 modelinin farklı büyüklüklerdeki versiyonları eğitilmiştir. Bu çeşitli model varyasyonları içinde, en üstün performansı sergileyen model YOLOv8x olarak belirlenmiştir.
- Çalışmada ayrıca, YOLOv7, RTMDet ve DETR gibi farklı nesne algılama modelleriyle de eğitimler gerçekleştirilmiş ve bu modellerin performansları YOLOv8x modeli ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçlarına göre, en üstün performansı YOLOv8x modeli sergilemiştir.

Deney sonuçları, çalışmanın veri setinin, model parametrelerinin ve YOLOv8x modelinin bağ zararlılarının yaprak ve meyve kısımlarında neden olduğu hasarı tespit etme konusunda büyük uygulama potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Gelecekte, bu algoritmaların daha da geliştirilmesiyle daha hassas tespit sistemleri oluşturulabilir ve bu sistemler tarım robotlarıyla entegre edilebilir.

Kaynaklar

Altaş, Z., Özgüven, M. M., & Dilmaç, M. (2021). Görüntü işleme teknikleri ile bağ yaprak uyuzu hasarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, Volume 10:3:77-87

Altaş, Z., Özgüven, M. M., & Adem, K. (2023). Automatic detection and classification of some vineyard diseases with Faster R-CNN model. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 11(1), 97–103. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i1.97-103.5665>

Bai, R., Shen, F., Wang, M., Lu, J., & Zhang, Z. (2023). Improving detection capabilities of YOLOv8-n for small objects in remote sensing imagery: Towards Better Precision with Simplified Model Complexity. (2023) DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3085871/v1>

Barbedo, J. G. A. (2019). Plant disease identification from individual lesions and spots using deep learning. *Biosystems Engineering*, 180:96-107

Cai, H., & Jiang, J. (2023). An improved plant disease detection method based on YOLOv5. 2023 15th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC) | 979-8-3503-2617-8/23/\$31.00 ©2023 IEEE | DOI: 10.1109/IHMSC58761.2023.00062

Carion, N., Massa, F., Synnaeve, G., Usunier, N., Kirillov, A., & Zagoruyko, S. (2020). End-to-end object detection with transformers. *Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV) 2020*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.12872>

Feng, C., Zhong, Y., Gao, Y., Scott, M. R., & Huang, W. (2021). TOOD: Task-Aligned one-stage object detection. In *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Montreal, QC, Canada, 10–17 October 2021; pp. 3490–3499

Geetharamani, G., & Arun, P. J. (2019). Identification of plant leaf diseases using a nine-layer deep convolutional neural network. *Computers and Electrical Engineering*, 76:323-338

Jocher, G., Chaurasia, A., & Qiu, J. (2023). "YOLO by Ultralytics." <https://github.com/ultralytics/ultralytics>. (Erişim tarihi: 25.10.2023)

Kang, J., Zhao, L., Wang, K., & Zhang, K. (2023). Research on an improved YOLOv8 image segmentation model for crop pest. *Advances in Computer, Signals and Systems Clausius Scientific Press, Canada*. DOI: 10.23977/acss.2023.070301. ISSN 2371-8838 Vol. 7 Num. 3

Kaplan, C., Zeki, C., Çakırbay, F., Çetin, G., Öztürk, N., Altındişli, Ö., & Kahveci, Y. (2008). *Meyve ve bağ zararlıları. Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt IV. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı*

Karabat, S. (2014). Türkiye ve dünya bağcılığı. *Apelasyon*, ISSN:2149-4908. <http://apelasyon.com/Yazi/33-dunya-ve-turkiye-bagciligi> (Erişim Tarihi: 08.12.2023)

Leng, S., Musha, Y., Yang, Y., & Feng, G. (2023). CEMLB-YOLO: Efficient detection model of maize leaf blight in complex field environments. *Appl. Sci.* 2023, 13, 9285. <https://doi.org/10.3390/app13169285>

Li, X., Wang, W., Wu, L., Chen, S., Hu, X., Li, J., Tang, J., & Yang, J. (2020). Generalized Focal Loss: Learning qualified and distributed bounding boxes for dense object detection. *arXiv 2020*, arXiv:2006.04388

Li, S., Liu, S., Cai, Z., Liu, Y., Chen, G., & Guoqing, G. (2023). TC-YOLOv5: rapid detection of floating debris on raspberry Pi 4B. *Journal of Real-Time Image Processing* (2023) 20:17. <https://doi.org/10.1007/s11554-023-01265-z>

Lyu, C., Zhang, W., Huang, H., Zhou, Y., Wang, Y., Liu, Y., Zhang, S., & Che, K. (2022). RTMDet: An empirical study of designing real-time object detectors. *Computer Vision and Pattern Recognition*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.07784>

Mahesh, T. Y., & Mathew, M. P. (2023). Detection of bacterial spot disease in bell pepper plant using YOLOv3, IETE *Journal of Research*, DOI: 10.1080/03772063.2023.2176367

Orchi, H., Sadik, M., Khaldoun, M., & Sabir, E. (2023). Real-time detection of crop leaf diseases using enhanced YOLOv8 algorithm. *International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC) 2023* | 979-8-3503-3339-8/23/\$31.00 ©2023 IEEE | DOI: 10.1109/IWCMC58020.2023.10182573

Ozguven, M., & Adem, K. (2019). Automatic detection and classification of leaf spot disease in sugar beet using deep learning algorithms. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 535(2019), 122537. doi: 10.1016/j.physa.2019.122537

Ozguven, M. M., & Altas, Z. (2022). A new approach to detect mildew disease on cucumber (*Pseudoperonospora cubensis*) leaves with image processing. *J Plant Pathol*. <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01178-z>

Ozguven, M. M., & Yanar, Y. (2022). The technology uses in the determination of sugar beet diseases. In: Misra, V., Srivastava, S., Mall, A.K. (eds) *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_30

Ozguven, M. M. (2023). *The digital age in agriculture*. CRC Press Taylor & Francis Group LLC. ISBN 978-103-23-8577-8

Rashid, J., Khan, I., Ali, G., Rehman, S. U., Alturise, F., & Alkhalifah, T. (2023). Real-time multiple guava leaf disease detection from a single leaf using hybrid deep learning technique. *Computers, Materials & Continua*, 74(1), 1235-1257. <https://doi.org/10.32604/cm.c.2023.032005>

Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. *arXiv 2018*, arXiv:1804.02767

Roy, A. M., & Bhaduri, J. (2021). A deep learning-enabled multi-class plant disease detection model based on computer vision. *AI 2021*, 2, 413–428. <https://doi.org/10.3390/ai2030026>

Terven, J. R., & Cordova-Esparza, D. M. (2023). A comprehensive review of yolo: from yolov1 and beyond. *arXiv:2304.00501v4 [cs.CV]*

- Terzi, İ., Özgüven, M. M., Altaş, Z., & Uygun, T. (2019). Tarımda yapay zeka kullanımı. International Erciyes Agriculture, Animal Food Sciences Conference 24-27 April 2019- Erciyes University- Kayseri/Turkey.
- Uygun, T., Ozguven, M. M., & Yanar, D. (2020). A new approach to monitor and assess the damage caused by two-spotted spider mite. *Experimental and Applied Acarology*, 82(3), 335-346. <https://doi.org/10.1007/s10493-020-00561-8>
- Vaidya, S., Kavthekar, S., & Joshi, A. (2023). Leveraging YOLOv7 for plant disease detection. 2023 4th International Conference on Innovative Trends in Information Technology (ICITIT) | 978-1-6654-9414-4/23/\$31.00 ©2023 IEEE | DOI: 10.1109/ICITIT57246.2023.10068590
- Wang, J., Yu, L., Yang, J., & Dong, H. (2021). DBA_SSD: A novel end-to-end object detection algorithm applied to plant disease detection. *Information* 2021, 12, 474. <https://doi.org/10.3390/info12110474>
- Wang, C. Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H. Y. M. (2022). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. Institute of Information Science, Academia Sinica, Taiwan. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.02696>
- Wang, G., Chen, Y., An, P., Hong, H., Hu, J., & Huang, T. (2023). UAV- YOLOv8: A small-object-detection model based on improved YOLOv8 for UAV aerial photography scenarios. *Sensors* 2023, 23, 7190. <https://doi.org/10.3390/s23167190>
- Zhang, Z., Qiao, Y., Guo, Y., & He, D. (2022). Deep learning based automatic grape downy mildew detection. *Front. Plant Sci.* 13:872107. doi: 10.3389/fpls.2022.872107
- Zhang, L., Ding, G., Li, C., & Li, D. (2023). DCF-Yolov8: An improved algorithm for aggregating low-level features to detect agricultural pests and diseases. *Agronomy* 2023, 13, 2012. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082012>
- Zheng, Wang, P., Liu, W., Li, J., Ye, R., & Ren, D. (2020). Distance-IoU loss: Faster and better learning for bounding box regression. In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, New York, NY, USA, 7–12 February 2020; pp. 12993–13000



Perception and Level of Environmental Sustainability among Agricultural Business Operators

Ender Kaya^{1,a,*}, Zeki Bayramoğlu^{2,b}

¹Vocational School of Technical Sciences Karamanoğlu Mehmetbey University, 70100 Karaman, Türkiye

²Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Konya, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 01.01.2024 Accepted : 31.01.2024</p> <p>Keywords: Sustainability Environmental Sustainability Sustainability Perception Index Sustainability Level Index Agricultural Entrepreneurs</p>	<p>The objective of this study is to assess the sustainability perception of agricultural enterprises in Konya province, one of the major agricultural production centers in Turkey. The study employed a stratified random sampling method and collected survey data through face-to-face interviews with 268 agricultural business owners. The study created a sustainability perception index by using literature data to calculate the environmental sustainability perception index. The sustainability perception index was calculated by dividing the total score from the likert scale, which measures sustainability perceptions, by the maximum total score that participants could receive. To determine the level of environmental sustainability in terms of application and use, the study surveyed the sustainability level status of the operators. The sustainability level index was calculated by dividing the total score that can be obtained by the score achieved. The perception index for sustainability also increases as the scale of the business increases. The data was obtained from perception surveys. The sustainability perception index score was 83.67% in the first group, 84.77% in the second group, 89.39% in the third group, and 88.67% in the fourth group. The average sustainability index score for all businesses was 86.62%. The research results indicate a sustainability perception index of 67.59% compared to the business average perception index of 86.62%. The sustainability perception index is high among agricultural operators, indicating their awareness of sustainability issues. However, their level of implementation is insufficient. To improve the implementation of sustainability practices among agricultural operators, emphasis should be placed on education and dissemination activities.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 397-402, 2024

Tarım İşletmecilerinin Çevresel Sürdürülebilirlik Algısı ve Düzeyi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 01.01.2024 Kabul : 31.01.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik Çevresel Sürdürülebilirlik Sürdürülebilirlik Algı İndeksi Sürdürülebilirlik Düzey İndeksi Tarımsal İşletme</p>	<p>Bu çalışmada tarım işletmelerinin sürdürülebilirlik algısının ve düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma alanı olarak Konya ilinin seçilmesinde Türkiye genelinde önemli tarımsal üretim merkezlerinden biri olması belirleyici olmuştur. Çalışmanın kapsamında tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Toplamda 268 tarımsal işletme sahibiyle yüz yüze görüşülerek anket verileri derlenmiştir. Çevresel sürdürülebilirlik algı indeksinin hesaplanması için literatür verileri dikkate alınarak sürdürülebilirlik algı indeksi oluşturulmuştur. Araştırmada katılımcıların sürdürülebilirlik algıları beşli likert tipindeki ölçekle aldığı toplam puan alabileceği maksimum toplam puana oranlanarak “Sürdürülebilirlik Algı İndeksi” hesaplanmıştır. Çevresel sürdürülebilirlik düzeylerinin (uygulama/kullanma) tespit edilmesi için işletmecilerin sürdürülebilirlik düzey durumları anket verileri ile elde edilmiş olup toplam puan alabileceği maksimum puana oranlanarak “sürdürülebilirlik Düzey İndeksi” hesaplanmıştır. Birinci grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik algı indeksi puanı %83,67, bu oran ikinci grupta %84,77, üçüncü grupta %89,39 ve dördüncü grupta %88,67 olarak belirlenmiştir. İşletmeler ortalaması sürdürülebilirlik indeksi puanı %86,62 olarak belirlenmiştir. İşletme ölçeği büyüdükçe sürdürülebilirlik algı indeksi de artmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre sürdürülebilirlik algı ve düzey indeksleri işletmeler ortalamasında karşılaştırıldığında sürdürülebilirlik düzey indeksinin %67,59 algı indeksinin ise %86,62 olduğu görülmektedir. Tarım işletmecilerinde sürdürülebilirlik algı indeksinin yüksek olması sürdürülebilirlikle ilgili konularda algılarının olduğunu fakat düzey (uygulama/kullanma) yetersiz kaldıkları görülmektedir. Tarım işletmecilerinin bilinç düzeylerinin artırılması ve eyleme geçirmek adına eğitim ve yayım çalışmalarına ağırlık verilmelidir.</p>

^a enderkaya@kmu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-4689-1040>

^a zbayramoglu@selcuk.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-3258-3848>



Giriş

Tarım insanlık tarihinin en eski üretim faaliyeti olarak yer almaktadır. Günümüzde tarımın önemi gün geçtikçe artarken stratejik önemi daha belirgin hale gelmiştir. Pandemi dönemi ve Rusya ile Ukrayna arasında yaşanan savaş tarımın ne kadar hayati öneme sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Tarımsal üretim, dünyanın sınırlı üretim kaynakları ile insanları beslemeye çalışmaktadır. Dünyanın, artan nüfus miktarı ile sınırlı üretim kaynaklarıyla beslenmesi ise gelecekte insanoğlunu bekleyen en büyük sorun olarak düşünülmektedir. Tarımsal üretimin yapılması çok önemli bir gerçek olarak karşımıza çıkarken tarımsal üretimde sürdürülebilirlik kavramı üzerinde durulması gerekmektedir. Tarım işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğini sağlanması, verimin hem artırılması hem de korunması, kaynakların etkin kullanılması, bitki ve hayvan gen kaynaklarının korunması ve tarım kaynaklı olan çevresel tahribatın en aza indirilmesi veya ortadan kaldırılması gibi amaçların gerçekleştirilebilmesi için sürdürülebilirlik tarım sektöründe büyük önem arz etmektedir (Tatlidil ve ark., 1998)

Sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik olarak üç ana başlık altında değerlendirilmektedir. Ekonomik sürdürülebilirlik, işletmedeki kârlılık, masraf, gelir seviyesi, finansal risk, gıda masrafı ve yatırım konuları sürdürülebilirliği kapsamaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik, toprak-su kalitesi ve yaban hayatının korunması, gıda, yem ve işletme güvenliği ve enerji etkinliğini içine alan sürdürülebilirliktir. Sosyal sürdürülebilirlik, üreticilerin yaşam kalitesi, verimin yeterli olması, gıda ve lif kalitesi, işletme çalışanlarının ücretleri ve işletme yönetiminde etigi kapsamaktadır (Senanayake, 1991; Atış, 2004). Sürdürülebilir tarım, insan üretim hedefleri bakımından bir düşünce yaklaşımı olarak çevrenin korunması ile üreticilerin elde edeceği ürün ve karı açısından dengenin sağlanması olarak değerlendirilebilir (Marshall ve Herring, 1991; Flora, 1992). Bir tarım işletmesinin başarısını etkileyen sürdürülebilirlik bileşenleri içsel ve dışsal olarak gruplandırılabilir. İçsel bileşenler etkin işletme yönetimi ile ve dışsal faktörlerde takip edilerek işletme başarısının sürdürülebilirliği üzerine etkileri pozitif olabilir. Her iki durumda işletme yöneticilerinin bu bileşenler hakkında bilgi sahibi olması ve sürdürülebilirlik olgusuna yönelik algısı olması ile ilgilidir. Nitekim algı benimseme süreçlerinin / öğrenme süreçlerinin başlangıcıdır (Elias, 2000). İşletme yöneticilerinin algısı işletmeye yönelik geliştirilen kamu politikaları ve piyasa koşulları gibi dışsal bileşenlerin takip edilmesi ve sürdürülebilirliğinin bir bileşeni olarak kullanılması açısından önemlidir. Aynı zamanda işletme içi üretim teknikleri ve teknolojilerin kullanılması, üretim sürecinin yönetimi gibi sürdürülebilirlik bileşenlerinin algısı da işletmelerinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Tarım işletmelerinin sürdürülebilirlik algısının ölçülmesi kamu politikalarının etkinliği ve işletme yönetiminin başarısı açısından önemlidir.

Çevrede meydana gelen değişimler bilim insanlarını araştırmalar yapmaya yöneltmiştir. Çevre ve sürdürülebilirlik konu başlıklarında dünya genelinde önemli araştırmalar yürütmüşlerdir. Bu araştırmalarda tarım işletmecilerinin tarımsal faaliyetlerinde kimyasal

uygulamaları, toprağın korunması, gıda yönetimi, ürün/hayvan çeşitliliği ve enerji tüketimi sürdürülebilirliğe etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır (Menanteau-Horta, 1991; Taylor, 1991; Agunga, 1995). Tarım işletmecilerinin sürdürülebilirlik tarım algısına yönelik yürütülen çalışmalarda farklı konu başlıkları ele alınarak tarım işletmecilerin algıları ölçülmeye çalışılmıştır. Jamtgaard (1992) Montana'daki tarımsal üretim yapan işletmeciler ile yaptığı çalışma kapsamında sürdürülebilirlik indeks geliştirmiştir. Üretim faaliyetlerinde yer alan mineral gübreler, pestisitler, herbisitler, münavebe, ürün ve hayvan seçim tercihinin indekste etkili olduğunu tespit etmiştir. Jayaratne ve ark. (2001) sürdürülebilir tarım kavramının algılanmasında yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, tecrübeleri çiftçi eğitim ve yayım faaliyetlerin etkili olduğunu belirlenmiştir. Eğitim faaliyetlerinde yer alan yayımcıların da sürdürülebilirlikle ilgili algılarının da önemli olduğu ve yayım personellerinin akademik eğitimlerini alırken sürdürülebilir tarım konusunun ana müfredatta yer alması gerektiğini tespit etmiştir (Agunga, 1995). Tatlidil ve ark. (2009) sosyo-ekonomik özellikleri ve bilgi arama davranışlarından nasıl etkilendiği 21 sürdürülebilir tarım uygulaması ele alınarak sürdürülebilir algı indeksi oluşturulmuştur. Çalışmada sosyal statü arttıkça ve bilgiye ulaşım ne kadar artarsa sürdürülebilir tarım algısının yüksek olduğu belirlenmiştir. Rahman (2003) Tarım işletmecilerinin tarımda kullanılan teknolojilerin çevre üzerindeki olumsuz etkileri farkında olduklarını, bu farkındalığın toprak verimliliği, balıkçılık ve sağlığa etkileri gibi konularla sınırlı kaldığını, modern tarım teknolojisinin benimsenme düzeyi ve süresi farkındalığı doğrudan etkilediği, eğitim ve yayım kanallarıyla ilişki düzeyi farkındalığın artmasında önemli bir rol oynadığını belirlenmiştir.

Çevresel sürdürülebilirlik kavramını belli bir zemin üzerinde incelemek için kavramsal bir araştırma yaptıktan sonra tarım işletmecilerinin konu hakkındaki algılarının ve düzeylerinin belirlenmesi için algı ve düzey indeksine ihtiyaç duyulmuştur. Sürdürülebilirlik algı indeksinin hesaplanması için literatür verileri dikkate alınarak sürdürülebilirlik algı indeksi oluşturulmuştur. Araştırmada katılımcıların sürdürülebilirlik algıları beşli likert tipindeki ölçekle aldığı toplam puan alabileceği maksimum toplam puana oranlanarak "Sürdürülebilirlik Algı İndeksi" hesaplanmıştır. Sürdürülebilirlik düzey (uygulama/kullanma) düzeylerinin tespit edilmesi için işletmecilerin sürdürülebilirlik düzey durumları anket verileri ile elde edilmiş olup toplam puan alabileceği maksimum puana oranlanarak "Sürdürülebilirlik Düzey İndeksi" hesaplanmıştır.

Algıyı kavramsal olarak incelediğimizde bireylerin yaşadığı tecrübelerden kazandıkları bilgiyi duyu organları ve hislerini kullanarak zihinsel aşamalardan geçirdikten sonra bir anlamlandırma ve yorumlama aşamaları olarak değerlendirilmektedir. Algı, beklentilere ve motivasyona bağlı etkilenecek bireyin başlangıçta kazandığı bilgisini bireylerin hareket ve güdülerini zihinsel sınıflandırarak ve dış kaynaklardan ek bilgiler geldikçe, bilgilerini revize ederek sosyal algılama faaliyetlerini meydana getirmesidir (Arkonaç, 1998). Algı sürecini etkileyen faktörler; algılayan bireyin kişilik özellikleri, geçmişte yaşamış olduğu tecrübeler, algılanmış olan nesnenin özellikleri ve algılama sürecinin yaşanmış olduğu fiziksel ve sosyal

çevredir (Uğurlu Akbaş, 2008). Bireyler, geçmiş deneyimlerini dikkate alarak çevrelerini yorumlamaktadırlar. İnsanoğlunun yetiştiği çevrenin kültürel ve sosyal normları, değerleri ve inançları algısını oluşturmaktadır.

Türkiye'deki tarımsal üretimin yaklaşık olarak %10'u Konya ilinde yapılmaktadır. Konya'da üretilen en çok sırasıyla şunlardır; buğday, arpa, mısır ve şekerpancarıdır. Türkiye'de üretilen şeker pancarının %31,17'si, mısırın %15,66'sı buğdayın yaklaşık %8,71'i ve arpanın %12,06'sı Konya ilinde üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2022). Konya ili tarla bitkileri üretim alanı varlığı ile ülke gıda üretimi açısından stratejik konumda yer almaktadır. Konya ili, tarım ürünlerinin yetiştirilmesi için uygun toprak yapısındadır. İlde genelde büyük ve orta ölçekli tarım işletmeleri bulunmaktadır. Bu işletmelerin ortalama arazi büyüklüğü Türkiye ortalamasının üzerindedir.

Konya ilinde hayvancılık önemli bir paya sahiptir. Konya ili toplam büyükbaş hayvan sayısı 946.144 ile Türkiye'nin %5,21'lik büyükbaş hayvan varlığına sahiptir. Konya'da hayvan sayısı son 10 yıl içerisinde artış göstermiştir. Süt üretim miktarı 1.287.366 ton olup Türkiye üretiminin %5,61'ne tekabül etmektedir (Anonim, 2021).

Türkiye'nin önemli üretim merkezlerden olmasından dolayı araştırma için Konya ili tercih edilmiştir. Yoğun olarak üretimin yapıldığı ilde tarımsal işletmecilerin sürdürülebilirlikle ilgili algılarının tespit edilmesi ve özellikle de sürdürülebilirlikle ilgili davranışlarını eyleme geçirip geçirmediklerini belirlenmesi amaçlanmıştır. Sürdürülebilirlik kavramını, tarım işletmecilerinin nasıl algıladıklarını ve düzeylerinin tespitinin sağlanması için indeks oluşturulması düşünülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında kullanılan veriler birincil ve ikincil kaynaklardan derlenmiştir. Çalışmada kullanılacak olan birincil verilerin kaynağını, tarımsal işletme sahipleri ile yapılan anket verilerinden elde edilmiştir. Konya ili, Akşehir, Altınekin, Beyşehir, Bozkır, Cihanbeyli, Çumra, Ereğli, Hadim, Iğın, Karapınar, Karatay, Kulu, Seydişehir ve Yunak ilçelerindeki tarımsal üretim yapan işletmeler çalışmanın ana kitlesi olarak belirlenmiştir. Tarım işletmecilerin sürdürülebilirlik algıları üzerine görüş ve tutumları belirlenmiştir. İncelemelerin yapıldığı bölgede tarımsal işletmecilerle yüz yüze anketler yapılmıştır. Anketler 2020 yılı üretim dönemine aittir. İncelemesi yapılan ikincil veriler, sürdürülebilirlik alanındaki kaynakların araştırılması sonucunda elde edilen verilerden oluşmaktadır.

Araştırma bölgesi olarak Konya ili seçilmiştir. Konya iline bağlı olan Akşehir, Altınekin, Beyşehir, Bozkır, Cihanbeyli, Çumra, Ereğli, Hadim, Iğın, Karapınar, Karatay, Kulu, Seydişehir ve Yunak ilçeleri seçilmiştir. Konya bölgesinde yer alan bu ilçelerin homojen olarak araştırma alanını temsil etme özelliğine sahip olduğu düşünülmüştür. Tarım İşletmelerinin İnovasyon Algısı ve Sürdürülebilirlik İçin İnovasyon Düzeyinin Belirlenmesi adlı doktora çalışması kapsamında Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulunun 14/07/2020 tarih ve Karar No:2 ile etik

kurul kararı alınmıştır. Araştırmanın örnek hacminin hesaplanmasında, tabakalı örnekleme yöntemlerinden; Neyman Yöntemi kullanılmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{[\sum(N_h S_h)]^2}{N^2 D^2 + \sum[N_h (S_h)^2]} \quad (1)$$

$$D^2 = d^2 / z^2 \quad (2)$$

Ana kütlede çekilen örnek sayısının belirlenmesinde % 5 hata ve % 99 güven sınırları içerisinde çalışılmış olup örnek sayılarının tabakalara dağıtılmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Yamane, 1967)

$$n_i = \frac{(N_h S_h)n}{\sum N_h S_h} \quad (3)$$

Anket yapılacak işletme sayılarının ilçelere göre dağılımında tesadüfî davranılmıştır. Bunun için her bir tabaka için "ki" değeri (tesadüfîlik katsayısı) belirlenmiştir. Bu katsayı her bir tabaka için aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$k_i = \frac{N}{n_i} \quad (4)$$

İncelenen tarım işletmelerinin literatür verileri dikkate alınarak sürdürülebilirlik algı indeksi oluşturulmuştur. Sürdürülebilirlik algı indeksinin hesaplanması için çiftçilere yöneltilerek puanlaması istenen konu başlıkları şunlardır; bitki ve hayvan ürün çeşitliğinin korunması, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumunun muhafazası, suyun ve çevrenin kirlenmemesi, hayvansal gübre ve İdrarın muhafazası, tarımsal mücadele ilaçlarının dikkatli kullanılması, mineral (ticari, kimyevi) gübrelerin dikkatli kullanılması, suyun aşırı dikkatli kullanılmasını, tarımsal üretimde ortaya çıkan atıkların yönetiminin tarımsal faaliyet açısından önemi, sürdürülebilirlikle ilgili tarımsal eğitim ve öğretim faaliyetlerine katılım konularıdır (Reganold ve ark., 1990; Anonymous, 1998; Yücel, 2003; Bongiovanni ve Lowenberg-DeBoer, 2004; Turhan, 2005; Velten ve ark., 2015; Eryılmaz, 2017).

Araştırmada katılımcıların bireysel, sürdürülebilirlik algı indeksinin belirlenmesi amacıyla yukarıda yer alan sürdürülebilirlik anketi yöneltilerek, "1 ile 5" arasında bir puan verilmiştir. Anketteki ifadeler; hiç katılmıyorum (1), katılmıyorum (2), ne katılıyorum ne katılmıyorum (3), katılıyorum (4) ve tamamen katılıyorum (5)" şeklinde, 5'li likert tipindeki ölçek ile değerlendirilmiştir. Aşağıda yer alan formül yardımıyla sürdürülebilirlik düzeyi hesaplanmıştır. Tarım işletmesi yöneticisinin aldığı puanlar (TATP) toplanmıştır. Tarım işletmesi yöneticisinin alabileceği maksimum puana (TAMP) bölünmesiyle elde edilen puanın yüzdesidir.

Sürdürülebilirlik Algı İndeksi (SAİ) aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$SAİ = (TATP / TAMP) \times 100$$

TATP: Tarım işletmesi yöneticisinin aldığı toplam puan,

TAMP: Tarım işletmesi yöneticisinin alabileceği maksimum puan.

Sürdürülebilirlik Algı İndeksi (SAİ) puanları, en yüksek ($90 \leq SAİ \leq 100$), yüksek ($80 \leq SAİ < 90$), orta ($70 \leq SAİ < 80$), düşük ($60 \leq SAİ < 70$) ve en düşük ($0 < SAİ < 60$) sınıflandırması, farklı konuda daha önce yapılmış olan indeks hesaplama yöntemi dikkate alınarak sürdürülebilirlik algı indeksi için uyarlanmıştır (Arıza ve ark., 2013).

Çalışmada tarım işletmecilerinin sürdürülebilirlik algısını belirledikten sonra sürdürülebilirlik kullanım düzeylerinin tespit edilmesi için işletmecilerin sürdürülebilirlik düzeyi (uygulama/kullanma) durumları 1/0 (1: kullanıyorum, 0: kullanmıyorum) olarak kodlanması istenmiş olup elde edilen toplam puan alabileceği en yüksek toplam puana oranlanarak yüzdesi alınmıştır. Elde edilen toplam puan "Sürdürülebilirlik Düzey İndeksi" (SDİ) olarak ifade edilmiştir.

$$SDİ = (TATP / TAMP) \times 100$$

TATP: Tarım işletmesi yöneticisinin aldığı toplam puan,
TAMP: Tarım işletmesi yöneticisinin alabileceği maksimum puan

Bulgular ve Tartışma

İncelenen işletmelerde sürdürülebilirlik anket puanlanmasının yapılması istenmiştir. İncelenen işletmelerde sürdürülebilirlikle ilgili yönetilen sorularla işletmecilerin Sürdürülebilirlik Algı İndeksi belirlenmiştir. Bu kapsamda suyun ve çevrenin kirletilmemesi, işletmeler ortalamasında %90,54 sürdürülebilirlik algı indeks puanı ile en yüksek puan almıştır. Sırasıyla %90,28 sürdürülebilirlik algı indeks puanı mineral gübrelerin dikkatli kullanılması, %90,23 sürdürülebilirlik algı indeks puanı suyun aşırı dikkatli kullanılması, %89,59 sürdürülebilirlik algı indeks puanı tarımsal mücadele ilaçlarının dikkatli kullanılması, %88,25 sürdürülebilirlik algı indeks puanı ile toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumunun muhafazası, %86,84 sürdürülebilirlik algı indeks puanı bitkisel ve hayvansal üretimde gıda kalitesi ve güvenliği, %86,84 sürdürülebilirlik algı indeks puanı bitki ve hayvan ürün çeşitliğinin korunması, %83,17 sürdürülebilirlik algı indeks puanı tarımsal üretimde ortaya çıkan atıkların yönetiminin tarımsal faaliyet açısından önemi, %82,62 sürdürülebilirlik algı indeks puanı hayvansal gübre ve idrarın muhafazası ve %77,86 sürdürülebilirlik algı indeks puanı ile tarımsal eğitim ve öğretim faaliyetlerinin

yaygınlaştırılması olarak yer almıştır. Suyun ve gübre kullanımı konusunda işletme sahiplerinin hassas olduğu konu başlığı olarak en yüksek puana sahip olurken sürdürülebilirlikle ilgili eğitim ve öğretim faaliyetleri en düşük puan olarak Çizelge 1'de yer almıştır. İşletme ortalamasında üreticilerin sürdürülebilirlik açısından güçlü bir farkındalığının/ algısının (%86,62) olduğu görülmektedir.

Birinci grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik algı indeks puanı %83,67, ikinci grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik indeks puanı %84,77, üçüncü grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik indeks puanı %89,39 ve dördüncü grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik indeks puanı %88,67 olarak belirlenmiştir. İşletmeler ortalaması sürdürülebilirlik indeks puanı %86,62 olarak belirlenmiştir. İşletme ölçeği büyüdükçe sürdürülebilirlik algı indeksi de artmaktadır.

Anket yapılan 268 tarım işletmesinden %1,12'si en düşük, %8,21'i düşük, %11,19'u orta, %23,88 yüksek ve %55,60 da en yüksek grupta yer almıştır. İncelenen işletmelerdeki sürdürülebilirlik algısı, orta, yüksek ve en yüksek gruplar sınıflandırılmasında yer alan işletmelerin toplamının ise %90,67'e tekabül ettiği görülmektedir. İşletmelerinin sürdürülebilirlik algısı bakımından "sürdürülebilirlik" konusuyla ilgili olduğu ifade edebiliriz.

Sürdürülebilirlik Düzey İndeksi incelediğimizde ise birinci grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik düzey indeks puanı %72,22, ikinci grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik düzey indeks puanı %65,68, üçüncü grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik düzey indeks puanı %69,57 ve dördüncü grupta yer alan işletmelerde sürdürülebilirlik düzey indeks puanı %62,90 olarak belirlenmiştir. İşletmeler ortalaması sürdürülebilirlik düzey indeks puanı %67,59 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Araştırma sonuçlarına göre sürdürülebilirlik algı ve düzey indeksleri işletmeler ortalamasında karşılaştırıldığında sürdürülebilirlik düzey indeksinin %67,59 algı indeksinin ise %86,62 olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Sürdürülebilirlik düzey indeksi ise algı indeksinden %19,03 daha düşük seviyede olduğu saptanmıştır. Tarım işletmecilerinin sürdürülebilirlik algısının yüksek olduğu fakat uygulamada ise eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Sürdürülebilirlik algısı ile düzeyinin arasındaki farktan dolayı sürdürülebilirlik konularında işletmecilerin daha bilinçli olması için eğitim ve yaygın çalışmalarını yürütülmelidir.

Çizelge 1. İncelenen İşletmelerde Sürdürülebilirlik Algı İndeksi

Table 1. Sustainability Perception Index in the Investigated Enterprises

Sürdürülebilirlik	Sürdürülebilirlik Algı İndeksi				
	15-50	51-150	151-500	501+	İÖ
Suyun ve çevrenin kirletilmemesi	87,78	89,49	93,79	91,11	90,54
Mineral (ticari, kimyevi) gübrelerin dikkatli kullanılması	85,56	88,21	92,55	94,81	90,28
Suyun aşırı dikkatli kullanılması	86,67	88,46	91,72	94,07	90,23
Tarımsal mücadele ilaçlarının dikkatli kullanılması	85,56	90,00	93,93	88,89	89,59
Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumunun muhafazası	82,22	86,15	91,31	93,33	88,25
Bitkisel ve hayvansal üretimde gıda kalitesi ve güvenliği	84,44	85,90	88,14	88,89	86,84
Bitki ve hayvan ürün çeşitliğinin korunması	83,33	83,08	89,10	91,85	86,84
Tarımsal üretimde ortaya çıkan atıkların yönetiminin tarımsal faaliyet açısından önemi	84,44	78,72	87,31	82,22	83,17
Hayvansal gübre ve idrarın muhafazası	83,33	82,31	84,83	80,00	82,62
Sürdürülebilirlikle ilgili eğitim ve öğretim faaliyetleri	73,33	75,38	81,24	81,48	77,86
İşletmeler Ortalaması	83,67	84,77	89,39	88,67	86,62

İÖ: İşletmeler Ortalaması

Çizelge 2. İncelenen İşletmelerde Sürdürülebilirlik Düzey İndeksi

Table 2. Sustainability Level Index in the Investigated Enterprises

Sürdürülebilirlik	Sürdürülebilirlik Düzey İndeksi				
	15-50	51-150	151-500	501+	İO
Suyun ve çevrenin kirletilmemesi	66,67	59,26	70,37	64,81	65,28
Mineral (ticari, kimyevi) gübrelerin dikkatli kullanılması	66,67	59,26	59,26	53,70	59,72
Suyun aşırı dikkatli kullanılması	61,11	53,40	58,95	53,40	56,71
Tarımsal mücadele ilaçlarının dikkatli kullanılması	72,22	65,12	76,23	70,68	71,06
Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumunun muhafazası	66,67	53,70	53,70	53,70	56,94
Bitkisel ve hayvansal üretimde gıda kalitesi ve güvenliği	88,89	82,72	88,27	88,27	87,04
Bitki ve hayvan ürün çeşitliğinin korunması	77,78	70,99	76,54	76,54	75,46
Tarımsal üretimde ortaya çıkan atıkların yönetiminin tarımsal faaliyet açısından önemi	77,78	70,99	76,54	65,43	72,69
Hayvansal gübre ve idrarın muhafazası	83,33	82,41	76,85	60,19	75,69
Sürdürülebilirlikle ilgili eğitim ve öğretim faaliyetleri	61,11	58,95	58,95	42,28	55,32
İşletmeler Ortalaması	72,22	65,68	69,57	62,90	67,59

İO: İşletmeler Ortalaması

Çizelge 3. İncelenen İşletmelerde Sürdürülebilirlik Algı ve Düzey İndeksleri

Table 3. Sustainability Perception and Level Indices in the Analysed Enterprises

Sürdürülebilirlik	Sürdürülebilirlik Algı İndeksi	Sürdürülebilirlik Düzey İndeksi
	İşletmeler Ortalaması	İşletmeler Ortalaması
Suyun ve çevrenin kirletilmemesi	90,54	65,28
Mineral (ticari, kimyevi) gübrelerin dikkatli kullanılması	90,28	59,72
Suyun aşırı dikkatli kullanılması	90,23	56,71
Tarımsal mücadele ilaçlarının dikkatli kullanılması	89,59	71,06
Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumunun muhafazası	88,25	56,94
Bitkisel ve hayvansal üretimde gıda kalitesi ve güvenliği	86,84	87,04
Bitki ve hayvan ürün çeşitliğinin korunması	86,84	75,46
Tarımsal üretimde ortaya çıkan atıkların yönetiminin tarımsal faaliyet açısından önemi	83,17	72,69
Hayvansal gübre ve idrarın muhafazası	82,62	75,69
Sürdürülebilirlikle ilgili eğitim ve öğretim faaliyetleri	77,86	55,32
İşletmeler Ortalaması	86,62	67,59

Sonuç ve Öneriler

Sürdürülebilirlikle ilgili en önemli konu başlığı olan “suyun ve çevrenin kirletilmemesi, mineral gübrelerin ve tarımsal mücadele ilaçlarının dikkatli kullanılması” işletmeler ortalamasında sırasıyla %90,54, %90,28 ve %90,23 sürdürülebilirlik algı indeksi almalarını, tarım işletmecilerinin algılarının en yüksek olduğu konu başlıkları olarak belirlenmiştir. Tarımsal üretimin en önemli girdileri olan su, gübre ve ilacın kullanılmasına yönelik önemli bir algı durumu söz konusu olması konu hakkında bir bilgi düzeyinin olduğunun ve farkındalığın göstergesi olarak değerlendirilebilir.

“Tarımsal üretimde ortaya çıkan atıkların yönetiminin tarımsal faaliyet açısından önemi, hayvansal gübre ve idrarın muhafazası ve sürdürülebilirlikle ilgili eğitim ve öğretim faaliyetleri” ortalaması en düşük puana sahip konu başlığı olarak yer almıştır. Tarım işletmecileri bu konularla ilgili işletmeler ortalamasında sırasıyla %83,17, %82,62 ve %77,86 sürdürülebilirlik algı indeksine sahip olmaları konu hakkında algı düzeyinin çok da düşük olmadığını diğer konu başlıklarına göre daha az algı düzeyine sahip oldukları görülmektedir.

Sürdürülebilirlik algı indeksi işletmeler ortalamasında %86,62 olması tarım işletmecilerinin konu hakkında algı düzeylerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Sürdürülebilirlik düzey indeksi işletmeler ortalamasında

%67,59 olması ise tarım işletmecilerinin uygulama noktasında eksiklikleri olduğunu göstermektedir.

Sürdürülebilirlik düzey indeksinin en yüksek olduğu bitkisel ve hayvansal üretimde gıda kalitesi ve güvenliği, hayvansal gübre ve idrarın muhafazası ve bitki ve hayvan ürün çeşitliğinin korunması konu başlıklarında işletmeler ortalamasında sırasıyla %87,04, %75,69 ve %75,46 olduğu görülmektedir. Gıdanın kalitesi ve güvenliği tarımsal üretimin en son aşaması olan pazarlamanın çok önemli olduğunun farkındadırlar. Hayvansal gübre ve idrarın muhafazası konu başlığında son dönemlerde hayvansal üretimde Tarım ve Orman İl Müdürlükleri, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri ve yerel yönetimlerin mevzuatları kapsamında atık yönetimine yönelik düzenlemeler getirmiş olmaları özellikle Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından yapılan hibe desteklemelerinde Avrupa Birliği müktesebatı kapsamında atık yönetimine yönelik ilgili mevzuat kapsamında gerekli iş ve işlemleri yaparak çevreyle ilgili belgelerin alınmasının sağlanması hem bir bilinç hem de uygulamanın faydalarının da görülmesine katkı sağlamıştır. Bitki ve hayvan ürün çeşitliğinin korunmasında ise tarımsal işletmecilerin ata tohumların kaliteli olmasına yönelik düşüncede olmaları ve bunu korumaya yönelik bilinç düzeyinde olmalarını da hibrit

tohumların pahalı olması ve sürekli tohum firmalarına bağlı kalmalarıyla açıklayabiliriz.

Tarım işletmecilerinin sürdürülebilirlik algılarının sağlanması için eğitim seviyesinin kırsal alanda yükseltilmesi gerekmektedir. Eğitim seviyesi yüksek olan işletme sahiplerinin daha etkin olarak tarımsal faaliyetlerini yürüttükleri görülmektedir.

Tarımda sürdürülebilirlik, insanlığın gıda güvenliğini sağlamanın yanında toprak, su ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması bir ön koşulu olarak değerlendirilmelidir. Tarım işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğinin sağlanması, verimin artırılması, yenilenmeyen sınırlı girdilerin de etkin kullanılması, toprak kalitesinin iyileştirilmesi bir bütün olarak ele alınmalıdır.

Tarımsal üretimde, sürdürülebilirlik ve inovasyon odaklı yaklaşım tarzı tarımsal işletmeciliğin geleceğini değiştirecektir. Tarımın yapısal sorunlarının çözülmesine katkı sunacaktır. En önemli kriterin tarımsal üretimde çevreye zarar vermeyen ve yeni teknolojiler kullanılması olarak yer alacaktır.

Bilgi

Bu çalışma, Ender KAYA'nın Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalında tamamlanan Doktora Tezinden alınmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı:

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 120K774 numaralı hızlı destek projesi olarak desteklenmiş olup, mali desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Agunga RA. (1995). What Ohio extension agents say about sustainable agriculture, *Journal of Sustainable Agriculture*, 5 (3), 169-187.
- Anonim. (2021). <https://konya.tarimorman.gov.tr/>:
- Anonim. (2022). www.tuik.gov.tr:
- Anonymous. (1998). Sustainable Agriculture: Assessing Australia's Recent Performance Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. Standing Committee on Agriculture and Resource Management p. 41.
- Ariza C, Rugeles L, Saavedra D, Guaitero B. (2013). Measuring innovation in agricultural firms: A methodological approach.
- Arkonaç SA. (1998). Psikoloji: Zihin Süreçleri Bilimi, p. 510.

- Atış E. (2004). Çevre ve Sürdürülebilir Boyutlarıyla Organik Tarım, *Buğday Dergisi*, 2004-2005, İstanbul.
- Bongiovanni R, Lowenberg-DeBoer J. (2004). Precision agriculture and sustainability, *Precision agriculture*, 5 (4), 359-387.
- Elias N. (2000). Zaman üzerine, Ayrıntı, p.
- Eryılmaz GA. (2017). Samsun ili Bafra ilçesinde çevresel sürdürülebilir tarımsal üretimi sağlayan optimum işletme organizasyonunun belirlenmesi.
- Flora CB. (1992). Building sustainable agriculture: a new application of farming systems research and extension, *Journal of Sustainable Agriculture*, 37-49.
- Jamtgaard K. (1992). Results from the Montana agricultural assessment questionnaire: A survey of sustainable agriculture.
- Jayarathne K, Martin RA, DeWitt JR. (2001). Perceptions regarding sustainable agriculture: Emerging trends for educating extension educators, *Proceedings of the 17th Annual Conference of the Association for International Agriculture and Extension Education*, XVII., Baton Rouge, LA. Retrieved on July, 2001.
- Marshall T, Herring D. (1991). Sustainable agriculture: An essential part of the in-agriculture curriculum, *The Agricultural education magazine (USA)*.
- Menanteau-Horta D. (1991). Sustainable agriculture in Minnesota, *Report/Center for Rural Social Development, University of Minnesota (USA)*.
- Rahman S. (2003). Environmental impacts of modern agricultural technology diffusion in Bangladesh: an analysis of farmers' perceptions and their determinants, *Journal of environmental management*, 68 (2), 183-191.
- Reganold JP, Papendick RI, Parr JF. (1990). Sustainable agriculture, *Scientific American*, 262 (6), 112-121.
- Senanayake R. (1991). Sustainable agriculture: definitions and parameters for measurement, *Journal of Sustainable Agriculture*, 1 (4), 7-28.
- Tatlıdil FF, Talay İ, Aktürk UD. (1998). Sürdürülebilir Tarım Stratejileri ve Türkiye Örneği, *Türkiye III. Tarım Ekonomisi Kongresi konferansı*, 66-75.
- Tatlıdil FF, Boz I, Tatlıdil H. (2009). Farmers' perception of sustainable agriculture and its determinants: a case study in Kahramanmaraş province of Turkey, *Environment, development and sustainability*, 11, 1091-1106.
- Taylor DC. (1991). On-farm sustainable agriculture research: lessons from the past, directions for the future, *Journal of Sustainable Agriculture*, 1 (2), 43-87.
- Turhan Ş. (2005). Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11 (1 ve 2), 13-24.
- Uğurlu Akbaş Ö. (2008). Halkla İlişkilere Algı Çerçevesinden Bakış, *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 2008:(32), 145-164.
- Velten S, Leventon J, Jager N, Newig J. (2015). What is sustainable agriculture? A systematic review, *Sustainability*, 7 (6), 7833-7865.
- Yamane T. (1967). Statistics: An introductory analysis,
- Yücel AGF. (2003). Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında çevre korumanın ve ekonomik kalkınmanın karşılığı ve birlikteliği, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11 (11).



Determination of Factors Affecting Gross Profit in Geographically Indicated Sugar Bean Production: Decision Tree Model

Nilgün Doğan^{1,a,*}, Hakan Adanacıoğlu^{2,b}, Çiğdem Takma^{3,c}

¹Gümüşhane Üniversitesi, Aydın Doğan MYO, Kelkit Gümüşhane, Türkiye

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

³Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 05.01.2024 Accepted : 14.02.2024</p> <p>Keywords: Kelkit sugar bean Gross profit Decision tree Geographical indication Gümüşhane</p>	<p>The purpose of this research is to determine the effects of demographic and structural factors on gross profit per decare in farms that cultivate sugar beans in Kelkit, Şiran and Köse districts of Gümüşhane province. In this context, the relationships between gross profit and some demographic and structural factors were investigated, and the effects of these factors on profitability were analysed using the Decision Tree method. In the research region, geographical indication registration has been obtained for the Kelkit Sugar Bean, which is an local (ancestral) seed and has local characteristics compared to other sugar beans. However, in recent years, local farmers have been using sugar bean seeds obtained from surrounding regions instead of using ancestral seeds. The main question of this research is to reveal which demographic and structural factors are effective on the gross profit in the production of registered GI labelled Kelkit Sugar Beans and traditional sugar beans. According to the results of this study; the share of sugar beans in the total cultivated area, the total cultivated area, the production status of GI Kelkit Sugar Beans, the size of the property land, the number of person engaged in farming in the household, the share of sugar beans in the total agricultural production value and the age of the farmer were determined as effective factors on the gross profit obtained.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 403-411, 2024

Coğrafi İşaretli Şeker Fasulyesi Üretiminde Brüt Karı Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Karar Ağacı Modeli Uygulaması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 05.01.2024 Kabul : 14.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kelkit şeker fasulyesi Karar ağacı modeli Brüt kar Coğrafi işaret Gümüşhane</p>	<p>Bu araştırmanın amacı, Gümüşhane ili Kelkit, Şiran ve Köse ilçelerinde şeker fasulyesi yetiştiriciliği yapılan işletmelerde demografik ve yapısal faktörlerin dekar başına brüt kar üzerindeki etkilerini belirlemektir. Bu kapsamda brüt kâr ile bazı demografik ve yapısal özellikler arasındaki ilişkiler araştırılarak, bu faktörlerin kârlılık üzerindeki etkileri Karar Ağacı yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma bölgesinde, ata tohumu olan ve diğer şeker fasulyesine göre yöreye has özellikleri barındıran Kelkit şeker fasulyesi için coğrafi işaret tescili alınmıştır. Ancak son yıllarda yöre çiftçisi ata tohumunu kullanmak yerine çevre bölgelerden elde ettikleri şeker fasulyesi tohumunu kullanmaktadır. Tescillenen Kelkit şeker fasulyesi ile geleneksel şeker fasulyesi üretiminde brüt kar üzerinde hangi demografik ve yapısal faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymak bu araştırmanın temel sorusunu oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; toplam ekili alandaki şeker fasulyesi payı, toplam ekili alan, Cİ'li Kelkit şeker fasulyesi üretim durumu, mülk arazi büyüklüğü, hanede tarımla uğraşan birey sayısı, toplam tarımsal üretim değeri içerisinde şeker fasulyesinin payı ve üretici yaşı elde edilen brüt kar üzerinde etkili faktörler olarak belirlenmiştir.</p>

^a nilgun_stu@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-7142-8296>

^c hakan.adanacioglu@ege.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-8439-8524>

^e ciğdem.takma@ege.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0001-8561-8333>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Şeker fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L.), yüzyıllardır insan beslenmesinde doğrudan kullanılan en önemli kuru baklagillerden bir tanesidir ve içeriğindeki yüksek protein, mineral (özellikle demir ve çinko), karbonhidrat ve lif nedeniyle mükemmel bir besin kaynağıdır (Uebersax ve ark., 2023). Yetersiz ve dengesiz beslenmenin en sık görüldüğü Afrika, Güney Amerika ve Asya'da insan beslenmesinde şeker fasulyesi günlük protein ihtiyacının ucuz ve kolay bir şekilde kazanılması bakımından da önem arz etmektedir (Uçar, 2023). Bununla birlikte, ülkelerin yemek kültürlerinde yer edinmiş şeker fasulyesi dünya mutfağında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünyada kuru baklagiller, üretim miktarı ve ekim alanı olarak tahıllardan sonra gelmektedir ve kuru baklagiller içerisinde en çok yetiştiriciliği yapılan şeker fasulyesidir. Şeker fasulyesi yetiştiriciliği Latin Amerika, Afrika, Asya ve Amerika'da yaygın olmakla birlikte, dünyada ekili alanlar yaklaşık 37 milyon hektara ulaşmıştır ve şeker fasulyesi üretim miktarı 28 milyon ton civarındadır (FAO, 2022). Myanmar (267 milyon ton), Brezilya (2.84 milyon ton), Meksika (1 milyon ton), Çin (1.29 milyon ton), Arjantin (679 bin ton), Amerika (1.17 milyon ton) ve Kanada (312 bin ton) en fazla şeker fasulyesi üretiminin yapıldığı ülkelerdir (FAO, 2022).

Türkiye'de toplam kuru baklagiller üretimi içerisinde mercimek ve nohuttan sonra %29'luk bir payla şeker fasulyesi gelmektedir (TEPGE, 2022). Şeker fasulyesi ekim alanlarına bakıldığında, son beş yılda %20 artarak 107 796 hektara ulaşırken, üretim miktarı son beş yılda %28 artarak 270 bin tona ulaşmıştır (TÜİK, 2023). Ekim alanlarının büyük bir çoğunluğunu (%56,8) İç Anadolu Bölgesi oluşturmakta ve bunu %16,4'lük bir payla Doğu Anadolu Bölgesi takip etmektedir (TEPGE, 2022). Türkiye'de 2017-2021 yılları arasında şeker fasulyesi üretimi yapan önemli iller sırasıyla Niğde, Konya, Bitlis, Nevşehir, Karaman, Kayseri, Aksaray, Kahramanmaraş, Gümüşhane ve Kütahya'dır.

Gümüşhane ili 4023 ton şeker fasulyesi üretimi ile 9. sırada yer almaktadır. İlde, hayvansal üretim geleneği yıllardır halkın temel geçim kaynağını oluşturmaya rağmen, son yıllarda Gümüşhane ili en çok dışarı göç veren iller arasındadır (TÜİK, 2021). İlin coğrafik konumu ve yapısı, iklim özellikleri ve lojistik konumu nedeniyle ağırlıklı olarak yapılan tarımsal üretim yıllardır bir gelenek oluşturmaya rağmen son yıllarda bu özelliğini kaybetmeye başlamıştır. Genç nüfusun tarımdan uzaklaşması ve ülke genelinde yaşanan tarımsal zorluklar gibi nedenlerden dolayı üretim istenilen düzeyde değildir. Bu açıdan bakıldığında, Gümüşhane ilinde tarımsal üretim alternatiflerini uygulamak, genç nüfusu tarıma yönlendirmek, çiftçi gelirini artırmak ve yerel kaynakları değerlendirmek, lojistik nedenlerden dolayı sanayinin etkin olmadığı ve geçim kaynaklarının sınırlı olduğu Gümüşhane ilinde, yöre ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir.

İnsanların temel besin ihtiyaçlarını karşılamak üzere yüzyıllardır yapılan tarımsal üretim, artan nüfus ile birlikte doğal kaynakları daha etkin kullanmak adına teknolojik gelişmelere maruz kalmıştır. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar yedi milyardan dokuz milyara çıkacağı tahmin edilmektedir ve nüfus artışının neredeyse tamamı düşük ve orta gelirli ülkelerde olacağı kuvvetle muhtemel olup

(McDermott & Wyatt, 2017), emek yoğun ve teknolojinin az kullanıldığı Türkiye tarımının artan nüfusa ne derece yeterli olacağı tartışılan konular arasındadır. Özellikle, artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamanın zorluğunu anlamak açısından sosyo-demografik faktörler kritik öneme sahiptir: Son yıllarda Türkiye'de köylerden kentlere doğru artan göçler yaşanan değişimin başında gelmektedir. Nüfus hareketlerinin artmasıyla birlikte fazla kaynak (örneğin toprak, su, enerji) kullanımını gerektiren tarımsal ürünlere olan talep nüfus artışıyla paralel hareket etmektedir. Kentlerde artan tüketimi sağlayan bu değişim beraberinde işsizliği getirip, öncesinde üretim geleneğini taşıyan köylülük ya da çiftçilik kavramının da değişmesine sebep olmuştur. Bu nedenle tarımsal üretimde mücadele; agro-ekolojik tarım, organik tarım, iyi tarım uygulamaları ve coğrafi işaretli yöresel ürünlerin üretimi gibi alternatif tarımsal üretim şekilleri ile kendini göstermektedir.

Gümüşhane ilinde Cİ'li tarımsal ürünler arasına katılan Kelkit şeker fasulyesi bu araştırmanın kapsamına alınmıştır. Günümüzde, yöresel ürünlere coğrafi işaretler (Cİ) aracılığı ile ekonomik değer kazandırılmakta ve yöreye ait karakteristik özellikler resmi olarak korunmakta ve nesillerce bu kültür mirası aktarılabilmektedir. Cİ tescili sayesinde yöresel ürünlerin ticari kimliği benzer ürünlere göre ayırt edilmekte ve ürünlerin daha geniş pazarda yer alabilmesinde, ekonomik değerinin artırılmasında ve ait olduğu bölgenin turistik imajında rol oynamaktadırlar. Gümüşhane ilinde Cİ tescilli ürünlerden bir tanesi de Kelkit şeker fasulyesidir. Kelkit şeker fasulyesi ata tohumu olup fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından diğer şeker fasulyesinden ayırt edilmektedir (Gümüşhane İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021). Yöre çiftçisi son yıllarda ata tohumu kullanmak yerine daha yüksek verim özelliğine sahip şeker fasulyesini yetiştirmek suretiyle üretimi gerçekleştirmektedir. Kelkit şeker fasulyesinin özelliklerini korumak, üretiminin devamlılığını sağlamak ve yöre çiftçisini ata tohumu kullanmaya teşvik etmek amacıyla Kelkit Şeker Fasulyesi Üreticileri Birliği 2018 yılında resmîyet kazanmış ve 2020 yılında Kelkit şeker fasulyesi Türk Patent Enstitüsü tarafından Cİ tescili ile tescillenmiştir.

Araştırmanın amacı, temel besin ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayan, dengeli ve yeterli beslenmede önemli protein kaynağı olan ve araştırmanın yapıldığı bölgede tarımsal üretim yapan çiftçilerin bitkisel üretim deseninde yer alan şeker fasulyesi üretimini etkileyen demografik ve yapısal faktörlerin etkisini Karar Ağacı Modeli ile ortaya koymaktır. Tescillenen Kelkit şeker fasulyesi ile geleneksel şeker fasulyesi üretiminde brüt kar üzerinde hangi demografik ve yapısal faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymak bu araştırmanın temel sorusunu oluşturmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın birincil verilerini Gümüşhane ili Kelkit, Köse ve Şiran ilçelerinde kuru fasulye üreten işletmelerle yapılan yüz yüze görüşmelerden elde edilen anketler oluşturmaktadır. Araştırmanın hedef grubunu, Cİ'li Kelkit şeker fasulyesi üretimini yapan çiftçilerle, üretiminde Kelkit şeker fasulyesi tohumu kullanmayıp diğer şeker fasulyesi

tohumu kullanan çiftçiler oluşturmaktadır. Araştırmanın kapsamını Gümüşhane ilinde tarımsal üretimin en fazla yapıldığı Kelkit, Köse ve Şiran ilçeleri oluşturmuştur. İlin toplam arazi varlığının içerisinde tarım alanları sadece %22,66'lık bir pay oluşturmaktadır. Tarım alanlarının ilçelere göre dağılımına bakıldığında yaklaşık %43'lük bir payla ilk sırayı Kelkit ilçesi alırken bunu sırasıyla Köse (39,54), Şiran (31,26), Merkez (13,13), Torul (7,40) ve Kürtün (6,13) ilçeleri takip etmektedir. Gümüşhane'nin tarım alanları, Çoruh Havzası (Merkez, Torul, Kürtün) ve Yukarı Fırat Havzası (Kelkit, Köse ve Şiran) bölümünden oluşmaktadır ve her iki havza coğrafik ve toprak yapısı bakımından farklılık arz etmektedir. Tarım alanlarının büyük çoğunluğu (%75) Y. Fırat Havzası bölümünde yer almaktadır (Gümüşhane İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2023). Bundan dolayı, araştırma kapsamına alınan kuru fasulyenin yetiştiriciliğinin yapıldığı Kelkit, Köse ve Şiran ilçeleri bu araştırmanın kapsamına alınmıştır.

Bu çalışmanın örneklem büyüklüğünü, şeker fasulyesi yetiştiriciliğinde coğrafi işaretli tohum kullanan çiftçilerle kullanmayan çiftçiler oluşturmaktadır. Son zamanlarda yöre çiftçisi bölgenin karakteristik özelliklerini taşıyan, morfolojik ve fonolojik olarak diğer şeker fasulyesinden ayrılan Kelkit şeker fasulyesi yetiştirmek yerine yakın bölgelerden elde ettikleri yüksek verim özellikli şeker fasulyesini yetiştirmektedirler. Bu bakımdan, ata tohumu olan Kelkit şeker fasulyesi yetiştiriciliğini yaygınlaştırmak ve diğer şeker fasulyesi yetiştiriciliğini azaltmak amacıyla 2018 yılında Kelkit Şeker Fasulyesi Yetiştiricileri Birliği kurulmuştur. Birliğin amacı bölgeye has özellikleri taşıyan Kelkit şeker fasulyesinin sahip olmuş olduğu özellikleri korumak ve üyeleriyle birlikte üretimi artırmaktır. Bu bağlamda, birlik tarafından 2018 yılında deneme ekimleri yapılmış, üretim döneminden elde edilen şeker fasulyesine ait analizler ve morfolojik, fonolojik gibi ayırt edici özellikler raporlanmıştır. Menşe Cİ işaret tescil müracaatının yapılmasının ardından 2020 yılında Kelkit şeker fasulyesi ayırt edici özellikleri ile korunmak üzere Türk Patent Enstitüsü tarafından Cİ tescili ile tescillenmiştir. Böylece, yetiştiriciliğinde Cİ tescilli Kelkit şeker fasulyesi kullanmak isteyen çiftçiler öncelikle birliğe üye olacak ve sonrasında tohumu birlikten alacaktır. Üretici her yıl yetiştiriciliğini yaptığı şeker fasulyesinden tohumluk ayırarak üretime devam edecektir. Bu araştırmaya ait anketlerin yapıldığı dönemde birliğe üye olan Cİ tescilli şeker fasulyesi yetiştiren çiftçiler sadece 50 kişi olduğundan herhangi bir örnekleme metoduna gidilmemiştir. Tescilli şeker fasulyesi yetiştiriciliğinin brüt kar üzerindeki etkisini görmek ve karşılaştırma yapabilmek amacıyla, yetiştiriciliğinde tescilli tohum kullanmayan şeker fasulyesi yetiştiricileri de bu araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırma bölgesinde, birliğe üye olan yetiştirici sayısı ile birliğe üye olmayıp geleneksel şeker fasulyesi yetiştiren çiftçilerin sayısı aynı tutulmuştur. Toplamda 100 çiftçi ile yüz yüze görüşmeler yapılarak araştırmanın verisi oluşturulmuştur.

Kelkit, Köse ve Şiran ilçelerinde şeker fasulyesi yetiştiren işletmelerin demografik ve yapısal özelliklerinin brüt kar üzerindeki etkisini tahmin etmek amacıyla bu çalışmada, Karar Ağacı Regresyon Modeli yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, her bir iç düğümün bir nitelik üzerindeki testi temsil ettiği, her dalın testin bir sonucunu

temsil ettiği ve yaprak düğümlerin sınıfları veya sınıf dağılımlarını temsil ettiği akış şemasına benzer bir ağaç yapısıdır. Bir ağaçtaki en üstteki düğüm kök düğümdür. Bilinmeyen bir örneği sınıflandırmak için örneğin nitelik değerleri karar ağacına göre test edilmektedir (Veenadhari ve ark., 2011). Kökten başlayarak ilgili örnek için sınıf tahminini barındıran yaprak düğüme kadar bir yol takip edilmektedir ve daha sonra IF-THEN-ELSE kullanılarak sınıflandırma kurallarına dönüştürülmektedir (Han & Kamber, 2009). Bu yöntem ekoloji, tıp, ekonomi, sosyoloji alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle, tarımsal üretimde yatırım riskini ve karı etkileyen faktörleri tahmin etmek için tercih edilen bir yöntemdir (Kalichkin ve ark., 2021).

Karar ağaçları, birçok endüstri ve disiplinde yaygın olarak kullanılan güçlü bir makine öğrenimi algoritmasıdır. Bu algoritma, veri setini öğrenmek ve bu öğrenmeyi temel alarak yeni veri noktalarını sınıflandırmak veya değer tahmin etmek için bir dizi karar kuralı oluşturur. Karar ağaçları, değişken değerlerinin büyük veya küçük olduğunu belirleyerek önceden belirlenen bir sabite göre değişkenleri bölerek grafiksel bir temsil sunan bir tekniktir (Steensels ve ark., 2016). Karar ağaçları kök düğümlerle başlamakta olup, bu da başlangıç düğümünü temsil etmektedir. Veri seti durdurma kriterleri karşılanana kadar giderek daha küçük alt kümelere bölünür. Ağaç, bölünme kriterleri karşılandığında büyümeyi durdurur; bu durumda, bir düğümdeki tüm kayıtlar aynı sınıflandırmaya sahipse ağacın o kısmının büyümesi durur (Witten & Frank, 2005).

Karar Ağaçları içerisinde Sınıflandırma (Classification) ve Regresyon Ağaçları (CRT, CART), regresyon problemlerini çözmek amacıyla tasarlanmış bir tür karar ağaçlarıdır. Bu yöntem, bağımlı değişkenin sürekli bir değer olduğu durumlarda kullanılır. Her düğümde, veri setinin belirli bir özelliği test edilir ve bu test sonucuna göre ağaç dallara ayrılır. Ağacın yaprak düğümlerinde, regresyon ağacı modeli tarafından tahmin edilen sürekli bir çıktı elde edilir.

Bu çalışmada, Regresyon Ağacı kullanılarak şeker fasulyesi yetiştiriciliğinde işletmelerin brüt karı üzerine etkili faktörler analiz edilmiştir. Bu faktörler sırasıyla; toplam ekili alandaki şeker fasulyesi payı, işletme büyüklüğü, Cİ'li Kelkit şeker fasulyesi üretim durumu, yaş, mülk arazi büyüklüğü, hanede tarımla uğraşan birey sayısı, tarımsal üretim deneyimi, eğitim, toplam tarımsal üretim değeri, danışmanlık alma durumu ve toplam tarımsal üretim değeri içerisinde şeker fasulyesinin payı şeklindedir (Tablo 1).

Regresyon ağaçları modeli, maksimum derinlik parametresi 5 olarak belirlenerek budanmış ve tüm minimum durumlar ana düğümde 10, alt düğümlerde ise 5 olarak tanımlanmıştır. Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CRT) analizi, IBM SPSS v25 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Şeker Fasulyesi Üretimi Yapan İşletmelerin Tanımlayıcı İstatistikleri

Araştırma kapsamına alınan şeker fasulyesi yetiştiriciliği yapan işletmelere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre, çiftçilerin ortalama yaşı 47 yıl, eğitimleri ortaokul düzeyinde, tarımsal deneyimleri 23 yıl, hanede tarımla uğraşan kişi sayısı 2 kişi olarak elde

edilmiştir. Bununla birlikte, Tablo 2'ye göre, çiftçilerin herhangi bir uzman kurumdan veya uzman kişiden danışmanlık hizmeti alma noktasında yeterince faydalanmadıkları anlaşılmaktadır (0,42). Çiftçilerin toplam arazi büyüklüğü ortalama 99,46 dekar olup, bitkisel üretim desenlerinde ağırlıklı olarak yetiştirdikleri ürünlerin şekerpancarı, buğday, arpa ve mısır olduğu anketlerden elde edilen veriler arasındadır. Çiftçilerin ortalama mülk arazileri 17 dekadır. Çiftçilerin bitkisel üretim desenlerinde bu araştırmanın konusunu oluşturan şeker fasulyesine ayırdıkları payı görmek için toplam ekili alan içerisinde şeker fasulyesinin oranına bakılmıştır. Elde

edilen bulguya göre, bu pay %32,44'dür. Bu bulguya göre çiftçilerin mısır, şekerpancarı, buğday gibi majör ürünlerden sonra şeker fasulyesine yer verdikleri anlaşılmaktadır. Çiftçilerin, tarımsal üretimden elde ettikleri yıllık toplam gelir aralıkları Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre; tarımsal üretimden elde edilen yıllık ortalama gelir 2 olarak elde edilmiştir. Bu sonuç, verilen gelir aralıklarından 50.001-75.000 TL aralığına tekabül etmektedir. Mevcut ekonomik koşullar göz önünde bulundurulduğunda, çiftçilerin üretimlerinin sürdürülebilirliğinde önemli bir faktör olan gelirin çiftçi refahında yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

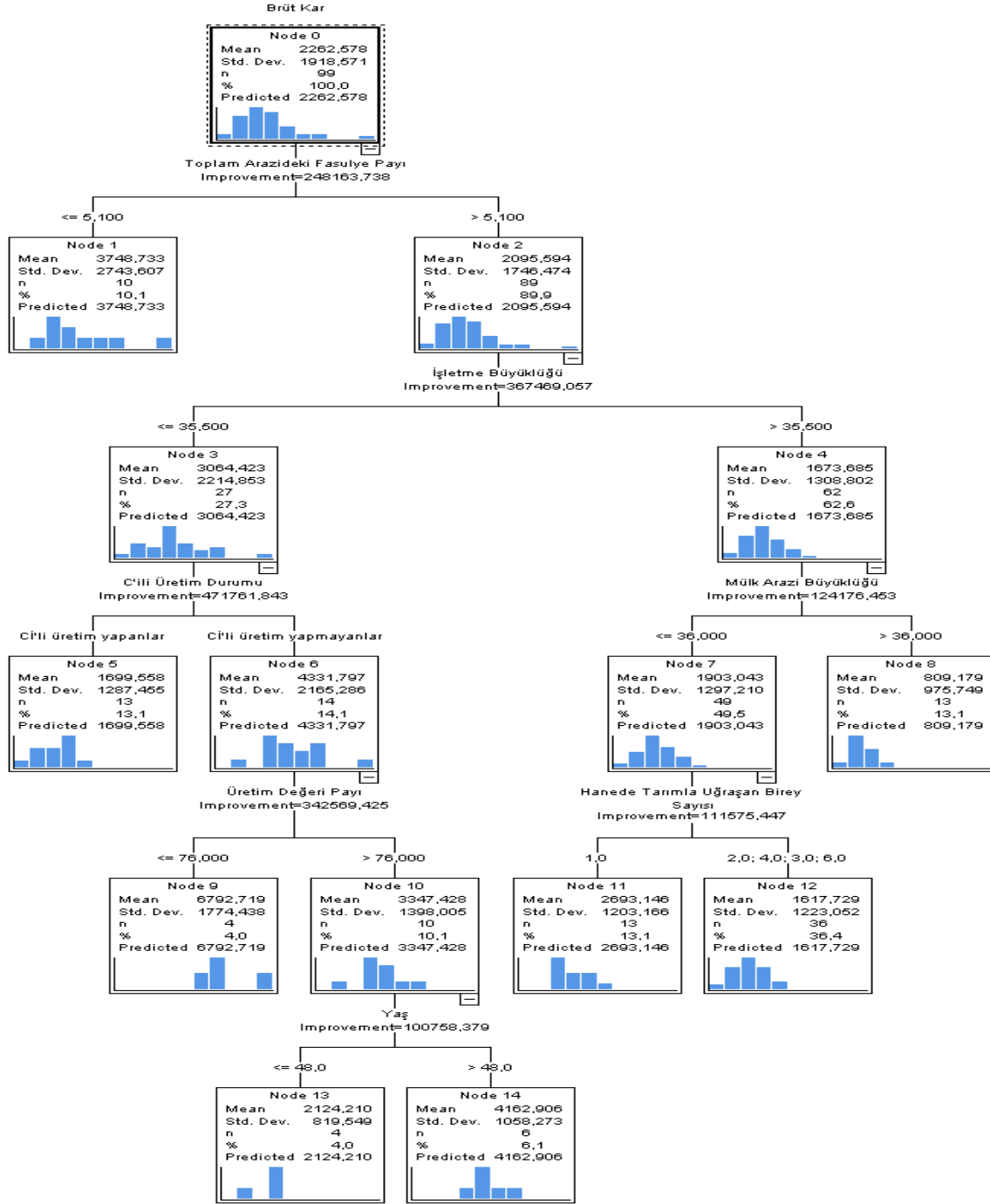
Tablo 1. Şeker Fasulyesi Yetiştiren İşletmeleri Karşılaştırmada Kullanılan Değişkenler
Table 1. Variables for Comparing GI and non-GI Farms

Bağımlı Değişken	Değişken Kodları	Açıklama
Dekar başına brüt kar (TL/dekar)	Dekar başına brüt üretim marjı (gmargin)	TL/dekar
Bağımsız Değişkenler		
Cİ'li Kelkit şeker fasulyesi Yetiştirme Durumuna Katılım	Müdahale (müdah)	1) Evet, 0) Hayır
Çiftçinin Eğitimi	Eğitim (eğit)	1: Okuma yazması yok 2: Sadece okuma yazması var 3: İlkokul 4: Ortaokul 5: Lise 6: Üniversite 7: Yüksek lisans / doktora
Çiftçinin Yaşı	Yaş (yaş)	Yıl Sayısı
Çiftçinin Tarımsal Tecrübesi	Üretim tecrübesi (tec)	Yıl Sayısı
Tarımla Uğraşan Birey sayısı	Hanedeki çiftçi sayısı (nfm)	Kişi Sayısı
Toplam Ekili Alan (dekar)	Ekili Arazi	Dekar (da)
Mülk Arazi Alanı	Mülk Arazi (marazi)	Dekar (da)
Toplam ekili alan içerisinde şeker fasulyesi payı	Şeker fasulyesi payı	Dekar
Toplam tarımsal üretim değeri içerisinde şeker fasulyesinin payı	Şeker fasulyesi geliri	Yüzde pay
Toplam Tarımsal Üretim Geliri (TL/işletme)	Üretim geliri (gelir)	1)≤ 50.000 2)50.001-75.000 3)75.001-100.000 4)100.001-125.000 5)125.001-150.000 6)150.001-175.000 7)175.001-200.000 8)200.001 >
Danışmanlık Hizmeti Alma Durumu	Danışmanlık (Danıs)	1)İşletmenin uzman bir kurumdan veya kişiden danışmanlık alması durumunda; 1) Evet 0)Hayır

Tablo 2. İşletmelerin Tanımlayıcı İstatistikleri
Table 2. Descriptive Statistics of the farms

Değişkenler	Min.	Mak.	Ortlama	Standart Sapma
Üretici yaşı (yıl)	22,00	65,00	47,25	47,25
Eğitim (Egit)*	3,00	6,00	4,37	1,07923
Tarımsal deneyim (yıl)	5,00	50,00	23,45	11,851
Hanedede tarımla uğraşan birey sayısı (kişi)	1,00	6,00	2,16	1,234
Mülk arazi alanı (dekar)	0,00	140,00	16,96	28,93215
Arazi büyüklüğü (dekar)	2,00	1021,00	99,46	122,05475
Ekili alan içerisinde fasulye payı (%)	0,00	200,00	32,44	34,77458
Toplam tarımsal üretim geliri (TL/işletme)**	1,00	8,00	2,01	1,43210
Danışmanlık hizmeti alma durumu***	0	1	0,42	0,496

*1) Okuma yazması yok, 2) Sadece okuma yazması var, 3) İlkokul, 4) Ortaokul, 5) Lise, 6) Üniversite, 7) Yüksek lisans / doktora; ** 1)≤ 50.000, 2)50.001-75.000, 3)75.001-100.000, 4)100.001-125.000, 5)125.001-150.000, 6)150.001-175.000, 7)175.001-200.000, ; 8) 200.001>; *** 1) İşletmenin uzman bir kurumdan veya kişiden danışmanlık alması durumunda; 1) Evet 0)Hayır



Şekil 1. Şeker Fasulyesi Üretiminde Brüt Kar İçin Regresyon Ağacı Diyagramı
Figure 1. Regression Tree Diagram for Gross Profit in Sugar Bean Production

Demografik ve Yapısal Faktörlerin İşletmelerin Karlılığı Üzerindeki Etkilerinin Analizi

Bu bölümde, şeker fasulyesi yetiştiren çiftçilerin brüt karını etkileyen faktörlerin analizi yapılmıştır. İşletme faaliyetlerinin başarısını ölçmede kullanılan analizlerden brüt kar analizi için araştırma kapsamına alınan işletmelerin dekar başına yapmış oldukları brüt üretim değeri hesaplanarak bu değerden değişken masrafların çıkarılmasıyla brüt kar hesaplanmıştır. Dekar başına yapılan değişken masraflar sırasıyla geçici işgücü masrafları, akaryakıt, gübre, ilaç, su, elektrik ve diğer masraflar olarak ele alınmıştır.

Toplam ekili alandaki şeker fasulyesinin payı, işletme büyüklüğü, C'li Kelkit şeker fasulyesi üretim durumu, mülk arazi büyüklüğü, hanede tarımla uğraşan birey sayısı, toplam tarımsal üretim değeri içerisinde şeker fasulyesinin payı, yaş, eğitim, toplam işletme geliri ve çiftçi deneyimi faktörlerinin brüt kar üzerindeki etkisi Karar Ağacı yöntemi ile analiz edilmiştir. Karar Ağacı algoritması sonucuna göre; eğitim, toplam tarımsal üretimden sağlanan gelir ve tarımsal deneyim faktörlerinin önem sıraları ağaç içine girmeyen değişkenler olarak tespit edilmiştir ve bunların haricindeki ilgili değişkenlere ağaçta yer verilmiştir (Şekil 1). Brüt kar üzerinde en etkili faktör Şekil

1’de görüldüğü üzere toplam ekili alan içerisinde şeker fasulyesine ayrılan pay olarak bulunmuştur (Node 1= 3748,73). Elde edilen bu sonuç, toplam ekili arazi içerisinde şeker fasulyesine %5,1 ve daha az alan ayıran işletmelerin %5,1’den daha fazla alan ayıranlara göre (Node 2= 209559) brüt karlarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Yüzyüze yapılan anket görüşmelerinde çiftçi beyanlarına göre, bitkisel üretim desenlerinde ağırlıklı olarak ekilen ürünler; buğday, arpa, mısır ve şekerpancarı olmakla birlikte bunu şeker fasulyesi takip etmektedir. Çiftçilerin mevcut üretim desenlerinde verim riski yüksek olan fakat daha fazla girdi gerektiren ürünlere toplam ekili alanlarında daha az alan ayırması beklenen bir durumdur. Bu sonuca göre, geleneksel üretim deseninde verim riski taşıyan ve girdi maliyeti mısır, buğday ve şekerpancarına göre daha yüksek olan şeker fasulyesine ayrılan alanı daha sınırlı tutarak gelirini garanti altına almak isteyen bir çiftçi grubundan bahsetmek mümkündür. Tugay’ın (2012) araştırmasında elde edilen bulguya göre; Türkiye’de bitkisel üretimde düşük verim, üretim sorunlarının başında gelmektedir ve kuru fasulye üretiminin sulu tarıma bağlı olması, yüksek girdi maliyetleri ve en önemlisi de sıcaklık şartlarının kuru fasulye verimini direkt etkilemesi çiftçi için en yüksek risk faktörlerini teşkil etmektedir. Rasul ve ark. (2019) tarafından yapılan benzer bir çalışmada elde edilen sonuca göre, üretimin devamlılığını direk etkileyen fiyat dalgalanmaları, düşük verim ve pazar garantisi gibi faktörler çiftçinin üretim desenini belirlemede en etkili faktörlerdir. Ma ve ark. (2022), Cİ tescilli kırmızı barbunya fasulyesi yetiştiriciliğinin artırılmasında ve üreticilerin bunu benimsemesinde birçok faktörün etkili olduğunu özellikle ürünün ayırt edici özelliklerinin yüksek verim, hastalıklara karşı direnç, üretimde daha az girdi gibi pazara yönelik stratejilerle desteklenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu bakımdan, araştırma bölgesinde üretimi yeni olan Cİ tescilli Kelkit şeker fasulyesinin pazara yönelik stratejilerinin birlik ve yerel otoriteler tarafından desteklenmesi, çiftçilerin toplam ekili alanlarında daha fazla yer ayırmalarına neden olacaktır. Çiftçilerin üretim desenlerinde öncelik verdikleri konulardan biri olan ürün verimi bu bağlamda ayrı bir önem arz etmektedir. Üretim ve verimin artırılmasında ekim alanı planlamaları, iklim ve toprak yapısına uygun ürün seçimi ve etkin kimyasal girdi kullanımı tarımsal üretimin devamlılığında önemli rol oynamaktadır (TBB Tarım Sektörü Raporu, 2023). Bu bakımdan, Cİ’li şeker fasulyesi üretiminin yaygınlaştırılması için yapılabilecek planlamaların, ürünün sahip olduğu avantajları göz önüne alarak üretimin yaygınlaştırılmasında ve çiftçi refahında etkili olacağı açıktır.

Karar ağacına göre toplam ekili alan içerisinde şeker fasulyesine %5,1’den daha fazla pay ayıran işletmeler için toplam arazi (işletme) büyüklüğü dekar başına brüt kar üzerinde etkili bir faktör olarak çıkmıştır. Elde edilen bu bulgu, şeker fasulye ekim alanı daha yüksek olan işletmelerde toplam ekili alanlarının büyüklüğünün etkili olduğunu göstermektedir. İşletme büyüklüğü 35,5 dekar ve daha küçük olan işletmelerde brüt kar (Node 3= 3064,42), işletme büyüklüğü 35,5 dekardan daha büyük olanlara (Node 4= 1673,68) göre daha yüksektir. Bu sonuç, şeker fasulyesinin diğer ürünlere göre girdi maliyetinin yüksek oluşu ve ürün veriminin iklim koşullarına daha duyarlı olması gibi başlıca nedenlerle toplam arazi büyüklüğü daha

fazla olan işletmelerin arazilerinde riski daha az olan diğer ürünlere daha fazla yer vermesi olarak öngörülebilir. Oysaki Nasar ve ark. (2023), kuru fasulye yetiştiriciliğini etkileyen sosyo-ekonomik faktörler konulu araştırmalarında, çiftçilerin ekili alan büyüklüklerini artırdıkça kuru fasulye ekim alanının arttığını ve bunun da kuru fasulyeden elde edilen karı artırdığını bulmuşlardır.

İşletme büyüklüğü 35,5 dekar ve daha küçük olan işletmelerde Cİ’li Kelkit şeker fasulyesi yetiştirme faktörü etkili iken, işletme büyüklüğü 35,5 dekardan büyük olan işletmelerde ise mülk arazi büyüklüğü etkili çıkmıştır. Cİ’li Kelkit şeker fasulyesi yetiştiriciliği yapan işletmelerin brüt karı (Node 5= 1699,55), Cİ’siz şeker fasulyesi yetiştirenlere göre (Node 6= 4331,79) daha düşük elde edilmiştir. Bu bulgu bazı nedenlerle açıklanabilir. Kelkit şeker fasulyesinin coğrafi işaret ile tescillenmesi yeni olup, ürünün hedef pazarının belirlenmesi ve hedef pazara yönelik pazarlama karması stratejilerinin oluşturulması kapsamında bir eylem planı olmadığı görülmektedir. Bunun sonucunda Cİ’li Kelkit şeker fasulyesi ile geleneksel şeker fasulyesi pazarı arasında henüz bir farkın oluşmamış ve Cİ tescilinin üreticiye sağlayacağı fiyat ve dolayısıyla gelir avantajı sağlanamamıştır. Tafesse ve ark. (2023) benzer bir çalışmada belirttikleri gibi bitkisel üretim yapan işletmeler için en büyük risk tarımsal ürünün pazarda tutundurulmasıdır. Bununla birlikte, Kelkit Şeker Fasulyesi Üreticileri Birliğine üye olan çiftçiler, coğrafi işaret tescil belgesinde yer alan yetiştirme özelliklerine göre üretimlerini gerçekleştirmektedir ve bu yetiştirme uygulamaları bazı şartları gerektirmektedir. Şeker fasulyesi yetiştiriciliğinin yerel ata tohum ile yapılması, yetiştiricilikte uygulanan toprak hazırlığı, ekim, vejetasyon ve hasat gibi uygulamalarla birlikte gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadelenin Kelkit Şeker Fasulyesi Üreticileri Birliği koordinatörlüğünde, Gümüşhane İl Tarım ve Orman Müdürlüğünün denetiminde gerçekleştirilmesi, yerine getirilen uygulamalardan bazılarıdır. Diğer yandan, geleneksel şeker fasulyesi yetiştiren işletmeler, üretim sürecinde verimi artırıcı daha farklı uygulamalara girişebilmektedirler. Kullanılan şeker fasulyesi tohumlarının yerel tohum olmaması, yöre dışından getirilen yüksek verim özellikli şeker fasulyesi tohumlarının kullanılması, yoğun girdi kullanımı ve üretimin denetimsiz olması gibi nedenler geleneksel fasulyeden elde edilen üretim değerini artırıcı nedenler arasında sayılabilir. Bu çerçevede, geleneksel şeker fasulyesi yetiştiren işletmelerde brüt karın Cİ’li Kelkit şeker fasulyesi üretenlere göre daha fazla olabileceği bu araştırmadan elde edilen bulgu ile örtüşmektedir. Tanaka ve ark. (2015) yapmış oldukları araştırmada elde ettikleri sonuca göre, çiftçilerin tarımsal üretimden elde ettikleri gelirin artırılmasında en etkili faktör ürünün verim özelliklerinin artırılmasıdır. Bu bağlamda, araştırma bölgesinde yöre tohumu ile yapılan üretimde verim artırıcı uygulamaların kontrol edilmesi, artırılması ve bu noktada yapılabilecek desteklemeler son derece önem arz etmektedir. Kelly ve ark. (1998) çalışmalarında ifade ettikleri gibi kuru fasulye yetiştiriciliğinde başarı sağlanmasında yetiştiricilik metodları, tohum kalitesi ve hastalıklara karşı direnç en önemli faktörlerdir. Bu bulgudan yola çıkarak, ata tohumu olan Kelkit şeker fasulyesinin tohum kalitesinin ve özelliklerinin göz önünde bulundurularak yetiştiriciliğinin artırılmasının yöre çiftçisi için bir fırsat olduğu söylenebilir.

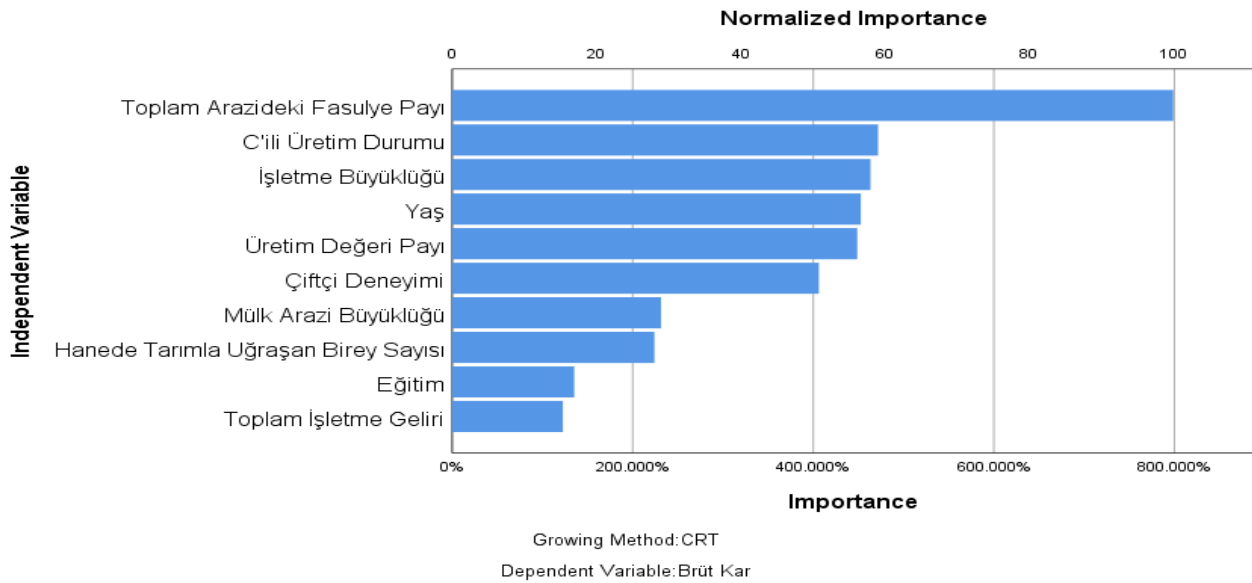
Karar ağacına göre, işletme büyüklüğü 35,5 dekarдан büyük olan işletmelerin brüt karı üzerinde mülk arazi büyüklüğü etkili çıkmıştır. Mülk arazi büyüklüğü 36 dekar ve daha küçük olan işletmelerin dekar başına brüt karı (Node 7= 1903,04) mülk arazi büyüklüğü 36 dekarдан büyük olan işletmelere göre (Node 8= 809,17) daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuca göre; daha fazla mülk arazisine sahip olan işletmelerin girdi kullanımını diğer ana ürünlere transfer ettikleri için, dekar başına elde ettikleri şeker fasulyesi brüt karının diğer ürünlere göre daha az olması muhtemel olarak görülmektedir. Mülk arazi büyüklüğü daha küçük olan işletmelerde brüt kar üzerinde hanede tarımla uğraşan birey sayısı etkili çıkmıştır. Buna göre; birey sayısı 2 kişiden az olan hanelere sahip işletmelerin brüt karı (Node 11 = 2693,14) birey sayısı 2 ve 2'den daha fazla olan hanelere sahip işletmelerden (Node 12= 1617,72) daha fazla elde edilmiştir. Şeker fasulyesi üretiminin mısır, arpa, buğday ve şekerpancarı gibi diğer ürünlere göre işgücü maliyetinin daha yüksek olduğu bilinmektedir. Efeoğlu ve ark. (2016), girdi maliyetlerinde en önemli problemlerden birisinin işçilik masrafları olduğunu ve üreticilerin çoğunluğunun şeker fasulyesi üretiminde; kendileri, eşleri ve çocuklarını dâhil ettiğinden emeklerinin karşılığının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu bağlamda, araştırma kapsamına alınan işletmelerin asgari işgücü ile daha fazla kar elde ettikleri anlaşılmaktadır. Özellikle, şeker fasulyesi yetiştiriciliğinde sulamada kullanılan işgücü, girdi maliyetlerinin önemli bir kalemini oluşturmakta ve modern sulama yöntemlerini kullanan ya da su kaynaklarına yakın olan işletmelerin hane işgücü büyüklüğünü düşük tutarak brüt karlarını artırdıklarını söyleyebiliriz.

Geleneksel şeker fasulyesi yetiştiren işletmelerde (Cİ'li üretim yapmayanlar), toplam tarımsal üretim değeri içerisinde şeker fasulyesinin üretim değeri payı faktörü önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplam tarımsal üretim değeri içerisinde şeker fasulyesi üretim

değerinin %76'dan küçük ve eşit olması durumunun brüt karı olumlu etkilediği elde edilen sonuçlar arasındadır (Node 9= 6792,71). Bir başka anlatımla Cİ'li üretim yapmayanlar için diğer üretim dallarına göre şeker fasulyesi üretiminde uzmanlaşmak brüt karı olumsuz etkilemektedir.

Toplam tarımsal üretim değeri içerisinde şeker fasulyesinin üretim değeri payının %76'dan büyük olduğu işletmelerde çiftçinin yaşının brüt kar üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Karar ağacı modeline göre, yaşı 48'den büyük olan çiftçilerin elde ettiği brüt kar, (Node 14= 4162,90) yaşı 48 ve daha küçük olan çiftçilerin brüt karına göre (Node 13= 2124,21) daha fazla çıkmıştır. Cİ'li üretim yapmayanların toplam tarımsal üretim değeri içerisinde kuru fasulyenin payının yükselmesi brüt karı olumsuz etkilemesine rağmen, çiftçilerin yaşının artması ve buna paralel olarak beklenen yüksek deneyim söz konusu olumsuz etkiyi azaltmaktadır. Cholo ve ark. (2023) yapmış olduğu benzer bir çalışmada elde edilen bulguya göre, ileri yaştaki çiftçilerin sahip olmuş oldukları tarımsal deneyim, üretimde bilgi ve tecrübe uygulama pratiği gerektiren kuru fasulye yetiştiriciliğine olumlu yansımaktadır.

Ayrıca bu çalışmada, şeker fasulyesi üretiminde dekara brüt karı etkileyen bazı faktörler Regresyon Ağacı analizi yöntemiyle önem düzeylerine göre sıralanmıştır. Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçlarına (CRT) dayalı bağımsız değişkenlerin önemine ilişkin sonuçlar Tablo 3 ve Şekil 2'de sunulmuştur. Tablo 3'te olup Karar Ağacında yer almayan eğitim, toplam işletme geliri ve çiftçi deneyimi değişkenlerinin önem sıraları, ağaç içerisine girmeyen bir başka deyişle bölünmesi gerekli olmayan değişkenlerdir. Şekil 2'de görüldüğü üzere, dekar başına brüt karı etkileyen en etkili faktör toplam ekili arazi içerisindeki şeker fasulyesi payı iken, brüt kar üzerinde en az etkili olan faktör ise işletmelerin toplam tarımsal üretimden sağladıkları gelir olmuştur.



Şekil 2. Şeker Fasulyesi Üretiminde Brüt Karı Etkileyen Faktörlerin Yüzde Önem Seviyeleri
Figure 2. Percent Importance Levels of Factors Affecting Gross Profit

Tablo 3. Bağımsız değişkenlerin önem değerleri
Table 3. Importance values of independent variables

Bağımsız Değişkenler	Önem	Önem Yüzdesi
Toplam Arazideki Fasulye Payı	713194,042	100,0%
C'ili Üretim Durumu	471761,843	66,1%
İşletme Büyüklüğü	462302,992	64,8%
Yaş	428591,956	60,1%
Üretim Değeri Payı	415415,514	58,2%
Çiftçi Deneyimi	354406,914	49,7%
Mülk Arazi Büyüklüğü	220491,478	30,9%
Hanede Tarımla Uğraşan Birey Sayısı	219410,268	30,8%
Eğitim	135342,346	19,0%
Toplam Tarımsal Geliri	122664,342	17,2%

*Karar Ağacı Modeli, Bağımlı Değişken: Brüt Kar (TL/İşletme)

Sonuç

Araştırmanın sonuçlarına göre, şeker fasulyesi yetiştiren işletmeler için dekara brüt kar üzerine etki eden en önemli faktör, toplam ekili alan içerisinde şeker fasulyesinin payıdır ve toplam ekili alan içerisinde şeker fasulyesine daha az ekim alanı ayıran işletmeler ($\leq 5,1$) daha yüksek brüt kar elde etmektedirler. Bu sonuca göre, araştırma bölgesindeki yöre çiftçisinin bitkisel üretim deseninde mısır, buğday ve şekerpancarı gibi ana ürünlere göre teknik olarak daha fazla bilgi ve deneyim gerektiren şeker fasulyesi için fazla risk almadıkları anlaşılmaktadır.

Karar ağacı modelinde işletmelerin dekar başına brüt karını önemli derecede etkileyen bir diğer faktör C'li Kelkit şeker fasulyesi yetiştirme durumu çıkmıştır. Ancak, geleneksel şeker fasulyesi yetiştiren işletmelerde brüt kar (Node 6= 4331) C'li üretim yapanlara göre daha fazla elde edilmiştir. Geleneksel üretime alternatif üretim olan, daha yüksek kar ve gelir elde etme fırsatı sunan ve gerek ulusal gerekse uluslararası pazarda ürüne katma değer sağlayan C'ler her geçen gün önem arz etmektedirler. Karar ağacından elde edilen bu sonuç, yöre çiftçisinin üretiminin sürdürülebilirliği ve çiftçi refahı için C'li üretimin fırsata dönüştürülemediğini göstermektedir. Fakat araştırmanın yapıldığı üretim döneminde şeker fasulyesinin C' ile tescillenmesinin oldukça yeni olması ve bu nedenle ilgili pazarda C'li Kelkit şeker fasulyesi için pazarlama stratejilerinin uygulanma ve sonuç alma sürecinin tamamlanmaması ürün farklılaştırmasının henüz oluşmamasına sebep olmuştur. Sonuç olarak, pazarda C'li ve geleneksel şeker fasulyesi arasında ürün stratejisi açısından farklılığı ortaya koyacak etkili bir tutundurma çalışmasının yapılamaması nedeniyle C'li şeker fasulyesi yetiştiren çiftçiler bekledikleri karı sağlayamamışlardır. C'li üretim denetimli bir üretim şekli olup, üretim sürecinde bazı şartların yerine getirilmesini gerektirmektedir. Öte yandan, ekim ve yetiştirilme uygulamaları kontrolsüz yapılan, hastalıklarla mücadelede daha yoğun ilaç ve yüksek verim elde etmede yoğun kimyasal gübre kullanılabilen geleneksel şeker fasulyesi yetiştiren işletmelerin daha yüksek kar elde etmeleri olağan görülmektedir. Bu sonuca istinaden, C'li şeker fasulyesi için oluşturulacak pazarlama stratejilerinin başarısında destekleyici olarak çiftçi destekleri, bilgilendirme ve eğitim çalışmalarının önemli adımlar olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Gümüşhane Üniversitesi (GÜ) Bilimsel Araştırmalar Projesi (BAP) kapsamında BAP/21.B0312.03.01 numaralı proje ile finansal desteğini sağlayan GÜ BAP koordinatörlüğüne çok teşekkür ederiz.

Bilgi

Bu araştırma, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Yayın Etiği Kurulu kararı, 2021/1 Etik Kurul Sayısı ile yürütülmüştür. Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen BAP/21.B0312.03.01 numaralı ve “Coğrafi İşaretli Yöresel Ürünlerin Ekonomik Etkisinin Belirlenmesi: Kelkit şeker fasulyesi Örneği” başlıklı araştırma projesinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Anonim (2021). Gümüşhane İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021 Kurum Brifingi, Giriş Tarihi (05.05.2022): <https://gumushane.tarimorman.gov.tr/>.
- Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) (2022). Crop Statistics Data. Access Address (20.12.2023): <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/>.
- Cholo, M., Marisennayya, S., Bojago, E., Leja, D., & Divya, R. K. (2023). Determinants of adoption and intensity of improved haricot bean: A socio-agronomic study from southern Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13. Doi: 10.1016/j.jafr.2023.100656
- Kalichkin, V.K., Alsova, O.K., & Maksimovich, K. Y. (2021). Application of the decision tree method for predicting the yield of spring wheat. *AgriTech*, 839. Doi: 10.1088/1755-1315/839/3/032042
- Kelly, J.D., Kolkman, J.M., Doğan, H.H., & Schneider, K. (1998). Breeding for yield in dry bean. *Euphytica*, 102: 343-356.
- McDermott, J & Wyatt, A. (2017). The role of pulses in sustainable and healthy food systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1392: 30-42. Doi: 10.1111/nyas.13319
- Ma, J., Khan, N., Gong, J., Hao, X., Cheng, X., Chen, X., Chang, J., & Zhang, H. (2022). From an Introduced Pulse Variety to the Principal Local Agricultural Industry: A Case Study of Red Kidney Beans in Kelan, China. *Agronomy*, 12. Doi: 10.3390/agronomy12071717
- Nasar, S., Shaheen, H., Murtaza, G., Tinghong, T., & Arfan, M. (2023). Socioeconomics evaluation of common bean cultivation in providing sustainable livelihood to the mountain populations of Kashmir Himalayas. *Plants*, 12. Doi: 10.390/plants12010213

- Rasul, G., Saboor, A., Tiwari, P.C., Hussain, A., Ghosh, N., & Chettri, G. B. (2019). *Food and Nutrition Security in the Hindu Kush Himalaya: Unique Challenges and Niche Opportunities*. In Wester P, Mishra A, Mukherji A, Shrestha A (editors). In the Hindu Kush Himalaya Assessment. Springer: Cham, Switzerland, pp. 301-338. ISBN: 978-3-319-92287-4.
- Stensels, M., Antler, A., Bahr, C., Berckmans, D., Maltz, E., & Halachmi, I. (2016). A decision-tree model to detect postcalving diseases based on rumination, activity, milk yield, BW and voluntary visits to the milking robot. *Animal*, 10: 1493-1500. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000744>.
- Tafesse, A., Gechere, G., Asale, A., Belay, A., Recha, J.W, Aynekulu, E., Berhane, Z., Osano, P.M., Demissie, T.D., & Solomon, D. (2023). Determinants of maize farmers' market participation in southern Ethiopia: Emphasis on demographic, socio-economic and institutional factors. *Cogent Food & Agriculture*, 9. Doi: 10.1080/23311932.2023.2191850
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) (2023). Kuru Fasulye Ürün Raporu. Giriş Tarihi (10.11.2023): <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- Tanaka, A., Diagne, M., & Saito, K. (2015). Causes of yield stagnation in irrigated lowland rice systems in the Senegal River Valley: Application of dichotomous decision tree analysis. *Field Crops Research*, 176: 99-107.
- Türkiye Bankalar Birliği (TBB). (2023). Tarım Sektörü Raporu. Giriş Tarihi (31.10.2023): https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/8960/Tarim_Sektor_Raporu_130723.pdf
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi-Nüfus Artış. Giriş Tarihi (31.10.2022): <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayal%C4%B1-N%C3%BCfus-Kay%C4%B1t-Sistemi>.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). Bitkisel Üretim Piyasaları. Giriş Tarihi (31.10.2023): <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- Ueber, M.A., Cichy, K.A., Gomez, F.E., Porch, T.G, Heitholt, J., Osorno, J. M., Kamfwa, K., Snapp, S.S., & Bales, S. (2022). Dry beans as a vital component of sustainable agriculture and food security- A review. *Legume Science*. Doi: 10.1002/leg3.155
- Uçar, R. (2023). Dry Beans: An Overview. In Akgül Taş (editor). *Advances in Plant Research Agriculture*, İKSAD Yayınları, Ankara, sayfa 39-50. ISBN: 978-625-367-112-9.
- Veenadhari, S., Mishra, B., & Singh, C. D. (2011). Soybean productivity modelling using Decision Tree Algorithms. *International Journal of Computer Applications*, 27: 11-15.
- Witten, I.H & Frank, E. (2005). *Data mining; practical machine learning tools and techniques*, 2nd edition. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, USA.



The Effect of Addition of Laurel (*Laurus nobilis* L.) Leaf Powder to Alfalfa Silages on Silage Quality and *In vitro* Gas Production Parameters

Metin Duru^{1,a,*}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Uşak University, 64200, Uşak, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 18.01.2024 Accepted : 08.02.2024</p> <p>Keywords: Bay leaf Alfalfa Silage Fermentation Digestibility</p>	<p>This study was carried out to determine the chemical composition, <i>in vitro</i> gas production parameters (metabolisable energy, <i>in vitro</i> organic matter digestibility and net energy lactation) and some fermentation characteristics of alfalfa silages supplemented with different levels of bay (<i>Laurus nobilis</i> L.) leaf powder (LLP). Bay leaf powder was added to alfalfa at 0% (control), 0.5% (LLP05), 1.0% (LLP10), 1.5% (LLP15), 2.0% (LLP20), 4.0% (LLP40) and 8.0% (LLP80) levels and ensiled for 75 days. At the end of the study, the dry matter content of alfalfa silage decreased in the LLP05 group compared to the control group, while the dry matter content increased in the LLP20, LLP40 and LLP80 groups. In LLP80 group, crude ash content was found to be low. LLP10 and higher levels significantly decreased the pH of the silage while LLP20 and higher levels significantly decreased its lactic acid content. Bay leaf treatment had no effect on NDF, ADF, crude protein, crude fat, acetic acid, propionic acid, <i>in vitro</i> gas production parameters of silages. Butyric acid and ammonia nitrogen content were not detected any of the silages. Consequently, it was concluded that LLP can be used at 1% level in alfalfa silages and may have a positive contribution.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 412-417, 2024

Yonca Silajlarına Defne (*Laurus nobilis* L.) Yaprağı Tozu İlavesinin Silaj Kalitesine ve *In vitro* Gaz Üretim Parametrelerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 18.01.2024 Kabul : 08.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Defne yaprağı Yonca Silaj Fermentasyon Sindirilebilirlik</p>	<p>Bu çalışma, farklı düzeylerde defne (<i>Laurus nobilis</i> L.) yaprağı tozu (DYT) katkısının yonca silajlarında kimyasal kompozisyonun, <i>in vitro</i> gaz üretim parametrelerinin (metabolize edilebilir enerji, <i>in vitro</i> organik madde sindirilebilirliği ve net enerji laktasyonu) ve bazı fermentasyon özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Defne yaprağı tozu, yoncaya %0 (kontrol), %0,5 (DYT05), %1,0 (DYT10), %1,5 (DYT15), %2,0 (DYT20), %4,0 (DYT40) ve %8,0 (DYT80) düzeylerinde ilave edilerek 75 gün boyunca silolanmıştır. Araştırma sonunda, kontrol grubuna göre DYT05 grubunda yonca silajının kuru madde içeriği azalmış, DYT20, DYT40 ve DYT80 gruplarında ise kuru madde içeriği artmıştır. DYT80 grubunda ham kül içeriği düşük bulunmuştur. DYT10 ve daha yüksek düzeyler silajın pH'sını; DYT20 ve daha yüksek düzeylerde laktik asit içeriğini önemli düzeyde düşürmüştür. Defne yaprağı muamelesi, silajların NDF, ADF, ham protein, ham yağ, asetik asit, propiyonik asit, <i>in vitro</i> gaz üretim parametrelerini etkilememiştir. Araştırma silajlarının tamamında bütirik asit ve amonyak azot içeriği tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, DYT'nin yonca silajlarında %1 düzeyinde kullanılabilceği ve pozitif katkısının olabileceği sonucuna varılmıştır.</p>

durumet@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-7312-5719>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Kaba yem kaynağı olarak silajların ruminant beslemede kullanımının önemi bilinen bir gerçektir. Bir işletmenin toplam masraflarının yaklaşık %70'ini yem giderlerinin oluşturduğu ve bu giderlerinin de yaklaşık %80'nini de kaba yem oluşturduğu göz önüne alındığında hayvansal ürün üretiminde kaba yemin önemi daha iyi anlaşılmaktadır (Harmanşah, 2018). Ayrıca kaba yemler hayvanların sindirim sisteminin daha sağlıklı çalışmasını ve hayvanlardan elde edilen verimin artmasını sağlamaktadır (Mut ve ark., 2020).

Ülkemizde en fazla üretilen yem bitkisi olan yonca, 2022 TÜİK verilerine göre 643 bin ha ekimi yapılmış 19 milyon ton yeşil ot üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2024). Metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliği bakımından arpa ve buğday samanına göre yonca silajlarının daha iyi olduğu ortaya konulmuştur (Kamalak, 2005). Diğer yem bitkilerine oranla yoncanın çevreye adaptasyonun kolay olması, besin kalitesinin yüksek olması, uzun ekonomik ömre sahip olması sebebi ile tercih edilmektedir (Mut ve ark., 2020).

Avrupa'daki Lauraceae familyasının bir örneği olan Defne (*Laurus nobilis* L.), Akdeniz bölgesine özgü, yaprak dökmeyen bir çalıdır (Barla ve ark., 2017). Kurutulmuş yaprakları ve uçucu yağ bileşenleri başta İtalya, Fransa, Türkiye, Cezayir, Fas, İspanya, Portekiz ve Meksika'da olmak üzere dünyada gıda ve mutfak endüstrisinde baharat ve aroma maddesi olarak kullanılmaktadır (Santoyo ve ark., 2006; Akcan ve ark., 2017). Koyu yeşil ve elips şeklinde olan defne yapraklarından elde edilen uçucu yağın antibakteriyel, antimikrobiyal, antienflamatuvar ve antioksidan etkileri bulunmaktadır (Barla ve ark., 2017; Taban ve ark., 2018). Yapraklarındaki uçucu yağ miktarı, %0,8 ile 3 arasında değişmekte olan defne bitkisi fenoller, flavonlar ve flavanoller içerir ve antioksidan aktivite gösterir (Simić ve ark. 2003; Elmastas ve ark. 2006; Zekovic ve ark., 2009; Casamassima ve ark., 2017). Ayrıca defne yaprakları fazla miktarda sineol olmak üzere alfa-pinen, linalool, alfa-terpineol, tanen, asetat, reçine, musilaj ve ökalyptol gibi organik bileşikler içermektedir (Li, 2000). Araştırmalarda, defne yaprağındaki uçucu yağın ana bileşeninin 1,8-sineol olduğu (%35-67) ortaya çıkarılmıştır (Borges ve ark., 1992; Kank, ve ark., 2015; Parlar, 2017).

Ülkemizde iklim değişikliği sebebi ile üretilen yoncanın kurutulmasının zor olması ve kurutma ile meydana gelebilecek kayıpların artması sebebiyle üreticiler yoncadan silaj yapımına yönelmektedir (Ergin, 2019). Silolanabilirliklerine göre yemler gruplandırıldığında ise yonca zor silolanabilir sınıfta yer almaktadır (Ergün ve ark., 2016). Defne yağının ruminantlarda *in vitro* rumen fermentasyonuna ve besin maddelerinin sindirimi üzerine olumsuz etkilerinin olmadığı, hatta buzağaların sağlıklarının üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Sızmaz, 2016; Izzaddeen & Kaygısız, 2018).

Defne yapraklarının silajda kullanılmasına ile içerisinde bulunan antimikrobiyal etki sayesinde silajlar içerisinde istenmeyen mikroorganizma, küf ve maya oluşumunu engelleyerek silaj kalitesini ve depolama süresinin artması hedeflenmektedir. Bu çalışmada, kurutulmuş defne yaprağı tozunun belirtilen özellikleri dikkate alınarak yoncaya farklı düzeylerde ilavesinin silajların kimyasal kompozisyonuna, fermentasyon özelliklerine ve *in vitro* gaz üretim parametrelerine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Silajlık Materyaller ve Silolama Dönemi

Bu çalışma Uşak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Araştırma kapsamında silolalan yonca bitkisi Uşak ilinde faaliyet gösteren bir yetiştiriciden (3. biçimde) temin edilmiştir. Laboratuvara getirilen taze yonca, 1,5-2 cm çapında doğranmıştır. Silaj katkı materyali olarak kullanılan defne yaprağı Hatay İlinde defne yaprağı üreten bir üreticiden kurutulmuş olarak satın alınmıştır. Defne yaprakları laboratuvarında 1 mm elek çapında öğütülmüş ve silolama dönemi için hazır hale getirilmiştir. Taze materyalin silolanması, 1 L'lik plastik anaerob kavanozlarda 4 paralel olarak laboratuvar ortamında 75 gün devam etmiş ve örnekler oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Yoncaya eklenecek defne yaprağı tozu miktarları daha önce alternatif katkı maddeleri ile yapılan silaj çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre belirlenmiştir. Ana materyal olarak kullanılan yoncaya, defne yaprağı tozu (DYT); (i) %0 (kontrol) DYT, (ii) %0,5 DYT (DYT05), (iii) %1,0 DYT (DYT10), (iv) %1,5 DYT (DYT15), (v) %2,0 DYT (DYT20), (vi) %4,0 DYT (DYT40) ve (vii) %8,0 DYT (DYT80) düzeylerinde homojen bir şekilde ilave edilerek silolanabilirliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Silaj kurulumu aşamasında yoncalara defne yaprağı tozundan başka herhangi bir katkı maddesi ilave edilmemiştir.

Kimyasal Kompozisyon Analizleri

Silajlar açıldıklarında kitleyi temsil edecek şekilde örnekler alınmış ve araştırma silajlarının kuru madde, ham protein, ham kül ve ham yağ içerikleri saptanmıştır (AOAC, 1995). Defne yaprağı ve taze yoncanın kuru madde, ham protein ve ham kül içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Van Soest (1982)'in bildirdiği şekilde, silaj örneklerine ait NDF ve ADF içeriği, Fiber Analyzer cihazı kullanılarak tespit edilmiştir.

Fermentasyon Özelliklerine Ait Analizler

25 g silaj örneği üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve çalkalayıcı ile karıştırıldıktan sonra elde edilen sıvının pH'sı dijital pH metreyle ölçülerek silajlara ait pH değeri saptanmıştır (Polan ve ark., 1998). Aynı şekilde, silajların açıldıktan hemen sonra 40 g silaj örneği alınmış ve üzerine 360 ml saf su ilave edilerek en az 5 dakika çalkalanarak Whatman no:1 kağıdından süzülmuş ve elde edilen süzükten 100 ml alınarak Kjeldahl distilasyon ünitesinde 12 dakika distile edilerek distilasyon yöntemiyle NH₃-N tayini yapılmıştır. Aynı zamanda, aynı süzükten 10 ml alınmış, 30 dakika 14.000 devir/dakika santrifüj edilerek asetik asit, bütirik asit, propiyonik asit ve laktik asit içerikleri HPLC cihazı kullanılarak belirlenmiştir. (HPLC Koşulları: Kolon: C18, 5 µm, 4,6 x 250-mm; Mobil faz: Isocratic; 25-mM K-fosfat buffer; pH 2,4; Akış hızı: 1.5 mL/min.; Kolon Sıcaklığı: 30°C; UV Detektör: Dalga boyu: 210 nm; Enjeksiyon Hacmi: 20 µL).

Gaz Üretim Analizleri

Menke ve Steingass (1988) bildirdiği yönteme göre, araştırma silajlarına ait toplam gaz miktarlarının belirlenmesinde *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır. Bu tekniğin uygulama aşamasında rumen kanüllü üç baş

süt sığırı kullanılmıştır. Sabah alınan rumen sıvısıyla inkübasyonlar hemen başlatılmıştır. NEWAY paket programında gaz üretim parametreleri hesaplanmıştır (Ørskov & McDonald, 1979). Araştırma silajlarının organik madde sindirilebilirlikleri, metabolize olabilir enerji (Menke ve ark., 1979) ve net enerji laktasyon (Menke & Steingass, 1988) içerikleri hesaplanmıştır.

İstatistik Analizler

Araştırma sonunda veriler, IBM SPSS 23.0 Programında Tek Yönlü Varyans Analizi'ne tabi tutulmuş ve grupların ortalamalarının farklılıklarının belirlenmesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($P<0,05$) uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Defne yaprağı tozu (DYT) ilaveli yonca silajlarının kimyasal kompozisyonuna etkisi Çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde, araştırma silajlarından en düşük kuru madde içeriği DYT05 grubunda tespit edilmiştir ($P<0,001$). DYT20, DYT40 ve DYT80 gruplarının daha yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0,001$). İyi kalitede silaj için gerekli fermentasyon koşulları sağlanamadığı koşullarda silajlarda istenmeyen mikroorganizmaların çoğalması ve dolayısıyla kuru madde kayıpları söz konusudur (Bolsen ve ark., 1996). Sonuç olarak, DYT uygulaması yonca silajlarının kuru madde içeriğini artırmıştır. Bunun nedeninin, DYT'nin yüksek kuru madde içeriğinden kaynaklanabileceği ayrıca DYT muamelesi ile silajların kuru madde içeriklerine herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı, yeterli laktik asit bakterilerinin gelişmesini teşvik ettiği ve siloda istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini durdurarak kuru madde kayıplarının azaldığı söylenebilir. Dolayısıyla DYT' nin içerdiği biyoaktif bileşenlerinin yonca silajlarında fermentasyon sürecini garanti altına almada yararlı olabileceği söylenebilir.

Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, araştırma silajlarının ham kül içerikleri DYT05 grubunda yüksek ($P<0,001$) ancak DYT80 grubunda ise en yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır ($P<0,001$). Yoncaya göre düşük ham kül içeriğine sahip DYT'nin (Çizelge 1) ilave edilen

gruplarda dozu arttıkça silajların ham kül içerikleri azalmıştır. Bununla birlikte, silajların NDF, ADF, ham protein ve ham yağ içerikleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$). ADF, silajların hücre duvarı bileşenini ifade etmektedir. Bu bileşenler selüloz ve ligninden oluşur. ADF hayvan beslemede önemlidir çünkü bir hayvanın yemi sindirme yeteneğini tanımlamaktadır. Yemlerin ADF içeriği arttıkça, yemin sindirilebilirliği genellikle azalmaktadır. NDF içeriği ise, ADF fraksiyonunun yanında hemiselülozdan oluşan toplam hücre duvarını ifade etmektedir. Nötr deterjanda çözünmeyen lif değerleri rasyon formülasyonunda önemlidir. Çünkü ruminantın tüketebileceği yem miktarını yansıtmaktadır.

Farklı dozlarda DYT ilaveli yonca silajlarının fermentasyon özellikleri üzerine etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Araştırma silajlarından DYT40 ve DYT80 gruplarının pH değerlerinin diğer gruplara göre önemli düzeyde düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,001$). En yüksek laktik asit içeriği, DYT10 ve kontrol grubunda gözlemlenirken, en düşük laktik asit içeriği DYT20, DYT40 ve DYT80 gruplarında saptanmıştır ($P<0,05$). DYT katkısı, yonca silajlarının asetik asit ve propiyonik asit içeriklerini önemli düzeyde etkilememiş ($P>0,05$) ve ayrıca bütirik asit ve amonyak azot içeriklerine rastlanmamıştır.

Silajlarda kuru madde içeriği ile pH değerleri arasında önemli bir ilişki mevcuttur (Filya, 2001). Silajların kalitesi üzerine, fermentasyon aşamasında oluşan düşük pH, düşük amonyak azot ve optimum düzeyde bulunması istenen organik asitlerin miktarı ve kompozisyonları etkin bir rol oynamaktadır. Fermentasyonun erken aşamasında ortam pH'sındaki düşüş hızı iyi bir silaj elde etmek için büyük önem taşımaktadır. Silaj fermentasyonunda fitojenik nitelikte katkı maddelerinin kullanılma nedeni, özellikle zor silolanabilen taze materyalle hazırlanan silo yeminde zararlı mikroorganizmaların gelişimini engellemek ve silajın pH'sını çok kısa bir süre içerisinde düşürerek fermentasyon son ürünlerinin miktarını düşürmek ve ayrıca bu yemleri tüketen hayvanların ve dolayısıyla insanların sağlıklarına zarar vermemektir. Wang ve ark. (2019), moringa yaprakları-yonca karışım silajlarının pH değerinin değişmediğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 1. Defne yaprağı tozunun ve taze yoncanın kuru madde, ham kül ve ham protein içerikleri

Table 1. Dry matter, crude ash and crude protein contents of bay leaf powder and fresh alfalfa

	Kuru Madde, %	Ham Kül, % KM	Ham Protein, % KM
Defne yaprağı tozu	93,9	1,10	8,6
Taze yonca	26,95	9,98	16,98

KM: Kuru Madde

Çizelge 2. Defne yaprağı tozunun yonca silajlarının kimyasal kompozisyonuna etkisi

Table 2. Effect of bay leaf powder on the chemical composition of alfalfa silages

Düzeyleyler	KM*	HK**	NDF**	ADF**	HP**	HY**
Kontrol	30,44±1,13 ^{cd}	10,36±0,83 ^{bc}	29,15±3,00	21,74±1,30	17,64±0,53	1,98±0,04
DYT05	29,65±1,08 ^e	11,11±0,34 ^a	32,50±1,31	24,42±1,35	17,04±0,62	2,02±0,39
DYT10	30,85±0,73 ^{cd}	10,19±0,59 ^{bc}	29,74±0,86	22,52±0,48	17,06±0,32	2,37±0,16
DYT15	32,00±1,03 ^c	10,58±0,41 ^{ab}	29,26±1,27	22,12±0,84	17,60±0,34	2,30±0,36
DYT20	35,92±0,64 ^b	10,13±0,50 ^{bc}	30,12±1,02	22,52±0,86	17,42±0,39	2,21±0,26
DYT40	36,46±2,71 ^b	9,76±0,48 ^{cd}	31,14±1,52	22,76±1,29	16,98±0,78	2,20±0,08
DYT80	38,32±1,97 ^a	9,31±0,37 ^d	31,31±0,91	22,40±1,02	16,63±0,27	2,49±0,05
P	0,001	0,001	0,09	0,19	0,07	0,30

*^c: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0,001$); **^c: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0,05$); DYT: Defne yaprağı tozu; KM: Kuru madde; HK: Ham kül; NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif; ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif; HP: Ham Protein; HY: Ham yağ. * %, ** % Kuru Madde.

Çizelge 3. Defne yaprağı tozunun yonca silajlarının fermentasyon özellikleri üzerine etkisi

Table 3. Effects of bay leaf powder on fermentation characteristics of alfalfa silages

Düzeyleler	pH	LA, %	AA, %	PA, %	BA, %	NH ₃ -N
Kontrol	4,40±0,12 ^a	4,45±0,94 ^a	0,50±0,19	0,32±0,20	-	-
DYT05	4,35±0,11 ^{ab}	4,16±0,79 ^{ab}	0,53±0,09	0,36±0,06	-	-
DYT10	4,24±0,04 ^c	4,84±0,12 ^a	0,43±0,05	0,34±0,12	-	-
DYT15	4,25±0,03 ^c	3,98±0,83 ^{ab}	0,40±0,12	0,23±0,07	-	-
DYT20	4,28±0,03 ^{bc}	2,74±0,87 ^b	0,37±0,13	0,28±0,04	-	-
DYT40	4,20±0,05 ^{cd}	2,76±0,41 ^b	0,60±0,11	0,49±0,13	-	-
DYT80	4,12±0,10 ^d	2,68±0,37 ^b	0,55±0,05	0,34±0,14	-	-
P	0,001	0,04	0,39	0,37		

^{a-d} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,001); ^{a-b} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05); LLP: Defne yaprağı tozu; LA: Laktik asit; AA: Asetik asit; PA: PA: Propiyonik asit; BA: Bütirik asit. NH₃-N: Amonyak azot.

Çizelge 4. DYT'nin yonca silajlarının *in vitro* organik madde sindirilebilirliği, metabolize edilebilir enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NE_L) içerikleri üzerindeki etkisiTable 4. Effects of LLP on *in vitro* organic matter digestibility, metabolizable energy, and net energy lactation of alfalfa silages

Düzeyleler	IVOMS, %	ME, MJ/kg KM	NE _L , MJ/kg KM
Kontrol	62,53±5,14	7,39±0,34	5,29±1,03
DYT05	65,02±3,46	8,45±0,50	5,33±0,50
DYT10	62,10±0,59	8,09±0,06	4,84±0,11
DYT15	58,94±0,08	7,27±0,03	4,26±0,06
DYT20	59,13±4,15	7,61±0,67	4,54±0,52
DYT40	62,15±4,44	8,12±0,67	4,92±0,50
DYT80	59,09±1,56	7,35±0,59	4,39±0,45
P	0,20	0,11	0,13

LLP: Defne yaprağı tozu; IVOMS: *in vitro* organik madde sindirilebilirliği, ME: Metabolize edilebilir enerji, NE_L:Net Enerji Laktasyon.

Kontrol grubuna göre pH değerinin DYT katkısıyla düşmesi, bütirik asit ve amonyak azot içeriğine rastlanmaması çok hızlı şekillenmeyen ancak optimum fermentasyon koşullarının gerçekleştiğine işaret etmektedir. Her ne kadar kontrol ve düşük dozlarda DYT ilaveli gruplarda laktik asit içerikleri yüksek iken, DYT dozlarının artışıyla azalmış görünse de optimum düzeyde laktik asit içeriğinin oluşumunun gerçekleştiği söylenebilir. DYT'nin güçlü bir antimikrobiyal niteliğe sahip olması nedeniyle istenmeyen mikroorganizmalar yanında yararlı bakterilerin de üremesine imkân vermemesi nedeniyle laktik asit üretiminin yeterince hızlı şekillenmesini baskıladığı düşünülmektedir. Arslan Duru & Aksu Elmalı (2020), şeker pancarı yaprağı silajlarına %1 ve 2 düzeylerinde defne yaprağı ilavesiyle laktik içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Bütirik asit bakterileri, silajların fermentasyonu esnasında laktik asit bakterilerinin en önemli rakibidir. Clostridial fermentasyon şekillendiğinde, silo yemlerinde önemli düzeyde bütirik asit üretimiyle önemli miktarda besin madde kaybı meydana gelmektedir. Bu bakteriler, asetik asit bakterilerinin kullandığı karbonhidratları kullanarak ihtiyaçları olan besin maddelerini ya çok azaltırlar ya da tamamen tüketmektedirler (Woolford, 1984; Arslan Duru ve ark., 2023). Bu nedenle silajlarda bütirik asit istenmemektedir. Bilindiği gibi, yonca gibi baklagil yemlerinin düşük suda çözünebilir karbonhidrat içeriği ve yüksek tamponlama kapasitesi nedeniyle silolanması oldukça zordur. Bu yemleri yüksek suda çözünebilir karbonhidrat içerikli yemlerle silolamak yaygın bir yöntemdir. Böylece daha fazla organik asit üretilmekte ve daha iyi fermentasyon kalitesi elde edilmektedir. Ancak, mevcut çalışmada DYT ile yonca silajındaki kısa zincirli yağ asit içeriği artmamıştır. Bu

durum, DYT'nin araştırma silajları üzerindeki olumlu etkilerinin antimikrobiyal içeriğinden kaynaklanabileceğini göstermektedir. Silajlardaki organik asit kompozisyonu, yonca gibi zor silolanabilen yeşil yemler için istenen düzeyde olduğu belirlenmiştir. He ve ark. (2020) Moringa yapraklarının %20 düzeyinde yonca silajlarına ilave edildiği gruplarda propiyonik asit ve bütirik asit içeriğinin belirlenemediğini ve asetik asit içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Silajlardaki amonyak konsantrasyonu, fermentasyon esnasında proteinlerin bütirik asit bakterileri tarafından parçalama düzeyini gösteren önemli bir kriterdir. Silajdaki amonyak azot içeriği her zaman protein parçalanmasının göstergesidir (Pahlow ve ark., 2003). Amonyak azotunun kaliteli bir silajda 80 g/kg toplam azottan düşük olması gerektiği bildirilmektedir (Pettersson, 1988). Silajda amonyak azot birikimi tipik olarak bitki proteaz aktivitesi ve mikrobiyal aktivitenin sentetik etkisinden kaynaklanmaktadır. pH değeri 5-6 seviyelerinde olduğunda hem Clostridia hem de bitki proteolitik enzimleri aktiftir. Araştırma silajlarında amonyak azot içeriğinin tespit edilmemesi, mevcut silajlarda proteolizisin engellendiğini göstermektedir. Silaj örneklerinin ham protein içeriklerinde herhangi bir düşüş olmaması ve silajlarda bütirik asit içeriği bulunmaması bu görüşü destekler niteliktedir. Arslan Duru ve ark. (2023) goji berry yaprağı ilavesinin yonca silajlarının amonyak azot içeriğini düşürdüğünü belirtmişlerdir.

DYT'nin yonca silajlarının metabolize edilebilir enerji (ME), *in vitro* organik madde sindirilebilirliği (IVOMS) ve Net Enerji Laktasyonu (NE_L) içerikleri üzerindeki etkileri Çizelge 4'te sunulmuştur.

DYT ile muamele edilen araştırma silajlarının *in vitro* organik madde sindirilebilirliği metabolize edilebilir enerji ve Net Enerji Laktasyonu içerikleri bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). *In vitro* çalışmalar, *in vivo* sindirilebilirlik ile yüksek korelasyonu ve kolay kullanımı nedeniyle yaygın bir teknik olarak geliştirilmiştir (Menke & Steingass, 1988). Yem tüketimini etkileyen en önemli faktörlerden biri, sindirilebilirliktir. Yemlerin ham besin madde içerikleri özellikle de hücre duvarı bileşenleri son derece etkilidir. Mevcut çalışmada, DYT muamelesinin araştırma silajlarının *in vitro* organik madde sindirilebilirliği, metabolize edilebilir enerji ve net enerji laktasyon üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Daha önce yapılan bir çalışmada, yonca silajlarına gladiçya meyvesi ilavesinin gaz üretim parametrelerini iyileştirdiği saptanmıştır (Canbolat ve ark., 2013).

Bu çalışmada, DYT'nin yonca silajlarında silaj katkı maddesi olarak kullanılma olasılığı değerlendirilmiştir. Defne ve türevlerinin yonca silajlarının fermentasyon özellikleri ve kalitesi üzerine herhangi bir bildirişe rastlanmamıştır. Ayrıca, fitojenik katkı maddelerinin silaj kalitesi, fermentasyon ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkisi konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Kimyasal bileşimi ve fermentasyon özellikleri bakımından dikkate alındığında, kimyasal kompozisyonuna ve *in vitro* gaz parametrelerine herhangi bir olumsuz etki olmaması, pH miktarının düşmesi, yeterince laktik asit varlığı, silajlarda istenmeyen unsur olan bütirik asit ve amonyak asite rastlanmaması DYT'nin yonca silajlarında silaj katkı maddesi olarak %1 düzeyinde kullanılabileceği ve olumlu katkısının olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Anonim. (2024). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Erişim tarihi: 02.01.2024)
- AOAC. (1995). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 16th Ed., Arlington VA.
- Akcan, T., Estevez, M., & Serdaroğlu, M. (2017). Antioxidant protection of cooked meatballs during frozen storage by whey protein edible films with phytochemicals from *Laurus nobilis* L. and *Salvia officinalis*, LWT (Lebensm.-Wiss. & Technol.)-Food Science and Technology, 77, 323-331. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.051>
- Arslan Duru, A., & Aksu Elmalı, D. (2020). Effects of chemical composition and some quality characteristics of laurel leaves supplementation to sugar beet leaves silages. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 13(2), 01-04. <https://doi.org/10.9790/2380-1302020104>
- Arslan Duru, A., Çolak, A. M., & Bulduk, İ. (2023). Goji berry yapraklarının yonca silajlarının kimyasal kompozisyon, bazı fermentasyon özellikleri ve nispi yem değeri üzerine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi, 12(2), 297-302. <https://dx.doi.org/10.29278/azd.1378821>
- Arslan Duru, A., Sevim, B., İnal, İ., Çakır, B., Olgun, O., & Ayaşan, T. (2023). Koçansız şeker mısırı silajlarının kalitesine sodyum format katkısının etkisi. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 11(1), 118-124. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i1.118-124.5712>
- Barla, A., Topcu, G., Oksuz, S., Tumen, G., David, G., & Kingston, I. (2017). Identification of cytotoxic sesquiterpenes from *Laurus nobilis* L. Food Chemistry, 104, 1478-1484. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.02.019>
- Bolsen, K. K., Ashbell, G., & Weinberg, Z. G. (1996). Silage fermentation and silage additives. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 9(5), 483-493. <https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483>
- Borges, P., Pin, J., & Sanchez, E. (1992). Isolation and chemical characterization of laurel leaf oil. Nahrung, 36, 494-496. <https://doi.org/10.1002/food.19920360512>
- Broderick, G. A., & Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science, 6(1), 64-75. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82888-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8)
- Canbolat, Ö., Kalkan, H., & Filya, İ. (2013). Yonca silajlarında katkı maddesi olarak gladiçya meyvelerinin (*Gleditsia Triacanthoso*) kullanılma olanakları. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(2), 291-297. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.7710>
- Casamassima, D., Palazzo, M., Vizzari, F., Coppola, R., Costagliola, C., Corino, C., & Di Costanzo, A. (2017). Dietary effect of dried bay leaves (*Laurus nobilis*) meal on some biochemical parameters and on plasma oxidative status in New Zealand white growing rabbit. Journal Animal Physiology and Animal Nutrition, 101(5), e175-e184. <https://doi.org/10.1111/jpn.12584>
- Elmastas, M., Gülçin, İ., Işıldak, Ö., Küfrevioğlu, Ö. İ., İbaoglu, K., & Aboul-Enein, H. Y. (2006). Radical scavenging activity and antioxidant capacity of bay leaf extracts. Journal of the Iranian Chemical Society, 3, 258-266.
- Ergin, S. (2019). Yonca silajına tuz ve laktik asit bakterisi inokulant ilavesinin silaj kalitesi, fermentasyon profili ve mikrobiyel özellikleri üzerine etkileri [Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi].
- Ergün, A., Tuncer, Ş. D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M. K., Küçükersan, S., Şehu, A., & Saçaklı, P. (2016). Yemler yem hijyeni ve teknolojisi. Kardelen Ofset.
- Filya, İ. (2001). Silaj fermentasyonu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(1), 87-93.
- Harmanşah, F. (2018). Türkiye'de kaliteli kaba yem ve sorunları ve öneriler. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 25, 9-13.
- He, L., Lv, H., Xing, Y., Wang, C., You, X., Chen, X., & Zhang, Q. (2020). The nutrients in *Moringa oleifera* leaf contribute to the improvement of stylo and alfalfa silage: Fermentation, nutrition and bacterial community. Bioresource Technology, 301, 122733. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122733>
- Izzaddeen, S. I., & Kaygısız, A. (2018). Effect of essential oil of laurel (*Laurus nobilis* L.) on performance, blood and fecal parameters of holstein calves during suckling period. Pakistan Journal of Zoology, 50(3), 1087-1096. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.3.1087.1096>
- Kamalak, A. (2005). Bazı kaba yemlerin gaz üretim parametreleri ve metabolik enerji içerikleri bakımından karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2), 116-120.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Tutar, M., & Ayas, F. (2015). Türkiye Defne (*Laurus nobilis* L.) populasyonlarının uçucu yağ bileşenleri. Anadolu Journal of AARI, 25(1), 1-16.
- Li, T. S. C. (2000). Medicinal plants, culture, utilization and phytopharmacology. CRC Press. ISBN 9780367398460.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. The Journal of Agricultural Science, 93(1), 217-222. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>
- Menke, K. H., & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in-vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research Development, 28, 7-55.
- Mut, H., Güllümser, E., Çopur Doğrusöz, M., & Başaran, U. (2020). Değişik arkadaş bitkilerin yonca silaj kalitesine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23(4), 975-980. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.669234>

- Ørskov, E. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>
- Parlar, E. (2017). *Laurus nobilis* L. (Akdeniz defnesi) bitkisinde flow sitometri yöntemi ile cinsiyet tayini [Yüksek Lisans Tezi, T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı].
- Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elferink, S. J. W. H. O., & Spoelstra, S. F. (2003). Microbiology of ensiling. *Silage Science and Technology*, 42, 31-93. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c2>
- Petterson, K. (1988). Ensiling of forages, factors affecting silage fermentation and quality (Report No.179) [Doctoral dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition].
- Polan, C. E., Stive, D. E., & Garrett, J. L. (1998). Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia, or microbial inoculant. *Journal of Dairy Science*, 81, 765-776.
- Santoyo, S., Llori 'a, R., Jaime, L., Iban 'ez, E., Sen 'ora 'ns, F. J., & Reglero, G. (2006). Supercritical fluid extraction of antioxidant and antimicrobial compounds from *Laurus nobilis* L. chemical and functional characterization. *European Food Research and Technology*, 222, 565-571. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0027-9>
- Sızmaz, Ö. (2016). Assessment of *in vitro* rumen fermentation patterns, gas formation and nutrient degradation of laurel oil. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 87(1), 1-10.
- Simić, M., Kundaković, T., & Kovačević, N. (2003). Preliminary assay on the antioxidative activity of *Laurus nobilis* extracts. *Fitoterapia*, 74(6), 613-616. [https://doi.org/10.1016/s0367-326x\(03\)00143-6](https://doi.org/10.1016/s0367-326x(03)00143-6)
- Taban, A., Saharkhiz, M. J., & Niakousari, M. (2018). Sweet bay (*Laurus nobilis* L.) essential oil and its chemical composition, antioxidant activity and leaf micromorphology under different extraction methods. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 9(September), 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2018.05.001>
- Wang, C., He, L., Xing, Y., Zhou, W., Yang, F., Chen, X., & Zhang, Q. (2019). Fermentation quality and microbial community of alfalfa and stylo silage mixed with *Moringa oleifera* leaves. *Bioresource Technology*, 284(July), 240-247. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.03.129>
- Woolford MK. 1984. The silage fermentation. Marcel Dekker Inc. ISBN 9780824770396.
- Van Soest, P. J. (1982). Analytical systems for evaluation of feeds. In: P. J. Van Soest (Eds.), Nutritional Ecology of the Ruminant (pp.75-94). Cornell University Press.
- Zekovic Z. P., Lepojević Ž. D., & Mujić, I. O. (2009). Laurel extracts obtained by steam distillation, supercritical fluid and solvent extraction. *Journal of Natural Products*, 2: 104-109.



The Effect of Fertilizers Used in Wheat Production on the Carbon Foot Print in Türkiye

Savaş Kuşcu^{1,a,*}, Kıvılcım Çaktü Güler^{2,b}

¹Turkish State Meteorological Service, Ankara, Türkiye

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Hacettepe University, Ankara, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 29.05.2023 Accepted : 23.01.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Wheat Climate change Fertilizer Carbon foot print Carbon</p>	<p>Wheat has played a major role in human nutrition. Although its cultivation is extremely effortless, studies have shown that wheat will be adversely affected by climate change. Fertilization is done to increase yield and quality in wheat planted areas in Anatolia. While fertilizing, it is necessary to pay attention to the amount applied, the time of application and the type of fertilizer. Uncontrolled fertilization harms the soil and the environment. While making the soil unproductive, it will cause greenhouse gas emissions in the atmosphere. This will lead to an increase in the carbon footprint of wheat production. In this study, we calculated the carbon footprint of the fertilizers used by the farmers during wheat production, depending on the amount of use.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 418-422, 2024

Türkiye’de Buğday Üretiminde Kullanılan Gübrelerin Karbon Ayak İzine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 29.05.2023 Kabul : 23.01.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Buğday İklim değişikliği Gübre Karbon ayak izi Karbon</p>	<p>Buğday özellikle insanların beslenmesinde büyük rol üstlenmiştir. Yetiştirilmesi son derece zahmetsiz olsada yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinden buğdayında olumsuz etkileneceğini ortaya koymuştur. Anadolu’da buğday ekili alanlarda verim ve kaliteyi arttırmak için gübreleme yapılmaktadır. Gübreleme yapılırken uygulanan miktara, uygulama zamanına ve gübre türüne dikkat edilmesi gerekir. Kontrolsüz yapılan gübreleme toprağa ve çevreye zarar vermektedir. Toprağı verimsiz hale getirirken, atmosfere sera gazı salınımına neden olacaktır. Bu durum ise buğday üretiminde ki karbon ayak izinin artmasına neden olacaktır. Yaptığımız bu çalışma da buğday üretimi yapılırken çiftçiler tarafından kullanılan gübrelerin, kullanım miktarına bağlı olarak ürettiği karbon ayak izini hesapladık.</p>

^a savaskucu@yahoo.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-6584-6192>

^a caktukivilcim@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-3096-1246>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Artan dünya nüfusuyla birlikte besin ve su kaynaklarına olan talep de hızla artmaktadır. En yaygın olarak tüketilen besin grubu ise tahıllardır. İnsan beslenmesinde yaklaşık 695 milyon ton tahıla ihtiyaç duyulurken, bu miktar hayvan beslenmesinde 939 milyon tona erişmektedir. Ayrıca 356 milyon ton tahıl ise endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Bahsi geçen değerler FAOSTAT tarafından 2016 yılı belirlenmiş olup, Uluslararası Hububat Konseyi (IGC) raporunda, hububat sektörünün en önemli bitkileri buğday, arpa, sorgum, çavdar, mısır, çavdar ve yulafın dünya üzerindeki toplam üretim değerlerinin 2016/2017 piyasa yılında 2,19 milyar ton, 2017/18 piyasa yılında 2,14 milyar ton, 2018/19 piyasa yılında ise 2,14 milyar ton olduğunu göstermiştir. 2018/2019 yılı toplam üretime bakıldığında mısır en fazla üretilen tahıl türü olurken onu buğday, arpa yulaf ve çavdar takip etmektedir (FAO, 2016). Ülkemizde bu sıralamada TÜİK 2019 raporlarına göre en çok üretilenden aza doğru şöyledir: buğday, arpa, mısır, çavdar, yulaf. Ülkemizde ki tarım alanlarının %35'ine buğday ekimi yapılmaktadır. Bu değer 2020-2021 verilerine göre dünyadaki buğday ekili alanının %3,2'üne denk gelmektedir. Ülkemizde buğday ekim alanları içerisinde ilk sırayı Konya alırken buğdayın farklı toprak ve iklim şartlarına başarılı adaptasyonu sayesinde sırasıyla Şanlıurfa, Ankara, Diyarbakır, Yozgat, Sivas, Tekirdağ, Çorum, Kayseri ve Mardin'de de yetiştirilmesini sağlamıştır (Kuşçu, 2021).

Poacea familyasının üyesi olan buğdayın (*Triticum spp.*) besin maddesi olarak tercih edilmesinin en önemli nedeni zengin mineral ve B vitamini içeriğine sahip olmasıdır (Cummins ve Robert-Thomson, 2009). Ülkemizde besinsel enerjinin %53'ünü buğdaydan sağlamaktayız (Kün, 1996). Gerek bulgur, makarna, un ve nişasta olarak insan beslenmesinde gerekse sap kısımlarının hayvan yemi olarak kullanılması buğdayı ülkemiz için stratejik ürün haline getirmiştir. Bu nedenle araştırmacılar yıllardır buğdayın yetiştirilme koşulları hakkında çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar buğday gelişiminin ilk evresinde 5-10°C sıcaklığa ve %60 neme ihtiyaç duyarken, gelişimin ikinci evresinde ise 10-15°C sıcaklık ve %65 neme ihtiyaç duyduğunu ortaya çıkarmıştır. Yıllık toplam yağışın 500 mm olduğu dönemde maksimum verimle gelişirken, yıllık toplam yağışın 250 mm olduğu dönemlerde de yetişebildiği kayıtlara geçmiştir. Buğday verimsiz kıraç topraklarda da verimli taban alanlarında da zahmetsizce yetişebilmektedir. Toprağın % 25-30 su tutma kapasitesine sahip olması da yeterli bir özelliktir ve buğday ülkemizin dört bir yanında yetiştirilmektedir (Kuşçu, 2021).

İklim Değişikliğinin Buğday Üretimi Üzerindeki Etkisi

İklim, herhangi bir bölgede uzun yıllar boyunca değişmeden kalan hava şartlarıdır (Elhadar, 2020; Tekin, 2022; Mete, 2022). İklimin canlılık üzerinde kritik etkileri bulunmaktadır. Örneğin canlıların yeryüzünde ki dağılım tercihlerinin ve çeşitliliğinin ya da sahip olduğu fizyolojik adaptasyonların en etkili nedenlerinden biri bulunduğu bölgenin iklim özellikleridir. Bu özelliklerin değişmeye başlaması ise canlıları kitlesel olarak etkileyecektir. Canlıların bu değişime karşı gösterdikleri en büyük karşı

çıkış göç etmekten, en kötü mutlak sonuç ise kitlesel yok oluş yani biyo-çeşitliliğin kaybıdır. Özellikle de bitkiler, aktif olarak buldukları ortamı terk etme özelliğine sahip olmadıkları için bu iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine en çok maruz kalan canlı grubunu temsil etmektedirler (Tekin, 2022; Findlater ve ark., 2022; Gougherty ve ark., 2021; Ning ve ark., 2021; Mete, 2022). İklim değişikliğine bağlı olarak meteorolojik olaylarda meydana gelen değişiklikler bitkilerin büyüme döneminde, büyüme sürecini ve bitki verimliliğini etkilemektedir. Türkiye'nin en önemli ve gerekli tarımsal ürünü olan buğdayın iklim değişikliğine bağlı olarak gelişim ve verimindeki değişiklikler bazı araştırmacılar tarafından detaylı olarak incelenmiştir. Ünlü ve ark. mevcut koşullarda yaptıkları çalışmalarında Seyhan Ovası'nın bölgesel küresel iklim değişikliği altında toprak özelliklerinin, su rejiminin ve diğer iklim parametrelerinin bitki gelişimi ve verimi üzerine etkilerini bitki büyüme simülasyonları ile belirlemişlerdir. Bu amaçla buğday bitkisinin SWAP bitki büyüme modeli ile 1994-2003 ve 2070-2079 yılları arası için simülasyon çalışması yapmışlardır. Gelecek ve geçmiş dönem için çalıştırılan simülasyon sonuçlarına göre buğdayın yetişme döneminde %4'lük bir azalma, evapotranspirasyonda %10,9'luk bir azalma, sulama miktarlarında %9,9 azalma, kuru madde ağırlıklarında ise %13,1'lük bir azalma tespit etmişlerdir. En önemli göstergelerden biri olan verimde ise %5,5'lik bir azalmanın yanında, yetişme döneminde %8,7'lik bir azalmada tespit etmişlerdir (Ünlü ve ark., 2007). Çaylak, Kırklareli ilinde DSSAT CERES-Wheat modeli kullanarak gerçekleştirdiği çalışmada buğday bitkisinin sıcaklık ve yağış değişimlerine duyarlı olduğu ve gelecek dönemlerde buğday veriminde azalışlar beklendiğini ortaya koymuştur (Çaylak, 2015). Kuşçu, yılında iklim değişikliğinin Konya ilinde buğday verimine olası etkilerinin tahmin edilmesi konusunda DSSAT bitki-büyüme programını kullanarak yaptığı çalışmada Had-Gem, MPI ve GFDL veri setlerini kullanarak RCP 4.5 ve RCP 8.5 meteorolojik iklim senaryolarını çalıştırmıştır. Bu senaryolardan ilki olan RCP 4.5'e göre buğday verim değişikliği 2020-2040 periyodu için %11 ila +9 arasında, 2041-2070 periyodunda %8 ila +5 arasında, 2071-2099 periyodu arasında ise %12 ila +7 bandında değişiklik göstermiştir. İkinci senaryo olan RCP 8.5'e göre buğday verim değişikliği 2020-2040 periyodu için %17 ila +3 arasında, 2041-2070 periyodunda %10 ila +6 arasında, 2071-2099 periyodu arasında ise %19 ila -7 bandında değişiklik göstermiştir (Kuşçu, 2021).

Karbon Ayak İzi

İnsanoğlu, her ne kadar doğal kaynaklarının bitme endişesine sahip olmasa da, bu sürece dünyanın verdiği tepki her geçen gün daha da sertleşmektedir. Örneğin fosil yakıtların yakılması, çevre bilincine aykırı şehirleşme, sanayi sürecine bağlı etkiler, ormansızlaşma vb nedenlerden ötürü; yağış rejiminde ki değişiklikler, deniz seviyesinin yükselmesi ve deniz suyunun ısınması ve sera gazlarında ki artışının hızlanması gibi dönüşü olmayan yıkımlara neden olduğu IPCC tarafından yapılan 2021 yılı raporda detaylı olarak açıklanmıştır (Karakoç, 2022).

Sera gazlarındaki artışın, küresel ısınmaya bağlı olarak, iklim değişikliği üzerindeki etkisi oldukça fazladır. Sera gazlarını doğal kaynaklı ve insan kaynaklı olmak üzere iki gruba ayırabiliriz. Doğal kaynakları sera gazları; su buharı, metan, karbondioksit, ozon ve nitroz oksitlerdir. İnsan kaynaklı sera gazları ise kloro flor karbonlar, hidro flor karbonlar, hidro kloro flor karbonlar ve kükürt hekzaflorürdür (Argun vd, 2019). Bu gazların arasında; atmosferde bulunma miktarı ve kalma süresinin uzunluğunun yanısıra ısı tutma kapasitesine sahip olmasından ötürü özellikle CO₂ gazı canlılık üzerindeki yıkıcı etkiye sahiptir. Bu nedenle atmosfere gönderilen CO₂ gazının ölçümü olarak karbon ayak izi hesaplamalarına başvurulmuştur. Karbon ayak izi hesaplanırken sadece CO₂ gazı değil diğer sera gazları da hesaba katılır ve sonuca CO₂ eşdeğerleri cinsinden hesaplanmasıyla varılır (Kitzes ve ark., 2007; Demirci 2018).

Gübrenin Karbon Ayak İzine Etkisi

Bitkinin sağlıklı olarak gelişmesinde mutlak gerekli besin maddelerine ihtiyacı vardır. Bu maddeler toprakta her zaman yeterince bulunmayabilirler. Toprakta bu ihtiyacı yeterli oranda karşılayamazsa, normal gelişimlerini sergileyemezler. Bu durumun oluşmaması ve bitkinin yaşamını sürdürebilmesi için toprağa ve bitkiye gübre adını verdiğimiz yapay ya da doğal besin maddeleri uygulanır. Böylece bitkinin ihtiyacı olan mineraller karşılanmış olur (Kılıç ve Korkmaz, 2012).

Gübre uygulamalarında amacımız, toprağın içeriğinde eksik olan yapıları tamamlamaktır. Bunu yapabilmek için de gübrenin uygulanacağı toprağın yapısı ve içerdiği eksikliklerin ne olduğunu bilmemiz gerekir. Bu noktada bize yardımcı olacak tek şey ise toprak analiz sonuçlarıdır. Örneğin analiz sonuçlarına göre topraktaki potasyum miktarı az ise gübre tercihini bu eksikliği ortadan kaldırmaya yönelik yapmak gerekir. Gübre uygulamalarında dikkat edilmesi gereken diğer önemli noktalar ise uygulanacak gübrenin miktarı ve zamanıdır. Çünkü ne kadar çok gübre kullanılırsa o kadar ürün kalitesi artar diye düşünmek ya da gelişigüzel zaman aralıklarında ve sayıda gübrelemek hem maddi yük hem de toprağın yapısına zarar vermek anlamına gelir. Bitki veriminde ve kalitesinde uygulanan gübrenin türü, zamanı ve miktarı son derece önemlidir. Örneğin fosforlu ve potasyumlu gübreler kullanılacaksa bunlar ekimden önce veya ekimden hemen sonra verilmesi gerekirken, bitki büyümeye başladığında artık azotlu ve nitratlı gübreler tercih edilmelidir (Taban ve Turan 2012).

Gübre, bitki için bolluk olduğunu düşünüp olması gerekenden fazla gübre kullanmak; hem toprağın yapısını hem yeraltı ve yüzey sularının içeriğini hem de ürün içeriğini etkilemektedir. Ayrıca, NH₃ ve N₂O gibi sera gazı emisyonlarına neden olan bileşiklerin oluşuna neden olmaktadır (Taban ve Turan 2012). Doğal gübrelerin yaşam döngüsü incelendiğinde hem metan hem CO₂ açığa çıkardıkları bilinmektedir (Hanafiah 2021). Sentetik gübreler ise hem üretimleri sırasında, hem de azotlu gübrelerde bulunan azotun, gübre toprağa atıldıktan sonra havaya karışması sebebiyle sera gazlarına sebep olmaktadır. Ayrıca üretim yerinden kullanım yerine taşınması sırasında ve depolama sırasında da sera gazlarına sebep olmaktadır. Doğal ve yapay gübrelerin bir yılda

sebeplendiği sera gazı salımı küresel bazda toplam 2,6 milyar ton CO₂ eşdeğeridir. Bu da dünyadaki toplam sera gazı salımının yaklaşık %5,8'ine denk gelmektedir (Gao, 2023). Öyleki, Serrenho ve ark., gübre kullanımında gerekli adımların atılması durumunda gübre kaynaklı sera gazı emisyonlarının 2050 yılına kadar %80 oranında azalacağını hesaplamışlardır.

Materyal ve Yöntem

Buğday yetiştiriciliğinde karbon ayak izine etki edecek birçok işlem vardır. Bunlar; toprak hazırlığı, ekim, yabancı ot mücadelesi, sulama, hasat, depolama, taşıma ve gübrelemedir. Bu işlem başlıklarında genellikle tarlada çalışma ve taşıma sırasında harcanan akaryakıt kaynaklı emisyonlardan oluşmaktadır. Gübrelemenin toplam emisyona etkisi ise, taşıma ve işlem sırasındaki akaryakıt kullanımına ilave olarak gübrenin imalatı sırasında ve azotlu gübrenin toprağa atılması sonrasında atmosfere karışan azot nedeniyle oluşan emisyonlardır. Bu sebeple de, gübrelemenin, buğdayın toplam karbon ayak izine katkısı %75'in üzerindedir. (Elitaş 2020, Yan ve ark. 2010). Gübrenin fabrikadan son kullanıcıya nasıl ve ne kadar mesafeden geldiği ile kullanıcının gübreyi tarlaya atarken ne kadar karbon saldığı değişkenlik gösterdiği için, ayrıca bu sırada meydana gelen karbon salınımlarının kıyaslamayı etkilememesi için bu çalışmada sadece gübrenin üretimi ve tarlaya atıldıktan sonraki karbon salımları değerlendirilmiştir.

Tahıllar, özellikle de buğday, ülkemizde ve dünyada insan beslenmesinde önemli yer tutmaktadır. Gübrenin buğday verimine etkisi ve dünya toplam nüfusu ve tarım arazilerinin büyüklüğü göz önüne alındığında, gübreleme yapılmaması bir seçenek olarak görülmemektedir (Yao 2017).

Bayaner'in 1995 yılında yapmış olduğu bir çalışmada Konya ilinde bulunan, farklı büyüklüklerdeki 75 tarım işletmesinin verileri kullanılarak, farklı içeriklerdeki gübrelerin verime olan etkisi ile ilgili istatistiksel bir model oluşturulmuştur. Bu modelde, Konya ilinde en yüksek verimin alınabilmesi için kullanılacak saf azot ve saf fosfor miktarları tahmin edilmiştir. Bayaner'in çalışmasındaki en yüksek buğday verimini sağlayan saf azot ve saf fosfor miktarlarını elde edebilmek için amonyum Nitrat, DAP ve Üre gibi farklı gübreden ne kadar kullanılması gerektiği bulunmuş, daha sonra bu gübre miktarını üretebilmek için salınan ve gübre kullanıldıktan sonra ortaya çıkan emisyonlar hesaplanmıştır. En sonunda ise hasatta elde edilen birim kg buğday başına ortaya çıkan emisyon hesaplanmıştır.

Karbon emisyon hesaplamalarında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{Emisyon Miktarı} = \text{Faaliyet Verisi} \times \text{Emisyon Faktörü} \\ (\text{Brentrup 2016})$$

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada karbon emisyon miktarları sağlayabilecek Amonyum Nitrat, DAP ve Üre'nin karbon ayak izleri hesaplayıp ve karşılaştırdık. Bu çalışmada, gübrelemenin karbon ayak izine etkisini kıyaslayabilmek

için, tüm yetiştirme süreci boyunca ortaya çıkan karbon emisyonlarının sadece gübrelemeye bağlı olan miktarları hesaplanmış ve karşılaştırılmış, toprak işleme, ekim, ilaçlama, sulama gibi işlemlerde açığa çıkan karbon emisyonları hesaplanmamış ve yorumlanmamıştır.

Amonyum Nitrat Gübresinin Karbon Emisyonunun Hesaplanması

En yüksek verim için gerekli olan 10,68 kg/da azot miktarını sağlayabilmek için, %26 oranında azot ihtiva eden amonyum nitrat gübresinden 1 dekar alanda kullanmak için:

$10,68 \text{ kg/da} / 0,26 = 41,08 \text{ kg/da}$ amonyum nitrat gübresi gerekmektedir.

41,08 kg amonyum nitrat gübresinin üretimi sırasında 37,38 kg CO₂ e, tarlada kullanımı sonrasında ise 12,71 kg CO₂ e olmak üzere toplamda 50,09 kg CO₂ e karbon emisyonu ortaya çıkmaktadır.

Bu üretim sonucunda 345 kg/da verim elde edilir. Birim kg buğday başına salınan karbon emisyon miktarı ise:

$50,09 \text{ kg CO}_2 \text{ e} / 345 \text{ kg buğday} = 0,145 \text{ kg CO}_2 \text{ e} / \text{kg}$ buğday bulunur.

Üre Gübresinin Karbon Emisyonunun Hesaplanması

En yüksek verim için gerekli olan 10,68 kg/da azot miktarını sağlayabilmek için, %46 oranında azot ihtiva eden üre gübresinden 1 dekar alanda kullanmak için:

$10,68 \text{ kg/da} / 0,46 = 23,22 \text{ kg/da}$ üre gübresi gerekmektedir.

23,22 kg üre gübresinin üretimi sırasında 20,29 kg CO₂ e, tarlada kullanımı sonrasında ise 12,71 kg CO₂ e olmak üzere toplamda 33 kg CO₂ e karbon emisyonu ortaya çıkmaktadır¹.

Bu üretim sonucunda 345 kg/da verim elde edilir. Birim kg buğday başına salınan karbon emisyon miktarı ise:

$33 \text{ kg CO}_2 \text{ e} / 345 \text{ kg buğday} = 0,096 \text{ kg CO}_2 \text{ e} / \text{kg}$ buğday bulunur.

DAP gübresinin karbon emisyonunun hesaplanması

En yüksek verim için gerekli olan 10,69 kg/da fosfor miktarını sağlayabilmek için, %46 oranında fosfor ihtiva eden DAP gübresinden 1 dekar alanda kullanmak için:

$10,69 \text{ kg/da} / 0,46 = 23,24 \text{ kg/da}$ DAP gübresi gerekmektedir.

23,24 kg DAP gübresinin üretimi sırasında 32,54 kg CO₂ e, tarlada kullanımı sonrasında ise 4,97 kg CO₂ e olmak üzere toplamda 37,51 kg CO₂ e karbon emisyonu ortaya çıkmaktadır.

Bu üretim sonucunda 330 kg/da verim elde edilir. Birim kg buğday başına salınan karbon emisyon miktarı ise:

$37,51 \text{ kg CO}_2 \text{ e} / 330 \text{ kg buğday} = 0,114 \text{ kg CO}_2 \text{ e} / \text{kg}$ buğday bulunur.

Hesaplamalar sonucunda, buğday üretiminde kullanılan gübrelerin karbon emisyonları:

Amonyum Nitrat gübresinde 0,145 kg CO₂ e / kg buğday, üre gübresinde 0,096 kg CO₂ e / kg buğday, DAP gübresinde 0,114 kg CO₂ e / kg buğday bulunmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Gübrelemeye bağlı karbon salınımlarına bakıldığında en düşük kirliliğe sebep olan gübre çeşidinin üre, en fazla kirliliğe sebep olan çeşidin ise amonyum nitrat gübresi olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca, gübrelemenin karbon ayak izini etkileyen faktörlerden olan taşıma, saklama ve tarlaya atılması sırasındaki emisyonlar da önemli olmakla birlikte, gübrelemenin toplam emisyonu içinde %40 civarında bir oranın organik gübre yerine sentetik gübre kullanımından kaynaklandığı gösterilmiştir (Yao ve ark. 2017). Elitaş da yaptığı çalışmada organik gübreleme yaparak, gübre kaynaklı emisyonların 387 kg CO₂ e/ha azalacağını hesaplamıştır.

Teşekkür

Karbon ayak izi hesaplamalarında sundukları eşsiz bilgiden ötürü Climeco Arge ve Danışmanlık firmasına teşekkürümüzü sunarız.

Kaynaklar

- Argun, M. E., Ergüç, R., & Sarı Y. (2019), Carbon Footprint Investigation of Konya/Selçuklu District, Selçuk University Journal of Engineering, Science and Technology, volume7, pp. 287-297, DOI: 10.15317/Scitech.2019.199.
- Bayaner, A. (1995). Economic Analysis Of Wheat Producing Enterprises And Investigating The Functional Form Of Fertilizer Use In Wheat Production In Konya Province. PhD Dissertation, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara University, Ankara, Turkey.
- Brentrup, F., Hoxha, A., & Christensen, B. (2016). footprint analysis of mineral fertilizer production in Europe and other world regions, The 10th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA Food 2016) At: University College Dublin (UCD), Dublin, Ireland.
- Cummins, A. G. & Roberts-Thomson, I. C. (2009). Prevalence of Celiac Disease in the Asia Pacific Region, Journal of Gastroenterology and Hepatology, 1347-1351, doi:10.1111/j.1440-1746.2009.05932.x
- Çaylak, O. (2015). Investigation of the Possible Effects of Climate Change on the Development and Yield of Wheat Crops with the Plant-Climate Simulation Model, MSc Thesis, Institute of Sciences, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
- Demirci, E. (2018). The Role Of Renewable Energy Resources To Reduce Carbon Footprints In Residents, Msc Thesis, Institute of Sciences, Akdeniz University, Antalya, turkey.
- Elhadar, Y.O. (2020). Specific Climate Parameters and Seasonal Changes of Biocomfort Zones Gaziantep Province, Msc Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences Kastamonu University, Kastamonu, Turkey.
- Elitaş, H. (2020). Carbon Footprint And Ecological Evaluations In Different Crop Plants Of Fertilizer Applications, Msc Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences ,Yeditepe University, Istanbul, Turkey.
- FAO, (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Web Sitesi: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Findlater, K., Hagerman, S., Kozak, R., & Gukova, V. (2022). Redefining climate change maladaptation using a values-based approach in forests. *People and Nature*, 4, doi.org/10.1002/pan3.10278.

- Gao, X., Jian, J., Li, W. J., Yang, Y. C., Shen, X. W., Sun, Z. R., Wu, Q. & Chen, G. Q. (2013). Genomic study of polyhydroxyalkanoates producing *Aeromonas hydrophila* 4AK4, Applied Microbiology and Biotechnology, 97, ss. 9099-9109. DOI: 10.1007/s00253-013- 5189-y.
- Gao, Y., & Serrenho, A. C. (2023). Greenhouse gas emissions from nitrogen fertilizers could be reduced by up to one-fifth of current levels by 2050 with combined interventions, Nature Food, DOI: 10.1038/s43016-023-00698-w.
- Gougherty, A. V., Keller, S. R., & Fitzpatrick, M. C. (2021). Maladaptation, migration and extirpation fuel climate change risk in a forest tree species. *Nature Climate Change*, 11(2), 166-171, doi.org/10.1038/s41558-020-00968-6.
- Hanafiah, M. M., Ibraheem, A. J., & Razman K. K. (2021), Emissions of carbon dioxide and methane from dairy cattle manure, Earth and Environmental Science, 880, 012037, doi:10.1088/1755-1315/880/1/012037.
- Karakoç, A. (2022). Calculation Of Carbon Footprint For Local Administration, Scope Of Kahramankazan Municipality, Msc Thesis, Institute of Sciences, Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey.
- Kılıç R., & Korkmaz K. (2012). Residual Effects of Chemical Fertilizers on Agricultural Soils, Journal of Biological Sciences Research, 5(2): 87-90, ISSN: 1308-3961, E-ISSN: 1308-0261.
- Kitzes, J. & Wackernagel, M. (2009). Answers to Common Questions in Ecological Footprint Accounting, Ecological Indicators, 9 (4): 812-817, doi:10.1016/j.ecolind.2008.09.014.
- Kuşçu, S. (2021). PhD Dissertation, Estimation Of Possible Effects Of Climate Change On Wheat (*Triticum*) Yield In Konya, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara University, Ankara, Turkey.
- Kün, E. (1996). Cool Climate Cereals, 3rd edition, Ankara University Faculty of Agriculture Publications, Ankara, pp: 431. 322.
- Mete, B. (2022). Climate Change And Its Effects On Agriculture In Turkey, MsC Thesis, Social Sciences Institute, Kırklareli University, Turkey.
- Ning, H., Ling, L., Sun, X., Kang, X., & Chen, H. (2021). Predicting the future redistribution of Chinese white pine *Pinus armandii* Franch. Under climate change scenarios In China using species distribution models. *Global Ecology and Conservation*, 25, e01420, doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01420.
- Taban, S., & Turan, M. A. (2012), Fertilizer environment relations in agriculture, Agriculture Turkish Turkey's Journal of Crop Production and Livestock, vol.34, pp.10-14.
- Tekin, O. (2022). Possible Effects Of Global Climate Change on Distribution Areas of Fir (*Abies spp.*) Species in Turkey. Msc Thesis, Institute Of Science, Kastamonu University, Turkey.
- Ünlü, M., Barutçular, C., Koç, M., Koç, D. L., Kapur, B., Tekin, S., Aydın M., & Kanber, R. (2007). Effects of Climate Change on Evapotranspiration, Growth and Yield in Wheat and Corn Plants in Cukurova Conditions, ICCAP Project Turkish Group Final Reports, pp. 89-101.
- Yan, X., & Gong, W. (2010). The role of chemical and organic fertilizers on yield, yield variability and carbon sequestration results of a 19-year experiment. *Plant and Soil*, 331(1-2):471-480, doi: 10.1007/s11104-009-0268-7
- Yao, Z., Zhang, D., Yao, P., Zhao, N., Liu, N., Zhai., Zhang, S., Li, Y., Huang, D., Cao, W., & Gao, Y. (2017). Coupling life-cycle assessment and the RothC model to estimate the carbon footprint of green manure-based wheat production in China, *Science of the Total Environment*, V.607-608, P 433-442, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.028.



Effects of Dietary *Tribulus terrestris* Saponin Extract on Performance, Egg Quality and Some Blood Parameters of Laying Hens

Metin Duru^{1,a,*}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Uşak University, 64200, Uşak, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 23.01.2024 Accepted : 07.02.2024</p> <p>Keywords: Puncture vine Laying hens Cholesterol Blood parameters Egg quality</p>	<p>This study has been carried out to determine the effect of saponin extract of <i>Tribulus terrestris</i> (TTSE) added in diets of laying hen on the performance characteristics, the external and internal egg quality, the cholesterol level of egg yolk and blood parameters of white laying hens. Treatment groups were allocated to 5 dietary in which 0 (control), 1 g TTSE, 2 g TTSE, 4 g TTSE and 8 g TTSE powder doses per kg commercial layer diet. In total 80 hens were used by allocating them into groups each included 16 animals (replication). The results of the study the cholesterol level of egg yolk decreased at the group of 1 g/kg of TTSE compared to other experiment groups except control group. The albumen length increased at the groups of 2, 4 and 8 g/kg TTSE compared to the control group in the middle of the experiment. TTSE had no effect on performance characteristics and blood parameters. In conclusion, the results showed that TTSE had no effect on performance, egg quality and some blood serum parameters in laying hens.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 423-429, 2024

Demir Dikeni (*Tribulus terrestris*) Saponin Ekstraktının Yumurtacı Tavuklarda Performans, Yumurta Kalite Kriterleri ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 23.01.2024 Kabul : 07.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Demir dikeni Yumurtacı tavuk Kolesterol Kan parametreleri Yumurta kalitesi</p>	<p>Bu çalışma, karma yeme demir dikeni bitkisi (<i>Tribulus terrestris</i>) saponin ekstraktı (DDSE) ilavesinin yumurtacı tavuklarda performans, iç-dış yumurta kalite kriterleri, yumurta kolesterol düzeyleri ve bazı kan serum parametreleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma grupları ticari yumurtacı karma yemine 0 (kontrol); 1 g/kg DDSE, 2 g/kg DDSE, 4 g/kg DDSE ve 8 g/kg DDSE eklenerek 5 gruptan oluşturulmuştur. Toplam 80 adet yumurtacı tavuk her bir grupta 16 hayvan olacak şekilde gruplara rastgele dağıtılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; kontrol grubu hariç diğer deneme gruplarına göre 1 g/kg DDSE grubunda yumurta sarısı kolesterol değeri düşmüştür. Deneme ortasında 2, 4 ve 8 g/kg DDSE grupları kontrol grubuna göre daha yüksek ak uzunluğu değerleri vermişlerdir. Performans ve kan serumu parametre değerleri bakımından gruplar arasında herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır. Sonuç olarak DDSE'nin tavuklarda performans, yumurta kalite kriterleri ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi olmadığı tespit edilmiştir.</p>

^a durumet@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-7312-5719>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

1940'lı yıllarda keşfedilen ve 1951 yılında Amerika Bileşik Devletlerinde, 1950-60'lı yıllarda ise Avrupa ülkelerinde reçetesiz olarak yemlerde katkı olarak patojen mikroorganizmaların eliminasyonu, yemden yararlanmayı arttırıcı ve gelişmeyi hızlandırıcı olarak geçmişte yoğun olarak kullanılan antibiyotikler günümüzde artık kullanılmamaktadır (Castanon, 2007; Sevim ve Cufadar, 2017; Küçükkurt ve Fidan, 2008; Gürsoy, 2021). Kullanılan antibiyotiklere karşı patojenlerin dirençlerinin artması ve tedavi amaçlı kullanılan antibiyotiklerin etkilerinin azalması gibi nedenlerle 2006 yılından itibaren Avrupa Birliği ülkelerinde ve ülkemizde antibiyotiklerin gelişmeyi teşvik edici yem katkısı olarak kullanımı yasaklanmıştır (Tuncer, 2007; Gürsoy, 2021). Bu yasak, birçok katkı maddesinin antibiyotiklerin yerine alternatif olarak kullanılmasını gündeme getirmiş ve konu üzerinde yapılan çalışmaların sayısı artmıştır (Kamel, 2001; Tipu ve ark., 2006; Gürsoy, 2021). Yem katkılarından birisi de tıbbi ve aromatik bitkiler olup gerek antibiyotiklere alternatif en etkin grup olması gerekse ülkemizin bu bitkilerce zengin olması nedeniyle konu hakkında yapılacak araştırmaların üst düzeylere çıkarılması gerekmektedir. Ayrıca günümüzde fonksiyonel gıdalar ve gıda güvenliği de hayvancılık sektöründe önemli bir konu başlığı olmuştur (Barıt ve Arslan Duru, 2023). Güvenli hayvansal ürün üretiminde halihazırda kullanılan bitkisel ekstraktları daha iyi belirlemek, bu bitkilerin güvenilir miktarlarını ve elde edilen güvenilir miktarların karışımlarını tespit etmek üzere araştırmalar günümüzde süratle artarak devam etmektedir.

Demir diken (Tribulus terrestris) tek yıllık bir bitki olup, Akdeniz Bölgesi'ne özgü olmakla birlikte başta Asya, Afrika ve Amerika'da olmak üzere dünyanın birçok yerinde ve ülkemizde yetişmektedir. Familyanın yeryüzünde 24 cinsi ve yaklaşık olarak 275 türü bulunmaktadır. Eski tarihlerden günümüze geleneksel tıpta yaygın olarak afrodisyak, diüretik, antienflamatuar, antibakteriyel, analjezik ve anti-diabetik olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda demir diken bitkisinden 20'nin üzerinde saponin tanımlanmıştır. Bu bitkinin steroidal saponinlerce (başlıca protodioscin ve protogracilin) zengin olduğu, saponinlerin ise çiftlik hayvanlarında yumurta kolesterol içeriğini düşürücü, amonyak bağlayıcı, mide ve bağırsakta gerilimi azaltıcı, üreaz aktivitesini düşürücü, antiprotozoal, antioksidan, antibakteriyel, antifungal ve hormonal sistemi uyarıcı etkisi sebebi ile hayvanlarda üretimi, ürün niteliğini, çevre koşullarını ve yaşama gücünü iyileştirici özelliklere haiz olduğu bilinmektedir (Jenkins ve Atwal, 1994; Adimoelja ve Ganesan, 1997; Adaikan ve ark., 2000; Kutlu, 2001; Ganzera ve ark., 2001; Nazeer ve ark., 2002; Peris ve Calafat, 2003; Grigorova ve ark., 2009; Salgado ve ark., 2017; Fernández-Lázaro ve ark., 2021; Fernández-Lázaro ve ark., 2022).

Kahverengi Lohman yumurtacı tavukların içme sularına ilave edilen demir diken ekstraktının kan serum glikoz düzeyini azalttığı (Grigorova ve ark., 2008a), yine aynı ekstraktın karma yeme ilavesinin Beç tavuklarında yumurta sarısı ve serum kolesterol düzeyini düşürdüğü, yumurta sarısındaki linoleik asit içeriğinin artırdığı (Grigorova ve ark., 2009) ve White Plymouth Rock-mini

erkek cinsiyetteki hayvanlara içme suyu ile verilen aynı ekstraktın kan serum kolesterol miktarını düşürdüğü bildirilmiştir (Grigorova ve ark., 2008b). Etlik piliçlerde canlı ağırlık artışını iyileştiren antibiyotikler kadar demir diken bitki tozunun etkili olduğu, tüketicilere yönelik etlik piliç üretiminde antibiyotiksiz ürün eldesinde demir dikeninin hayvan beslemede kullanılabilmesi belirtilmiştir (Şahin, 2009). Demir diken ekstraktının etlik piliçlerde büyüme performansını ve karkas ağırlığını arttırdığı belirtilmiştir (Servati ve ark., 2016). Düşük sıcaklık stresi altında sulu demir diken ekstraktının Lohmann LSL-Lite hattı yumurtacı tavuklarda yumurta verimini ve yumurta kütleliğini arttırdığı, yemden yararlanma oranını, serum kolesterol içeriğini düşürdüğü ve yumurta kabuğunu kalınlaştırdığı bildirilmiştir. Demir diken sulu ekstraktının düşük sıcaklık stresi altındaki yumurtacı tavukların verim performanslarını olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Akbari & Torki, 2016). Hy-Line White-36 hattı yumurtacı tavuklarda toz demir diken yemden yararlanma oranını, yumurta üretimini ve yumurta kütleliğini iyileştirdiği, yem tüketimini, yumurta sarısı rengini, yumurta sarısı kolesterol içeriğini, kan serum trigliserid ve glukoz değerini azalttığı, sulu ekstrakt ve toz demir dikeninin yumurta kabuğu kalınlığını ve ağırlığını arttırdığı bildirilmiştir. Demir diken sulu ekstraktının ve tozunun yumurtacı tavuklarda performansa ve kan parametrelerine olumlu yönde etkili olduğu belirtilmiştir (Amirshakari ve ark., 2016). Demir diken sulu ekstraktı ve tozunun etlik piliçlerde ve yumurtacı tavuklarda görülen olumlu etkisinin demir diken saponin ekstraktında da yumurtacı tavuklarda yumurta verimi, iç ve dış kalitesi, kolesterol değeri ve bazı kan serum parametreleri üzerine olumlu etkide bulunabileceği tahmin edilmektedir.

Bu çalışma, yumurtacı tavuklarda demir diken (Tribulus terrestris) saponin ekstraktının yumurta verim performansı, yumurta sarısı kolesterol değeri, yumurta iç ve dış kalitesi ve bazı kan serum parametreleri üzerine etkisini ortaya koymak üzere sürdürülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Denemenin hayvan materyalini toplam 80 adet 57 haftalık yaşta beyaz yumurta tavuğu (Hy-Line White-98) oluşturmuştur. Araştırmacının yem materyalini 2. dönem ticari standart yumurtacı yemi (2604 kcal ME kg-1, % 16 HP) oluşturmuştur (Çizelge 1).

Araştırma grupları, tesadüf olarak benzer canlı ağırlıkta olacak şekilde bireysel kafeslere dağıtılmış, her bir araştırma grubunda 16'şar adet hayvanın (tekerrür) bulunduğu 5 gruptan oluşturulmuştur (Çizelge 2).

Herhangi bir katkı maddesi içermeyen demir diken saponin toz ekstraktı (en az % 45 saponin içeren) yurt dışı menşeli olup ticari olarak özel bir firmadan temin edilmiştir. Ticari standart 2. dönem yumurta yemine (toz) 0 (kontrol), 1, 2, 4 ve 8 g/kg demir diken saponin ekstrakt tozu plastik kova içerisinde 3 dakika boyunca plastik tartı küreği yardımı ile homojen bir şekilde karıştırılarak deneme yemleri hazırlanmıştır. Tavuklar 8 hafta boyunca batarya tipi bireysel kafes sistemlerinde barındırılarak araştırmaya tabi tutulmuşlardır. Araştırma boyunca hayvanlara 16 saat aydınlatma, 8 saat karanlık

sağlanmıştır. Hayvanlara günlük 100 g olacak şekilde yem kısıtlı, su ise otomatik nipel suluklar ile ad-libitum olarak sağlanmıştır. Tavukların deneme başında ve deneme sonunda canlı ağırlık tartımı yapılmıştır. Hayvanların önünde bulunan her bir yemliğe her gün 100 g yem eklenmiş, 7. gün kalan yem tartılarak belirlenmiş, 1 hafta boyunca eklenen toplam yemin, tartımla bulunan kalan yemden çıkarılmasıyla haftalık yem tüketimi belirlenmiştir. Her gün aynı saatte toplanan yumurtalar adet olarak ve tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Hafta boyunca elde edilen yumurta ağırlıkları toplanarak haftalık yumurta kütlesi elde edilmiştir. Haftalık olarak tüketilen yem miktarının, o haftaya ait toplam yumurta ağırlığına bölünerek, yemden yararlanma oranı belirlenmiştir. Deneme sonu itibarıyla yumurta sarısı kolesterol içeriğinin belirlenmesi için tesadüfen her gruptan 6'şar adet olmak üzere toplamda 30 adet yumurta toplanmıştır. Toplanan yumurtalar 10 dakika haşlanmış daha sonra yumurtaların sarıları ayrılmıştır. İyice ezilen ve homojenize edilen yumurta sarısı örneklerinden 0,1 g alınmış ve üzerine %99,5 saflıkta 4 ml izopropil (2-propanol) alkol ilave edilmiştir. Örnekler, 10 dakika vortekste karıştırıldıktan sonra yine 10 dakika 3000 rpm santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantlardan ticari kitler (Diasis Diagnostic Systems) kullanılarak spektrofotometrede 535 nm dalga boyunda okuma yapılarak değerler elde edilmiş, elde edilen bu değerler formülde ilgili yere konularak kolesterol miktarı hesaplanmıştır. Yumurta sarısındaki kolesterol konsantrasyonu ise Boehringer Mannheim GmbH metodu ile hesaplanmıştır (Biochemica, 1998). Hesaplamalar şu şekilde yapılmıştır:

$$EKM = \frac{\Delta A \text{ Numune}}{\Delta A \text{ Std/Kalib.}} \times \text{Std/KRK}$$

EKM=Ekstraktaki Kolesterol Mik. (mg dl⁻¹)
KRK=Kalibratör Konsantrasyonu

$$YSK = \frac{EKM/100 \times 4}{\text{Numune Miktarı(g)}}$$

YSK = Yumurta Sarısı Kolesterolü (mg g⁻¹)
EKM= Ekstraktaki Kolesterol Mik. (mg dl⁻¹)

Deneme sonunda her gruptan rastgele seçilen 6, toplam 30 hayvanın kanatlarından heparinli tüpe kan alınarak santrifüj edilmiş, serumlar ayrılmış ve serumlar analiz yapılana kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir. Kan serumunda kolesterol, glukoz ve trigliserid değerleri ticari kitler (Diasis Diagnostic Systems) kullanılarak spektrofotometrede (Shimadzu 1240 UV/VIS) 535 nm dalga boyunda okunarak tespit edilmiştir. Tespit edilen değerler formülde ilgili yere konularak değerler hesaplanmıştır. Serumda kolesterol, glukoz ve trigliserid için kullanılan formül şu şekildedir:

$$KGT = \frac{\Delta A \text{ Numune}}{\Delta A \text{ Std/Kalib}} \times \text{KRK}$$

KGT=Kolesterol/Glukoz/Trigliserid düzeyi (mg dl⁻¹)

Deneme ortasında ve sonunda her bir gruptan tesadüfen 6, toplamda 30 adet yumurtada iç ve dış kalite özellikleri belirlenmiştir. Yumurta iç ve dış kalite ölçütleri olarak; yumurta ağırlığı, sarı renk skalası (Roche Sarı Renk Yelpazesi, 1-15), boy-en, şekil indeksi (Reddy ve ark., 1979), kuru kabuk ağırlığı, sarı ağırlığı, ak yüksekliği, ak genişliği, ak uzunluğu, ak indeksi (Heiman ve Carver, 1936), sarı yüksekliği, sarı genişliği, sarı indeksi (Sharp ve Powell, 1930) ve Haugh birimi (Haugh, 1937) belirlenmiştir. Şekil indeksi, sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Şİ} = \frac{\text{Yumurta eni (mm)}}{\text{Yumurta boyu (mm)}} \times 100$$

Şİ=Şekil indeksi

$$\text{Sİ} = \frac{\text{Sarı yüksekliği (mm)}}{\text{Sarı genişliği (mm)}} \times 100$$

Sİ= Sarı indeksi

$$\text{Aİ} = \frac{\text{YAY}}{(\text{YAU} + \text{YAG})/2} \times 100$$

Aİ = Ak indeksi

YAY= Yumurta akının yüksekliği (mm)

YAU= Yumurta akının uzunluğu (mm)

YAG= Yumurta akının genişliği

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

HB= Haugh birimi

YA= Yumurta ağırlığı (g)

Araştırmada sonunda elde edilen veriler, IBM SPSS (23.0) paket programı kullanılarak One-Way ANOVA ile istatistik analizine tabi tutulmuş ve grup ortalamalarının karşılaştırılmasında DUNCAN çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Demir dikenli saponin ekstraktının yumurta tavuklarında verim performansı üzerine etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Demir dikenli saponin ekstraktının yem tüketimi, yumurta verimi, yumurta kütlesi ve yemden yararlanma oranı üzerine etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (P>0,05). Deneme sonu yemden yararlanma oranı bakımından kontrol grubuna göre 2 g/kg demir dikenli saponin grubu hariç diğer muamele grupları sayısal olarak daha iyi değerler vermiş, en iyi değeri ise 8 g/kg demir dikenli saponin ekstraktı katkılı grup vermiştir (P>0,05). Yumurta kütlesi bakımından ise 8 g/kg demir dikenli saponin ekstraktı katkılı grup en yüksek sayısal değeri vermiştir (P>0,05). Yüksek dozda (8 g/kg) verilen saponin ekstraktı hayvanların verimini olumsuz yönde etkilememiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan besin maddesi kompozisyonları (2. dönem yumurta yemi)

Table 1. Feed ingredient compositions used in the trial (Phase 2)

Temel Besin Maddeleri	Yumurta Yemi (2. Dönem)
Mısır	55
Soya küspesi	22
Mısır gluten unu	2
Buğday kepeği	8,5
Arpa	2,5
CaCO ₃	8,3
DCP (% 17.5)	0,8
Metionin & Lisin	0,2
NaHCO ₃ &NaCl	0,3
Vitamin ve Mineral Karışımı ¹	0,4
Hesaplanmış Besin Madde Kompozisyonu	
Ham Protein (%)	16
Kalsiyum (%)	4
Fosfor (yararlanılabilir) (%)	0,75
Sodyum (%)	0,15
Lisin (%)	0,69
Metionin (%)	0,35
Sistin (%)	0,30
ME (Kcal kg ⁻¹)	2604

¹Her 1 kg içerisinde en az 7000 IU Vitamin A, 2000 IU Vitamin D₃, 15 mg Vitamin E, 2,5 mg Vitamin B₁, 2 mg Vitamin K₃, 4 mg Vitamin B₆, 5 mg Vitamin B₂, 10 mg Vitamin B₁₂, 60 mg Manganez, 50 mg Çinko, 25 mg Demir, 15 mg Bakır, 1 g İyot, 0,25 mg Kobalt, 0,2 mg Selenyum içermektedir.

Çizelge 2. Deneme modeli

Table 2. Experimental design

Deneme Grupları	Muameleler (Yumurtacı tavuk yemine eklenen Demir dikenli saponin ekstraktı)	Hayvan sayısı
1. Grup	Kontrol yemi (0)	16
2. Grup	1 g Demir dikenli saponin ekstraktı	16
3. Grup	2 g Demir dikenli saponin ekstraktı	16
4. Grup	4 g Demir dikenli saponin ekstraktı	16
5. Grup	8 g Demir dikenli saponin ekstraktı	16

Çizelge 3. Demir dikenli (*Tribulus Terrestris*) saponin ekstraktının yumurta tavuklarında verim performansı üzerine etkileriTable 3. The effects of saponin extract in *Tribulus terrestris* on the production performance of laying hens

Parametre	Kümülatif Yem Tüketimi, Yumurta Verimi, Yumurta Kütlesi ve Yem Dönüşüm Oranı					SED SEM	P
	Demir Dikenli (<i>Tribulus terrestris</i>) Saponin Ekstraktı Düzeyleri (g)						
	Kontrol	1	2	4	8		
DBCA (g)	1413,6	1415,5	1420,6	1458,2	1420,6	12,25	0,84
DSCA (g)	1476,0	1478,7	1452,1	1488,7	1481,3	13,91	0,94
DSCAD (g)	62,40	63,20	31,50	30,55	60,63	10,83	0,76
YT (0-4) (g)	2690,6	2683,5	2608,9	2621,8	2678,8	13,53	0,17
YV (0-4) (adet)	20,80	21,33	20,94	21,91	21,75	0,30	0,75
YV (0-4) (%)	74,29	76,19	74,78	78,25	77,68	1,08	0,75
YK (0-4) (g)	1336,7	1400,8	1329,0	1346,2	1397,2	16,72	0,48
YYO (0-4)	2,01	1,92	1,96	1,95	1,92	0,03	0,68
YT (4-8) (g)	2662,1	2603,3	2561,2	2591,0	2644,2	16,28	0,28
YV (4-8) (adet)	23,07	22,87	22,38	24,45	23,75	0,33	0,37
YV (4-8) (%)	82,38	81,67	79,91	87,34	84,82	1,19	0,37
YK (4-8) (g)	1475,8	1491,1	1393,8	1475,1	1520,3	19,54	0,31
YYO (4-8)	1,80	1,75	1,84	1,76	1,74	0,03	0,44
YT (0-8) (g)	5352,7	5286,8	5170,1	5212,8	5323,0	27,86	0,12
YV (0-8) (adet)	43,87	44,20	43,32	46,36	45,50	0,59	0,52
YV (0-8) (%)	78,33	78,93	77,35	82,79	81,25	1,05	0,52
YK (0-8) (g)	2812,5	2891,9	2722,8	2821,3	2917,5	32,79	0,33
YYO (0-8)	1,90	1,83	1,90	1,85	1,82	0,02	0,55

DBCA: Deneme Başlı Canlı Ağırlık (g), DSCA: Deneme Sonu Canlı Ağırlık (g), DSCAD: Deneme Süresi Canlı Ağırlık Değişimi (g), YT: Yem Tüketimi, YV: Yumurta Verimi (adet), YV: Yumurta Verimi (yüzde) (tavuk-gün), YK: Yumurta Kütlesi (g), YYO: Yemden Yararlanma Oranı (g yem:g yumurta kütlesi), SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası.

Çizelge 4. Demir dikenini (*Tribulus Terrestris*) saponin ekstraktının yumurta tavuklarında yumurta sarısı kolesterol düzeyi ve kan serum kolesterol, glukoz ve trigliserid parametreleri üzerine etkileri

Table 4. The effects of saponin extract in *Tribulus terrestris* on the egg yolk cholesterol and on the plasma cholesterol, glucose, and triglyceride of laying hens

Parametre	Deneme Sonu Yumurta Sarısı Kolesterol ve Kan Serum Parametre Düzeyleri					SED SEM	P
	Demir Dikeni (<i>Tribulus terrestris</i>) Saponin Ekstraktı Düzeyleri (g)						
	Kontrol	1	2	4	8		
Yumurta Sarısı							
Toplam Kolesterol (mg g ⁻¹)	12,15 ^{ab}	11,71 ^b	12,68 ^a	12,65 ^a	12,58 ^a	0,11	0,01
Kan Serum Parametreleri							
Kolesterol (mg dl ⁻¹)	89,27	101,36	111,45	102,95	85,23	7,29	0,80
Glukoz (mg dl ⁻¹)	282,32	315,26	305,25	305,81	307,96	4,81	0,26
Trigliserid (mg dl ⁻¹)	489,02	664,50	538,47	677,83	606,01	34,73	0,43

a-b: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (P<0,05), SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası.

Çizelge 5. Demir dikenini (*Tribulus Terrestris*) saponin ekstraktının yumurta tavuklarında deneme ortası yumurta kalite kriterleri üzerine etkileri

Table 5. The effects of saponin extract in *Tribulus terrestris* on the quality criteria of egg in the middle of trial of laying hens

Parametre	Deneme Ortası Yumurta Kalite Kriterleri					SED	P
	Demir Dikeni (<i>Tribulus terrestris</i>) Saponin Ekstraktı Düzeyleri (g)						
	Kontrol	1	2	4	8		
Yumurta Ağırlığı (g adet ⁻¹)	63,34	64,88	60,28	59,36	61,74	0,82	0,20
Sarı Renk	11,83	11,67	11,83	11,83	12,50	0,13	0,26
Boy (mm)	58,14	59,60	57,97	58,33	58,71	0,31	0,50
En (mm)	44,33	44,57	43,23	43,16	43,59	0,21	0,10
Şekil İndeksi (En Boy ⁻¹)	76,26	74,82	74,61	74,03	74,25	0,35	0,28
Kuru Kabuk Ağ. (g)	5,70	6,21	5,54	5,54	5,73	0,10	0,23
Sarı Ağırlığı (g)	17,55	18,25	17,50	17,39	17,56	0,19	0,64
Ak Yüksekliği (mm)	6,51	6,79	5,59	6,04	6,81	0,21	0,28
Ak Genişliği (mm)	63,02	67,91	64,49	66,68	67,20	0,81	0,20
Ak Uzunluğu (mm)	80,02 ^b	84,44 ^{ab}	87,45 ^a	87,02 ^a	89,56 ^a	1,08	0,04
Ak İndeksi	5,82	5,77	4,67	5,40	5,65	0,18	0,22
Sarı Yüksekliği (mm)	17,46	17,35	17,21	17,60	17,79	0,15	0,84
Sarı Genişliği (mm)	40,34	40,70	39,84	39,67	40,45	0,66	0,87
Sarı İndeksi	43,40	42,74	43,29	44,47	44,07	0,62	0,92
Haugh Birimi	77,88	80,47	73,08	76,46	81,30	1,44	0,40
Yumurta Kabuk Kalınlığı (µm)							
Küt	295,0	308,3	296,7	298,3	298,3	9,38	0,99
Orta	311,7	320,0	308,3	310,0	311,7	9,53	1,00
Sivri	325,0	330,0	325,0	321,7	326,7	9,26	1,00
Ortalama	310,5	319,3	310,0	310,0	312,2	9,38	1,00

a-b: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (P<0,05), SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası.

Duru ve Şahin (2015) yalın halde 1 ve 2 g/kg demir dikenini ekledikleri karma yem ile besledikleri yumurtacı tavukların deneme sonu itibarıyla yem tüketimi, yumurta verimi, yumurta kütlesi ve yemden yararlanma oranı verileri bakımından istatistik olarak herhangi bir farka rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Her iki çalışmada da elde edilen veriler paralellik göstermektedir.

Hy-Line White-36 yumurtacı tavuklarda canlı ağırlık kilogram başına 5 mg eklenen demir dikenini tozunun yemden yararlanma oranını, yumurta verimini ve yumurta kütlesini iyileştirdiği bildirilmiştir (Amirshakari ve ark., 2016). Düşük sıcaklık stresi altında 10, 20 ve 30 ml/L demir dikenini sulu ekstraktı Lohmann LSL-Lite yumurtacı tavuklarda yumurta verimini ve yumurta kütlesini arttırdığı, yemden yararlanma oranını ise düşürdüğü

belirtilmiştir (Akbari ve Torki, 2016). Mevcut çalışmada ise yem tüketimi, yumurta kütlesi, yumurta verimi ve yemden yararlanma oranı bakımından istatistik olarak herhangi bir fark bulunamamıştır.

1 g/kg demir dikenini saponin ekstraktı katkısı ile beslenen grupta demir dikenini saponin ekstraktı katkısı ile beslenen diğer gruplara göre daha düşük düzeyde yumurta kolesterol düzeyi elde edilmiş (P<0,05) fakat bu düşüş kontrol grubuna göre istatistik olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05) (Çizelge 4).

Kan serum parametrelerinden kolesterol, glukoz ve trigliserid konsantrasyonları bakımından deneme grupları arasında istatistik olarak farklılık bulunamamıştır (P>0,05). Duru ve Şahin (2015), 1 ve 2 g/kg yalın demir dikenini bitki tozu ile besledikleri yumurtacı tavukların

deneme başı, ortası ve sonu kolesterol, glukoz ve trigliserid plazma değerleri bakımından istatistiki olarak farklılığın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Etlik piliçlerin beslenmesinde yalın halde 1 ve 2 g/kg olarak kullanılan demir dikenini bitki tozunun deneme sonu glukoz, kolesterol ve trigliserid kan serum parametreleri bakımından gruplar arasında herhangi bir istatistik farklılığın olmadığını bildirmişlerdir (Duru ve Şahin, 2012). Elde ettiğimiz sonuçlar ilgili çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Grigorova ve ark. (2009) 10 mg kg⁻¹ demir dikenini kapsül ekstraktı ile 12 hafta boyunca besledikleri Beç tavuklarının yumurta sarısındaki ve kan serumundaki kolesterol seviyelerinin önemli derecede düştüğünü bildirmişlerdir. 12 hafta boyunca farklı düzeylerde demir dikenini sulu ekstraktı ve tozu ile beslenen Hy-Line White-36 yumurtacılarında yumurta sarısı kolesterol, kan serum trigliserid ve glukoz değerleri azalmıştır (Amirshakari ve ark., 2016). Düşük sıcaklık stresi altında 20 ve 30 ml/L demir dikenini sulu ekstraktının serum kolesterol içeriğini düşürdüğü bildirilmiştir (Akbari ve Torki, 2016). Mevcut çalışmada ise gerek kan serum

değerleri gerekse yumurta kolesterol seviyeleri kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Deneme ortasında yumurta kalite kriterlerinden ak uzunluğu 2, 4 ve 8 g/kg demir dikenini saponin ekstraktı eklenen gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek ve istatistiki olarak önemli değerler verse de (P<0,05) deneme sonu itibari ile bu farklılık ortadan kalkmıştır (P>0,05). Ak uzunluğu hariç diğer parametreler bakımından ise gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05) (Çizelge 5 ve 6). Duru ve Şahin (2015), yalın halde 1 ve 2 g/kg demir dikenini eklenen karma yem ile besledikleri yumurtacı tavukların deneme sonu itibariyle yumurta kriterleri bakımından herhangi bir farklılığın bulunmadığını bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları ile bu sonuçlar paralellik göstermektedir. Düşük sıcaklık stresi altında 20 ve 30 ml/L demir dikenini sulu ekstraktının yumurta kabuğunu kalınlaştırdığı (Akbari ve Torki, 2016), sulu ekstrakt ve toz halinde kullanılan demir dikeninin yumurta kabuğu kalınlığını ve ağırlığını arttırdığı, yumurta sarısı rengi değerini ise azalttığı bildirilmiştir (Amirshakari ve ark., 2016).

Çizelge 6. Demir dikenini (*Tribulus Terrestris*) saponin ekstraktının yumurta tavuklarında deneme sonu yumurta kalite kriterleri üzerine etkileri

Table 6. The effects of saponin extract in *Tribulus terrestris* on the quality criteria of egg at the end of trial of laying hens

Parametre	Deneme Sonu Yumurta Kalite Kriterleri					SED	P
	Demir Dikeni (<i>Tribulus terrestris</i>) Saponin Ekstraktı Düzeyleri (g)						
	Kontrol	1	2	4	8		
Yumurta Ağırlığı (g adet ⁻¹)	62,66	64,29	59,29	59,43	64,49	0,83	0,10
Sarı Renk	13,00	12,67	12,33	12,50	12,67	0,13	0,61
Boy (mm)	58,68	59,31	57,98	57,49	60,14	0,37	0,14
En (mm)	44,00	44,56	43,07	43,39	44,10	0,19	0,10
Şekil İndeksi (En Boy ⁻¹)	75,03	75,17	74,30	75,51	73,39	0,36	0,35
Kuru Kabuk Ağ. (g)	5,83	5,73	5,83	5,67	6,17	0,09	0,44
Sarı Ağırlığı (g)	17,95	18,72	17,56	18,19	18,58	0,27	0,67
Ak Yüksekliği (mm)	7,27	7,74	7,437	7,13	7,97	0,17	0,56
Ak Genişliği (mm)	68,02	68,04	65,66	72,10	66,72	0,98	0,30
Ak Uzunluğu (mm)	85,41	87,20	83,83	84,08	86,42	1,30	0,92
Ak İndeksi	6,11	6,41	6,40	6,02	6,75	0,20	0,82
Sarı Yüksekliği (mm)	18,19	19,13	19,63	18,10	19,60	0,35	0,47
Sarı Genişliği (mm)	40,13	41,31	41,08	42,45	40,05	0,39	0,29
Sarı İndeksi	45,51	46,47	47,64	42,69	48,96	0,87	0,20
Haugh Birimi	84,18	86,74	86,07	84,04	87,59	1,05	0,80
Yumurta Kabuk Kalınlığı (µm)							
Küt	290,0	276,0	300,0	296,7	311,7	4,54	0,14
Orta	303,3	288,0	312,5	308,3	323,3	4,36	0,12
Sivri	313,3	300,0	327,5	320,0	333,3	4,15	0,09
Ortalama	302,3	288,0	313,3	308,3	322,8	4,32	0,12

SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası.

Yapılan çalışma sonucunda demir dikenini saponin ekstraktının yumurtacı tavuklarda performans, yumurta kalite kriterlerine ve bazı kan parametrelerine herhangi bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Etkinin ortaya çıkmaması ekstrakt yönteminden, bitkinin yetiştiği iklimden ve/veya materyalin içerdiği saponin miktarından kaynaklanabilir. Ancak demir dikenini ile yapılan diğer çalışmalarda hayvanların performanslarını olumlu yönde etkilemesinin yanında yumurta sarısı kolesterol seviyesini de etkili bir şekilde düşürdüğü belirlenmiştir. Yapılacak çalışmalarla etkili demir dikenini dozlarının ve etkin ekstraksiyon

metodunun veya metodlarının kesin olarak belirlenmesiyle demir dikeninin alternatif yem katkısı olarak kullanımı sağlanarak ekonomik olarak faydaya ve fonksiyonel gıda üretiminde artışa sebep olabilecektir.

Bilgi

Etik Kurul izni, Mustafa Kemal Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Başkanlığından alınmıştır (30.04.2013 tarih ve 2013-5/5 nolu karar).

Kaynaklar

- Adaikan, P.G., Gauthaman, K., Prasad, R.N., & Ng, S.C., (2000). Proerectile pharmacological effects of *Tribulus terrestris* on the rabbit corpus cavernosum. *Annals of the Academy of Medicine Singapore*, 29(1), 22–26.
- Adimoelja, A., & Ganesan, A. P., (1997). Protodioscin from herbal plant *Tribulus terrestris* L. improves male sexual functions possibly via DHEA. *International Journal of Impotence Research*, 9(1), 64.
- Akbari, M., & Torki, M. (2016). Effects of adding aqueous extract of *Tribulus terrestris* to diet on productive performance, egg quality characteristics, and blood biochemical parameters of laying hens reared under low ambient temperature (6.8 ± 3 °C). *International Journal of Biometeorology*, 60, 867–871. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1079-6>
- Amirshakari, T., Ziaei, T., Ghoreishi, S.M., & Esfandiarpour, E. (2016). The effects of adding aqueous extract and dried aerial part powder of *Tribulus terrestris* on productive performance and blood parameters of laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 25, 145-155. <https://doi.org/10.3382/japr/pfv072>
- Barit, M., & Arslan Duru, A. (2023). The effects of goji berry (*Lycium barbarum* L.) leaves on performance, meat lipid oxidation, digestive tract parts and some blood parameters of broiler chickens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(2), 5687-5696. <https://doi.org/10.12681/jhvms.29995>
- Biochemical Analysis and Food Analysis (1998). Methods of Biochemical Analysis and Food Analysis. Boehringer Mannheim GmbH Biochemica, Mannheim, Germany, (pp. 26-28).
- Castanon, J.I.R. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in european poultry feeds. *Poultry Science*, 86(11), 2466-2471. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00249>
- Duru, M., & Şahin, A. (2015). Farklı taşıyıcılarla rasyona eklenen demir dikeninin (*tribulus terrestris*) yumurtacı tavuklarda verim ve yumurta kalitesi üzerine etkileri. *Journal of Food and Health Science*, 1(2): 84-93. <https://doi.org/10.3153/JFHS15008>
- Fernández-Lázaro, D., Mielgo-Ayuso, J., Del Valle Soto, M., Adams, D.P., González-Bernal, J.J., & SecoCalvo, J. (2021). The effects of 6 weeks of *Tribulus terrestris* L. supplementation on body composition, hormonal response, perceived exertion, and CrossFit® performance: A randomized, single-blind, placebocontrolled study. *Nutrients*, 13(11), 3969. <https://doi.org/10.3390/nu13113969>
- Fernández-Lázaro, D., Fernandez-Lazaro, C.I., Seco-Calvo, J., Garrosa, E., Adams, D.P., & Mielgo-Ayuso, J. (2022). Effects of *Tribulus terrestris* L. on sport and health biomarkers in physically active adult males: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9533. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159533>
- Ganzera, M., Bedir, E., & Khan, I. A. (2001). Determination of steroidal saponins in tribulus terrestris by reversed-phase high performance liquid chromatography and evaporative light scattering detection. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 90, 1752–1758. <https://doi.org/10.1002/jps.1124>
- Grigorova, S., Vasileva, D., Kashamov, B., Sredkova, V., & Surdjiiska, S. (2008a). Investigation of *Tribulus terrestris* extract on the biochemical parameters of eggs and blood serum in laying hens. *Archiva Zootechnica*, 11(1), 39-44.
- Grigorova, S., Kashamov, B., Sredkova, V., Surdjiiska, S., & Zlatev, H. (2008b). Effect of *Tribulus terrestris* extract on semen quality and serum total cholesterol content in white plymouth rock-mini cocks. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24(3-4), 139-146. <https://doi.org/10.2298/BAH0804139G>
- Grigorova, S., Abadjieva, D., Nikolova, M., & Penkov, D. (2009). The effect of *Tribulus terrestris* extract on egg yolk lipids and serum cholesterol content in guinea fowls. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6), 1109-1115.
- Gürsoy, E., (2021). Bitkisel Ekstraktların Hayvan Beslemede Kullanımı. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 71-79.
- Haugh, R.R., (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *The U.S. Egg & Poultry Magazine*, 43, 522-555; 572-573.
- Heiman, V., & Carver, J.S., (1936). Albumen index as a physical measurement of observed egg quality. *Poultry Science*, 15, 141-148.
- Jenkins, K.J., & Atwal, A.S., 1994. Effects of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols and availability of vitamin A and E in chicks. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 5, 134-137. [http://dx.doi.org/10.1016/0955-2863\(94\)90084-1](http://dx.doi.org/10.1016/0955-2863(94)90084-1)
- Kamel, C., (2001). Natural Plant Extracts: Classical Remedies Bring Modern Animal Production Solutions. Alınmıştır: (Ed) Brufau, J., Feed Manufacturing in the Mediterranean Region. Improving Safety: from Feed to Food. Ciheam-Iamz Press, Zaragoza, 31-38.
- Kutlu, H. R., (2001). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü (Hayvansal Üretim Lisans Programı). Ders Notu, Adana, 294 s.
- Küçük Kurt, İ., & Fidan, A. F., (2008). Saponinler ve bazı biyolojik etkileri. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 1, 89-96.
- Nazeer, M. S., Pahsa, T. N., & Abbas, A. Z., (2002). Effect of yucca saponin on urease activity and development of ascites in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 1(6), 174-178. <https://doi.org/10.3923/ijps.2002.174.178>
- Peris, S., & Calafat, F., (2001). Acidification and other physiological additives. (Brufau). Feed manufacturing in the mediterranean region. Improving safety: from feed to food. Zaragoza. Ciheam-Iamz Press, No. 54. ss. 63-70.
- Reddy, P.M., Reddy, V.R., Reddy, C.V., & Rap, P.S.P., (1979). Egg weight, shape index and hatch ability in Khaki Campbell duck egg. *Indian Journal of Poultry Science*, 14, 26-31.
- Salgado, R.M., Marques-Silva, M.H., Gonçalves, E., Mathias, A.C., Aguiar, J.G., & Wolff, P., (2017). Effect of oral administration of *Tribulus terrestris* extract on semen quality and body fat index of infertile men. *Andrologia*, 49, e12655.
- Servati, H., Teli, A.S., & Zakeri A., (2016). The effects of different levels of *Tribulus terrestris* extract on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Advances in BioResearch*, 7(3), 171-177.
- Sevim, B., & Cufadar, Y. (2017). Effects of an addition of different essential oils and their combinations to diets on performance and carcass characteristics parameters in broilers. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(8), 964-968.
- Sharp, P.F., & Powell, C.K., (1930). Decrease in internal quality of hen's eggs during storage as by the yolk. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 22, 909- 910. <https://doi.org/10.1021/ie50248a031>
- Şahin A., (2009). Effects of dietary *Tribulus terrestris* L. powder on growth performance, body components and digestive system of broiler chicks. *Journal of Applied Animal Research*, 35(2), 193-195. <https://doi.org/10.1080/09712119.2009.9707016>
- Tipu, M.A., Akhtar, M.S., Anjum, M.I., Raja, M.L., (2006). New dimension of medicinal plants as animal feed. *Pakistan Veterinary Journal*, 26(3), 144-148.
- Tuncer, H.İ., (2007). Karma yemlerde kullanımı yasaklanan hormon, antibiyotik, antikoksidiyal ve ilaçlar. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47(1), 29-37.



Changes in Fe Concentrations in Soils Where Some Forest Trees Naturally Grow Depending on Tree Type, Organ, and Soil Depth

Ramazan Erdem^{1,a,*}

¹Kastamonu Üniversitesi, Arac Rafet Vergili Yüksek Okulu, Ormancılık Bölümü, Orman Ürünleri Programı, 37800 Kastamonu, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 04.03.2024 Accepted : 11.03.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Forest soil Nutrient Element Heavy metal Iron Fe</p>	<p>One of the most critical factors shaping plant development is the nutrients in the soil. Iron (Fe), one of the essential nutrients for plant nutrition, is important in plant growth and development. For this reason, many studies have been conducted on the change of Fe concentration in agricultural soils. However, the number of studies on the subject in the lands where forest trees naturally grow is limited. This study aimed to examine the concentrations of Fe in soil and plant organs in the soil where different forest trees naturally grow. Within the scope of the study, leaf, bark, wood, cone, and root samples from black pine, Scots pine, fir, and beech species were taken, as well as top, medium, and subsoil samples from the bottom of each tree. As a result, it was determined that Fe concentrations in plants were much lower than in soil. The highest Fe concentration obtained in plant organs was obtained in beech roots and was 529.32 ppm. However, the Fe concentration in soils varied between 8253.91 ppm and 16848.88 ppm.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 430-434, 2024

Bazı Orman Ağaçlarının Yetiştığı Topraklarda Fe Konsantrasyonlarının Ağaç Türü, Organ ve Toprak Derinliğine Bağlı Değişimi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 04.03.2024 Kabul : 11.03.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Orman toprağı Besin Elementi Ağır metal Demir Fe</p>	<p>Bitki gelişimini şekillendiren en önemli faktörlerden birisi topraktaki besin elementleridir. Bitki beslenmesi için mutlak gerekli besin elementlerinden olan demir (Fe) bitki büyümesi ve gelişiminde önemli bir yere sahiptir. Bu sebeple tarım topraklarında Fe konsantrasyonunun değişimi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Oysa orman ağaçlarının yetiştiği topraklarda konu ile ilgili çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada Fe'in farklı orman ağaçlarının doğal olarak yetiştiği topraklarda topraktaki ve bitki organlarındaki konsantrasyonlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında karaçam, sarıçam, göknar ve kayın türlerinden yaprak, kabuk, odun, kozalak ve kök örnekleri ile her ağacın dibinden yüzey, orta ve derin topraklardan numuneler alınmıştır. Çalışma sonucunda Fe konsantrasyonlarının bitkilerde, topraktakinden çok daha düşük konsantrasyonlarda olduğu belirlenmiştir. Bitki organlarında elde edilen en yüksek Fe konsantrasyonu kayın köklerinde elde edilmiş olup 529,32 ppm'dir. Oysa topraklardaki Fe konsantrasyonunun 8253,91 ppm ile 16848,88 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.</p>

^a erdem@kastamonu.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-5243-5685>



Giriş

Bitkiler dünyada yaşamın vazgeçilmez kaynağı ve besin pramidinin temelini oluşturan canlılardır. Bunun sebebi güneş ışığını kullanarak klorofil yardımıyla fotosentez yapabilmeleridir (Sevik ve ark., 2016; Yigit ve ark., 2019). Bitkilerin bu özelliğinden dolayı dünyadaki bütün canlı yaşamı doğrudan veya dolaylı olarak bitkilere bağımlıdır. Bitkiler ayrıca ekosistemde vazgeçilmez bir role sahip olup, erozyonu önler, hava kirliliğini azaltır, en önemli hammadde kaynaklarından birisidir. Pek çok ekonomik, ekolojik ve sosyal fonksiyonu yerine getirirler (Isinkaralar ve ark., 2023a; Erdem, 2023). Ancak, bitkilerin, kendilerinden beklenen fayda ve fonksiyonları yerine getirebilmeleri sağlıklı bir şekilde büyüyüp gelişebilmelerine bağlıdır. Bitki gelişimi başlıca iklimatik (Sevik ve ark., 2017; Tekin ve ark., 2022) ve edafik faktörlere (Cetin ve ark., 2023) bağlı olarak şekillenir ve besin elementleri bitki gelişimini en fazla etkileyen faktörlerdendir (Erdem ve ark., 2023a).

Mutlak besin elementlerinden birisi olan demir (Fe) bitkiler için temel mikro-besin maddelerinden bir tanesidir. Bitkilerde metallo proteinlerin kofaktörü olan demir, fotosentez ve solunumda görev alan demir-sülfür proteinlerinin aktif bölgelerinde bulunur. Ayrıca DNA ve hormon biyosentezi, azot bağlanması, sülfat asimilasyonu ve klorofil biyosentezinde görev yapar (Aksoy ve ark., 2022).

Canlılar için gerekli bir besin elementi olmasının yanında Fe ayrıca bir ağır metaldir. Son yüzyılda sanayi ve teknolojik alanda yaşanan gelişmeler, sanayi üretimini önemli ölçüde artırmış, bu artış hammadde ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Bu süreçte pek çok element hammadde olmaları sebebiyle yer altındaki madenlerden çıkartılarak sanayi faaliyetlerinde kullanılmış ve bu durum atmosferin yapısının değişmesine sebep olmuştur. Yaşanan süreç kentleşme ve küresel iklim değişikliği gibi geri döndürülemez iki küresel soruna yol açmıştır (Dogan ve ark., 2023). Bu sürecin yol açtığı bir diğer sonuç ise çevre kirliliğidir. Çevre kirliliği bileşenleri içerisinde en tehlikeli kabul edilenleri de ağır metallerdir. Ağır metaller düşük konsantrasyonlarda bile insan ve çevre sağlığı açısından ciddi tehdit oluşturabilen elementlerdir (Demir ve ark., 2021; Mutlu ve ark., 2022a,b,c). Ağır metallerin sebep olduğu çevre kirliliği o kadar ciddi boyutlara ulaşmıştır ki dünya genelinde her yıl yaklaşık 4 milyon prematüre doğum ve 7 milyon insanın ölümüne neden olduğu belirtilmektedir (Isinkaralar ve ark., 2023a; Aricak ve ark., 2024). Fe, besin elementi olmasının yanı sıra aynı zamanda bir ağır metaldir ve besin elementi olarak canlılar için gerekli ağır metallerin dahi yüksek konsantrasyonlarda

zararlı oldukları belirtilmektedir (Isinkaralar ve ark., 2022; Yayla ve ark., 2022). Bundan dolayı ağır metallerin hava, su ve topraktaki konsantrasyonlarının izlenmesi büyük önem taşımaktadır (Cesur ve ark., 2022). Bu çalışmada da Fe'in topraktaki ve bitki organlarındaki etkileşiminin anlaşılabilmesi amacıyla, farklı orman ağaçlarının yetiştirildiği topraklarda Fe konsantrasyonlarının toprak derinlikleri ve bitki organlarındaki değişimi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, hem canlılar için önemli besin elementlerinden hem de çevre ve canlı sağlığı açısından son derece zararlı olabilen elementlerden Fe elementinin, farklı bitkilerin yetiştiği topraklarda ve bitki organlarındaki değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Kastamonu ilinin Araç İlçesi sınırlarında benzer toprak ve iklim şartlarına sahip kısıtlı bir bölgede doğal olarak yetişen Çk; karaçam (*Pinus nigra* Arnold), Çs; sarıçam (*Pinus silvestris* L.), Kn; kayın (*Fagus orientalis* Libsky) ve Gk; göknar (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf) türlerinden yaprak, kabuk, odun, kozalak ve kök örnekleri alınmıştır. Kayın kozalakları bulunmadığından çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca her bir ağacın altından, toprak üzerindeki ölü örtü temizlenerek yüzeyden 0-5 cm derinlikten (üst toprak), 20-30 cm derinlikten (orta toprak) ve 50-60 cm derinlikten (alt toprak) toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvara getirilen topraklarda eleme işlemi uygulanmış, onun dışında bitki örnekleri ayrılıp parçalanarak iki hafta kuru bir ortamda havalandırılarak bekletilmiştir. Bütün örnekler petri kaplarına alınarak 45 °C'lik etüvde iki hafta boyunca kurutulmuştur. Kurutulan numunelerde ICP-OES cihazı yardımıyla Fe analizleri yapılmıştır. Bu yöntem son yıllarda hem topraklarda (Erdem ve ark., 2023a,b; Istanbul ve ark., 2023) hem de bitkilerin çeşitli organlarında (Sulhan ve ark., 2023; Ghoma ve ark., 2023) element analizlerinin tayini için sıklıkla kullanılmaktadır. Elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı yardımıyla değerlendirilmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler sadeleştirilip Çizelgeleştirilerek yorumlanmıştır.

Bulgular

Çalışma kapsamında değerlendirilen Fe konsantrasyonunun bitki tür ve organlarında değişimi ile istatistiksel analiz sonucunda elde edilen değerler Çizelge 1'de verilmiştir

Çizelge 1. Fe elementinin Bitkilerde Tür ve Organ Bazında Değişimi

Table 1. Variation of Fe in Plants by Species and Organ

Türler	Organ					F Değeri	Ortalama
	Yaprak	Kabuk	Kozalak	Odun	Kök		
Ab	61,23 ^{Aa}	176,66 ^{Bc}	47,18 ^{Ab}	9,56 ^A	402,74 ^{Cab}	18,49 ^{***}	139,48 ^{ab}
Pn	67,23 ^{Aba}	105,67 ^{Bbc}	92,77 ^{Bc}	6,95 ^A	62,38 ^{Aa}	2,99 [*]	67,00 ^a
Ps	56,45 ^{Aa}	13,56 ^{Aa}	15,43 ^{Aa}	10,86 ^A	259,23 ^{Bab}	6,09 ^{**}	71,11 ^a
Fo	109,12 ^{Ab}	34,86 ^{Aab}	-	9,26 ^A	529,32 ^{Bb}	8,41 ^{***}	170,64 ^b
F Değeri	37,55 ^{***}	6,50 ^{**}	22,47 ^{***}	1,97 ^{ns}	3,73 [*]		2,83 [*]
Ortalama	73,51 ^A	82,69 ^A	51,80 ^A	9,16 ^A	313,42 ^B	18,08 ^{***}	

Çizelge 2. Fe elementinin Bitkilerde Tür ve Toprak Derinliği Bazında Değişimi

Table 2. Variation of Fe in Plants by Species and Soil Depth

Türler	Toprak Derinliği			F Değeri	Ortalama
	Üst	Orta	Alt		
Ab	12832,08 Ab	12682,22 Aab	16848,88 Bc	6,16*	14121,06 b
Pn	13400,00 b	11445,44 a	11658,83 a	0,68ns	12168,09 a
Ps	14923,75 b	16176,83 c	15669,66 bc	1,79ns	15590,08 b
Fo	8253,91 Aa	13556,94 Bb	13650,44 Bab	9,31**	11820,43 a
F Değeri	5,51**	10,04***	5,30**		7,72***
Ortalama	12352,43 A	13465,36 AB	14456,95 B	3,21*	

Varyans analizi sonucunda bütün türlerde Fe konsantrasyonunun organ bazındaki değişimi istatistiki olarak anlamlı düzeyde bulunmuştur. En yüksek Fe konsantrasyonları karaçamda kabuklarda, diğer türlerde ise köklerde elde edilmiştir. Bütün türlerde en düşük değerler odunlarda elde edilirken, yapraklarda elde edilen Fe konsantrasyonları da Duncan testi sonucunda ilk grupta yer almıştır. Ortalama değerlere göre de Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, bütün organlarda elde edilen değerler ilk grupta yer alırken sadece köklerde elde edilen değerler ikinci grupta yer almıştır. Odunda elde edilen Fe konsantrasyonlarının ortalaması 9,16 ppm ve diğer organlarda ek yüksek 82,69 ppm (kabuk) iken bu değer köklerde 313,42 ppm'e çıkması dikkat çekicidir.

Organlardaki Fe konsantrasyonlarının tür bazında değişimi de odun dışındaki bütün organlarda istatistiki olarak anlamlı düzeyde bulunmuştur. En yüksek değerler yaprakta kayın, kabukta göknar, kozalakta karaçam ve köklerde kayında elde edilmiştir. Ortalama değerlere göre en düşük Fe konsantrasyonu 67,00 ppm ile karaçamda elde edilirken en yüksek Fe konsantrasyonu 170,64 ppm ile kayında elde edilmiştir. Çamlarda elde edilen Fe konsantrasyonlarının oldukça düşük olması dikkat çekmektedir. Çalışma kapsamında değerlendirilen Fe konsantrasyonlarının bitki türü ve toprak derinliğine bağlı değişimi ile istatistiki analiz sonucunda elde edilen değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Varyans analizi sonucunda çalışmaya konu türlerden sadece göknar ve kayının yetiştiği topraklarda toprak derinliği bazında Fe konsantrasyonlarının değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Göknar ve kayın yetişen topraklarda en yüksek değerler alt topraklarda elde edilmiştir. Her iki türde de Fe konsantrasyonu bakımından iki grup oluşmuş, göknarda üst ve orta topraktaki değerler ilk grupta, kayında ise sadece üst toprakta elde edilen değerler ilk grupta yer almıştır. Ortalama değerlere göre de toprak derinliği arttıkça Fe konsantrasyonunun da arttığı görülmektedir.

Varyans analizi sonucunda toprakta yetişen türün topraktaki Fe konsantrasyonunu etkilediği belirlenmiştir. Tür bazındaki Fe konsantrasyonunun değişimi bütün toprak derinliklerinde istatistiki olarak anlamlı düzeyde bulunmuştur. Üst toprakta veriler Duncan testine göre iki grup oluşturmuş, kayın ilk grupta, diğer türler ikinci grupta yer almıştır. Orta derinlikteki topraklarda Fe konsantrasyonunun değişimi karaçam<göknar<kayın <sarıçam şeklinde sıralanmıştır. Alt topraklarda ise sıralama karaçam<kayın<sarıçam<göknar şeklinde olmuştur. Ortalama değerlere göre Duncan testi sonucunda türler iki grupta toplanmış, karaçam ve kayın ilk grupta, göknar ve sarıçam ikinci grupta yer almıştır.

Sonuç ve Tartışma

Çalışma kapsamında Fe elementinin aynı alanda yetişen 4 farklı türün organları ve bu türlerin yetiştiği toprakların farklı derinliklerindeki konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen en dikkat çekici sonuçlardan birisi bitki ve toprakta elde edilen Fe konsantrasyonları arasındaki farktır. Bitkilerde ortalama olarak odunda 9,16 ppm ve köklerde 313,42 ppm değerleri elde edilmiştir. Bitki organlarında elde edilen en yüksek Fe konsantrasyonu kayın köklerinde elde edilmiş olup 529,32 ppm'dir. Oysa topraklardaki Fe konsantrasyonunun 8253,91 ppm ile 16848,88 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bu sonuç topraklarda Fe miktarının yeterli hatta fazla düzeyde olduğunu göstermektedir. Fe bitkiler için mutlak gerekli mikro besin elementlerindedir (Aygün ve ark., 2018). Ancak Fe aynı zamanda önemli ve yaygın ağır metallere birisidir (Cesur ve ark., 2022). Ağır metallere bazıları düşük konsantrasyonlarda dahi canlılar için toksik ve öldürücü olabilirken, besin elementi olanların dahi yüksek konsantrasyonlarda canlılar ve özellikle insanlar için zararlı olduğu bilinmektedir (Koc ve ark., 2023). Üstelik son yıllarda yapılan çalışmalar ağır metallere toprak (Cetin ve ark., 2022), su (Mutlu ve ark., 2023a,b; Tepe ve ark., 2024) ve havadaki konsantrasyonlarının antropogenik faktörlerin etkisiyle sürekli arttığını ortaya koymaktadır (Kuzmina ve ark., 2023). Topraktaki Fe konsantrasyonu da 2,5 mg/kg'ın altındaysa düşük, 4,5 mg/kg'ın üzerindeyse yüksek olarak sınıflandırılmaktadır (Lindsay ve Norvell 1978). Bu sonuçlara göre çalışmada toprakta elde edilen Fe değerlerinin de oldukça yüksek seviyelerde olduğu söylenebilir.

Çalışma sonucunda dikkat çeken bir diğer sonuç toprak ve bitkideki Fe konsantrasyonunun farklılaşmasıdır. Topraklarda elde edilen Fe konsantrasyonları arasında yaklaşık iki kat (en düşük 8253,91 ppm, en yüksek 16848,88 ppm) fark bulunurken bitki organlarında elde edilen değerler arasında (en düşük karaçam odunlarında 6,95 ppm, en yüksek kayın köklerinde 529,32 ppm) 76 kattan fazla fark bulunduğu hesaplanmıştır. Hatta aynı organlarda bile (sarıçam kabuklarında 13,56 ppm, göknar kabuklarında 176,66 ppm) 13 kattan fazla fark olduğu hesaplanmıştır. Bu durum hem türler hem de aynı türün organlarında Fe konsantrasyonunun oldukça farklı olabileceğini göstermektedir. Bu güne kadar yapılan çok sayıda çalışmada da farklı elementlerin hem farklı türlerin aynı organlarında (Karacocuk ve ark., 2022) hem de aynı bitkinin farklı organlarında (Koc ve ark., 2023) önemli ölçüde farklılaşabildiği belirtilmektedir.

Çalışma sonucunda aynı bitkinin farklı organlarında Fe konsantrasyonları arasında önemli ölçüde fark olması, Fe'in organlar arasında transferinin sınırlı düzeyde olduğunu göstermektedir. Elementler bitki bünyesine topraktan kökler, havadan yapraklar ve gövde bölümlerinden girebilmektedir (Cobanoğlu ve ark., 2023). Ancak bitki içerisine girdikten sonra elementlerin organlar ve hatta aynı organın dokuları arasındaki transferi element ve türe göre farklılık göstermektedir. Örneğin *Corylus colurna* odunlarında Ni, Cd, Co, Zn, Cr, Pb, Mn ve Zn elementlerinin yer değiştirmesinin sınırlı olduğu ancak Cd'un yer değiştirebildiği (Key ve Kulaç, 2022; Key ve ark., 2022), *Cupressus arizonica* odunlarında Cd, Ni, Fe ve Zn elementlerinin yer değiştirmesinin sınırlı olduğu ancak Bi, Li ve Cr 'nin yer değiştirebildiği (Cesur ve ark., 2021; 2022; Cobanoğlu ve ark., 2023), *Cedrus atlantica* odunlarında Ni elementinin transferinin oldukça sınırlı olduğu ancak Co elementinin yer değiştirebildiği belirtilmektedir (Koç, 2021). Ancak genel olarak Fe'nin organlar arasındaki transferinin sınırlı düzeyde olduğu belirtilmektedir (Turkyılmaz ve ark., 2019).

Çalışma sonucunda türlerin yetiştiği topraklardaki Fe konsantrasyonunun da önemli ölçüde farklılaştığı belirlenmiş, orta derinlikteki topraklarda Fe konsantrasyonunun değişimi karaçam<gökknar<kayın<sarıçam şeklinde sıralanırken, alt topraklarda karaçam<kayın<sarıçam<gökknar şeklinde sıralanmıştır. Bitki gelişimi genetik yapı (Kurz ve ark., 2023; Hrivnak ve ark., 2023) ile çevresel faktörlerin etkisi altında şekillenir (Varol ve ark., 2022). Çevresel faktörler ise başlıca edafik (Erdem ve ark., 2023a,b) ve iklimatik (Sevik ve ark., 2021; Cobanoğlu ve ark., 2023b) faktörlerdir. Dolayısıyla topraktaki besin elementleri bitki gelişimini etkileyen en önemli faktörlerdendir.

Öneriler

Çalışma sonuçları topraktaki Fe element içeriklerinin, yetiştirilen bitki türlerine bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymaktadır. Örneğin Çam türlerinde toprak derinliğine bağlı olarak Fe konsantrasyonu değişmezken göknarda toprak derinliği arttıkça Fe konsantrasyonu artmaktadır. Gökknar sığ köklü bir ağaç olduğundan Fe elementini önemli ölçüde kullandığı belirlenmiştir. Bu durum, orman kurarken monokültürden mümkün olduğu kadar kaçınmanın ve karışık orman kurmanın önemini göstermektedir.

Çalışma sonuçları farklı türlerin farklı elementlere daha fazla ihtiyaç duyabileceğini göstermektedir. Ancak orman ağaçlarında hangi türlerin hangi elementlere daha fazla ihtiyaç duyduğu konusunda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu konuda yapılacak çalışmalar ile fidan üretimi safhasında gübreleme çalışmaları yapılması, fidan gelişimini önemli ölçüde etkileyerek emek ve zamandan tasarruf sağlayabilir.

Kaynaklar

- Aksoy, E., Maqbool, A., Yerlikaya, B. A., & Wahid, F. (2022). Bitki peptit ve amino asit taşıyıcılarının demir taşınmasındaki görevleri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10, 2646-2655.
- Ateya, T. A. A., Bayraktar, O. Y., & Koc, I. (2023). Do *Picea pungens* engelm. organs be a suitable biomonitor of urban atmosphere pollution?. *Cerne*, 29, e-103228.

- Aygün, C., Kara, İ., Oral, H. H., Erdoğan, İ., Atalay, A. K., & Sever, A. L. (2018). Bazı çalı bitkilerinin sezonluk (ilkbahar, yaz, sonbahar) yaprak örneklerindeki makro ve mikro besin elementi içerikleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(1), 51-65.
- Cesur, A., Zeren Cetin, I., Abo Aisha, A. E. S., Alrabiti O. B. M., Aljama, A. M. O., Jawed, A. A., Cetin, M., Sevik, H., Ozel, H.B. (2021). The usability of *Cupressus arizonica* annual rings in monitoring the changes in heavy metal concentration in air. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13166-4>
- Cesur, A., Zeren Cetin, I., Cetin, M., Sevik, H., Ozel, H.B. (2022). The use of *Cupressus arizonica* as a biomonitor of li, fe, and cr pollution in Kastamonu. *Water Air and Soil Pollution*, 233, 193. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05667-w>
- Cetin, M., Aljama, A.M.O., Alrabiti, O.B.M. Adiguzel, F., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022). Using topsoil analysis to determine and map changes in ni co pollution. *Water Air and Soil Pollution*, 233, 293 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05762-y>
- Cetin, M., Sevik, H., Koc, I., & Cetin, I. Z. (2023). The change in biocomfort zones in the area of Muğla province in near future due to the global climate change scenarios. *Journal of Thermal Biology*, 112, 103434.
- Çobanoğlu, H., Cantürk, U., Koç, İ., Kulaç, Ş., & Sevik, H. (2023b). Climate change effect on potential distribution of Anatolian chestnut (*Castanea sativa* mill.) in the upcoming century in Türkiye. *Forestist*, 73(3), 247-256.
- Çobanoğlu, H., Şevik, H., & Koç, İ. (2022). Havadaki Ca konsantrasyonunun tespitinde ve trafik yoğunluğu ile ilişkisinde yıllık halkaların kullanılabilirliği. *ICONTECH International Journal*, 6(3), 94-106.
- Cobanoğlu, H., Sevik, H., & Koç, İ. (2023a). Do annual rings really reveal cd, ni, and zn pollution in the air related to traffic density? An example of the cedar tree. *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(2), 65.
- Demir, T., Mutlu, E., Aydın, S., & Gültepe, N. (2021). Physicochemical water quality of Karabel, Çaltı, and Tohma brooks and blood biochemical parameters of Barbus plebejus fish: assessment of heavy metal concentrations for potential health risks. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193, 1-15.
- Dogan, S., Kilicoglu, C., Akinci, H., Sevik, H., Cetin, M. (2022). Determining the suitable settlement areas in Alanya with GIS-based site selection analyses. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24246-4>
- Emin, N., Mutlu, E., & Güzel, A. E. (2020). Determination the effectiveness of the cytotoxic analysis on the water quality assessments. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(2), 478-483.
- Erdem, R., Çetin, M., Arıca, B., & Sevik, H. (2023a). The change of the concentrations of boron and sodium in some forest soils depending on plant species. *Forestist*, 73(2), 207-212.
- Erdem, R., Arıca, B., Cetin, M., & Sevik, H. (2023). Change in some heavy metal concentrations in forest trees by species, organ, and soil depth. *Forestist*, 73(3), 257-263.
- Erdem, R. (2023). Change of Cr, Co, and V concentrations in forest trees by species, organ, and soil depth. *BioResources*, 18(3), 6183.
- Ghoma, W. E. O., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2023). Comparison of the rate of certain trace metals accumulation in indoor plants for smoking and non-smoking areas. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.
- Guney, D., Koc, I., Isinkaralar, K., & Erdem, R. (2023). Variation in Pb and Zn concentrations in different species of trees and shrubs and their organs depending on traffic density. *Baltic Forestry*, 29(2), id661-id661.

- Hrivnák, M., Krajmerová, D., Paule, L., Zhelev, P., Sevik, H., Ivanković, M., Goginashvili, N., Paule, J., Gömöry, D. (2023). Are there hybrid zones in *Fagus sylvatica* L. sensu lato?. *European Journal of Forest Research*. <https://doi.org/10.1007/s10342-023-01634-0>
- Isinkaralar, K., Isinkaralar, O., Koç, İ., Özel, H. B., & Şevik, H. (2023a). Assessing the possibility of airborne bismuth accumulation and spatial distribution in an urban area by tree bark: A case study in Düzce, Türkiye. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-12.
- Isinkaralar, O., Isinkaralar, K., Sevik, H., & Küçük, Ö. (2023b). Spatial modeling the climate change risk of river basins via climate classification: a scenario-based prediction approach for Türkiye. *Natural Hazards*, 1-18.
- Isinkaralar, K., Koç, İ., Kuzmina, N. A., Menshchikov, S. L., Erdem, R., & Arıcak, B. (2022). Determination of heavy metal levels using *Betula pendula* Roth. under various soil contamination in Southern Urals, Russia. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(12), 12593-12604.
- Istanbullu, S. N., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Isinkaralar, O. (2023). Spatial Distribution of Heavy Metal Contamination in Road Dust Samples from an Urban Environment in Samsun, Türkiye. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 110(4), 78.
- Karacocuk, T., Sevik, H., Isinkaralar, K., Turkyilmaz, A., Cetin, M. (2022). The change of Cr and Mn concentrations in selected plants in Samsun city center depending on traffic density. *Landscape and Ecological Engineering*, 18, 75-83. <https://doi.org/10.1007/s11355-021-00483-6>
- Key, K., & Kulaç, Ş. (2022). Proof of concept to characterize historical heavy metal concentrations from annual rings of *Corylus colurna*: determining the changes of Pb, Cr, and Zn concentrations in atmosphere in 180 years in North Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-11.
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2022). Determining the 180-year change of Cd, Fe, and Al concentrations in the air by using annual rings of *Corylus colurna* L. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(7), 244.
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2023). Proof of concept to characterize historical heavy-metal concentrations in atmosphere in North Turkey: determining the variations of Ni, Co, and Mn concentrations in 180-year-old *Corylus colurna* L. (Turkish hazelnut) annual rings. *Acta Physiologiae Plantarum*, 45(10), 120.
- Koç, İ. (2021). Using *Cedrus atlantica*'s annual rings as a biomonitor in observing the changes of Ni and Co concentrations in the atmosphere. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 35880–35886
- Koç, İ., & Nzokou, P. (2022). Gas exchange parameters of 8-year-old *Abies fraseri* (Pursh) Poir. seedlings under different irrigation regimes. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(12), 2421-2429.
- Koç, İ., & Nzokou, P. (2023). Combined effects of water stress and fertilization on the morphology and gas exchange parameters of 3-year-old *Abies fraseri* (Pursh) Poir. *Acta Physiologiae Plantarum*, 45(3), 49.
- Koc, I., Cobanoglu, H., Canturk, U., Key, K., Kulac, S., & Sevik, H. (2023). Change of Cr concentration from past to present in areas with elevated air pollution. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-12.
- Koç, İ., Nzokou, P., & Cregg, B. (2022). Biomass allocation and nutrient use efficiency in response to water stress: Insight from experimental manipulation of balsam fir, concolor fir and white pine transplants. *New Forests*, 53(5), 915-933.
- Kurz, M., Koelz, A., Gorges, J., Carmona, B. P., Brang, P., Vitasse, Y., ... & Csillery, K. (2023). Tracing the origin of Oriental beech stands across Western Europe and reporting hybridization with European beech—Implications for assisted gene flow. *Forest Ecology and Management*, 531, 120801.
- Kuzmina, N., Menshchikov, S., Mohnachev, P., Zavyalov, K., Petrova, I., Ozel, H. B., Arıcak, B., Onat, S. M., and Sevik, H. (2023). Change of aluminum concentrations in specific plants by species, organ, washing, and traffic density, *BioResources*, 18(1), 792-803.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil Test for Zn, Fe, Mn and Cd. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428.
- Mutlu, E., Kutlu, B., Demir, T., & Yanik, T. (2018). Assessment of metal concentrations and physicochemical parameters in the waters of Lake Tecer. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 18(1), 1-10.
- Mutlu, E., & Güzel, A. E. (2019). Evaluation of some physicochemical water quality parameters of Gümüşsuyu Pond (Sinop-Erfelek). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(3), 72-77.
- Mutlu, E., Tokatlı, C., Islam, A. R. M. T., Islam, M. S., & Muhammad, S. (2023). Water quality assessment of Şehriban stream (Kastamonu, Türkiye) from a multi-statistical perspective. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-17.
- Sevik, H., Cetin, M., & Kapucu, O. (2016). Effect of light on young structures of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. bornmulleriana). *Oxidation Communications*, 39(1), 485-492.
- Sevik, H., Cetin, M., Kapucu, O., Arıcak, B., & Canturk, U. (2017). Effects of light on morphologic and stomatal characteristics of Turkish Fir needles (*Abies nordmanniana* subsp. Bornmulleriana Mattf.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(11), 6579-6587.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Yigit, N., & Karakus, O. (2019). Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 5909-5921.
- Sulhan, O.F., Sevik, H. & Isinkaralar, K. (2023). Assessment of Cr and Zn deposition on *Picea pungens* Engelm. in urban air of Ankara, Türkiye. *Environ Dev Sustain* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02647-2>
- Tekin O, Cetin M, Varol T, Ozel HB, Sevik H, Zeren Cetin I. (2022) Altitudinal Migration of Species of Fir (*Abies spp.*) in Adaptation to Climate Change. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233, 385. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05851-y>
- Tepe, Y., Mutlu, E., & Türkmen, A. (2004). Yayladağı Görentaş Göleti (Hatay) su kalitesi parametreleri üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(3-4), 201-208
- Tokatli, C., Mutlu, E., & Arslan, N. (2021). Assessment of the potentially toxic element contamination in water of Şehriban Stream (Black Sea Region, Turkey) by using statistical and ecological indicators. *Water Environment Research*, 93(10), 2060-2071.
- Turkyilmaz, A., Sevik H., Isinkaralar K, & Cetin M. (2019). Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(5), 5122-5130.
- Uncumusaoglu, A. A., & Mutlu, E. (2021). Water quality assessment in Karaboğaz Stream Basin (Turkey) from a multi-statistical perspective. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(5), 4747-4759.
- Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H. B., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022). Identifying the suitable habitats for Anatolian boxwood (*Buxus sempervirens* L.) for the future regarding the climate change. *Theoretical and Applied Climatology*, 150(1-2), 637-647.
- Yayla, E. E., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2022). Detection of landscape species as a low-cost biomonitoring study: Cr, Mn, and Zn pollution in an urban air quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(10), 1-10.
- Yigit, N., Çetin, M., Ozturk, A., Sevik, H., & Cetin, S. (2019). Variation of stomatal characteristics in broad leaved species based on habitat. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6).



Verification of Regcm Model with Observation Data for Çukurova Region

Burak Şen^{1,a,*}, Sevilay Topçu^{2,b}

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 15.10.2023 Accepted : 21.03.2024</p> <p>Keywords: Regional climate model Verification Çukurova Temperature Precipitation</p>	<p>Çukurova region is one of the major agricultural production regions in Turkey. In addition to extreme weather conditions, such as drought and flood, lower and/or severe rainfall along with increased temperature due to global climate change affects agricultural production. Model applicability was tested by means of some test studies and verification processes. The RegCM model predicts mean maximum, mean minimum, maximum, and minimum temperatures with deviations ranging from 2.8 to -4.3, 9.2 to -7.5, 14.6 to -4.3, 8 to -8.3 and 14.3 to -5.4°C respectively compared to the observations for the reference period. Thus, RegCM3 has been found to be appropriate for climate change predictions in the Cukurova District. The results of rainfall simulation were closely related to topography.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 435-446, 2024

Çukurova Yöresi İçin Regcm Modelinin Gözlem Verileriyle Verifikasyonu

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 15.10.2023 Kabul : 21.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Bölgesel iklim modeli Verifikasyon Çukurova Sıcaklık Yağış</p>	<p>Çukurova Yöresi ülke ekonomisine önemli katkı yapan başlıca tarımsal üretim bölgelerinden biridir. Kuraklık, sel gibi ekstrem hava olaylarının yanı sıra iklim değişikliği nedeniyle daha az ve şiddetli yağışların artan sıcaklıkla birleşmesi tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Çalışmada RegCM modelinin Türkiye için kullanılabilirliği çeşitli test ve doğrulama çalışmalarıyla denenmiş ve modelin referans dönemi için ortalama, ortalama maksimum, ortalama minimum, maksimum, minimum sıcaklıkları sırasıyla 2.8 ile -4.3, 9.2 ile -7.5, 14.6 ile -4.3, 8 ile -8.3, 14.3 ile -5.4°C arasında değişen aralıklarda farklı benzeştirdiği gözlenmiştir. Yağış benzeşim sonuçlarının tutarlılığının topoğrafik yapıyla yakından ilgili olduğu belirlenmiştir.</p>

^a bsen@ohu.edu.tr

^{iD} <http://orcid.org/0000-0001-8105-1106>

^b hocasevilaytopcu@gmail.com

^{iD} <https://orcid.org/0009-0006-1677-4643>



Giriş

Çukurova Yöresi uygun iklim ve toprak faktörlerinin etkisiyle Türkiye'nin önde gelen tarımsal üretim bölgeleri arasında yer alır. Bölgede özellikle 1960'lı yıllardan başlayarak sulu tarım alanlarındaki hızlı gelişmelere paralel olarak ürün deseni çeşitlilik kazanmış, mevcut ürünlerde verim ve üretim bakımından önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Çukurova Yöresi toplam 3,9 milyon hektar yüzölçümü ve yaklaşık 1,1 milyon ha tarım toprağı ile Türkiye tarım topraklarının % 5'ini oluşturmaktadır. Bu alanın yarısını ise Adana ili tarım toprakları oluşturmaktadır. Çukurova'da sulu tarım yapılan alanlar, 1956 yılında Seyhan barajının yapımından sonra giderek artmıştır. Bugün 1,1 milyon ha dolaylarında olan Çukurova Yöresi ekilebilir tarım topraklarının yaklaşık %39'u sulanabilmektedir. Türkiye için aynı oran %14,4 dolaylarında olup, sulanan bu alanların da %13,6'sı bölgede bulunmaktadır. Bölgede 2000 yılı itibarıyla fiilen sulanan alanlarda yaygın olarak tarımı yapılan ürünlerin başında pamuk (%33,8) ve mısır (%26,5) gelmektedir. Bu ürünleri %11,6 ile soya, %8,9 ile turuncgiller izlemektedir. Son 15 yılda, sulanan alanlarda pamuk ekilişi %75'lerden %20-30'lara kadar gerilerken, başta mısır ve soya olmak üzere, turuncgil ve sebze alanlarında önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Yıllardan yıla değişimle birlikte, yaklaşık %40 ile 50'sini buğday ekim alanları oluşturmaktadır. Birinci ürün mısırın yanı sıra bölgede buğdaydan sonra ikinci ürün olarak mısır üretimi hızla yaygınlaşmaktadır ve her ne kadar yine yıldan yıla hastalık-zararlı ve taban fiyatlara bağlı olarak değişimle birlikte, 1. ve 2. ürün mısır ekim alanlarının 2000 yılından günümüze pamuk alanlarını geçtiği kaydedilmektedir. Tüm bu gelişmeler sonucunda Çukurova Yöresi 1980 yılında Türkiye mısır üretiminin %1'ini sağlarken, günümüzde bu değer %50'ye ulaşmıştır.

Tarımsal üretim iklim ve hava koşulları ile doğrudan ilintilidir ve son yıllarda iklimdeki değişiklik ülkemizin de içinde yer aldığı Akdeniz Bölgesi'nde tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Yağış rejimindeki değişiklikler ve artan sıcaklıklar tarımda su gereksinimini artırırken, su kaynaklarında da azalmaya neden olmaktadır. Artan nüfusun gıda, giyim ve enerji gereksinimini sağlayan tarımsal üretimin sürdürülebilirliği sadece iklim değişikliğinin belirlenmesine değil aynı zamanda etkilerinin azaltılması ve uyum stratejilerinin geliştirilmesine bağlıdır. Bu bağlamda özellikle yüksek çözünürlükteki bölgesel iklim modelleri iklim değişikliğinin belirlenmesinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de iklim değişikliğinin tarıma etkileri ile ilgili diğer gelişmiş ülkelere kıyasla daha az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle küçük ölçekli olmakla birlikte Dellal vd. (2004) tarafından gerçekleştirilen ve iklim değişikliğinin Türk tarımı üzerine etkisini belirlemeye yönelik "Türkiye Tarımsal Sektör Modeli" (TASM)'nin geliştirildiği büyük ölçekli sosyo-ekonomik analiz çalışmaları da yapılmıştır. Anılan çalışmada HadCM'nin 2050 yılı projeksiyonları kullanılarak öngörülen iklimin Türkiye'de (7 coğrafik bölgede) buğday, arpa, mısır, pamuk ve ayçiçeği bitkilerinin verimlerine, ekim alanına, üretimine ve genel olarak bölgelerdeki üretim desenine olası etkileri

araştırılmış ve üretici ve tüketici refahı ile fiyatlarda meydana gelebilecek değişiklikler hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Türkiye genelinde verimlilikte %2 ile %13 arasında azalma olabileceği, bunun da ekim alanı ve üretim desenini değiştireceği belirlenmiştir. Verimlilikte oluşan düşme nedeniyle üretimin gerileyeceği, bunun sonucunda fiyatların yükselmesiyle üretici refahında artış, tüketici refahında ise düşüş olacağı öngörülmüştür. Yerel düzeyde ise iklimde oluşacak değişimin Türk tarımı üzerine potansiyel etkileri (Şaylan & Çaldağ, 2000), Trakya Bölgesi'nde, buğday verimine etkileri (Çaldağ & Şaylan, 2004) bitki-iklim modelleri kullanılarak çalışılmıştır. Kadioğlu vd. (1998) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada iklim değişikliğinin Türkiye'deki bitki gelişme dönemlerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca iklimsel ısınmanın Karadeniz'deki balık varlığına ve ekolojik rejime etkileri Oğuz (2003) ile Oğuz vd. (2003) tarafından araştırılmıştır. Diğer bir çalışmada da küresel ısınma sonucunda Türkiye'yi çevreleyen denizlerdeki deniz seviyesinin 1 m yükselmesi durumunda Türkiye kıyılarında olası etkilenmeler incelenmiş, özellikle yerleşim alanlarına ve ekonomiye yansımaları irdelenmiştir. Bu düzeyde bir deniz seviyesi yükselmesinin Gayri Safi Milli Hâsılaya etkisinin yaklaşık %10 olabileceği belirtilmiştir (Karaca & Nicholls, 2008).

Yukarıda belirtilen çalışmalarda genellikle küresel iklim modelleri kullanılmıştır. Yüksek çözünürlükteki bölgesel iklim modelleri diğer özelliklerine ek olarak arazi kullanımı ve topoğrafik özellikleri de göz önünde bulundurmaları nedeniyle küresel modellere kıyasla daha doğru kestirimler yapabilmektedir. Bu çalışmada RegCM bölgesel iklim modelinin bölge için kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla verifikasyonu yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Verilerin Toplanması

Çalışma Doğu Akdeniz'in coğrafik olarak 36° 33' ve 39° 12' kuzey enlemleri ile 34° 24' ve 37° 43' doğu boylamları arasında yer alan Seyhan ve Ceyhan akarsu havzaları bölgesinde ve Adana, Mersin, Osmaniye, Kahramanmaraş, Niğde ile komşu iller Kayseri ve Hatay'ın sulu tarım yapılan alanlarını kapsamaktadır.

Türkiye'nin üzerindeki yere yakın hava akımları, kış aylarında Doğu Avrupa'ya kadar yayılan geniş alanlı Sibirya antisiklonu ve polar cephe depresyonları ile Akdeniz depresyonları tarafından kontrol edilir. Batı ve kuzeybatı yönlü akımlar polar cephe depresyonlarından doğu ve kuzeydoğu yönlü akımlar da Sibirya antisiklonundan kaynaklanmaktadır. Kuzeyli akımlar ise bazen Doğu Avrupa'dan doğrudan güneye inen polar cephe depresyonları ile bazen de Avrupa üzerine yerleşen bir antisiklonun doğu kenarından kaynaklanan sirkülasyonla ilgilidir. Güneybatılı ve güneyli hava akımları, genellikle doğu ve kuzeydoğu yönünde ilerleyen Akdeniz cephesi depresyonları ile birlikte gözlenir. Güneydoğulu akımlar, Türkiye'nin doğusunda yerleşen bir antisiklonla ya da doğuya ilerleyen bir depresyonun sıcak cephesiyle bağlantılı olabilir (Türkeş, 1996). Bununla birlikte, Türkiye iklimi Kuzeydoğu Atlantik ve Akdeniz kaynaklı cephesel depresyonların, subtropikal

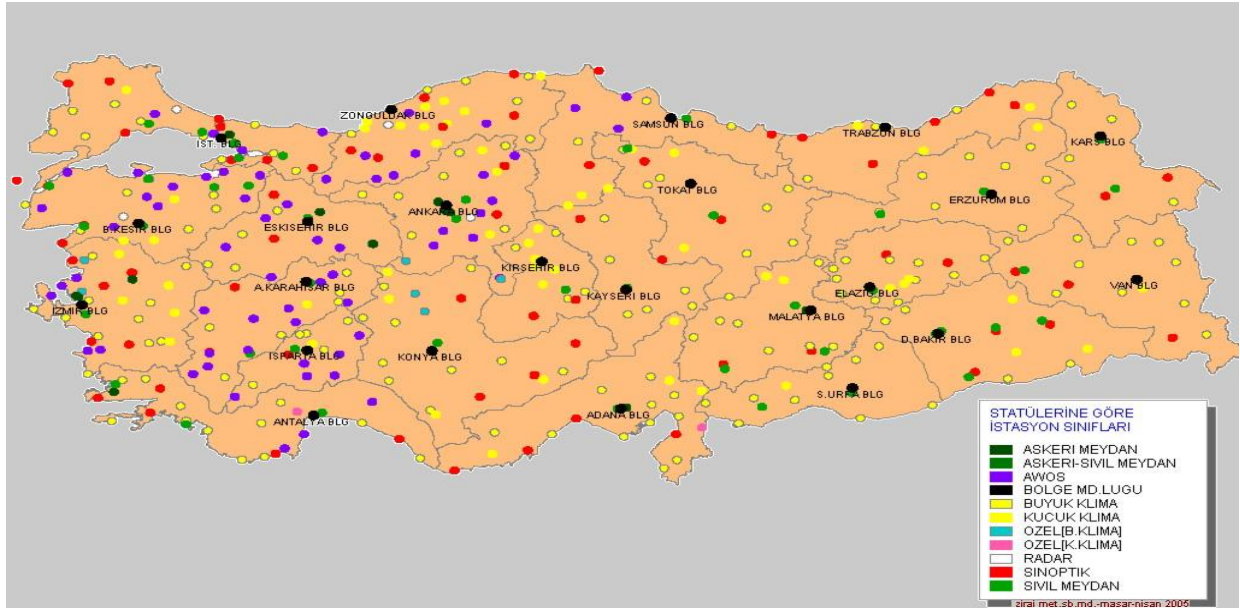
antisiklonların (yüksek basınçların) ve Muson alçak basıncının Orta Doğu'ya doğru uzantısını oluşturan Basra alçak basınç alanının mevsimsel yer değiştirmelerin bir ürünüdür. Bazı yıllarda, özellikle kışın bu basınç sistemlerine Türkiye'ye Doğu Avrupa-Rusya platolarından ve Batı Sibirya ovalarından karasal polar hava kütleleri taşıyan Sibirya antisiklonu da eklenir (Türkeş, 1999).

Türkiye yağış rejimi bölgelerine göre, kıyı ve orta kesimlerde Akdeniz, doğu kesimlerinde Karasal Akdeniz ve kuzey uç kesimlerinde Karasal İç-Doğu Anadolu iklimi özelliği göstermektedir. Bölge mevsimsel kış ve bahar yağışlarına karşın oldukça sıcak ve kurak geçen yaz ayları ile yarı-kurak subtropikal iklim özelliklerine sahiptir.

Bölgesel iklim modeli RegCM sonuçlarının doğrulaması için havza alanları içerisinde ve çevresinde bulunan Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne ait

meteorolojik gözlem istasyonlarının verileri kullanılmıştır. Öncelikle Şekil 1'de Türkiye genelinde dağılımı görülen 300 den fazla meteoroloji istasyonundan çalışma alanında bulunan 22 istasyon belirlenerek, bu istasyonlar gözlem verileri ve süreleri bakımından incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda ortak gözlem süresine sahip 11'i Seyhan ve Ceyhan nehir havzaları alanında, 6'sı havzaya komşu toplam 17 istasyon, model sonuçlarının doğrulaması için seçilmiştir. Model referans verilerinin 1961-1990 yıllarını kapsamına rağmen, 1966-1990 dönemi doğrulama için mümkün olan en çok istasyonu ve en uzun süreyi içermesi nedeniyle belirlenmiştir. Sonuç olarak Çizelge 1'de istasyon adı, numarası, yüksekliği ve çalışma süresi verilen ve 25 yıllık gözlem süresine sahip 17 istasyon verileri kullanılarak doğrulama çalışması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Devlet Meteoroloji İşleri'ne bağlı gözlem istasyonlarının çeşitleri ve dağılımları (DMİ, Zirai Meteoroloji Şube Müdürlüğü)

Figure 1. Types and distributions of observation stations affiliated with the State Meteorological Affairs (DMİ, Agricultural Meteorology Branch Directorate)

Çizelge 1. Çalışma alanındaki meteoroloji istasyonları

Table 1. Meteorological stations in the study area

İstasyon Adı	İstasyon No	Yükseklik m	T _{ort} , T _{maks} , T _{min} , RH ve Yağış Kayıt Başlangıcı	Rüzgar Kayıt Başlangıcı
Adana	17351	27	1930	1963
Ceyhan	17960	30	1964	1975
Elbistan	17870	1137	1963	1967
Göksun	17866	1344	1963	1967
Karaisalı	17936	241	1964	1966
Karataş	17981	22	1963	1974
K.Maraş	17255	572	1951	1964
Kozan	17908	109	1963	1993
Pınarbaşı	17802	1500	1964	1987
Sarız	17840	1500	1964	1987
Tomarza	17837	1397	1966	1986
Develi	17836	1180	1965	1967
İskenderun	17370	4	1940	1963
İslahiye	17964	518	1938	1963
Mersin	17340	3	1940	1963
Ulukışla	17906	1453	1938	1969

RegCM Bölgesel İklim Modeli

RegCM modelinin kökeni, Amerikan Ulusal Atmosfer Araştırmaları Merkezi çıkışlı MM4 modeline dayanmaktadır. Modelin dinamik bileşenleri olan sıkıştırılabilir, hidrostatik denge ile grid nokta modeli ve düşey σ -koordinatları temel olarak aynı kalmıştır. Farklı olarak RegCM'de dik topografik gradyanların varlığındaki açık formda ayrıştırılmış zaman integrasyonu alt modeli ile azalan yatay difüzyon algoritması kullanılmaktadır. İklim çalışmalarındaki MM4 uygulamaları için öncelikli olarak birinci nesil RegCM uygulamalarında da kullanılan fiziksel parametrisasyon radyatif transfer ve kara yüzeyi fiziği değiştirilmiştir (Dickinson vd., 1989; Giorgi 1990). Birinci nesil RegCM, yüzey işlemi temsili için Biyosfer-Atmosfer Transfer Modelini (BATS), radyatif transfer için Topluluk İklim Modelini (CCM) (NCAR 'National Center for Atmospheric Research'), orta ölçek yerel gezegensel çözünürlük sınır tabaka modelini, Kuo-tipi kümülüs konveksiyon alt modeli (Anthes, 1977) ve açık nem modelini (Hsie vd., 1984) alt modeller olarak kullanmıştır. RegCM2'nin fiziği NCAR CCM2 (Hack vd., 1993) ve orta ölçek modelden MM5 (Grell vd., 1994) alınmıştır. Radyasyon hesaplarında CCM2 modelinin radyatif transfer paketi (Briegleb, 1992) ve yerel olmayan sınır tabaka alt modeli (Holtslag vd., 1990) kullanılmıştır. Ayrıca kütle akısı kümülüs alt modeli (Grell, 1993) eklenmiş ve BATS modelinin son uygulaması da modele dahil edilmiştir. Son yıllarda da yeni fiziksel gelişmeler RegCM modeli için kullanıma uygun hale getirilerek CCM2 radyatif transfer paketi yerine modelde CCM3 (Kiehl vd., 1996) kullanılmıştır. Model alanının içine doğru gidildikçe model çözünürlüğü de artmaktadır. Bunun dışında göl modelleriyle olan birleştirmeler ve iz gazların radyatif etkileşime girmesinin model içinde hesaplanması da RegCM modelinin önemli bir üstünlüğüdür (Giorgi & Mearns, 1999). Bölgesel iklim modeli RegCM'in aşamaları 4 ana başlıkla belirtilebilir: 1) Model eşitlikleri, 2) Parametrisasyon, 3) Model projeksiyonu ve grid yapısı ve 4) Modelin koşuturulması.

RegCM Bölgesel İklim Modelinin Çalıştırılması

RegCM modelinin koşuturulması için öncelikle modelin kullandığı verilerin hazırlanması gerekmektedir. Bu veriler çok çeşitli koşullar için farklı kurumlar tarafından oluşturulan veri setlerinden alınmaktadır. Örneğin, başlangıç ve sınır koşullarını (Initial and Boundary Conditions-ICBC) içeren Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) tarafından hazırlanan veri seti olan ERA40, Amerikan Ulusal Atmosferik Araştırma Merkezi (NCAR) ile Amerikan Ulusal Çevre Projeksiyon Merkezi (NCEP) tarafından hazırlanan veri setleri NNRP1 ve NNRP2 (Reanalysis Product, V.1.2) gibi yer, uydu, radar, ravisonde gözlemlerinin asimile edilmesiyle elde edilen veri setleri ile HadCM, ECHAM, ECHAOM, FvGCM gibi küresel iklim modellerinin referans ve Senaryo veri setleri bu amaçla kullanılabilen veri setleridir. Ayrıca modellerde Amerikan Jeolojik Araştırmalar Kurumu'nun (US Geological Survey-USGS) çeşitli çözünürlüklerde (60, 30, 15, 10, 5, 2 dakikalık) topografya ve arazi kullanım verileri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan RegCM modeli yukarıda belirtilen veri setlerinden HadAM3H kullanılarak çalıştırılmıştır. HadAM3H küresel modeli yatay çözünürlüğü 2,5°

boylamda 3,75° olan HadAM3H'nin anılan çözünürlüklerinin 2 kat iyileştirilmesi sonucunda elde edilmiştir. HadAM3H modeli hidrostatik, dikey koordinatlarda hibrit ve grid noktalı bir modeldir. Pronostik bulut fonksiyonu olarak Gregory & Morris (1996) in modelin birincil değerlerinden toplam nem ve potansiyel sıcaklıkta sıvı haldeki sudan, bulut buzu, bulut suyu ve bulut miktarını hesaplayan yaklaşımı kullanılmıştır. Sınır tabaka işlemleri Smith (1990, 1993) tarafından basitleştirilmiş versiyonu olan sadece lokal dikey karışmayı içeren (Pope vd., 2000) fonksiyonuna göre yapılmıştır. Radiative transfer fonksiyonu Edwards & Slingo (1996) ve Cusack vd. (1999) de tanımlanmış ve sırasıyla GHG, bulut ve sülfat aerosollerinin etkilerini içermektedir. Son olarak ta toprak tabaka modülü, bitki modülü ve kar/toprak hidroloji modülleriyle toprak yüzeyi işlemleri Cox vd. (1999) tanımlanan fonksiyonla hesaplanmıştır (Giorgi vd., 2004a, 2004b).

Bulgular ve Tartışma

RegCM Model Sonuçlarının Gözlem Değerleri ile Doğrulaması

RegCM modeli sonuçları gözlem sonuçlarıyla doğrulama amaçlı olarak havza ve istasyon ölçeğinde olmak üzere 2 farklı ölçekte karşılaştırılmıştır. Öncelikle havza ölçeğinde karşılaştırmalar daha sonra ise istasyon bazındaki karşılaştırmalar değerlendirilerek aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

a) Havza ölçeğinde doğrulama çalışmaları

Model, ortalama sıcaklık değerlerinde gözlem değerlerine göre 2,8°C ile -4,3°C arasında değişen aralıkta sapmadan kestirim yapmaktadır (Şekil 2). Ancak şekilden de görüleceği gibi istasyonların tamamına yakını (Ulukışla hariç) 3°C'den daha az fark göstermektedir. Buradan da anlaşıldığı gibi model, 25 yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin kestiriminde iyi bir performans göstermektedir.

25 yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarda model değerlerinin gözlem değerlerinden sapsması 9,°C ile -7,5°C arasında değişmektedir. Model Seyhan ve Ceyhan nehirleri deltasında (Adana, Ceyhan, Yumurtalık, Karataş istasyonları) belirgin bir şekilde maksimum sıcaklıkları daha düşük, buna karşın havzanın güney batı (Mersin) ve kuzey doğu kesimlerinde (Sarız, Elbistan) daha yüksek kestirim yapmaktadır. Havzanın diğer kısımlarında (Ulukışla, Develi, Karaisalı, İskenderun) ise hata sapsması 1,5°C'den daha az bulunmuştur.

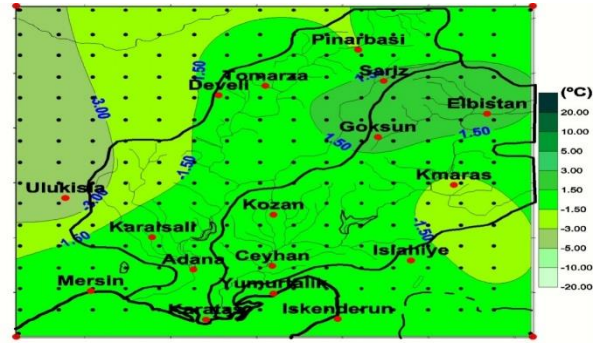
Şekil 3'te belirtilen 25 yıllık ortalama minimum sıcaklıklarda model değerlerinden gözlem değerlerinin gösterdiği hata değeri 14,6°C (Göksun) ile -4,3°C (Kahramanmaraş) arasında değişmektedir. Büyük farkların yanı sıra modelin 0,13°C gibi çok küçük farklarla da iyi performans gösterdiği bazı alanlar (Karaisalı) bulunmaktadır. Bölgenin kuzey doğusunda (Göksun, Sarız, Elbistan) ve güneyinde (Adana, Ceyhan, Yumurtalık ve Karataş) model belirgin olarak sıcaklıkları yüksek kestirim yapmıştır. Buna karşın Mersin, Develi, İslahiye ve Kozan'da ise yıllık ortalama minimum sıcaklıkları daha düşük kestirim yaptığı belirlenmiştir. Bununla birlikte ekstrem değerler için bu farklılıklar model çalışmalarında olağan sayılmaktadır. Takle vd., (1999) tarafından yürütülen ve farklı bölgesel modellerin sınıandığı bir

çalışmada en soğuk maksimum sıcaklık değerlerinin MM5-BATS ve HIRHAM modellerinde en küçük Bowen oranı ile birlikte olduğu belirtilmiştir. Anılan çalışmada model sonuçlarıyla gözlenmiş değerler arasındaki fark, minimum sıcaklıklarda maksimum sıcaklıklara göre daha küçük bulunmuştur. Araştırmacılar karşılaştırılan bölgesel iklim modellerindeki genel davranışı, günlük minimum sıcaklığın maksimuma göre daha tutarlı benzeşim olarak açıklamışlardır. Önal & Semazzi (2009) çalışmalarında RegCM bölgesel iklim modelinin NASA-Finite Volume GCM (NASA-FVGCM) veri setleriyle Doğu Akdeniz Bölgesi için doğrulamasını yaptıkları bir çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Kış ayları için çalışma alanının (Doğu Akdeniz) kuzey kesimleriyle Kafkaslar'da yaz ayları için güney kesimlerinde modelin 2-4°C daha sıcak kestirim yaptığını belirtmişlerdir. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde ise CRU değerlerinden 2°C daha yüksek kestirimde bulunduğunu belirtmişlerdir. Model sonuçlarının istasyon gözlemleriyle karşılaştırılmasında ise yaz mevsimi haricinde tüm mevsimlerde modelin 1-3°C daha soğuk kestirim yaptığını ve yaz mevsiminde diğer mevsimlerden daha iyi uyum gösterdiğini belirtmişlerdir. Anılan değerler büyük bir alanın ortalamaları olup bu çalışmadaki Çukurova Yöresi için bulunan ortalama değerlerle örtüşmektedir. Bunun yanı sıra CRU değerlerinin gözlem değerlerine kıyasla daha sağlıklı bir doğrulamaya olanak sağladığı da söylenebilir zira bazı istasyonların yerlerindeki uygun olmayan durumların gözlem değerlerine etkileri CRU değerleri için söz konusu değildir. Yine aynı çalışmada kış sıcaklığında Türkiye'nin komşularını da içine alan geniş bölgede Küresel Tarihi İklim Ağı (GHCN) dahilindeki istasyonların sadece 3 ünde 3°C altında fark bulunurken, en yüksek fark Montenegro'da ve 4,3°C olarak belirlenmiştir. Ermenistan'da ilkbaharda fark 7°C olarak belirtilmiştir (Önal & Semazzi, 2009). RegCM modelinin kurak bölgelerde gözlemlerden daha yüksek sıcaklık kestirimleri yaptığı değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Pal vd., 2007, Kirchak vd., 2007, Önal & Semazzi 2009). Pal vd. (2007) RegCM modelini ERA40 veri seti ile çalıştırdıkları denemede Irak ve Arab yarımadasında +4°C fark bulmuşlardır.

Modelle kestirim yapılan ve gözlenen yağış değerleri farkları (Şekil 4) topografyaya paralel bir dağılım göstermektedir. RegCM modeli şekilde kırmızı olarak belirlenen yüksekliği 500 m'nin altındaki istasyonlarda yağışı düşük, sarı ile belirtilen ve yüksekliği 1000-1500 m olan istasyonlar içinse daha yüksek kestirim yapmaktadır. Model ile gözlem değerlerinin birbirine yakın olduğu Şekil 5'de haritada mavi ile belirtilen istasyonlar ise genellikle 500-1000 m (özellikle 400-700 m bandında) yükseklikindedir.

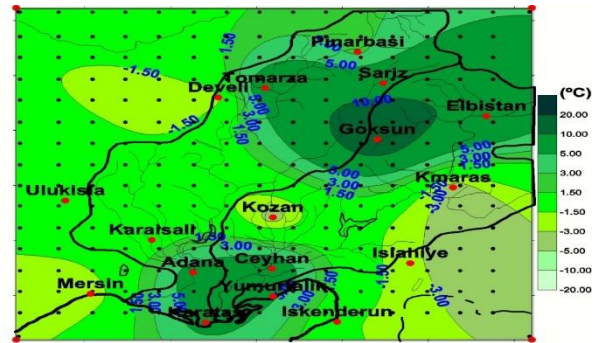
Yağış parametresinin farklı açılardan değerlendirilmesi amacıyla havza geneline düşen yağış miktarı i) istasyonlar ortalaması ve ii) yıllar ortalaması şeklinde olmak üzere iki türde incelenmiştir. Birinci tür değerlendirme sonucunda RegCM modelinin genellikle gözlem istasyonlarında elde edilen değerlerle benzer değişimler gösterdiği görülmüştür. Diğer bir ifadeyle model, gözlem değerlerinin artış gösterdiği yıllarda artma, düşük gözlem değerleri olan yıllarda da yağış değerlerinde azalma öngörmektedir. Sadece 1971, 1973, 1974, 1985 ve 1988 yıllarında bir önceki yıla göre gözlem değeri artarken model değeri azalma veya gözlem değeri azalırken model

değeri artma şeklinde benzeşimde bulunmuştur. 25 yıllık değerlendirme döneminin 20 yılında model gözlemlerle aynı yönde benzeşimde bulunmuştur. İkinci tür değerlendirmede ise 25 yıllık ortalama havza yağış değeri kullanılmıştır. Ortalama havza yağış değeri çalışma alanı içerisindeki iklim istasyonlarının modelin kestirim yaptığı ve gözlemlerden elde edilen yıllık toplam yağış değerlerinin toplanarak istasyon sayısına bölünmesiyle bulunmuştur. Bu değerlendirme sonucunda ortalama havza yağış parametresinde, model değerinin (639 mm) gözlem ortalamasından (625 mm) yıllık 14 mm'lik çok küçük bir sapma gösterdiği görülmüştür (Şekil 6).



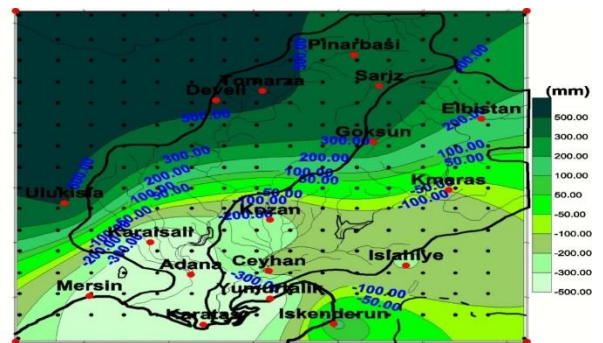
Şekil 2. 1966-1990 dönemi ortalama sıcaklık değerleri farkları (model-gözlem)

Figure 2. Differences in average temperature values for the period 1966-1990 (model-observation)



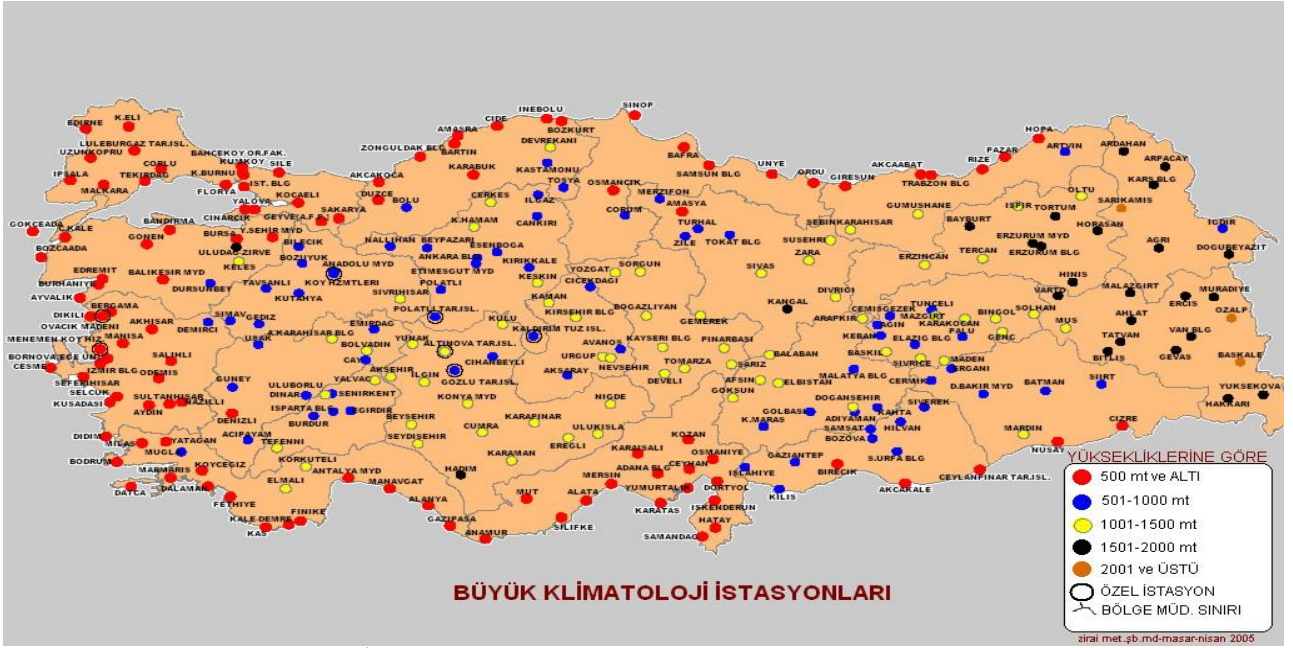
Şekil 3. 1966-1990 dönemi yıllık ortalama minimum sıcaklıklarda model ve gözlem değerleri farkları

Figure 3. Differences in model and observation values in annual average minimum temperatures for the period 1966-1990

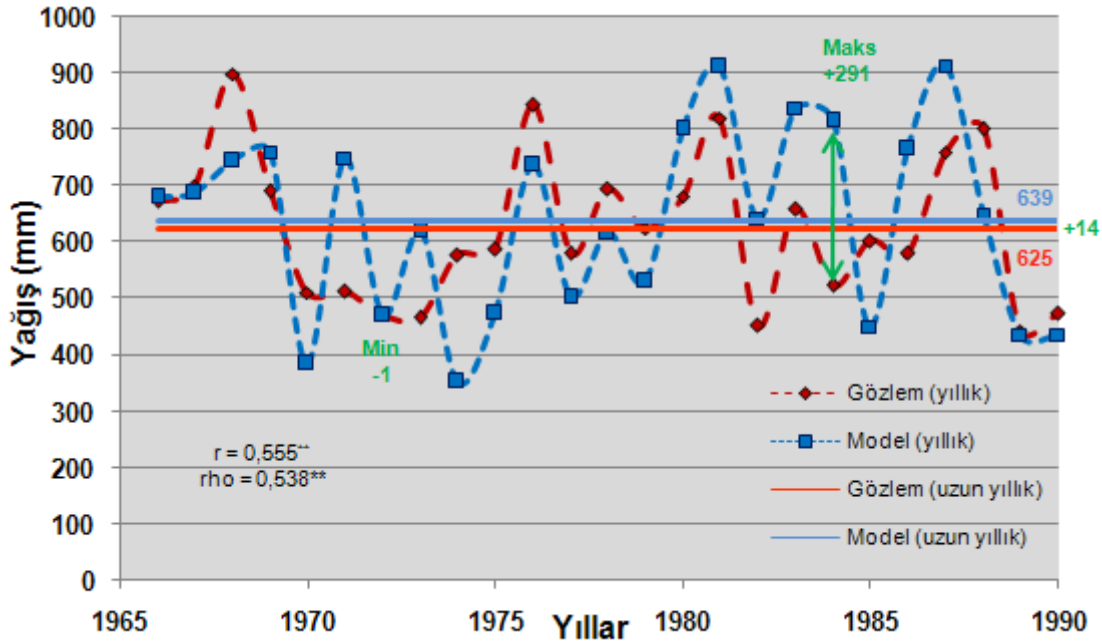


Şekil 4. 1966-1990 döneminde yıllık toplam yağış farkları (model-gözlem)

Figure 4. Annual total precipitation differences in the period 1966-1990 (model-observation)



Şekil 5. DMİ büyük klimatoloji istasyonlarının yüksekliklerine göre dağılımı
Figure 5. Distribution of DMI major climatology stations according to their altitudes



Şekil 6. Gözlem ve model sonucu yıllık toplam havza yağışlarının yıllar arası değişimi ve uzun yıllık ortalamaları
Figure 6. Interannual variation and long-year averages of total annual basin precipitation as a result of observation and model

Türkiye'yi de içine alan geniş bir alanda daha düşük çözünürlükte yapılan bir başka çalışmada yağış değerlerinde CRU verilerinin kullanılmasının gerçek gözlem değerlerine kıyasla daha sağlıklı bir doğrulamaya olanak sağladığı belirtilmiştir. Bu şekilde CRU ve model kestirimleri arasındaki farkların daha küçüldüğü belirtilmektedir. Bununla birlikte RegCM modelinin tüm mevsimlerde genel yağış paternini gerçekçi olarak yansıttığı bildirilmiştir (Önal ve Semazzi, 2009). Bu saptama bu çalışma kapsamında bulunan sonuçlarla uyumludur. Önal ve Semazzi (2009) RegCM modelinin kış ve ilkbahar yağışlarını Dalmacya kıyıları, Karadeniz kıyısının doğusunda ve Türkiye'nin güneybatı kıyılarında

olduğundan yüksek kestirim yaptığı saptamıştır. Araştırmacılar modelin yaz yağışlarında ise daha az kestirimde bulunduğunu bunun yanı sıra Türkiye, Romanya ve Gürcistan üzerinde daha gerçekçi kestirimlerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Seyhan Havzası'nda TERCH-RAMS bölgesel iklim modeli kullanılarak yapılan başka bir çalışma (Fujihara vd., 2008) sonuçları TERCH-RAMS modelinin yağış değerlerini fark düzeltmesi yapılması durumunda az bir sapma ile kestirdiğini, fark düzeltmesinin yapılmadığı durumlarda ise benzeşim sonuçlarının bu çalışmada RegCM ile elde edilen sonuçlarla benzerlik içinde olduğunu göstermektedir.

İstasyon ölçęinde doğrulama alışmaları

Atmosferik modeller gerek atmosferik olayların matematiksel denklemlerle çözümlendiği model yapısında kullanılan izafi topografyadan gerekse yağış oluşumu gibi çok karmaşık ve pek çok konunun birbiri ile bağlantılı bir şekilde gerçekleşmesi sonucu oluşan olayların çözümünde kullanılan denklemlerin yeterince iyi matematiksel olarak ifade edilememesinin vermiş olduğu kısıtlamalar nedeniyle gerçek durumları birebir yansıtamayabilmektedir. Özellikle nokta bazlı ölçümlerin yapıldığı istasyon gözlemlerinde model sonuçlarıyla kıyaslandığında farklılıklar olabilmektedir. Bu nedenle bu bölümde çalışma alanında yer alan sırasıyla Adana istasyonunun yanı sıra model sonuçlarıyla büyük oranda uyumlu, model sonuçlarının gözlem sonuçlarından yüksek olduğu ve model sonuçlarının gözlem sonuçlarından düşük olduğu birer istasyon örnek temsil etmesi bakımından seçilerek değerlendirilmiştir.

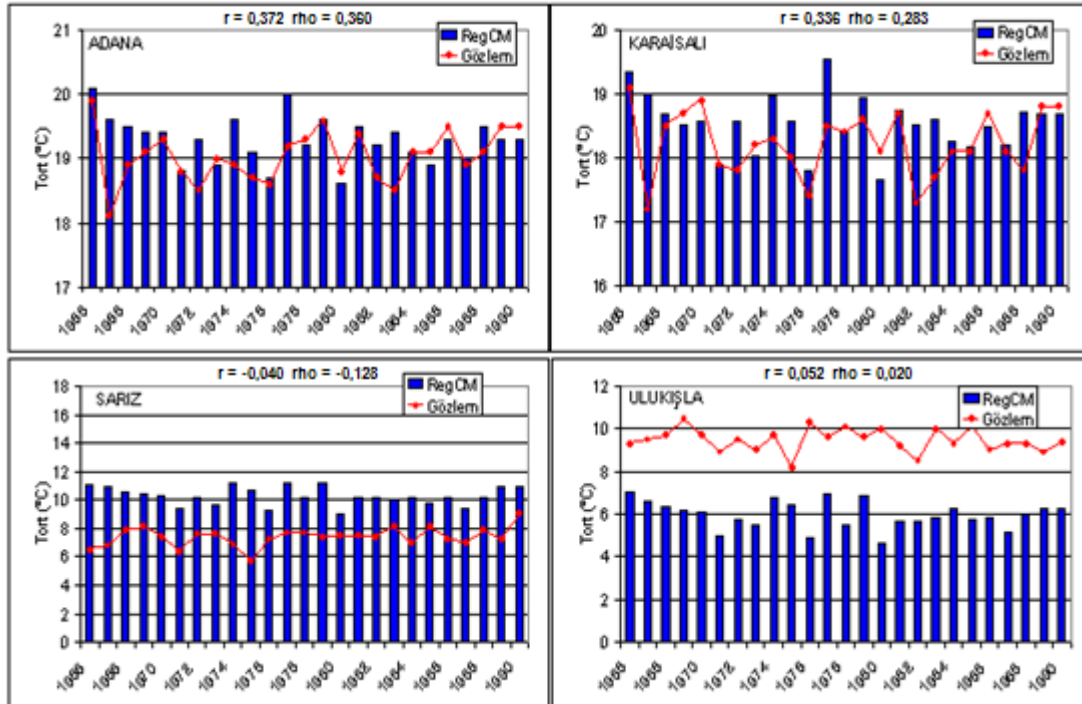
Aşağıda şekil 7’de belirtildiği gibi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde modelin iyi kestirim yaptığı Adana ve Karaisalı istasyonlarında gözlemlerden sapma 1966-1990 yılları arasında ortalama 0,24 ve 0,38°C olmaktadır. Yıllara göre değerlendirildiğinde ise en yüksek sapma $\pm 1,5^\circ\text{C}$ olabilmektedir. Modelin gözlem değerlerine göre yüksek sıcaklık değerleri ürettiği Sarız istasyonunda ortalama fark $2,8^\circ\text{C}$ olurken, kestirilen ve gözlenen arasındaki maksimum sıcaklık farkı $4,1^\circ\text{C}$ ile 1974 yılında gerçekleşmiştir. Model Ulukışla istasyonunda sıcaklıkları ölçülen sıcaklık değerlerinden ortalama olarak $4,3^\circ\text{C}$ daha düşük kestirim yapmıştır. En yüksek sapma 1976 yılında ve $5,4^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir.

Maksimum sıcaklıkların istasyon bazında karşılaştırıldığında İskenderun istasyonu model tarafından iyi temsil edilen bir gözlem istasyonu olarak belirlenmiştir.

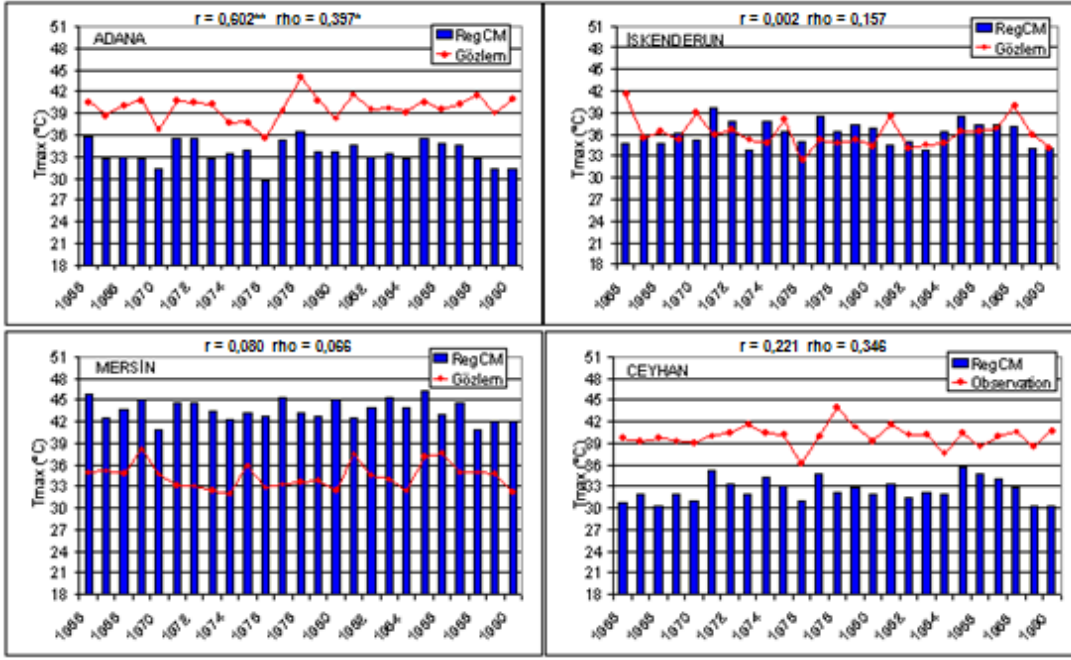
1966-1990 yılları maksimum sıcaklık ortalamalarında model kestirimleri gözlem değerlerinden sadece $0,06^\circ\text{C}$ daha yüksek bulunmuştur (şekil 8). Aynı istasyonda maksimum sapma ise 1966 yılında ve $6,98^\circ\text{C}$ olmuştur. RegCM modeli Mersin istasyonu gözlem değerleriyle kıyaslandığında maksimum sıcaklıkları yüksek benzeşim yapmaktadır. Mersin istasyonu ikliminin kestirilmesinde maksimum sıcaklıklar model ile ortalama $9,17^\circ\text{C}$ (uzun yıllar ortalama sapması) sapma belirlenmiştir. Aynı istasyondaki sıcaklık değerleri için maksimum sapma $12,66^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Adana ve Ceyhan istasyonları için ise model gözlem verilerine göre düşük kestirim değerleri üretmektedir. Ceyhan istasyonunda gözlemlerde uzun yıllar maksimum sıcaklık ortalamasının model kestiriminden farkı $7,45^\circ\text{C}$ olurken, maksimum yıllık fark 1978 yılında ve $11,78^\circ\text{C}$ olarak bulunmuştur.

Yıllık minimum sıcaklıklar değerlendirildiğinde modelin Karaisalı istasyonunda gözlem değerlerine benzer, Kahramanmaraş istasyonunda gözlenenlerden düşük, Adana ve Elbistan istasyonlarında ise yüksek kestirimler yaptığı belirlenmiştir (şekil 9). Gözlemlerden sapmalar uzun yıllar ortalamalarında Karaisalı istasyonunda $0,1^\circ\text{C}$, Kahramanmaraş istasyonunda $-4,26^\circ\text{C}$, Adana ve Elbistan’da ise sırasıyla $6,4$ ve $9,1^\circ$ olarak bulunmuştur. Gözlemlerden maksimum sapmalar ise Karaisalı da $6,3^\circ\text{C}$ (1989), Kahramanmaraş ta $8,84^\circ\text{C}$ (1982), Adana ve Elbistan da $10,6^\circ\text{C}$ (1967) ve $16,9^\circ\text{C}$ (1974) olmuştur.

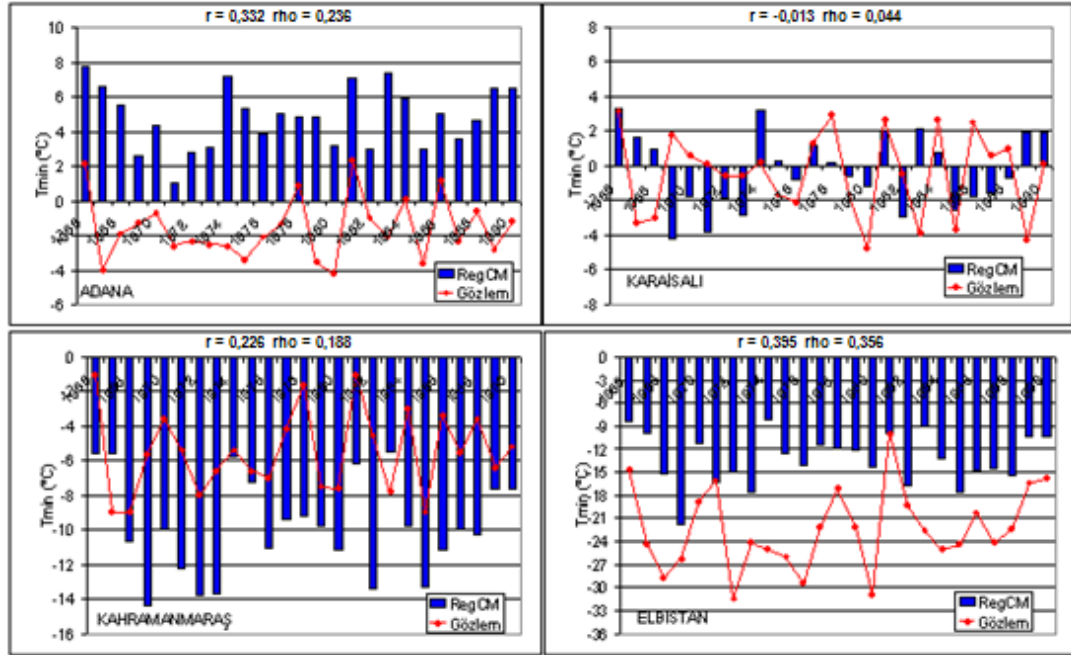
Gözlenen ve kestirilen yıllık toplam yağış değerlerinin istasyon ölçęinde karşılaştırılması sonucunda modelin Kahramanmaraş istasyonunda iyi bir performans gösterdiği belirlenmiştir. RegCM toplam yağışları Develi istasyonunda yüksek kestirim yaparken, Adana ve Karaisalı istasyonları için düşük benzeşim yapmıştır (şekil 10).



şekil 7. RegCM ve gözlem değerlerinde istasyon ortalama sıcaklıklarının karşılaştırmaları
Figure 7. Comparisons of station average temperatures in RegCM and observation values



Şekil 8. RegCM ve gözlem değerlerinde istasyon maksimum sıcaklıklarının karşılaştırmaları
Figure 8. Comparisons of station maximum temperatures in RegCM and observation values

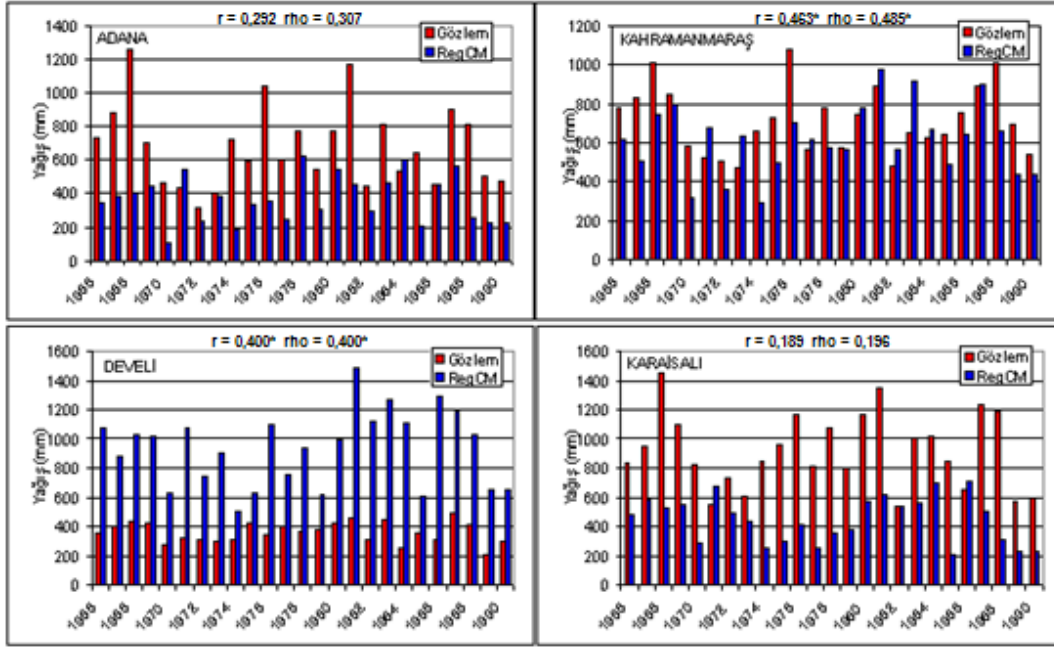


Şekil 9. RegCM ve gözlem değerlerinde istasyon minimum sıcaklıklarının karşılaştırmaları
Figure 9. Comparisons of station minimum temperatures in RegCM and observation values

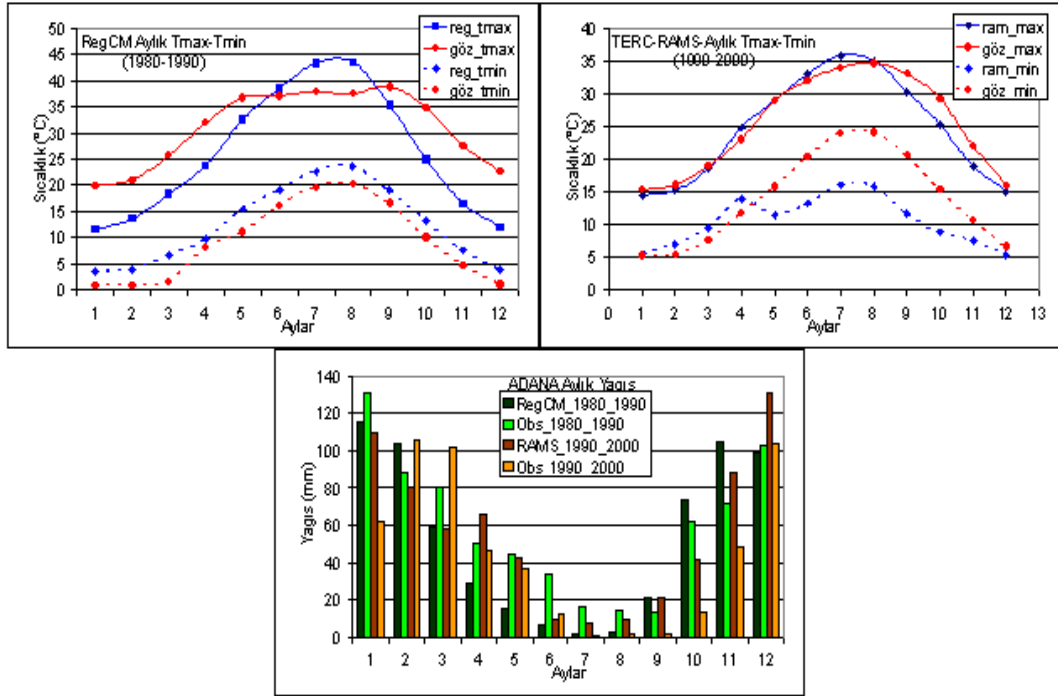
Kahramanmaraş, Develi, Adana ve Karaisalı istasyonlarının uzun yıllar ortalamaları dikkate alındığında model ile yapılan kestirimlerin gözlemlerden sırası ile -99 mm, 569 mm, -312 mm, -468 mm farklı olduğu bulunmuştur. Kahramanmaraş, Develi, Adana ve Karaisalı istasyonlarının yıllık toplam yağış değerlerine ilişkin RegCM kestirimleri gözlem değerlerinden maksimum sapmaları ise sırası ile -378 mm (1976), 1023 mm (1981), -859 mm (1968), -923 mm (1968) olmuştur.

İstasyon bazında elde edilen model kestirimleri incelendiğinde RegCM modelinin gerek yıllık maksimum ve minimum sıcaklıklar gerekse yıllık toplam yağış miktarlarını istasyon bazında büyük hata paylarıyla temsil

ettiği düşünülebilir. Bununla birlikte, bölgenin coğrafik yapısı nedeniyle kıyı bölgesinde bulunması, denizden 20-30 km sonrasında 600-1000 m yüksekliklere çıkılması, iç bölgelere açılan boğazların bulunması, ayrıca Akdeniz'den gelen nemli hava kütlelerinin meydana getirdiği konvektif yağışların bölgedeki toplam yağış içerisinde payının yüksek olması gibi özel durumlar atmosfer modellerinin bölgede uyumlu çalışmasını güçleştirmektedir. Nitekim bölgede uygulanan diğer bir iklim modeli (Terch-Rams) (ICCAP, 2007a, 2007b; Watanabe, 2004; Fujihara vd., 2008) benzeşimleri ile RegCM modeli benzeşimlerinin gözlemlerle kıyaslanma sonuçları arasında önemli bir fark bulunmamaktadır.



Şekil 10. RegCM ve gözlem değerlerinde istasyon yağış değerleri karşılaştırmaları
Figure 10. Comparisons of station precipitation values in RegCM and observation values



Şekil 11. 10 yıllık dönemlerde RegCM ve RAMS modellerinin aylık maksimum- minimum sıcaklık ve aylık toplam yağış ortalama değerlerinin Adana için gözlem değerleriyle kıyaslanması
Figure 11. Comparison of monthly maximum-minimum temperature and monthly total precipitation average values of RegCM and RAMS models with observation values for Adana in 10-year periods

Şekil 11 yıllık dönemlerde RegCM ve RAMS modellerinin aylık maksimum ve minimum sıcaklıklar ile aylık toplam yağış ortalama değerlerinin Adana istasyonu için gözlem değerleriyle kıyaslanması gösterilmiştir. Bu amaçla hazırlanan verilerde, 1980-1990 dönemi için aylık maksimum ve minimumların 10 yıllık ortalamaları alınmış, 1990-2000 dönemi için ise aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinden 10'ar yıllık ortalamalar hesaplanmıştır. Dönemler ve veri tiplerinde farklılık olmasına karşın bu değerlendirme modellerin aynı nokta

için tepkilerini göstermek amacıyla yapılmıştır. RegCM modelinin maksimum sıcaklıklarda gözlemlerden olan sapması en yüksek 11. ayda ve 11,1°C fark ile gerçekleşmiştir (Şekil 11). RAMS modelinin ise en yüksek olarak 10. ayda 3,9°C fark ile gösterdiği görülmekte. Minimum sıcaklıklarda ise RegCM modeli Mart ayında 5,1°C fark ile gösterirken RAMS modeli 9. ayda 8,9°C daha soğuk benzeştirmektedir. Aylık yağış değerlerinde en yüksek sapmayı RAMS modeli 1. ayda 43 mm olarak gösterirken RegCM modeli 11. ayda 33 mm olarak

göstermektedir. 10 yıllık dönemlerde RegCM yıllık toplam yağış ortalamasını gözlemlerden 77 mm daha düşük kestirim yaparken RAMS modeli 132 mm yüksek kestirim yapmıştır.

Genel olarak model performansını değerlendirildiğinde RegCM modeli; genel atmosfer hareketlerine bağlı olan, içeriği daha iyi belirlenen/bilinen ve mevcut bilgiler dâhilinde iyi formülize edilebilen parametrelerde (ortalama sıcaklık gibi), parametrenin oluşmasında etkisi olduğu bilinen/bilinmeyen ve hesaba katılmayan veya formüle edilemeyen daha karmaşık süreçlere (yağış gibi) göre gerçeğe daha yakın sonuçlar vermektedir. Ayrıca model sonuçları genelleştirildikçe (istasyon bazından havza bazına, anlık veya kısa dönem ortalamadan uzun dönem ortalamalara yönelmek gibi) sapma miktarları verilerin doğası itibarıyla azalmaktadır.

Mevcut standartlar ve kabuller ölçüsünde, bunların da ötesinde olanaklar çerçevesinde ve diğer bölgesel iklim modelleri arasındaki yaygın kullanımı nedeniyle RegCM modeli tez çalışması için uygun bulunmuştur. RegCM ile gerçekleştirilen ve yukarıda ayrıntıları verilen bulguların irdelenmesi sonucunda Çukurova Yöresi'nde anılan bölgesel iklim modelinin iklim değişikliği ve etkilerini belirlemeyi amaçlayan çalışmada kullanılmak için yeterli güvenilirliğe sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

RegCM modeli sonuçları gözlem sonuçlarıyla doğrulama amaçlı olarak havza ve istasyon ölçekli olmak üzere 2 farklı ölçekte karşılaştırılmıştır. Aşağıda önce havza bazındaki karşılaştırmaların ve daha sonra istasyon bazındaki karşılaştırmaların sonuçları değerlendirilerek sunulmuştur.

Model, ortalama sıcaklık değerlerinde gözlem değerlerine göre 2,8°C (Sarız) ile -4,3°C (Ulukışla) arasında değişen aralıkta sapmayla öngörülmüştür. 25 yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarda model değerlerinin gözlem değerlerinden sapması 9,2°C (Mersin) ile -7,5°C (Ceyhan) arasında değişmiştir. Model Seyhan ve Ceyhan nehirleri deltasında (Adana, Ceyhan, Yumurtalık ve Karataş istasyonları) belirgin bir şekilde maksimum sıcaklıkları daha düşük, buna karşın havzanın güney batı (Mersin) ve kuzey doğu kesimlerinde (Sarız ve Elbistan) daha yüksek tahmin etmiştir. Havzanın diğer kısımlarında (Ulukışla, Develi, Karaisalı ve İskenderun) ise hata sapması 1,5°C'den daha az bulunmuştur. RegCM modelinin referans çalıştırmasında elde edilen 1966-1990 dönemi ortalama maksimum sıcaklık RMSE değerleri (Mersin 9,17, Kahramanmaraş 2,65, Adana 6,20) makul değerler olarak yorumlanmıştır.

Ortalama minimum sıcaklıklarda model değerlerinden gözlem değerlerinin gösterdiği hata değeri 14,6°C (Göksun) ile -4,3°C (Kahramanmaraş) arasında değişmiştir. Büyük farkların yanı sıra modelin 0,13°C gibi çok küçük farklarla da iyi performans gösterdiği bazı alanlar (Karaisalı) bulunmaktadır. Bölgenin kuzey doğusunda (Göksun, Sarız, Elbistan) ve güneyinde (Adana, Ceyhan, Yumurtalık ve Karataş) model belirgin olarak sıcaklıkları yüksek tahmin etmiştir. Buna karşın Mersin, Develi, İslâhiye ve Kozan'da ise yıllık ortalama minimum sıcaklıkları daha düşük tahmin ettiği belirlenmiştir. 1966-1990 dönemi ortalama minimum sıcaklıklara ilişkin RMSE

değerlerinin Mersin için 3,9, Kahramanmaraş için 5,30 ve Adana için 6,7 olarak bulunmuştur.

Modelle kestirilen ve gözlenen yağış değerleri farklarının paralel bir dağılım gösterdiği saptanmıştır. RegCM modeli yüksekliği 500 m'nin altındaki istasyonlarda yağışı düşük, yüksekliği 1000-1500 m olan istasyonlar için ise daha yüksek tahmin etmektedir. Model ile gözlem değerlerinin birbirine yakın olduğu belirtilen istasyonlar ise genellikle topografyanın etkisinin orta düzeyde olduğu 500-1000 m (özellikle 400-700 m bandında) yükseklikte olduğu belirlenmiştir. Yağış parametresinin farklı açılardan değerlendirilmesi amacıyla havza geneline düşen yağış miktarı 1) istasyonlar ortalaması ve 2) yıllar ortalaması şeklinde olmak üzere iki türde incelenmiştir. Birinci tür değerlendirme sonucunda RegCM modelinin genellikle gözlem istasyonlarında elde edilen değerlerle benzer yıllararası değişim özelliği gösterdiği görülmüştür. Diğer bir ifadeyle model, gözlem değerlerinin artış gösterdiği yıllarda artma, düşük gözlem değerleri olan yıllarda da yağış değerlerinde azalma öngörmektedir. İkinci tür değerlendirmede ise 25 yıllık ortalama havza yağış değeri kullanılmıştır. Ortalama havza yağış parametresinde, model değerinin (639 mm) gözlem ortalamasından (625 mm) yıllık 14 mm'lik çok küçük bir sapma gösterdiği görülmüştür.

Bölgesel iklim modeli sonuçları ile gözlem değerlerinin karşılaştırıldığı istatistiksel değerlendirmeler sonucunda genel olarak varyansların eşit olduğu ama ortalamalarda modelin iyi sonuç vermediği belirlenmiştir (Şen, 2009). Genel olarak gözlem ve model dizileri arasında dizesel ilişki sınamalarında düşük ilişki katsayısı bulunmuştur. İlişki katsayılarının önemli olduğu bazı serilerde ortalamaların birbirinden farklı olması veyahut ta ortalamaların birbirine çok yakın olduğu halde dizesel ilişkinin bulunmaması kimi yerlerde modelin yıllar arası değişkenlikleri iyi yakaladığını kimi yerlerde ise yakalayamadığını göstermektedir. Bu durumda değerlendirme yapılırken model sonuçlarının sadece ortalamalar arası farka bakmayıp dizesel ilişkinin de olup olmadığına bakılmasının gerekli olduğu belirlenmiştir (Şen, 2009).

İstasyon ölçeğinde doğrulama çalışmaları kısmında çalışma alanında yer alan sırasıyla Adana istasyonunun yanı sıra model sonuçlarıyla büyük oranda uyumlu, model sonuçlarının gözlem sonuçlarından yüksek olduğu ve model sonuçlarının gözlem sonuçlarından düşük olduğu birer istasyon örnek temsil etmesi bakımından seçilerek değerlendirilmiştir.

Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde modelin iyi tahmin ettiği Adana ve Karaisalı istasyonlarında gözlemlerden sapma 1966-1990 yılları arasında ortalama 0,24 ve 0,38°C olmaktadır. Yıllara göre değerlendirildiğinde ise en yüksek sapma $\pm 1,5^\circ\text{C}$ olabilmektedir. Modelin gözlem değerlerine göre yüksek sıcaklık değerleri tahmin ettiği Sarız istasyonunda ortalama fark 2,8°C, maksimum fark 4,1°C ile 1974 yılında gerçekleşmiştir. Model Ulukışla istasyonunda ölçülen sıcaklık değerlerinden ortalama olarak 4,3°C daha düşük sıcaklık tahmin etmektedir. En yüksek sapma 1976 yılında 5,4°C'dir. Maksimum sıcaklıkların istasyon bazında karşılaştırıldığında İskenderun istasyonu model tarafından iyi temsil edilen bir gözlem istasyonu olarak belirlenmiştir. 1966-1990 yılları maksimum sıcaklık ortalamalarında

model sonucu gözlem değerlerinden sadece 0,06°C daha yüksektir. Maksimum sapmayı ise 1966 yılında 6,98°C ile göstermiştir. RegCM modeli Mersin istasyonu gözlem değerleriyle kıyaslandığında maksimum sıcaklıkları yüksek benzeşim yapmaktadır. Uzun yıllar ortalama sapması 9,17°C, maksimum sapması 12,66°C olarak belirlenmiştir. Adana ve Ceyhan istasyonları için ise model gözlem verilerine göre düşük tahmin değerleri üretmektedir. Ceyhan istasyonunda gözlemlerde uzun yıllar maksimum sıcaklık ortalamasının model tahmininden fark 7,45°C maksimum yıllık fark 1978 yılında 11,78°C'dir. Yıllık minimum sıcaklıklar değerlendirildiğinde modelin Karaisalı istasyonunda iyi, Kahramanmaraş istasyonunda düşük, Adana ve Elbistan istasyonlarında yüksek sıcaklık değerleri verdiği saptanmıştır. Gözlemlerden sapmalar uzun yıllar ortalamalarında Karaisalı da 0,1°C, Kahramanmaraş ta -4,26°C, Adana ve Elbistan'da 6,4 ve 9,1°C'dir. Gözlemlerden maksimum sapmalar ise Karaisalı da 6,3°C (1989), Kahramanmaraş ta 8,84°C (1982), Adana ve Elbistan'da 10,6°C (1967) ve 16,9°C (1974)'dir. Oransal nem parametresinin değerlendirilmesinde Karaisalı istasyonunda iyi, Adana ve Yumurtalık istasyonlarında yüksek, Elbistan istasyonunda gözlemlere göre düşük benzeşim değerleri elde edilmiştir. Karaisalı istasyonunun benzeşim sonuçları uzun yıllar ortalama oransal nem gözlem değerlerinden % 2 daha düşüktür. Adana ve Yumurtalık oransal nem benzeşim sonuçları uzun yıllar otalamasında gözlemlerden % 7 ve % 8 daha yüksektir. Elbistan ise % 15 daha düşüktür. Adana, Karaisalı, Yumurtalık ve Elbistan istasyonlarında maksimum sapmalar sırasıyla %9 (1980), %7 (1970), % 13 (1986) ve % 26 (1974) olduğu belirlenmiştir. Bu arada 4 istasyondaki gözlem değerlerinde belirgin bir azalma eğilimi varken model benzeşim değerlerinde azalma görülmemiştir. Yıllık toplam yağış değerleri karşılaştırmalarında gözlem değerlerine göre Kahramanmaraş'ta iyi, Develi'de yüksek, Adana ve Karaisalı'da düşük yağış miktarı öngörmüştür. Kahramanmaraş, Develi, Adana ve Karaisalı istasyonlarının uzun yıllar ortalamalarında gözlemlerden farkları sırası ile -99 mm, 569 mm, -312 mm, -468 mm dir. Kahramanmaraş, Develi, Adana ve Karaisalı istasyonlarının yıllık toplam yağışlarda gözlemlerden maksimum farkları sırası ile -378 mm (1976), 1023 mm (1981), -859 mm (1968), -923 mm (1968) olarak belirlenmiştir. Bu değerler yağış miktarına karşı duyarlı iklim değişikliği çalışmalarının güvenilir bir şekilde yapılması için çok büyük farklardır. Bu tür çalışmalarda yıllık değerlerdeki büyük oranlı sapmaların olumsuz etkilerini önlemek için gözlemlerle kestirimler arasında daha küçük sapmalar gösteren uzun yıllar ortalamaları ve/veya havza ortalamaları kullanılmalıdır.

Genel olarak model performansı değerlendirildiğinde model; genel atmosfer hareketlerine bağlı olan, içeriği daha iyi belirlenen/bilinen ve mevcut bilgiler dâhilinde iyi kurgulanan değişkenlerde (ortalama sıcaklık gibi), değişkenin oluşmasında etkisi olduğu bilinen/bilinmeyen ve hesaba katılmayan veya formüle edilemeyen daha karmaşık süreçlere (yağış gibi) göre gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ayrıca model sonuçları genelleştirildikçe (istasyon ölçeğinden havza ölçeğine, anlık veya kısa dönem ortalamadan uzun dönem ortalamalara yönelmek gibi) sapma miktarları ve dağılımında verilerin

doğası itibariyle (yükselti, bakı vb.) azaldığı görülmüştür. Yağış oluşumunda topoğrafyanın yanısıra bölgesel ölçekli dolaşım ve basınç koşulları etkisi ve mevsimsel değişimleri de çok önemlidir. Nitekim Türkeş vd. (2008) ile Türkeş & Tatlı (2009) Türkiye yağışlarının yüksek mevsimsellik ve yıllararası değişkenlik gösterdiğini, genellikle kuru ve ıslak (yağışlı) devreleri içerdiğini vurgulamışlardır. Anılan çalışmalarda ıslak devrelerin genellikle seyrek görüldüğü, kısa sürdüğü ve zayıf olduğu buna karşın kuru devrelerin daha sık gerçekleştiği, uzun sürdüğü ve güçlü etkiye olduğu belirtilmektedir.

Ayrıca gelecekteki iklim değişikliğini belirlemede bölgesel iklim modeli kullanımı çalışmalarında sağlıklı ve güvenilir bulgular elde edebilmek için model sonuçlarıyla gözlem sonuçları arasında farkları azaltıcı veya düzeltici teknikler ve yöntemlerin geliştirilmesi gerektiği belirlenmiştir. Model topoğrafyasıyla gerçek topoğrafya arasında farkların belirlenerek model çıktılarını yükselti düzeltmesi uygulanması ve fark düzeltmesi (bias correction) gibi istatistiksel yöntemlerin uygulanması sonuçları daha güvenilir kılabilir.

Küresel ve bölgesel ölçekli iklim modellerinin birbirlerine kıyasla üstünlük ve kısıtları gözönünde bulundurularak aynı modellerin farklı parametrisasyonları ile farklı modellerin aynı parametrisasyonlarla yine aynı bölgede çalıştırılması ve sonuçların birlikte değerlendirilmesi son yıllarda rağbet gören yaklaşımlardan biridir. Böylece bir bölgenin gelecekteki ikliminin kestirilmesinde farklı özelliklerdeki modeller topluluğu kullanılarak daha gerçekçi kestirimler yapılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı doktora tezinden üretilmiştir (Doktora Tezi, Bölgesel İklim Modelleri Kullanılarak Çukurova Yöresi'nde İklim Değişikliğinin 1. ve 2. Ürün Mısır Verimine Olası Etkilerinin Belirlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 2009). Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir. Proje No: ZF2006D2. Bu çalışma, 3rd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology) TURJAF 2023, kongresinde sunulmuştur.

Kaynaklar

- Anthes, R. A. (1977). A Cumulus Parameterization Scheme Utilizing a One-Dimensional Cloud Model, *Mon. Weather Rev.*, 117, 1423-1438.
- Briegleb, B. P. (1992). Delta-Eddington Approximation For Solar Radiation In The Near Community Climate Model, *J. Geophys. Res.*, 97, 7603-7612.
- Cox, P. M., Betts, R. A., Bunton, C. B., Essery, R. L. H., Rowntree, P. R., & Smith J. (1999). The Impact Of New Land Surface Physics On The GCM Simulation Of Climate And Climate Sensitivity. *Clim Dyn* 15: 183-203.
- Cusack, S., Edwards, J. M., Crowther, & J. M. (1999). Investigating K-Distribution Methods For Parametrizing Gaseous Absorption In The Hadley Centre Climate Model. *J Geophys Res* 104: 2051-2057.
- Dellal, İ., Butt, T., Mccarl, B., & Dyke, P. (2004). 'İklim Değişikliğinin Türk Tarımı Üzerine Ekonomik Etkileri', Ankara İklim Konferansı, Ankara.

- Dickinson, R. E., Errico, R. M., Giorgi, F., & Bates, G. T. (1989). A Regional Climate Model For The Western United States, *Climate Change*, 15, 383-422.
- Edwards, J. M. & Slingo, A. (1996). Studies With A Flexible New Radiation Code. I: Choosing A Configuration For A Large Scale Model. *Q J R Meteorol Soc* 122: 689-719.
- Fujihara Y., Tanaka K., Watanabe T., Nagano T., & Kojiri T. (2008). Assessing The Impacts Of Climate Change On The Water Resources Of The Seyhan River Basin In Turkey: Use Of Dynamically Downscaled Data For Hydrologic Simulations. *Journal Of Hydrology*, Volume 353, Issues 1-2, 20 May 2008, p33-48. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.01.024>
- Giorgi, F. (1990). Simulation Of Regional Climate Using A Limited Area Model Nested In A General Circulation Model, *Journal Of Climate*, 3, 941-964.
- Giorgi, F., & Mearns, L. O. (1999). Introduction To Special Section: Regional Climate Modeling Revisited, *J Geophys Res-Atmos*, 104, 6335-6352.
- Giorgi, F., Bi, X., & Pal, J. S. (2004a). Mean, Interannual Variability And Trends In A Regional Climate Change Experiment Over Europe. Part I: Present Day Climate (1961-1990), *Clim. Dyn.*, 22, 733-756.
- Giorgi, F., Bi, X., & Pal, J. S. (2004b). Mean, Interannual Variability And Trends In A Regional Climate Change Experiment Over Europe. Part II: Future Climate Scenarios (2071-2100), *Clim. Dyn.*, 23, 839-858.
- Gregory D., & Morris D. (1996). The Sensitivity Of Climate Simulations To The Specification Of Mixed Phase Clouds. *Clim Dyn* 12: 641-651.
- Grell, G. A. (1993). Prognostic Evaluation of Assumptions Used by Cumulus Parameterizations, *Mon. Weather Rev.*, 121, 764-787.
- Grell, G. A., Dudhia, J. & Stauffre, D. R. (1994). Description Of The Fifth Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5), *NCAR Tech. Note*, 121.
- Hack, J. J., Boville, B. A., Briegleb, B. P., Kiehl, J. T., Rasch, P. J. & Williamson, D. L. (1993). Description of the NCAR Community Climate Model (CCM2), *NCAR Tech. Note*, 108.
- Holtstlag, A. A. M., De Bruijn, E. I. F. & Pan, H. L. (1990). A High Resolution Air Mass Transformation Model for Short-Range Weather Forecasting, *Mon. Weather Rev.*, 118, 1561-1575.
- Hsie, E. Y., Anthes, R. A. & Keyser, D. (1984). Numerical Simulation Of Frontogenesis In A Moist Atmosphere, *J. Atmos. Sci.*, 41, 2581-2594.
- ICCAP. (2007a). The Final Report Of ICCAP Project. The Research Project On The Impact Of Climate Changes On Agricultural Production System In Arid Areas (ICCAP). Research Institute For Humanity And Nature (RIHN); The Scientific And Technological Research Council Of Turkey (TÜBİTAK). Edit By Research Team For Thr ICCAP Project. ICCAP Pub. No. 10, March 2007(A), 343 P.
- ICCAP. (2007b). Iccap Project: Turkish Group Final Reports. Impact Of Climate Changes On Agricultural Production System In Arid Areas (ICCAP). Kurak Alanlarda İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim Sistemlerine Etkisi. Research Institute For Humanity And Nature (Rihh); The Scientific And Technological Research Council Of Turkey (TÜBİTAK). Edit By Research Team For Thr ICCAP Project. ICCAP Pub. No. 11, March 2007(B), 188 P.
- Kadioğlu, M., Şaylan, L. & Şen, Z. (1998). Effect of climate change on the growing season in Turkey, *Second Trabzon Int. Energy and Environment*.
- Karaca, M., & Nicholls, R. J. (2008). Potential Implications Of Accelerated Sea-Level Rise For Turkey, *Journal Coastal Research*, 242: 288-298. <https://doi.org/10.2112/07A-0003.1>
- Kiehl, J. T., Hack, H. H., Bonan, G. B., Boville, B. A., Briegleb, B. P., Williamson, D. L. & Rasch, P. J. (1996). Description Of The NCAR Community Climate Model (CCM3), *NCAR Tech. Note*, 152.
- Krichak, S. O., Alpert, P., Bassat K. & Kunin, P. (2007). The Surface Climatology Of The Eastern Mediterranean Region Obtained In A Three-Member Ensemble Climate Change Simulation Experiment, *Adv. Geosci.*, 12, 67-80.
- Oğuz, T. (2003). Climatic Warming Impacting Pelagic Fish Stocks In The Black Sea Due To An Ecological Regime Shift During Mid-1990s, *Globec International Newsletter Vol.9, No.2*, Pp.18-20.
- Oğuz, T., Çokacar, T., Malanotte-Rizzoli P., & Ducklow, H. W. (2003). Climatic Warming And Accompanying Changes In The Ecological Regime Of The Black Sea During 1990s. *Global Biogeochem. Cycles*, 17(3), 1088, Doi:10.1029/2003GB002031.
- Önol, B., & Semazzi F. (2009). Regionalization Of Climate Change Simulations Over Eastern Mediterranean. *Journal Of Climate*: 22:1944-1961
- Pal J. S., Giorgi, F., Bi X., Elguindi N., Solmon F., Gao X., Rauscher S. A., Francisco R., Zakey A., Winter J., Ashfaq M., Syed F. S., Bell J. L., Difenbaugh N. S., Karmacharya J., Konare A., Martinez D., Rocha R. P., Sloan L. C., & Steiner, A. (2007). Regional Climate Modeling For The Developing World: The ICTP Regcm3 And Regcnet Bull. *Am. Meteorol. Soc.* 88 1395-409.
- Pope, V. D., Gallani, M. L., Rowntree, P. R., & Stratton, R. A., 2000. The Impact Of New Physical Parametrisations In The Hadley Centre Climate Model. *Climate Dynamics*, 16, 123-146.
- Smith, R. N. B., 1990. A Scheme For Predicting Layer Clouds And Their Water Content In A General Circulation Model. *Q J R Meteorol Soc* 116: 435-460.
- Smith, R. N. B. (1993). Experience And Developments With The Layer Cloud And Boundary Layer Mixing Schemes In The UK Meteorological Office Unified Model. In: Proc ECMWF/GCSS Workshop On Parametrization Of The Cloud-Topped Boundary Layer, 8-11 June 1993, ECMWF, Reading, UK.
- Şaylan, L. & Çaldağ B. (2000). Potential Impacts Of Climate Change On Agriculture, 2nd International Symposium On New Technologies For Environmental Monitoring And Agro-Applications, AGROENVIRON-2000, 18-20 October 2000, Tekirdağ.
- Şen, B. (2009). Bölgesel İklim Modelleri Kullanılarak Çukurova Yöresi'nde İklim Değişikliğinin 1. ve 2. Ürün Mısır Verimine Olası Etkilerinin Belirlenmesi, *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s:322, Adana.
- Takle E. S., Gutowski W. J., Arritt R. W., Pan, Z., Anderson C. J., Da Silva, R. R., Caya, D., Chen, S.C., Giorgi, F., Christensen, J. H., Hong, S.Y., Juang, H. M. H, Katzfey, J., Lapenta, W. M., Laprise, R., Liston, G. E., Lopez, P., Mcgregor, J., Pielke, R. A. & Roads J. O. (1999). Project to intercompare regional climate simulations (PIRCS): description and initial results. *J Geophys Res Atmos* 104:19443-19461.
- Türkeş, M. (1996). Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16:1057-1076.
- Türkeş, M. (1999). Vulnerability Of Turkey To Desertification With Respect To Precipitation And Aridity Conditions. *Tr. J. Of Engineering And Environmental Science*, 23:363-380.
- Türkeş, M., Koç, T., Sarış, F. (2008). Spatiotemporal Variability of Precipitation Total Series Over Turkey. *Int. J. Of Climatol* (2008). <https://doi.org/10.1002/joc.1768>
- Türkeş, M. & Tatlı, H. (2009). Use Of The Standardized Precipitation Index (SPI) And A Modified SPI For Shaping The Drought Probabilities Over Turkey. *Int. J. Of Climatol*. 29: 2270 - 2282. <https://doi.org/10.1002/joc.1862>
- Watanabe, T. (2007). Summary Of ICCAP -Framework, Outcomes And Implication Of The Project. The Final Report Of ICCAP Project. ICCAP Pub. No. 10, March 2007(A), 1-14.



Effect of L-Arginine on Alleviating Salt Stress through Antioxidant Enzymes Activity in *Zea mays*

Esra Arslan Yüksel^{1,a,*}

¹Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 23.12.2023 Accepted : 23.01.2024</p> <p>Keywords: NaCl Arginine SOD POD APX</p>	<p>Arginine plays a multifaceted role in stress metabolism in plants, acting as both a precursor for various metabolites and a signaling molecule that can modulate plant responses to environmental stresses. Salinity stress remains a significant challenge for crop productivity, particularly in maize (<i>Zea mays</i>) cultivation. This study investigates the potential role of L-arginine (L-arg) in mitigating salt-induced oxidative damage by modulating lipid peroxidation, antioxidant enzymes activity and expression levels of antioxidant enzymes in maize. Our findings showed that, H₂O₂ and MDA levels increased in 200 mM NaCl was imposed while 1.5 and 3 mM L-arg treatments reduced these levels. Also, the activity of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and ascorbate peroxidase (APX) and the expression levels of <i>ZmSOD</i>, <i>ZmPOD</i> and <i>ZmAPX</i> gradually increased in salt stress while L-arg quite increased these parameters. The highest increases were determined in SOD enzyme activity and <i>ZmSOD</i> gene expression. This research deepens our understanding of the molecular and biochemical responses to salinity stress, offering crucial knowledge that could lead to the application of L-arg to enhance plant resilience against environmental challenges.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 447-452, 2024

Tuz Stresinin Hafifletilmesinde L-Argininin *Zea mays*'da Antioksidan Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 23.12.2023 Kabul : 23.01.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: NaCl Arjinin SOD POD APX</p>	<p>Arjinin, bitkilerde stres metabolizmasında yer alan çeşitli metabolitlerin öncülüğünü yapan bir aminoasit olmasının yanı sıra, bitkilerin çevresel streslere yanıtını modüle edebilen bir sinyal molekülüdür. Tuzluluk stresi, özellikle mısır (<i>Zea mays</i>) yetiştiriciliğinde, mahsul verimliliğini artırma açısından önemli bir zorluk oluşturmaktadır. Bu çalışma, L-argininin (L-arg) lipid peroksidasyonunu, bazı antioksidan enzim aktivitelerini ve bu enzimlerin gen ifade seviyelerini modüle ederek tuz stresinin neden olduğu oksidatif hasarı hafifletmedeki potansiyel rolünü araştırmaktadır. Bulgularımız, 200 mM tuz stresi uygulamasında H₂O₂ ve MDA seviyelerinin arttığını, ancak 1,5 ve 3 mM L-arg uygulamalarının bu seviyeleri azalttığını göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda, süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POD) ve askorbat peroksidaz (APX) aktiviteleri ile <i>ZmSOD</i>, <i>ZmPOD</i> ve <i>ZmAPX</i> gen ifade seviyelerinin tuz stresi altında giderek arttığı, ancak L-arg'ın bu parametreleri arttırmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek artışlar SOD enzim aktivitesinde ve <i>ZmSOD</i> gen ifadesinde gözlemlenmiştir. Bu araştırma, tuz stresinde bazı moleküler ve biyokimyasal yanıtların anlaşılmasını derinleştirerek, L-arg uygulamasının bitkilerin çevresel zorluklara karşı direncini arttırmada kritik bilgiler sunabileceği önemli bir literatür kaynağıdır.</p>

^a esra.arslan@atauni.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-9062-6896>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk hem tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde pek çok olumsuzluklara neden olmaktadır (Golldack ve ark., 2014). Tuzluluk, tohumların çimlenmesini, büyümesini, gelişmesini, çiçeklenmesini ve meyve vermesini engelleyerek bitkileri olumsuz yönde etkilemektedir (Park ve ark., 2013). Ayrıca bitkilerde çeşitli fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişikliklere yol açmaktadır.

Bitkilerde tuz stresinin tetiklediği iyon stresi ve ozmotik stres, metabolizma dengesizliğine ve reaktif oksijen türlerinin (ROT) toksik birikimine neden olarak oksidatif hasara neden olmaktadır. Tuz stresi altında kloroplast, peroksizom, mitokondri ve apoplast gibi birçok bitki organelinde ROT üretilmektedir. Bitki hücreleri, biriken ROT'u algılamakta ve ROT'u temizlemek için hızlı düzenleyici mekanizmalar kullanmaktadır (Park ve ark., 2016; Van zelm ve ark., 2020). ROT, düşük seviyelerde temel sinyal molekülleri olarak işlev görür. Bu nedenle ROT üretimini ve temizlenmesini dengelemek için sıkı kontrol mekanizmaları kullanılmaktadır. Bu kontrol mekanizması enzimatik ve enzimatik olmayan koruyucu sistemleri içeren stratejilerden ibarettir (Sofy ve ark., 2020; Moradbeygi ve ark., 2020). Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve askorbat peroksidaz (APX) gibi antioksidan enzimler, bitkinin stres direncini yansıtan önemli göstergelerdir (Mostofal ve ark., 2015). Çeşitli çalışmalar, ROT temizleyici enzimlerin ve antioksidanların aktivitelerinin, tuz stresi uyarıcıları tarafından tetiklendiğini göstermiştir (Choudhury ve ark., 2016). SOD, APX ve CAT'ın genel olarak tüm bitkilerde tuz stresi ile aktive olduğu, tuzluluğa ve oksidatif strese karşı toleransı arttırdığı bildirilmiştir (Sofy ve ark., 2015). *ZmAPX*'in aşırı ifadesi mısırdaki tuz toleransını arttırmıştır (Trevizan ve ark., 2019).

Bitkiler tuzlu ortamlara uyum sağlamak için bir dizi sinyal iletim yollarını faaliyete geçirmektedirler. Bunlardan biri de hücre sinyal molekülü nitrik oksidin ve poliaminlerin biyosentezini öncüsü olan L-arginindir (L-arg). L-arg işlevsel olarak en çeşitli amino asitlerden biridir ve endojen ve eksojen L-arg'nin, ROT'ları temizleyerek oksidatif hasarın üstesinden geldiği, tuzluluk gibi farklı çevresel streslerde önemli rollere sahip olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Zhang ve ark., 2011).

Stres altındaki bitkilerin korunmasında L-arg'nin rolünün olduğu bilgisinden hareketle, bu çalışma, tuz stresi altında mısırdaki lipid peroksidasyonunun (H_2O_2 ve MDA) belirlenmesi, bazı antioksidan enzim aktivitelerinin (SOD, POD ve APX) tayini ve *ZmSOD*, *ZmPOD* ve *ZmAPX* genlerinin ifadelerinin belirlenmesinde L-arg uygulamasının etkisini test etmeyi amaçlamıştır.

Materyal ve Yöntem

Bitki Materyali ve Uygulamaların Yapılışı

Çalışmada bitki materyali olarak strese hassas olduğu bilinen Ada-523 mısır çeşidi kullanılmıştır (Yetişsin ve Karakaya, 2022). %1 NaOCl ile 5 dakika yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar steril saf sudan birkaç kez geçirildikten sonra $25 \pm 1^\circ C$ 16:8 saat ışık: karanlık fotoperiyot koşullarında 7 gün süreyle çimlendirilmiştir. Ardından eşit büyüklükte seçilen fideler Hoagland

solüsyonu (Hoagland ve Arnon, 1950) içeren hidroponik sisteme aktarılmıştır. Bu aşamada sistem; kontrol, 200 mM NaCl, 1,5 mM L-arg, 3 mM L-arg, 200 mM NaCl + 1,5 mM L-arg, 200 mM NaCl + 3 mM L-arg içeren deneme gruplarına ayrılmıştır. Her bir grup 3 tekrardan oluşmuştur. Üç yapraklı aşamaya gelen mısır fidelerine uygulamalar yapılmış ve 3 gün boyunca büyütülmüştür. Sürenin sonunda hasat edilen yapraklar $-80^\circ C$ 'de saklanmıştır.

Hidrojen Peroksit ve Malondialdehit İçeriğinin Belirlenmesi

Hasat edilen taze yaprak örneklerinden 0,5 g tartılarak %0,1 trikloroasetik asit ile homojenize edilmiş ve $4^\circ C$ 'de 15 dakika boyunca $12.000 \times g$ 'de santrifüj edilmiştir. Alınan süpernatant, 10 mM potasyum fosfat tamponu (pH = 7.0) ve 1 M potasyum iyodür ile karıştırılmış ve nanodrop spektrofotometre (Thermo, Multiskan Go) kullanılarak 390 nm dalga boyunda ölçülmüştür. H_2O_2 içeriği nmol/kg olarak hesaplanmıştır (Velikova ve ark., 2000). MDA içeriği ise Heath ve Packer (1968)'e göre sıcak asidik ortamda 2-tiyobarbitürik asit yöntemi ile belirlenmiştir. Örnekler 532 ve 600 nm absorban değerlerinde ölçülmüş ve nmol/kg olarak hesaplanmıştır.

Antioksidan Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

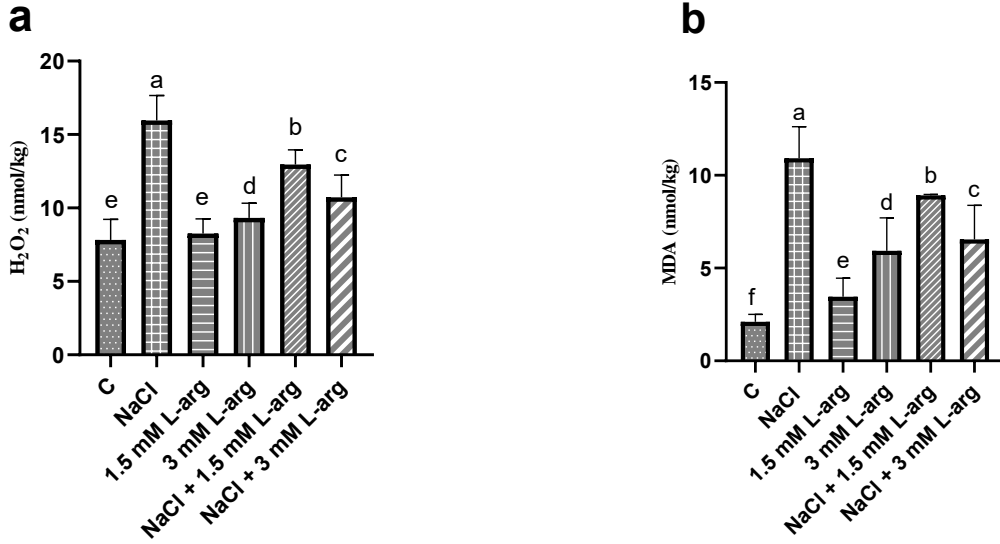
SOD enzim aktivitesi, Giannopolitis ve Ries (1977) metodolojisine göre nanodrop spektrofotometrede (Thermo, Multiskan Go) 560 nm'de NBT'nin (nitroblue tetrazolium) fotoinhibisyonu ölçülerek belirlenmiştir. Bir SOD birimi, NBT'nin fotoredüksiyonunun %50'sini inhibe etmek için gerekli olan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır. POD enzim aktivitesi, Shams ve ark. (2019)'a göre guaiacolün 470 nm dalga boyunda okunması ile belirlenirken, APX enzim aktivitesi ise Murshed ve ark. (2008)'e göre askorbatın enzim ekstresindeki oksidasyonunun 290 nm'de kaydedilmesi ile belirlenmiştir.

RNA İzolasyonu, cDNA Sentezi ve Gen İfade Analizi

Toplam RNA, üretici protokolüne göre Trizol (Sigma, 93289) kullanılarak izole edilmiştir. RNA'nın saflığı nanodrop spektrofotometre ile 260 ve 280 nm dalga boylarında absorbanı ölçülerek kontrol edilmiş, ayrıca gDNA kontaminasyonunun varlığı %1,5 agaroz jel kullanılarak belirlenmiştir. cDNA sentezi için Maxima first strand cDNA Sentez Kiti (ThermoFisher, K1672, USA) kullanılmış ve elde edilen cDNA'lardan 10 kat seyreltme yapılmış, daha sonra qPCR işlemleri için her bir reaksiyon tüpüne 12,5 µL Maxima SYBR Green/ROX qPCR kiti (Thermo Scientific), 10 pM primer, 2 µL cDNA eklenmiş, toplam hacim steril su ile 25 µL'ye tamamlanmıştır. Kullanılan primerlerin dizileri Cao ve ark. (2023)'e göre Çizelge 1'de verilmiştir. Her bir örnek için 3 tekrardan kullanılmıştır. Qiagen Rotor-Gene kullanılarak gerçekleştirilen qPCR işlemleri için sırasıyla $95^\circ C$ 'de 10 dakika, $95^\circ C$ 'de 15 saniye, $59^\circ C$ 'de 30 saniye ve $72^\circ C$ 'de 30 saniye (40 döngü) termal döngüye tabi tutulmuştur. Gen ifade seviyeleri, β -Aktin referans genine karşı normalize edilerek, karşılaştırmalı $2^{-\Delta\Delta CT}$ yöntemi ile Livak ve Schmittgen (2001)'e göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan genlere ait primer dizileri
Table 1. The primer sequences of the genes used in the study

	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')
ZmSOD	AGTTCGGTTCTGGATGGGTT	GGGTTGATGGCATTGAG
ZmPOD	GCCACTTTCCTCCGAGTCATA	CACTGTAATAAGGCCGGTTGTG
ZmAPX	CAAAGAGCGGTCTGGTTT	AAGTTCCTTGAAGTAAGAGTTGT
Zm Actin	GTTTCCTGGGATTGCCGAT	TCTGCTGCTGAAAAGTGCTGAG



Şekil 1. NaCl ve L-arg uygulamalarının H₂O₂ (a) ve MDA (b) içeriklerine etkisi
Figure 1. Effect of NaCl and L-arg treatments on H₂O₂ (a) and MDA (b) contents

İstatistiksel Analizler

Tüm analizler, SPSS 20.0 yazılımı (IBM, Armonk, NY, ABD) kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yöntemine tabi tutulmuş ve elde edilen değerler, önem düzeyi P < 0.01 olan LSD (en az anlamlı fark) testi kullanılarak ayrıntılı bir şekilde karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

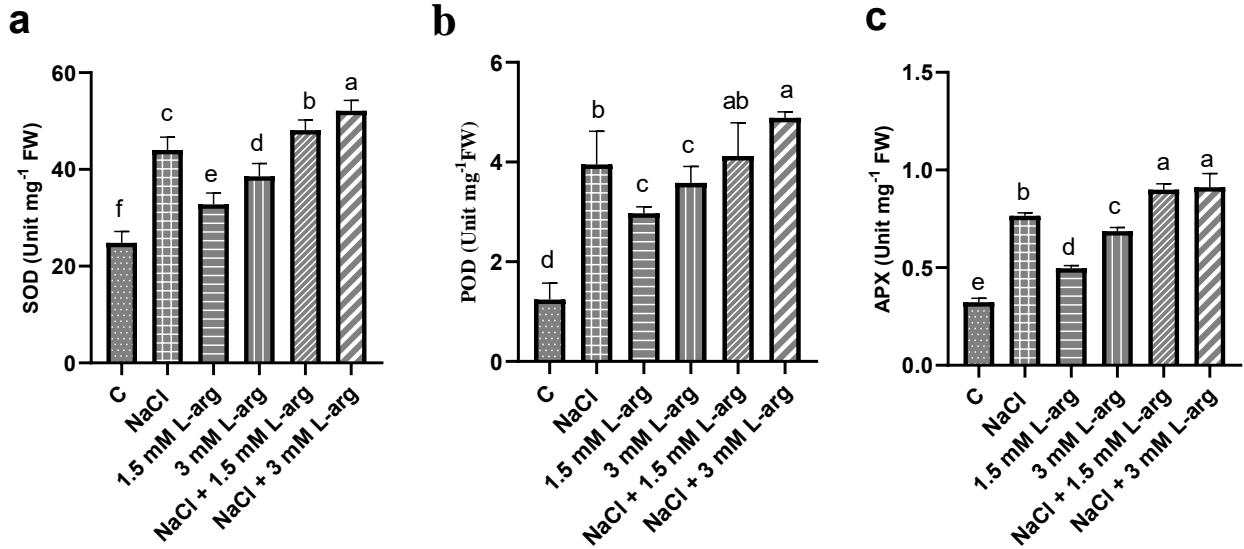
Çalışmamızda, NaCl uygulamasının H₂O₂ ve MDA içeriklerini kontrole kıyasla sırasıyla %15,96 ve %10,92 oranlarında arttırdığı gözlemlenmiştir (Şekil 1). Tuz stresinin bitkilerde ROT üretimi ve uzaklaştırılması arasındaki dengeyi bozduğu ve lipid peroksidasyonunu indüklediği bilinmektedir. Benzer şekilde, Ren ve ark. (2020), mısırdaki tuz stresi uygulaması ile H₂O₂ ve MDA seviyelerinin oldukça arttığını belirlemişlerdir.

Bunun yanı sıra bu araştırmada, 1,5 mM ve 3 mM L-arg uygulamalarının H₂O₂ ve MDA içeriklerini kontrole yakın değerlerde arttırdığı (sırasıyla %8,26, %9,33 ve %3,46, %5,93) tespit edilmiştir (Şekil 1). NaCl ile kombine L-arg uygulamalarında ise L-arg'nin H₂O₂ ve MDA seviyelerini azaltmada oldukça etkili olduğu, özellikle 3 mM L-arg'nin NaCl stresinin etkisini H₂O₂ ve MDA için sırasıyla %5,24 ve %4,38 oranlarında azalttığı belirlenmiştir (Şekil 1). Son çalışmalar arjininin tuz stresine maruz kalan bitkilerde koruyucu bir ajan olarak potansiyelini vurgulamaktadır. Sun ve ark. (2023), osmotik stres altında L-arg ile muamele edilen mısırdaki H₂O₂, O₂⁻ ve MDA içeriklerinin azaldığını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada, Malekzadeh ve ark. (2023), brokolide L-arg uygulaması ile MDA içeriğinin

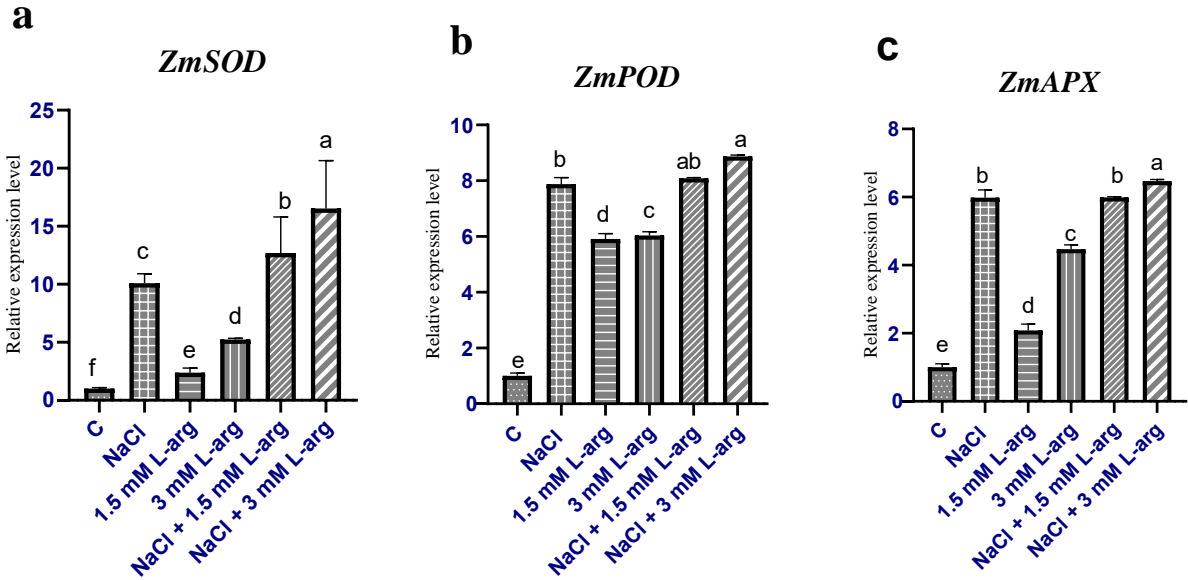
önemli ölçüde azaldığını gözlemlemişlerdir. Çalışmamıza benzer şekilde, tuz stresine maruz kalan buğdayda yüksek dozda uygulanan arjininin MDA ve lipid peroksidasyonunu azaltarak oksidatif hasarı minimuma indirdiği tespit edilmiştir (Ragaey ve ark., 2022). Güçlü antioksidan özelliklere sahip bir amino asit olan arjinin, ROT'lara karşı bitki savunma mekanizmalarını güçlendirmede önemli bir rol oynamaktadır (Nasibi ve ark., 2020). Bu durum, arjininin bitkilerde tuz stresinin olumsuz etkilerini hafifletmeye yönelik stratejiler geliştirmek için umut verici bir yol olarak rolünü vurgulamaktadır.

Bitkilerde antioksidan enzim aktivitelerindeki değişiklikler oksidatif stresin bir sonucu olabilmektedir. Çalışmamızda, mısırdaki tuz stresinin SOD, POD ve APX aktiviteleri üzerindeki etkisi L-arg uygulamaları ile birlikte değerlendirilmiştir. Tuz stresi altındaki bitkilerin SOD (%44,03), POD (%3,95) ve APX (%0,766) aktiviteleri, kontrole kıyasla artmıştır (Şekil 2). Bulgularımıza benzer olarak, arpa (Noreen ve ark., 2021), mısır (Ahmad ve ark., 2021), biber (Shams ve ark., 2019), marul (Sardar ve ark., 2023) gibi birçok bitki çeşidinde tuz stresi uygulamasının antioksidan enzim içeriklerini arttırdığı kanıtlanmıştır.

Antioksidan enzim aktivitelerindeki yüksek artış, stres ile birlikte miktarları artan ROT'ların uzaklaştırılmasını hızlandırmakta, böylece membran hasarları ve oksidatif stres azalarak oksidatif strese karşı tolerans artmaktadır. Bununla birlikte, çalışmamızda tek başına L-arg uygulamalarında doz artışına bağlı olarak antioksidan enzim içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Bu artış, özellikle SOD aktivitesinde dikkat çekmekte olup, bu durum L-arg varlığında SOD enziminin daha yüksek etkinliğini göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2. NaCl ve L-arg uygulamalarının SOD (a), POD (b) ve APX (c) enzim aktivitelerine etkisi
Figure 2. Effect of NaCl and L-arg treatments on SOD (a), POD (b) and APX (c) enzyme activities



Şekil 3. NaCl ve L-arg uygulamalarının ZmSOD (a), ZmPOD (b) ve ZmAPX (c) genlerinin ifade seviyelerine etkisi
Figure 3. Effect of NaCl and L-arg treatments on ZmSOD (a), ZmPOD (b) and ZmAPX (c) gene expression levels

1,5 mM L-arg uygulamasında SOD aktivitesi kontrole kıyasla %7,94 artarken, 3 mM L-arg uygulamasında ise %13,72 oranında artmıştır. POD ve APX enzim aktivitelerinde ise SOD enzimine benzer bulgular elde edilmiştir. Her 3 enzim aktivitesi göz önüne alındığında kontrolde minimum değerler görülürken, NaCl + 3 mM L-arg uygulamasında ise en yüksek değerlere (SOD, POD ve APX için sırasıyla %52,14, %4,89 ve %0,912) ulaşılmıştır (Şekil 2). Eksojen arjinin ile muamele edilen mango meyveleri kontrole kıyasla yüksek antioksidan enzim aktivitesi göstermiştir (Pakkish ve Mohammadrezakhani, 2021). Çalışmamıza benzer şekilde arjinin ile birlikte tuz stresinin uygulandığı biberde SOD, POD, APX ve CAT enzim aktivitelerinde görülen artış tek başına arjinin uygulamasından çok daha yüksek olmuştur (Usman ve ark., 2023). Yine, ayçiçeğine uygulanan tuz stresini ve arjinin muamelesinin SOD, POD ve CAT enzim içeriklerinden en

çok SOD enzimini arttırdığı sonucuna varılmıştır (Ramadan ve ark., 2019).

Bununla birlikte çalışmamızda tuz stresini ve arjinin uygulamaları altında ZmSOD, ZmPOD ve ZmAPX gen ifade değişimleri antioksidan enzim değişimleri ile uyumluluk göstermiştir. NaCl uygulaması ile ZmSOD geninin ifadesi kontrole kıyasla 10,09-fold artarken, ZmPOD gen ifadesinde bu artış 7,88-fold, ZmAPX geninde ise 5,98-fold olmuştur (Şekil 3). Tek başına L-arg uygulamaları genlerin ifadesini artırırken, NaCl ile birlikte kombine L-arg uygulamaları ile en yüksek gen ifade seviyelerine ulaşılmıştır. NaCl + 3 mM L-arg uygulamasında kontrole kıyasla gen ifadeleri ZmSOD için 16,54-fold, ZmPOD için 8,87-fold, ZmAPX için ise 6,47-fold artış göstermiştir (Şekil 3). Benzer şekilde Cao ve ark. (2023), osmotik stres altındaki mısırdaki ZmSOD, ZmPOD, ZmAPX ve ZmCAT genlerinin ifadelerindeki artışın

antioksidan enzim aktivitelerindeki artış ile uyumluluk gösterdiğini ifade etmişlerdir. Yine, tuz stresine maruz kalan mısır çeşitlerinde *ZmSOD (Cu/Zn)*, *ZmSOD (Mn)*, *ZmSOD (Fe)*, *ZmPOD*, *ZmAPX* ve *ZmCAT* genlerinin ifadelerinin oldukça artış gösterdiği, en yüksek artışın *ZmSOD (Fe)* geninde görüldüğü tespit edilmiştir (Trevizan ve ark., 2019).

Nejadalimoradi ve ark. (2014), ayçiçeği üzerine yaptıkları çalışmada, tuz stresi altındaki bitkilerde arjininin koruyucu etkilerinin, doğrudan veya dolaylı olarak arjininden nitrik oksit salınımına bağlı olabileceğini açıklamışlardır. Normal koşullar altında bitkilerde oluşan toplam ROT miktarı, çoklu ROT üreten yollar arasındaki denge ve enzimatik ve enzimatik olmayan mekanizmanın bunlarla başa çıkma yeteneği tarafından kontrol edilmektedir. Stres koşulları altında aşırı ROT oluşumu ile bitkiler ROT'ları uzaklaştıramamakta ve oksidatif hasarlar meydana gelebilmektedir (Laspina ve ark., 2005). Bu durumda nitrik oksidin mitokondride antioksidan enzim üretim hızını arttırarak tuz toleransını indükleyen bir sinyal görevi gördüğü düşünülmektedir.

Sonuç

Tuz stresi ve L-arg uygulamaları altında lipid peroksidasyonu, SOD, POD ve APX enzim aktiviteleri ve *ZmSOD*, *ZmPOD* ve *ZmAPX* genlerinin ifadelerinin mısırdaki ilk kez belirlendiği bu çalışmada, L-arg'nin bitki savunma mekanizmasında yer alarak stres toleransını arttırmada rolünün olduğu ortaya çıkarılmıştır. L-arg, antioksidan savunmayı modüle ederek ve ROT'ları temizleyerek tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmada çok yönlü bir rol görmektedir. Bulgularımız bitkilerin tuz stresine karşı tepkilerini ve savunma mekanizmalarını yöneten moleküler mekanizmalara değerli bilgiler katmakta olup, L-arg'nin stres azaltıcı bir madde olarak kullanılması yoluyla tarımda sürdürülebilir uygulamaların geliştirilmesi için potansiyel bir kaynak sunmuştur.

Kaynaklar

Ahmad, S., Cui, W., Kamran, M., Ahmad, I., Meng, X., Wu, X., Su, W., Javed, T., El-Serehy E. A., Jia, Z., & Han, Q. (2021). Exogenous application of melatonin induces tolerance to salt stress by improving the photosynthetic efficiency and antioxidant defense system of maize seedling. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40, 1270-1283. <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10187-0>

Cao, L., Ma, C., Ye, F., Pang, Y., Wang, G., Fahim, A. M., & Lu, X. (2023). Genome-wide identification of NF-Y gene family in maize (*Zea mays* L.) and the positive role of ZmNF-YC12 in drought resistance and recovery ability. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1159955. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1159955>

Choudhury, F. K., Rivero, R. M., Blumwald, E., & Mittler, R. (2016). Reactive oxygen species, abiotic stress and stress combination. *Plant Journal*, 90, 856-867. <https://doi.org/10.1111/tbj.13299>

Giannopolitis, C. N., & Ries, S. K. (1977). Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. *Plant Physiology*, 59(2), 309-314. <https://doi.org/10.1104/pp.59.2.309>

Golldack, D., Li, C., Mohan, H., & Probst, N. (2014). Tolerance to drought and salt stress in plants: unraveling the signaling networks. *Frontiers in Plant Science*, 5, 151. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00151>

Heath, R. L., & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 125(1), 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2022.109248>

Laspina, N. V., Groppa, M. D., Tomaro, M. L., & Benavides, M. P. (2005). Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress. *Journal of Plant Science*, 169, 323-330. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.02.007>

Livak, K. J., & Schmittgen, T. D. (2001). Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$ method. *Methods*, 25(4), 402-408. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>

Malekzadeh, P., Hatamnia, A. A., & Tiznado-Hernández, M. E. (2023). Arginine catabolism induced by exogenous arginine treatment reduces the loss of green color rate in broccoli florets. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 124, 101973. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2023.101973>

Moradbeygi, H., Jamei, R., Heidari, R., & Darvishzadeh, R. (2020). Investigating the enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense by applying iron oxide nanoparticles in *Dracocephalum moldavica* L. plant under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 272, 109537. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109537>

Mostofal, M. G., Saegusa, D., Fujita, M., & Tran, L. S. (2015). Hydrogen sulfide regulates salt tolerance in rice by maintaining Na⁺/K⁺ balance, mineral homeostasis and oxidative metabolism under excessive salt stress. *Frontiers in Plant Science*, 6, 662-676. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01055>

Murshed, R., Lopez-Lauri, F., Keller, C., Monnet, F., & Sallanon, H. (2008). Acclimation to drought stress enhances oxidative stress tolerance in *Solanum lycopersicum* L. fruits. *Plant Stress*, 2(2), 145-151.

Nasibi, F., Khodashenas, M., & Nasibi, N. (2020). Priming with L-arginine reduces oxidative damages in *Carthamus tinctorius* seedlings under the toxic levels of lead. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 10(2), 13-26. <https://doi.org/10.22034/JPPB.2020.13098>

Nejadalimoradi, H., Nasibi, F., Kalantari, K. M., & Zanganeh, R. (2014). Effect of seed priming with L-arginine and sodium nitroprusside on some physiological parameters and antioxidant enzymes of sunflower plants exposed to salt stress. *Agricultural Community*, 2(1), 23-30.

Noreen, S., Sultan, M., Akhter, M. S., Shah, K. H., Ummara, U., Manzoor, H., Ulfat, M., Alyemeni, M. N., & Ahmad, P. (2021). Foliar fertigation of ascorbic acid and zinc improves growth, antioxidant enzyme activity and harvest index in barley (*Hordeum vulgare* L.) grown under salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 158, 244-254. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.007>

Pakkish, Z., & Mohammadrezakhani, S. (2021). Quality characteristics and antioxidant activity of the mango (*Mangifera indica*) fruit under arginine treatment. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 11(1), 63-74. <https://doi.org/10.22034/JPPB.2021.13790>

Park, H. J., Kim, W. Y., & Yun, D. J. (2016). New insight of salt stress signaling in plant. *Molecules and Cells*, 39, 447-459. <https://doi.org/10.14348/molcells.2016.0083>

Park, H. J., Kim, W. Y., & Yun, D. J. (2013). A role for GIGANTEA. *Plant Signaling and Behaviour*, 8, e24820. <https://doi.org/10.4161/psb.24820>

Ragaey, M. M., Sadak, M. S., Dawood, M. F., Mousa, N. H., Hanafy, R. S., & Latef, A. A. H. A. (2022). Role of signaling molecules sodium nitroprusside and arginine in alleviating salt-induced oxidative stress in wheat. *Plants*, 11(14), 1786. <https://doi.org/10.3390/plants11141786>

Ramadan, A. A., Abd Elhamid, E. M., & Sadak, M. S. (2019). Comparative study for the effect of arginine and sodium nitroprusside on sunflower plants grown under salinity stress conditions. *Bulletin of the National Research Centre*, 43(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0156-0>

- Ren, J., Ye, J., Yin, L., Li, G., Deng, X., & Wang, S. (2020). Exogenous melatonin improves salt tolerance by mitigating osmotic, ion, and oxidative stresses in maize seedlings. *Agronomy*, *10*(5), 663. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050663>
- Sardar, H., Khalid, Z., Ahsan, M., Naz, S., Nawaz, A., Ahmad, R., Razzak, K., Wabaidur, S. M., Jacquard, C., Siric, I., Kumar, P., & Abou Fayssal, S. (2023). Enhancement of salinity stress tolerance in lettuce (*Lactuca sativa* L.) via foliar application of nitric oxide. *Plants*, *12*(5), 1115. <https://doi.org/10.3390/plants12051115>
- Shams, M., Ekinci, M., Ors, S., Turan, M., Agar, G., Kul, R., & Yildirim, E. (2019). Nitric oxide mitigates salt stress effects of pepper seedlings by altering nutrient uptake, enzyme activity and osmolyte accumulation. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *25*, 1149-1161. <https://doi.org/10.1007/s12298-019-00692-2>
- Sofa, A., Scopa, A., Nuzzaci, M., & Vitti, A. (2015). Ascorbate peroxidase and catalase activities and their genetic regulation in plants subjected to drought and salinity stresses. *International Journal of Molecular Science*, *16*, 13561–13578. <https://doi.org/10.3390/ijms160613561>
- Sofy, A. R., Dawoud, R. A., Sofy, M. R., Mohamed, H. I., Hmed, A. A., & El-DougDoug, N. K. (2020). Improving regulation of enzymatic and non-enzymatic antioxidants and stress-related gene stimulation in Cucumber mosaic cucumovirus-infected cucumber plants treated with glycine betaine, chitosan and combination. *Molecules*, *25*(10), 2341. <https://doi.org/10.3390/molecules25102341>
- Sun, M., Cao, Y., Xin, Y., Mu, X., Hao, Y., Yang, J., Niu, X., & Li, D. (2023). Effects of L-arginine and arginine-arginine dipeptide on amino acids uptake and α S1-casein synthesis in bovine mammary epithelial cells. *Journal of Animal Science*, *101*, skad339. <https://doi.org/10.1093/jas/skad339>
- Trevizan, C. B., Bonacina, C., Lourenceto, L., dos Santos, T. B., & de Souza, S. G. H. (2019). Salt stress in popcorn genotypes trigger changes of antioxidant enzymes. *Australian Journal of Crop Science*, *13*(10), 1607-1616. <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.10.p1830>
- Usman, S., Yaseen, G., Noreen, Z., Rizwan, M., Noor, H., & Elansary, H. O. (2023). Melatonin and arginine combined supplementation alleviate salt stress through physiochemical adjustments and improved antioxidant enzymes activity in *Capsicum annuum* L. *Scientia Horticulturae*, *321*, 112270. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112270>
- Van Zelm, E., Zhang, Y., & Testerink, C. (2020). Salt tolerance mechanisms of plants. *Annual Reviews of Plant Biology*, *71*, 403–433. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718-100005>
- Velikova, V., Yordanov, I., & Edreva, A. J. P. S. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, *151*(1), 59-66. [https://doi.org/10.1016/s0168-9452\(99\)00197-1](https://doi.org/10.1016/s0168-9452(99)00197-1)
- Yetişsin, F., & Karakaya, A. (2022). Tuz stresi altındaki mısır fidelerine aseton o-(4 klorofenilsülfonyl) oksim ön uygulamasının biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin araştırılması. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, *23*(1), 74-83. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.980327>
- Zhang, S., Jiang, H., Peng, S., Korpelainen, H., & Li, C. (2011). Sex-related differences in morphological, physiological and ultrastructural responses of *Populus cathayana* to chilling. *Journal of Experimental Botany*, *62*(2), 675–686. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq306>



Plant Protection Machine Selection with Analytical Hierarchy Process: Maize Plant Example

Zeynep Ünal^{1,a,*}

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 51120, Niğde, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 09.02.2024 Accepted : 11.03.2024</p> <p>Keywords: Analytical Hierarchy Process Crop Protection Machine Maize plant Decision-making methods Sprayers</p>	<p>In this study, it is aimed to find a solution to the problem of plant protection machine selection using multi-criteria decision-making methods on the example of a maize plant. The seven determined criteria were presented to experts through an Analytical Hierarchy Process (AHP) survey for three different plant protection machines, and the results were calculated by considering the obtained criterion weights. Among the criteria determined using the literature, the effectiveness of the method (30%) was the most important criterion in the plant protection machine selection problem. The importance levels order of other criteria included in the study are found as application cost (23%), damage caused by the application to the plant (19%), application time (11%), weather conditions (7%), land condition (7%), damage to the environment (4%). Plant protection machines such as tractor-driven sprayers, backpack sprayers and agricultural unmanned aerial vehicles, which are the most common types of sprayers, were included in the study. Since two applications were made in May-June to combat pests in maize production and the phenological phase of the plant was different in each application, these two application periods were considered as early and late in the study. In the early period, the preference weights for plant protection machines were close to each other and it was observed that it was 0.35 for agricultural unmanned aerial vehicle, 0.34 for tractor-driven sprayer and 0.31 for backpack sprayer. In the late period, it was observed that agricultural unmanned aerial vehicles were preferred in four of the seven criteria. These criteria were weather conditions (0.78), effectiveness of the method (0.77), application time (0.71) and damage to the plant (0.77). When all criteria are evaluated together, the most preferred machine in both periods of application was the agricultural unmanned aerial vehicle.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 453-461, 2024

Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Bitki Koruma Makinesi Seçimi: Mısır Bitkisi Örneği

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 09.02.2024 Kabul : 11.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci Bitki Koruma Makinesi Mısır Bitkisi Karar verme yöntemleri Pülverizatör</p>	<p>Bu çalışmada mısır bitkisi örneği üzerinden bitki koruma makinesi seçimi sorununa çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözüm aranmaktadır. Belirlenen yedi kriter, üç farklı bitki koruma makinesi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) değerlendirme formu ile uzmanların görüşlerine sunulmuş ve elde edilen kriter ağırlıklar dikkate alınarak sonuçlar hesaplanmıştır. Literatürden yararlanılarak belirlenen kriterler arasında bitki koruma makinesi seçimi probleminde yöntemin etkililiği (%30) en önemli kriter olmuştur. Çalışmada yer alan diğer kriterlerin önem dereceleri sırasıyla uygulama maliyeti (%23), uygulamanın bitkiye verdiği zarar (%19), uygulama süresi (%11), hava koşulları (%7), arazinin durumu (%7), çevreye zarar (%4) olarak bulunmuştur. Çalışmaya en yaygın pülverizatör çeşitleri olan traktör tahrikli pülverizatörler, sırt pülverizatörleri ve zirai insansız hava araçları gibi bitki koruma makinaları dahil edilmiştir. Mısır üretiminde zararlılar ile mücadele etmek için Mayıs-Haziran aylarında iki defa uygulama yapıldığından ve her uygulamada bitkinin fenolojik evresi farklı olduğundan dolayı çalışmada bu iki uygulama dönemi erken ve geç dönem olarak ele alınmıştır. Erken dönemde bitki koruma makinaları tercih ağırlığı birbirine yakın olup zirai insansız hava aracı için 0,35, traktör tahrikli pülverizatör için 0,34, sırt pülverizatörü için 0,31 olduğu görülmüştür. Geç dönemde yedi kriterin dördünde zirai insansız hava aracı tercih edildiği görülmüştür. Bu kriterler hava koşulları (0,78), yöntemin etkililiği (0,77), uygulama süresi (0,71) ve uygulamanın bitkiye verdiği zarar (0,77) olmuştur. Tüm kriterler birlikte değerlendirildiğinde iki dönem uygulamada da en çok tercih edilen makine zirai insansız hava aracı olmuştur.</p>

^a zeynepunal@ohu.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-9954-1151>



Giriş

Tarım ürünlerinde zararlılarla mücadelede en çok tercih edilen yöntemlerden biri olan kimyasal mücadele, ekonomik kayıplara neden olan zararlı etkenleri en yüksek düzeyde ortadan kaldırmayı amaçlar. Bu yöntemin tercih edilme nedenleri arasında üretimde yarattığı artışlar, kolay uygulanması ve etkisinin kısa sürede ortaya çıkması vardır (Demir, 2015). Bu nedenle hastalık, zararlı ve yabancı otların neden olduğu ürün kayıplarının önlenmesinde kimyasal tarım ilaçları (pestisitler) çok önemli bir yere sahiptir. Uygulanacak mücadele programlarında zararlı, hastalık ve yabancı otların mücadelesi birlikte düşünülerek mücadelenin yönetimi ana zararlıların mücadelesi esas alınarak yapılır. Kimyasal mücadele üretimde önemli artışlar sağlar, ancak pestisit kullanımından kaynaklanan tarım, çevre ve sağlık maliyetleri de oldukça yüksektir. Bunun yanında hedef alınan zararlılarda da direnç oluşmaktadır (Coates, 1996; Wilson, 2000; Yıldırım, 2000). Bilinçli yapılmayan kimyasal mücadeleler sonucunda, ilaç kayıpları nedeniyle biyolojik etkinlik düşer ve aşırı ilaç tüketimi nedeniyle ürün maliyetleri artar (Demir, 2015). Bu yüzden kimyasal mücadelede bilinçli davranmak çok önemlidir. Kimyasal mücadele araçları, zararlı organizmaların kontrolünde etkili olabilir, ancak aşırı ve yanlış kullanımı çeşitli olumsuz etkilere neden olabilir.

Mısır bitkisi, tahılın dünya çapındaki gelişiminde oldukça önemli bir rol oynar (Aşık ve ark., 2021; Bai ve ark., 2023). Tüm dünyada tarım ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakla birlikte hayvancılıkta da yem olarak mısır silajı kullanılmaktadır. Çok çeşitli gıda ve endüstriyel ürünlere dönüştürülen mısır, pazarı en dinamik olarak gelişen tarım ürünlerinden biridir (Czarnecka ve ark., 2022). Türkiye’de de 2022 yılı mısır üretimi önceki yıla göre %25,9 düzeyinde rekor bir artış göstererek 8,5 milyon tona ulaşmıştır (TUİK, 2023). Ancak mısır ekim alanlarının çoğu, çeşitli enfeksiyonlara maruz kalmaktadır (Czarnecka ve ark., 2022). Enfeksiyon kaynaklı ürün kaybını önlemede zirai mücadele yöntemleri etkin olarak kullanılmaktadır. Bitki koruma üzerine yapılan çalışmalar, üründen bağımsız olarak toplam giderler içerisinde %2 ila %10 arasında değişen bir paya sahip olan ilaçlama gideri ile, %35-45’lik bir ürün kaybının önlenebileceğini göstermiştir (Birinci ve Uzundumlu, 2009).

Tarımsal üretimde verimliliğin artırılmasında rol oynayan tarım makineleri, tarımın devamlılığı için çok önemlidir. Tarımın günümüzde daha geniş alanlarda yürütülmesine yardımcı olan bu girdiler, tarımla uğraşan nüfusun sosyal, kültürel ve ekonomik gelişmesine de katkıda bulunmaktadır (Özpinar, 2001). Tarımda makine kullanımı üretimde iş başarısını arttırmakta, daha hızlı ve verimli bir üretim yapılmasına sebep olmaktadır. İşletmelerde toprak işleme, ürün işleme, bitki koruma, hasat, ürün taşıma ve gübreleme gibi birçok işlemde makineler kullanılmaktadır. Tüm makine parkı içinde bitki koruma makinelerinin sayısal payı büyüktür. Bitki korumada kullanılan makineler içerisinde pülverizatörler, mikrogranüle uygulayıcılar, tozlayıcılar, fumigasyon çadırları, sisleyiciler, toprak enjektörleri, ve zirai insansız hava araçları bulunmaktadır (Ürkmez ve Özpinar, 2013; Ay ve İnce, 2015). Bitkisel üretimde, ilaçlama ve ilaçlama işlemlerinin uygun olmayan ilaçlama koşullarında ve teknik özellikleri yetersiz olan makinelerle yapılması,

mekanizasyondan sonra en fazla girdi oluşturan işletme girdilerini gereğinden fazla artırmaktadır (Demir, 2015). Mısır üretiminde de bitki koruma makineleri, tarım alanındaki zararlı organizmaların kontrolü için kullanılan kimyasal mücadele ürünlerini (pestisitleri) bitkilere uygulamak amacıyla kullanılan çeşitli ekipmanları içerir. Zirai mücadele makinelerinin doğru ve etkili bir şekilde kullanılması, zararlı organizmalarla mücadelede başarıyı artırabilir ve çevresel etkileri minimize edebilir.

Koşullara uygun doğru zirai mücadele makinesi seçmek için birçok parametre aynı anda göz önünde bulundurulmalıdır. Seçilecek bitki koruma makinesinin uygulama maliyetinin düşün olmasının yanında, bitki sağlığını etkileyecek diğer parametreler açısından da avantajlı olması gerekmektedir. Birçok kriterin etkili olduğu bu tür karar verme problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Tekniği uygulanabilmektedir. Literatürde ÇKKV teknikleri tarımsal karar verme süreçlerinde başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Günden ve Miran (2008) çiftçi kararlarının analizini bulanık analitik hiyerarşi süreci kullanarak yapmıştır. Aydın ve ark. (2016) Trakya Bölgesinde çiftçilerin girdi kullanım kararlarını ÇKKV teknikleri kullanarak analiz etmiştir. Sajadian ark. (2017) AHP kullanarak organik tarım göstergeleri analiz etmiştir. Torunlar ve Nazlıcan (2018) soya üretimi için ÇKKV teknikleri ile arazi uygunluk analizi yapmıştır. Ünal ve Çetin (2019) gübre ürünleri için hedef pazar belirleme amacıyla AHP ile TOPSIS yöntemlerini entegre etmiştir. Örük ve Engindeniz örtü altı tarımda girdi kullanım kararı için AHP tekniği uygulamıştır. Tolun ve Tümtürk (2020) tarım makineleri üreten işletmede makine seçimi problemi için AHP ve bütünsel gri ilişkisel analiz yöntemini entegre etmiştir. Bayramoğlu ve Özdemir (2021) tarım arazileri değerlendirilmesinde etki eden faktörleri ÇKKV ile analiz etmiştir. Dengiz ve ark. (2022) arazilerin tarımsal uygunluk derecelerini ÇKKV teknikleri ile doğrusal kombinasyon tekniği kullanarak değerlendirmiştir. Veisi ve ark. (2022) tarımsal sulama sistemlerinin seçimi için AHP tekniği uygulamıştır.

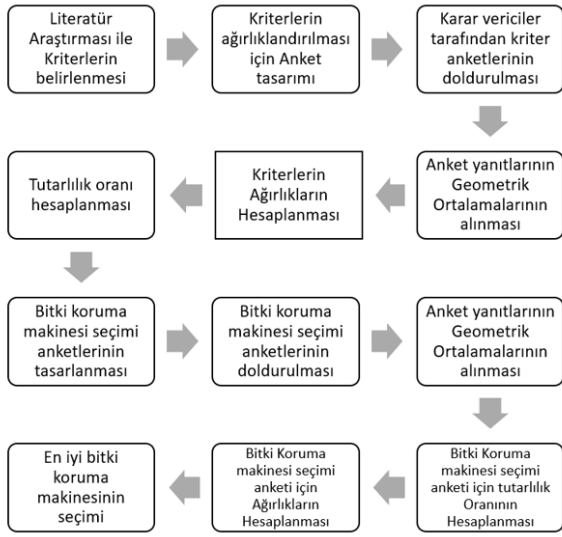
Bu çalışmada amaç mısır bitkisi örneği üzerinden bitki koruma makinası seçimi sorununa çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak çözüm bulmaktır. Literatürden yararlanılarak belirlenen kriterler, uzman görüşlerine sunularak AHP yöntemiyle önem dereceleri belirlenmiştir. Üç farklı bitki koruma makinası için yedi kriter içeren AHP değerlendirme formu yine uzmanların görüşlerine sunulmuş ve elde edilen kriter ağırlıklar dikkate alınarak sonuçlar hesaplanmıştır. Böylece en uygun bitki koruma makinası seçimi yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın akış diyagramı Şekil 1’de verilmiş olup, şemada yer alan her aşama alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışmada ilk olarak en uygun bitki koruma makinasını seçerken karar sürecinde en etkili kriterlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda literatürdeki çalışmalar incelenmiş ve kritik öneme sahip oldukları belirtilen unsurlar analiz edilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın akış diyagramı
Figure 1. Flowchart of the study

Çiftçiler, mısır üretiminde hangi zirai mücadele makinesini kullanacaklarına arazinin durumuna (Demir ve Çelen, 2006; Uzundumlu ve ark., 2017; Yang ve ark., 2018; Qin ve ark., 2023), hava koşullarına (Uzundumlu ve ark., 2017), yöntemin etkinliğine (Yang ve ark., 2018), maliyetine (Gedikli ve ark., 2015; Yang ve ark., 2018), uygulama süresine, uygulamanın bitkiye verdiği zarara (Akyıl ve Özudoğru, 2001), çevreye verdiği zarara (Bakker ve ark., 2021) bağlı olarak uygun olanı seçerler. Uzundumlu ve ark. (2017)'nin kimyasal ilaç kullanımını etkileyen faktörleri araştırdıkları çalışmalarında arazinin eğiminin artmasıyla birlikte kullanılan ilaç miktarının azalması yönündeki bulguları arazinin eğimi gibi topografik faktörleri bir kriter olarak dikkate almak gerekliliğini doğrulamaktadır. Bunun yanında aynı çalışmada iklim koşullarının da ilaç kullanımı üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Demir ve Çelen (2006) tarım işletmelerindeki pülverizatörlerin durumu üzerine yaptıkları çalışmalarında, makine seçiminde kullanım alanının büyüklüğünün de dikkate alınması gerektiğini ifade etmişlerdir. Birçok araştırmada (Raut ve ark., 2013; Gedikli ve ark., 2015; Yang ve ark., 2018) kullanılan bitki koruma makinesinin maliyetinin uygulayıcılar açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır. Maliyetlerin uzun vadeli sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından dikkate alınması gerekmektedir. Yang ve ark. (2018) İHA'ların bitki koruma makineleri olarak kullanımını araştırdıkları çalışmalarında arazi durumunun, maliyetlerin ve etkinliğinin, hangi yöntemin uygulanması noktasında önemli olduğunu ortaya koymuştur. Operasyonel çiftlik büyüklüğü artmadığı sürece maliyet, bireysel çiftçiler için bitki korumada İHA'ların yaygın olarak kullanımını sınırlayan önemli bir faktördür. Pestisitlerin insan sağlığı ve çevreye zararlı etkileri gibi birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Yoğun ve bilinçsiz bir şekilde kullanıldıklarında, gıdalarda, toprakta, suda ve havada pestisit kendisi ya da dönüşüm ürünleri kalabilmektedir (Tiryaki ve ark., 2010). Akyıl ve Özudoğru (2001) yaptıkları bir çalışmada, üreticilerin tarım işletmelerinde pestisit kullanımıyla ilgili teknik bilgilerinin yetersiz olduğunu keşfetmişlerdir. Üreticilerin pestisit kullanımı ve besin maddeleri üzerindeki kalıntıları konusunda yeterli

bilince sahip olmadıkları görülmüştür. Bakker ve ark. (2021) çiftçilerin pestisit kullanım niyetleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, pestisit kullanımını azaltma niyetinin sosyal normlara bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca çiftçiler pestisit kullanımını azaltmak için sınırlı kapasiteye veya özerkliğe sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bitki koruma makineleri, hem bir tarım makinesi olarak kazalara neden olabileceği, hem de kimyasal uygulamada kullanılan makineler olduğu için etkili tarımsal savaş için çok önemlidir. Ayrıca operatörlerin sağlığı ve güvenliği, çevresel etkileri ve gıda güvenliği gibi çok yönlü etkileri vardır (Temel ve Öztekin, 2020).

Literatürdeki bu çalışmalardan yararlanılarak en uygun bitki koruma makinesinin seçimi için 7 farklı kriter belirlenmiştir. Bu kriterler arazinin durumu (AD), hava koşulları (HK), yöntemin etkinliği (YE), uygulama maliyeti (UM), uygulama süresi (US), çevreye verdiği zarar (ÇZ) ve uygulamanın bitkiye verdiği zarar (UBZ) olarak belirlenmiştir.

Araştırmaya Dahil Edilen Bitki Koruma Makinaları

Bu çalışmada karşılaştırılan makineler tarım işletmelerinde en fazla kullanılan bitki koruma makinaları olan pülverizatörlerdir (Akyıl ve Özudoğru, 2001). Bitki koruma makinaları olarak kullanılan en yaygın pülverizatör çeşitleri aşağıda açıklanmıştır:

Traktör Tahrikli Pülverizatörler: Tarla bitkileri üretiminde zararlıların etkisini, hastalıkları azaltmak ve yabancı otları öldürmek amacıyla sıvı pestisitleri su veya diğer taşıyıcı maddelerle karıştırarak bitkilere püskürtülen makinelerdir. Sprey tabancaları, sıvıyı bitkilerin yapraklarına homojen bir şekilde uygulamak için kullanılır. Traktörle çekilen pülverizatörler geniş tarım alanlarında kullanılabilir (Dursun, 1994).

Sırt Pülverizatörleri: Sıvı pestisitleri bitkilere sırtta taşınan bir tank aracılığıyla uygulayan makinelerdir. Bu tip pülverizatörler, küçük ve düzensiz şekilli alanlarda, özellikle bahçe ve bağ alanlarında kullanılır (Aygün ve ark., 2021). Sırt tipi püskürtücünün bir türü, operatörün sırtında taşınmasına olanak tanıyan bir koşum takımına sahip basınçlı hava püskürtücüdür. Başka bir sırt tipi püskürtücü türü, sıvı pestisiti bir hortum ve bir veya daha fazla püskürtme memesinden geçiren, elle çalıştırılan bir hidrolik pompaya sahiptir. Pompa genellikle bir kolun hareket ettirilmesiyle çalıştırılır. Pompa pistonuna mekanik bir karıştırıcı plaka takılabilir. Her iki sırt tipi püskürtücünün kapasitesi genellikle 16 lt veya daha azdır (Raut ve ark., 2013). Bu ilaçlamada ilaç dolu tankın tüm ağırlığını işçi taşımak zorunda kalmakta, bu da işçinin yorulmasına ve dolayısıyla verimliliğin azalmasına neden olmaktadır.

Zirai insansız hava araçları (Zirai İHA): Zirai İHA'lar pestisitleri tarım arazisinin yüksekten püskürtmek için kullanılır. Bu belirli bir alanda otonom olarak ilaçlama yapabilir ve çiftçilere zaman ve işgücü tasarrufu sağlayabilir. Ağır hava taşıtlarına göre hareket etme yeteneği nedeniyle, İHA yerden yüksekliğini ilaçladığı bölgeye göre değiştirerek ekinlere daha yakından ilaçlama yapabilmektedir. Bu sayede rüzgâr nedeniyle hedef bölgeden uzaklaşan damlacık sayısı azalır ve çevreyi kirletme olasılığı düşürülür. Havadan ilaçlamanın diğer yöntemlerine kıyasla bu sistem daha ucuzdur. Herhangi bir arazi için kısa bir eğitim sonrası bir püskürtme planı da kolayca oluşturulabilir ve sistemin bu işlemi kendi başına yapması pilot eğitim masraflarını ve

pilotaj hatalarını da azaltacaktır (Ay ve İnce, 2015). Son yıllarda yapılan birçok araştırma, İHA'ların geleneksel kara tabanlı tekniklerle kaplanabilecek alanın neredeyse 10 ila 15 katını kaplayabildiğini kanıtlamıştır (Dileep ve ark., 2020). Geleneksel sırt çantası tipi veya sedye tipi pülverizatörler ile karşılaştırıldığında havadan ilaçlama ürün türünden bağımsız olarak hızlı ve verimli bir şekilde çalışır (Liu ve ark., 2012).

Analytik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Saaty (1977) tarafından önerilen AHP yöntemi, birçok alanda karmaşık problemlerin çözümü için başarıyla uygulandığı gibi tarımda karşılaşılan karar problemlerinin çözümü için de yararlanılan bir tekniktir (Ünal ve Çetin, 2019). Çok kriterli karar verme teknikleri birçok alanda karar verme problemlerinde başarıyla uygulanmaktadır (Ekşili, ve ark., 2017). Çok kriterli karar verme tekniklerin biri olan AHP, kriterlerin ikili karşılaştırmaları içeren değerlendirme formu yardımıyla karmaşık karar problemini daha basit bileşenlere ayırarak karar vericileri objektif yargılara yönlendirmektedir (Wind ve Saaty, 1980). Ayrıca tekniğin içerisinde yer alan tutarlılık kontrolü karar vericinin olası çelişkili yanıtları tekrar gözden geçirilmesini sağlamaktadır (Chen ve Huang, 2004).

Kriterlerin ağırlıklandırılması için değerlendirme formu tasarımı

AHP yönteminde önerilen karar matrisinin uzmanlar tarafından anlaşılması zor olduğundan Şekil 2’de verilen AHP değerlendirme formu tasarlanmıştır. Bu değerlendirme formun her satırında kriterler birbiri ile bir kez karşılaştırılacak şekilde karşılıklı verilmiştir. Kriterlerin arasında ise değerlendirmelerin yapılabileceği bir alan ayrılmıştır. Bu alanda Saaty (1977) tarafından oluşturulmuş 1-9 ölçeğine yer verilmiştir. Ölçeğin merkezinde 1 değeri yer almaktadır. Örneğin “Hava Koşulları” ve “Arazinin Durumu” kriterlerinin eşit önemde olduğu düşünülüyorsa 1 değerinin olduğu sütuna işaretleme yapılır. Eğer “Hava Koşulları” kriterinin “Arazinin Durumu” kriterinden daha önemli olduğu düşünülüyorsa önem derecesi dikkate alınarak değerlendirme formunun sol tarafında ilgili sütuna işaretleme yapılır. Bu yargının tersi durumunda, yani “Arazinin Durumu” kriterinin “Hava Koşulları” kriterinden daha önemli olduğu düşünülüyorsa önem derecesi dikkate alınarak değerlendirme formunun sağ tarafında ilgili sütuna işaretleme yapılır. Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye genelinde Ziraat Fakülteleri mezunları olup aktif çalışma hayatını sürdüren kişiler, aynı fakültede görev yapan akademik personel ve Türkiye sınırları içinde zirai faaliyetler yürüten çiftçiler oluşturmaktadır. Çalışmaya 10 katılımcı dahil edilmiştir. Uzmanlardan ve uygulayıcılardan oluşan bu 10 katılımcıya ağırlıkların belirlenebilmesi için toplam 10 adet değerlendirme formu doldurtulmuştur.

Değerlendirme formu yanıtlarının Geometrik Ortalamalarının alınması

Tasarlanan AHP değerlendirme formu katılımcılar tarafından doldurulduktan sonra katılımcılar tarafından verilen yanıtların geometrik ortalaması alınarak grup kararı olarak adlandırılan değerlendirme formu değerleri oluşturulur. Geometrik ortalama hesaplamasında Denklem (1) kullanılmaktadır.

$$\left(\prod_{i=1}^n x_i\right)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n} \quad (1)$$

	Kesin Oran	Çok Fazla Oran	Çok Daha Oran	Daha Oran	Eşit Oran	Daha Oran	Çok Daha Oran	Çok Fazla Oran	Kesin Oran	
Hava Koşulları										Arazinin Durumu
Hava Koşulları										Yöntem Etkiliği
Hava Koşulları										Çevreye Zarar
Hava Koşulları										Uygulama Maliyeti
Hava Koşulları										Uygulama Stresi
Hava Koşulları										Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar
Arazinin Durumu										Yöntem Etkiliği
Arazinin Durumu										Çevreye Zarar
Arazinin Durumu										Uygulama Maliyeti
Arazinin Durumu										Uygulama Stresi
Arazinin Durumu										Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar
Yöntem Etkiliği										Çevreye Zarar
Yöntem Etkiliği										Uygulama Maliyeti
Yöntem Etkiliği										Uygulama Stresi
Yöntem Etkiliği										Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar
Çevreye Zarar										Uygulama Maliyeti
Çevreye Zarar										Uygulama Stresi
Çevreye Zarar										Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar
Uygulama Maliyeti										Uygulama Stresi
Uygulama Maliyeti										Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar
Uygulama Stresi										Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar

Şekil 2. Kriterlerin ağırlıklandırılması için değerlendirme formu
Figure 2. Evaluation form for weighting the criteria

Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması

Geometrik ortalamaları içeren grup kararı karar matrisine aktarılır. Bu çalışmada 7 adet kriter kullanıldığından Denklem (2)’de verilen 7×7 boyutlu kare matris oluşturulmuştur.

$$M = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} & a_{17} \\ 1/a_{12} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} & a_{27} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & a_{37} \\ 1/a_{14} & 1/a_{24} & 1/a_{34} & a_{44} & a_{45} & a_{46} & a_{47} \\ 1/a_{15} & 1/a_{25} & 1/a_{35} & 1/a_{45} & a_{55} & a_{56} & a_{57} \\ 1/a_{16} & 1/a_{26} & 1/a_{36} & 1/a_{46} & 1/a_{56} & a_{66} & a_{67} \\ 1/a_{17} & 1/a_{27} & 1/a_{37} & 1/a_{47} & 1/a_{57} & 1/a_{67} & a_{77} \end{bmatrix} \quad (2)$$

M: Belirlenen Kriterlerin Karar Matrisi

Bu kare matrisindeki değerlere normalizasyon işlemi Denklem (3) kullanılarak uygulanır ve normalize edilmiş yeni matris oluşturulur.

$$b_{i,j} = \frac{a_{i,j}}{\sum_{i=1}^n a_{i,j}} \quad (3)$$

Bu aşamadan sonra hesaplamalarda normalize edilmiş matris kullanılır. Normalize matris satır ortalamaları Denklem (4) kullanılarak hesaplanır ve kriterlerin ağırlıkların elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{i,j}}{n} \quad (4)$$

Tutarlılık Oranlarının Hesaplanması

Hesaplanan ağırlıkların tutarlı olup olmadığını anlamak için tutarlılık analizi yapılır. Bu aşamada önce Denklem (5) kullanılarak tutarlılık indeksi hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1)} \quad (5)$$

Daha sonra Denklem (6) yardımıyla tutarlılık oranı hesaplanır.

$$Tutarlılık Oranı (CR) = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

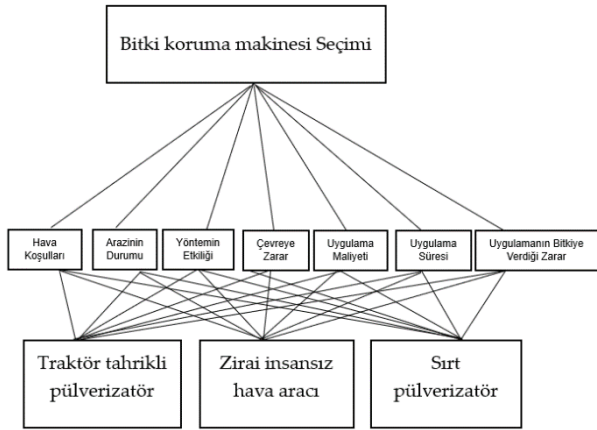
Buradaki RI değeri Ortalama Rassel Tutarlılık endeksini ifade etmektedir. RI değerleri Saaty (1977) tarafından önerildiği şekilde Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ortalama endeksi Rassal Tutarlılık
Table 1. Mean index of random consistency

N	RI
1	0
2	0
3	0,58
4	0,9
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

	Kesin Olarak	Çok Fazla	Çok Daha	Daha	Eşit	Daha	Çok Daha	Çok Fazla	Kesin Olarak	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Traktör tahrikli pülverizator										Zirai insansız hava aracı
Traktör tahrikli pülverizator										Sırt pülverizator
Zirai insansız hava aracı										Sırt pülverizator

Şekil 3. Bitki koruma makinesi seçimi için değerlendirme formu
Figure 3. Evaluation form for plant protection machine selection



Şekil 4. Bitki koruma makinesi seçimi hiyerarşisi
Figure 4. Plant protection machine selection hierarchy

Elde edilen tutarlılık oranı 0,10 değerinin üzerinde ise tüm değerlendirme formları tekrar gözden geçirilir ve karar vericilerden değerlendirmeleri gözden geçirmesi istenir. Bu işlem tutarlı değerlendirme elde edene kadar tekrarlanır.

Bitki koruma makinesi seçimi değerlendirme formlarının tasarlanması

Bitki koruma makinesi seçimi karşılaştırılan 3 farklı makine ismi içeren AHP değerlendirme formu tasarlanmıştır. Tasarlanan değerlendirme formu Şekil 2’de verilmiştir.

Katılımcılardan Şekil 3’te verilen değerlendirme formunu her kriter için ayrı ayrı doldurması istenmiştir. Örneğin “erken dönem uygulama için çalışmada kullanılan bölgede sadece “Hava şartları” kriterini düşünerek bitki koruma makinelerini aralarında karşılaştırınız” şeklinde yönerge verilmiştir. Daha sonra sırayla tüm kriterler için aynı değerlendirme formu uygulanmıştır. Daha sonra her katılımcıdan alınan 7 kriter açısından bitki koruma makinelerinin karşılaştırmasını içeren değerlendirme formu için Denklem (7)’de verilen 3×3 boyutlu 7 adet kare matris oluşturulmuştur.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ 1/a_{12} & a_{22} & a_{23} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & a_{33} \end{bmatrix} \quad (7)$$

KM: Bitki koruma makinesi karar matrisi

Oluşturulan her karar matrisi için AHP tekniği adımlarını takip edilerek her kriter için bitki koruma makinesi önemi hesaplanmıştır. Elde edilen önem dereceleri kriter ağırlıkları ile çarpılır ve böyle bitki koruma makinesi problem için sonuç sıralama elde edilir. Çalışmada ele alınan problemin hiyerarşik yapısı Şekil 4’de görülmektedir.

Bulgular ve Tartışma

Literatürdeki çalışmalardan yararlanılarak bitki koruma makinesi seçimi için Hava Koşulları (HK), Arazinin Durumu (AD), Yöntemin Etkililiği (YE), Çevreye Zarar (ÇZ), Uygulama Maliyeti (UM), Uygulama Süresi (US), Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar (UBZ) gibi farklı 7 kriter belirlenmiştir. Kriterlerin önem derecelerini içeren AHP değerlendirme formunun katılımcılar tarafından doldurulması sağlanmıştır. Bu amaçla çalışmaya dahil edilen 10 katılımcıdan toplam 10 adet değerlendirme formu alınmıştır. Kriterler için oluşturulan geometrik ortalamaların yer aldığı karar matrisi Çizelge 2’te verilmiştir.

Kriter ağırlıkların hesaplanması için önceki bölümlerinde açıklanan adımlar kullanılmıştır. Kriterler için oluşturulan karar matrisinin tutarlılık oranı 0,0102 olarak hesaplanmıştır. AHP tekniği ile hesaplanan ağırlıklar Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3’te verilen sonuçlara göre bitki koruma makinesi seçimi probleminde “Yöntemin Etkililiği (%30)” en önemli kriter olmuştur. Daha sonra sırasına göre en etkili kriterler Uygulama Maliyeti (%23), Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar (%19), Uygulama Süresi (%11), Hava Koşulları (%7), Arazinin Durumu (%7), Çevreye Zarar (%4) şeklinde sıralanmıştır. Sonuçların da gösterdiği gibi yöntemin etkililiği en önemli kriter olarak karşımıza çıkmıştır. Bitki koruma zamanla yarışılan, eğer başarılı olunmazsa mahsulde büyük oranda kayba yol açan bir durumdur. Mevcut bitki koruma uygulamalarına rağmen, zararlılardan kaynaklanan toplam küresel potansiyel kayıpların mısır bitkisinde %31 civarında olduğu tahmin edilmektedir (Oerke, 2006). Başka bir çalışmada toplam giderler içerisinde %2 ila %10 bir paya sahip olan ilaçlama gideri ile, %35-45’lik bir ürün kaybının önlenebileceği ortaya konmuştur (Birinci ve Uzundumlu, 2009). Ancak bitki üretim maliyetleri içinde bitki koruma maliyetleri oldukça önemli bir yer tutar. Bu yüzden ikinci kriter olarak maliyetler dikkat çekmektedir. Üretim maliyetleri içinde bitki koruma maliyetleri hem akaryakıt hem de ilaç giderleri olarak karşımıza çıkar (Aktaş ve Yurdakul, 2005). Üçüncü en önemli kriter uygulamanın bitkiye verdiği zarar olmuştur. Uygulayıcılar bitkiyi koruma amaçlı bu yöntemleri tercih etmektedirler. Dolayısıyla bitkiyi korurken zarar veren yöntemler verimliliği düşürmektedir. En düşük önem derecesine sahip kriter makinenin çevreye verdiği zarar olmuştur. Akyıl ve Özüdoğru (2001), tarafından yapılan çalışmada çiftçilerin yetersiz bilince sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sürdürülebilirlik bilinci üzerine yapılan çalışmalar çevresel bilincin düşük olduğunu ortaya koymaktadır (Gulzar ve ark., 2023). Bakker ve ark. (2021) çiftçilerin pestisitlerin çevreye verdiği zararın farkında olmadıklarını ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Özalp ve Güldal (2017) da mısır üreticilerinin Adana ilinde tohum, kimyasal gübre ve ilaç kullanımı nedeniyle çevre ve insan sağlığı açısından genel olarak duyarlı olmadığını belirlemişlerdir.

Bitki koruma makinesi seçimi karşılaştırılan 3 farklı makine ismi içeren AHP değerlendirme formu katılımcılar tarafından her kriter için ayrı ayrı doldurulmuş ve her değerlendirme formu için karar matrisi oluşturulmuştur. Hava Koşulları kriteri için elde edilen karar matrisi örnek olarak Çizelge 4'te verilmiştir.

Tarım işletmelerinde mısır üretiminde kullanılan tohum erken dönem Mart ayında ilaçlanarak ekilmektedir. Zararlılar ile mücadele etmek için ise geç dönem Mayıs-Haziran aylarında iki defa kullanılır. (Akyıl ve Özüdoğru,

2001; Özcan, 2009). Bu yüzden her iki dönem için ayrı değerlendirme yapılması istenmiştir.

Çalışmaya dahil edilen 10 katılımcıdan erken dönem için 10 adet, geç dönem için 10 adet olmak üzere toplam 20 adet değerlendirme formu toplanmıştır. Her dönem için elde edilen değerlendirme formları ayrı değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıklarının hesaplanması için önceki bölümlerde açıklanan adımlar kullanılmıştır. Her dönem için grup karar matrisi oluşturulmuştur, bu matrislerden elde edilen ağırlıklar Çizelge 5'te verilmiştir.

Bitki koruma makinesi seçimi problemi için sonuç değerleri elde etmede Çizelge 5'te verilen değerler ağırlıkları ile çarpılmış ve satır toplamları alınarak Çizelge 6'da verilen önem dereceleri elde edilmiştir.

Erken dönemde hava koşulları kriteri dikkate alındığında en çok tercih edilen yöntemin traktör tahrikli pülverizatör (0,56) olduğu görülmüştür. Bu durumun erken dönem hava koşullarının zirai İHA'ya imkân vermemesinden dolayı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2. Kriterler için oluşturulan karar matrisi

Table 2. Decision matrix created for criteria

K	HK	AD	YE	ÇZ	UM	US	UBZ
HK	1,00	1,23	0,25	2,62	0,21	0,85	0,29
AD	0,81	1,00	0,43	2,46	0,24	0,47	0,24
YE	4,07	2,35	1,00	5,60	1,07	3,79	3,83
ÇZ	0,38	0,41	0,18	1,00	0,17	0,52	0,28
UM	4,78	4,21	0,94	5,78	1,00	0,96	1,15
US	1,17	2,12	0,26	1,93	1,04	1,00	0,39
UBZ	3,41	4,17	0,26	3,56	0,87	2,53	1,00

K: Kriterler

Çizelge 3. Kriterlerin ağırlıkları

Table 3. Weights of criteria

Kriterler	Ağırlıklar (%)
Hava Koşulları	7,2
Arazinin Durumu	6,9
Yöntemin Etkililiği	30,0
Çevreye Zarar	3,9
Uygulama Maliyeti	22,6
Uygulama Süresi	10,8
Uygulamanın Bitkiye Verdiği Zarar	18,6

Çizelge 4. Hava koşulları kriteri için oluşturulan karar matrisi

Table 4. Decision matrix created for the weather conditions criterion

	TTP	ZİH	SP
Traktör tahrikli pülverizatör	1	7	9
Zirai İHA	1/7	1	5
Sırt pülverizatör	1/9	1/5	1

TTP: Traktör tahrikli pülverizatör; ZİH: Zirai İHA; SP: Sırt pülverizatör

Çizelge 5. AHP tekniği ile elde edilen bitki koruma makinesi tercihlerinin kriterlere göre dağılımı.

Table 5. Distribution of plant protection machine preferences obtained using AHP technique according to criteria.

Dönem	Bitki koruma makinesi	HK	AD	YE	ÇZ	UM	US	UBZ
Erken Dönem	Traktör tahrikli pülverizatör	0,56	0,41	0,45	0,32	0,24	0,22	0,27
	Zirai İHA	0,15	0,36	0,31	0,33	0,12	0,71	0,54
	Sırt pülverizatör	0,29	0,23	0,24	0,35	0,64	0,07	0,19
Geç Dönem	Traktör tahrikli pülverizatör	0,08	0,41	0,11	0,35	0,24	0,22	0,06
	Zirai İHA	0,78	0,36	0,77	0,31	0,12	0,71	0,77
	Sırt pülverizatör	0,14	0,23	0,12	0,33	0,64	0,07	0,17

Çizelge 6. AHP tekniği ile elde edilen bitki koruma makinesi seçimi sonuçları
Table 6. Results of plant protection machine selection obtained using AHP technique

Dönem	Bitki koruma makinesi	HK	AD	YE	ÇZ	UM	US	UBZ	%
	Kriter Ağırlıkları	7,2	6,9	30,0	3,9	22,6	10,8	18,6	
Erken Dönem	Traktör tahrikli pülverizatör	4,0	2,9	13,4	1,3	5,3	2,4	5,1	34,3
	Zirai İHA	1,1	2,5	9,4	1,3	2,8	7,7	10,1	34,9
	Sırt pülverizatör	2,1	1,6	7,2	1,4	14,5	0,7	3,5	30,9
Geç Dönem	Traktör tahrikli pülverizatör	0,6	2,9	3,4	1,4	5,3	2,2	1,2	16,9
	Zirai İHA	5,6	2,5	23,1	1,2	2,8	7,6	14,2	57,1
	Sırt pülverizatör	1,0	1,6	3,4	1,3	14,5	1,0	3,1	26,0

Arazi durumuna göre ise 0,05 farkla traktör tahrikli pülverizatör (0,41) tercih edilmiştir. Bu durumun Niğde çevresinde mısır ekilen arazilerin engebeli olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yöntemin etkililiği açısından da traktör tahrikli pülverizatör (0,45) tercih edilmiştir. Bitki boyunun kısa olması bu etkiye neden olmaktadır. Uygulama maliyeti açısından ise erken dönem ve geç dönemde sırt pülverizatörü tercih edilmiştir (0,64). Katılımcıların değerlendirme formunu doldururken referans aldıkları arazi büyüklüğünün 10 da olduğu göz önüne alındığında tüm yöntemler içinde maliyeti en düşük olan yöntemin sırt pülverizatörü olması anlamlıdır. Gelecek çalışmalarda farklı arazi büyüklükleri dikkate alınarak uygulamalar yapılabilir. Daha büyük arazilerde çiftçi sırt pülverizatörü ile uygulamayı tek başına yapamayacağı için ek iş gücü maliyetinin ortaya çıkması muhtemeldir. Uygulama süresi açısından zirai İHA (0,71) en çok tercih edilen yöntem olmuştur. İHA modeline bağlı olarak 10 dekarı 10-20 dakika içinde ilaçlama kapasitesine sahiptir. Uygulamanın bitkiye verdiği zarar göz önüne alındığında erken dönemde de geç dönemde de zirai İHA tercih edilmiştir. Erken dönemde traktör lastiğinin bitkiye verdiği zarar tercihleri etkilemiştir.

Geç dönemde ise yedi kriterin dördünde zirai İHA tercih edilmiştir. Bu kriterler hava koşulları (0,78), yöntemin etkililiği (0,77), uygulama süresi (0,71) ve uygulamanın bitkiye zararı (0,77) olmuştur. Haziran ayına denk gelen geç dönem ilaçlama, rüzgârın olmamasından dolayı İHA'ların kullanılmasını kolaylaştırır. İHA'lar ile gece ilaçlama mümkündür. Bu durumda da ilaçların buharlaşarak etkisinin azalmasının önüne geçilebilmektedir. Geç dönemde bitki boyunun yüksek olması İHA'ları etkili bir yöntem yapar. Pervanelerin yarattığı akım ile ilaç bitki yüzeyine yapışır ve nüfuz eder.

Çizelge 6'da görüldüğü üzere erken dönem ilaçlamada zirai İHA %0,6 farkla traktör tahrikli pülverizatöre oranla daha fazla tercih edilmiştir. Çalışma Niğde bölgesinde yapıldığı için arazilerin engebessiz olması, çiftçilerin genelinde traktör ve pülverizatör olması geleneksel yöntem olarak hala traktörün önemli oranda kullanıldığını göstermektedir. Ancak bu tablodan çıkan önemli sonuçlardan biri zirai İHA'ların bu erken döneminde en çok tercih edilen yöntem olmasıdır.

Geç dönem ilaçlamada büyük bir farkla zirai İHA tercih edilmiştir. Katılımcıların en önemli kriterler olarak belirlediği etkililik, maliyet ve uygulamanın bitkiye zararı dikkate alındığında seçimleri tutarlıdır. Geç dönemde mısır bitkisinin boyu ve gelişimi nedeniyle traktörün ürüne vereceği zarar fazladır. Bu da maliyetleri artırır. Geç dönemde sırt pülverizatörünün etkililiği düşmektedir. Bitki ilaçlamada zirai İHA kullanımı birçok çalışmada konu

edilmiştir (He ve Zhang, 2014; Ay ve İnce, 2015; Akkemiş ve Çalışkan, 2020; Bai ve ark., 2023). Yang ve ark. (2018) İHA'ların tarım alanlarında kullanımına yönelik yaptıkları çalışmalarında verimli bir yöntem olmakla birlikte maliyetlerin henüz yüksek olmasının tercih edilmesini olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Ancak çalışmamızda İHA'lar traktör tahrikli pülverizatörlere tercih edilmiştir. Bu durumun, traktörün de başta akaryakıt, bakım ve onarım olmak üzere maliyetinin yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada AHP ile en uygun bitki koruma makinesinin seçimi amaçlanmıştır. Uygulamada en fazla kullanılan bitki koruma makinesi olan pülverizatörler araştırma kapsamına alınmış ve traktör tahrikli pülverizatör, sırt pülverizatörü ve zirai İHA olarak üç çeşidi seçilmiştir. Literatürdeki çalışmalardan yararlanılarak en uygun bitki koruma makinesinin seçimi için yöntemin etkililiği, uygulama maliyeti, uygulamanın bitkiye verdiği zarar, uygulama süresi, hava koşulları, arazinin durumu ve çevreye zarar olmak üzere yedi farklı kriter belirlenmiştir.

Analizler sonucunda bu kriterlerden önemli olanları sırasıyla yöntemin etkililiği, uygulama maliyeti, uygulamanın bitkiye verdiği zarar, uygulama süresi, hava koşulları, arazinin durumu ve çevreye verdiği zarar olmuştur. Bu doğrultuda katılımcılar erken dönem ilaçlamada ve geç dönem ilaçlamada ise zirai İHA'yı tercih etmektedirler. Bu faktörler, bir bitki koruma makinesi seçerken dikkate alınması gereken genel kriterlerdir. Ancak her durum farklı olduğu için, kullanıcı ihtiyaçlarına ve tarla koşullarına özel bir değerlendirme yapmak önemlidir.

Etik Kurul İzni

Bu çalışma için etik kurul izni Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Etik Kurulunun 31/01 / 2024 tarihli ve 2024/01-47 numaralı kararı ile alınmıştır.

Kaynaklar

- Akkemiş, M., ve Çalışkan, S. (2020). İnsansız hava araçları ve tarımsal uygulamalarda kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 8-16.
- Aktaş, E., ve Yurdakul, O. (2005). Destekleme ve Teknoloji Politikalarının Çukurova Bölgesinde Mısır Tarımı Üzerine Etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (1), 19-28.

- Akyıl, N., ve Özüdoğru, T. (2001). Türkiye Tarımında Kimyasal ilaç Kullanımı: Etkinsizlik, Sorunlar ve Alternatif Düzenlemelerin Etkileri. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü*.
- Aşık, M., Yetik, A. K., Candoğan, B. N., ve Kuşçu, H. (2021). Determining the yield responses of maize plant under different irrigation scenarios with AquaCrop model. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(3), 260-270. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2021.3.2>
- Ay, F., ve İnce, G. (2015). Application of pesticide using unmanned aerial vehicle. In *2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1268-1271). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIU.2015.7130069>
- Aydın, B., Unakıtan, G., Yılmaz, F., Azabağaoğlu, Ö., ve Demirkol, C. (2016). Bitkisel üretimde çiftçilerin girdi kullanım kararlarının analizi: Trakya Bölgesi örneği. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(2), 45-56.
- Aygün, İ., Urkan, E., Alayunt, F. N., ve Çakmak, B. (2021). Tarımsal Faliyetlerde Sırtta Taşınarak Kullanılan Bazı Makinaların Ergonomik Açıdan Değerlendirilmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(3), 109-116. <https://doi.org/10.29137/umagd.1014574>
- Bai, Y., Zhang, B., Xu, N., Zhou, J., Shi, J., ve Diao, Z. (2023). Vision-based navigation and guidance for agricultural autonomous vehicles and robots: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 205, 107584. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107584>
- Bakker, L., Sok, J., Van Der Werf, W., ve Bianchi, F. J. J. A. (2021). Kicking the habit: what makes and breaks farmers' intentions to reduce pesticide use?. *Ecological Economics*, 180, 106868. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106868>
- Bayramoğlu, Z., ve Özdemir, Ş. (2021). Tarım arazilerinin değeri üzerine etki eden faktörlerin analizi: Ankara ili Evren ilçesi örneği. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(5), 848-854.
- Birinci, A., ve Uzundumlu, A. S. (2009). An assessment of producer's approach to agricultural pesticide usage in potato production: a case study in Erzurum, Turkey. *Academic Journals*, 4(11), 1225-1228.
- Chen, C. J., ve Huang, C. C. (2004). A multiple criteria evaluation of high-tech industries for the science-based industrial park in Taiwan. *Information & Management*, 41(7), 839-851. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.02.002>
- Coates, W. (1996). Spraying technologies for cotton: deposition and efficacy. *Applied Engineering in Agriculture*, 12(3), 287-296. <https://doi.org/10.13031/2013.25651>
- Czarnecka, D., Czubačka, A., Agacka-Mołdoch, M., Trojak-Goluch, A., ve Księżak, J. (2022). The occurrence of fungal diseases in maize in organic farming versus an integrated management system. *Agronomy*, 12(3), 558. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030558>
- Demir, B. (2015). İç Anadolu bölgesinin bitki koruma makineleri projeksiyonu. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 28(1), 27-32.
- Demir C. ve Çelen İ. H. (2006). Tekirdağ ilindeki tarımsal işletmelerdeki pülverizatörlerin durumu ve sorunları üzerine bir araştırma. *Ankara, Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1), 23-28.
- Dengiz, O., Ormancı, İ. F., ve Özkan, B. (2022). Çok kriterli karar verme ve doğrusal kombinasyon tekniği ile arazilerin tarımsal uygunluk derecelerinin belirlenmesi pilot çalışması: Ankara-Gölbası özel çevre koruma alanı ve yakın çevresi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 10(1), 44-57.
- Dileep, M. R., Navaneeth, A. V., Ullagaddi, S., ve Danti, A. (2020, November). A study and analysis on various types of agricultural drones and its applications. In *2020 Fifth International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks* (pp. 181-185). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRCICN50933.2020.9296195>
- Dursun, E. (1994). Tarla Pülverizatörlerinde İlaçlama Özelliklerinin İyileştirilmesi
- Olanakları. A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı Doktora Tezi. Ankara.
- Ekşili, N., Ünal, Z., ve Çetin, E. İ. (2017). Analyzing retrenchment strategies of five star hotels during the crisis periods using fuzzy DEMATEL method. *Business and Economics Research Journal*, 8(2), 259-273.
- Gedikli, O., Uzundumlu, A. S., ve Tozlu, G. (2015). Mısır Üretiminde Kimyasal İlaç Kullanımını Etkileyen Faktörlerin Analizi: Samsun İli Örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 1-8.
- Gulzar, Y., Eksili, N., Caylak, P. C., ve Mir, M. S. (2023). Sustainability Consciousness Research Trends: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 15(24), 16773. <https://doi.org/10.3390/su152416773>
- Günden, C., ve Miran, B. (2008). Bulanık analitik hiyerarşi süreci kullanılarak çiftçi kararlarının analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(3), 195-206.
- He, Y., ve Zhang, Y. (2014). Current status and future of the agricultural Unmanned Aerial System. *Modern Agricultural Machinery*, 1, 1-5.
- Liu, W., Wang, X., Ding, W., ve Qiu, W. (2012). Design and characteristics analysis of variable spraying control system for knapsack sprayer. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 28(9), 16-21.
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Örük, G., ve Engindeniz, S. (2019). Örtüaltı domates yetiştiren üreticilerin girdi kullanım kararlarının analitik hiyerarşi süreci ile analizi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 343-348.
- Özalp, B., ve Güldal, H. T. (2017). Tohum, kimyasal gübre ve ilaç kullanımı açısından mısır üreticilerinin çevre ve insan sağlığı üzerine duyarlılığı: Adana ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(1), 13-24. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.315313>
- Özcan, S. (2009). Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 1-34.
- Özpinar, A. (2001). Çanakkale ili domates ekim alanlarında bitki koruma sorunlarının belirlenmesi. *Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi*, 3-8.
- Qin, W., Chen, P., ve Wang, B. (2023). Productivity model and experiment of field crop spraying by plant protection unmanned aircraft. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1168228. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1168228>
- Raut, L. P., Jaiswal, S. B., ve Mohite, N. Y. (2013). Design, development and fabrication of agricultural pesticides sprayer with weeder. *International Journal of Applied Research and Studies*, 2(11), 1-8.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Sajadian, M., Khoshbakht, K., Liaghati, H., Veisi, H., ve Damghani, A. M. (2017). Developing and quantifying indicators of organic farming using analytic hierarchy process. *Ecological Indicators*, 83, 103-111.
- Temel, U., ve Öztekin, Y. (2020). Evaluation of Plant Protection Machines Used in Tokat Province in Point of Product Safety. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3). <http://doi.org/10.33462/jotaf.639208>
- Tiryaki, O., Canhilal, R., ve Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes üniversitesi fen bilimleri enstitüsü fen bilimleri dergisi*, 26(2), 154-169.
- Tolun, B. G., ve Tümtürk, A. (2020). AHP ile bütünlük gri ilişkisel analiz yöntemi ile makine seçimi: tarım makinaları üretim işletmesinde bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 27(1), 21-34.

- Torunlar, H., ve Nazlıcan, A. N. (2018). Türkiye'de ana ürün olarak yetiştirilecek soyanın (*glycine max L. merrill*) çok kriterli karar verme yöntemiyle arazi uygunluk analizinin yapılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(3), 270-281.
- TUIK. (2023). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri.
- Uzundumlu, A. S., Kılıç, B., ve Tozlu, G. (2017). Fındık üretiminde kimyasal ilaç kullanımını etkileyen faktörlerin analizi: Giresun İli Örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 1-9.
- Ünal, Z., ve Çetin, E. İ. (2019). Gübre üreticisinin hedef pazar seçiminde bütünlük AHP-TOPSIS yöntemi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 357-364. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.584120>
- Ürkmez, Ü., ve Özpinar, S. (2013). Bitki Koruma Makinalarının Uygulamadaki Sorunlarının Belirlen-mesi: Çanakkale İli. 28. *Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi (4-6 Eylül 2013, Konya) Bildirileri*, 253-261.
- Veisi, H., Deihimfard, R., Shahmohammadi, A., ve Hydarzadeh, Y. (2022). Application of the analytic hierarchy process (AHP) in a multi-criteria selection of agricultural irrigation systems. *Agricultural Water Management*, 267, 107619.
- Wilson, C. (2000). Environmental and human costs of commercial agricultural production in South Asia. *International Journal of Social Economics*, 27(7/8/9/10), 816-846. <https://doi.org/10.1108/03068290010335244>
- Wind, Y., ve Saaty, T. L. (1980). Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management science*, 26(7), 641-658.
- Yang, S., Yang, X., ve Mo, J. (2018). The application of unmanned aircraft systems to plant protection in China. *Precision agriculture*, 19, 278-292. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9516-7>
- Yıldırım, E. (2000). Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve Kullanılan İlaçlar, *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*.



Land Consolidation Process in Land Management

Derya Balcı^{1,a}, Sema Gün^{2,b,*}

¹Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Agricultural Economics, 06110 Ankara, Türkiye

²Ankara University Department of Agricultural Economics, 06110 Ankara, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 22.09.2023 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Agriculture Land fragmentation Land consolidation Integrative literature review Land management</p>	<p>Land consolidation is the bringing together of fragmented parcels of land. Land consolidation and the preservation of fragmentation are tools of land management for agricultural lands. There are studies that fragmentation may not always be a problem and can be beneficial. However, existing studies recommend the prior assessment of site-specific conditions in deciding whether to pursue consolidation or maintain fragmentation. Moreover, in order to decide on any land management approach or continue with both, the connections between social, economic, cultural, legal and environmental conditions also need to be evaluated. Therefore, in this study, various forms and causes of fragmentation in agricultural lands, as well as the positive and negative impacts of fragmentation, are critically and objectively reviewed based on the literature. The aim is to identify the conditions and connections related to adopting any land consolidation approach in a specific area.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 462-469, 2024

Toprak Yönetiminde Toprak Toplulaştırması Süreci

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>derleme Makalesi</i></p> <p>Geliş : 22.09.2023 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tarım Toprak parçalanması Toprak toplulaştırması Bütünleştirici literatür taraması Toprak yönetimi</p>	<p>Toprak toplulaştırması, parçalanmış parsellerin bir araya getirilmesidir. Tarım topraklarının toplulaştırılması veya parçalanmanın korunması toprak yönetim araçlarındandır. Toprak toplulaştırmasının olumlu yönleri ile parçalanmanın sorun olmadığı, yararlı da olabildiğini kanıtlayan çalışmalar bulunmaktadır. Ancak mevcut çalışmalar, toplulaştırmada veya parçalılığın sürdürülmesinde yerele özgü koşulların önceden değerlendirilmesi gerektiğini tavsiye etmektedir. Ayrıca toprak yönetimi araçlarından herhangi birine karar verebilmek veya her ikisine de devam edebilmek için sosyal, ekonomik, kültürel, yasal ve çevresel koşullar arasındaki bağlantıların da değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, tarım topraklarının parçalanma biçimleri, nedenleri ve parçalanmanın olumlu-olumsuz etkileri literatüre dayalı olarak eleştirel ve nesnel bir şekilde incelenmektedir. Amaç, belirli bir alanda herhangi bir toprak toplulaştırma yaklaşımının benimsenmesiyle ilgili koşulları ve bağlantıları belirlemektir.</p>

^a deryabalci32@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0001-7099-9356>

^b gun@agri.ankara.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-3135-603X>



Giriş

Tarım toprakları canlıların beslenmesi için birincil ürünlerin yetişmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra yaban hayatı için doğal yaşam alanı sağlama, yerel iklimi düzenleme, biyoçeşitliliğin korunması, kirleticilerin emilimini sağlama, erozyonu kontrol etme ve yerel halka rekreasyonel fırsatlar sunma gibi çeşitli ekosistem hizmetlerini yerine getirmektedir (Zasada, 2011; Schipanski, ve diğerleri, 2014; Su, Hu, Luo, Mai, ve Wang, 2014). Toprağın canlılara sağladığı bu faydalara rağmen insanların doğrudan ve/veya dolaylı etkileri nedeniyle tarım toprakları tükenme, kirlenme, tarımsal üretimin ve verimliliğin azalması, parçalanma gibi çeşitli nedenlerle bozulma süreçleri yaşamaktadır (Su, Hu, Luo, Mai, ve Wang, 2014).

Tarım topraklarının bozulma süreçlerinden biri olan parçalanma, sağladığı avantajlar ve dezavantajlar nedeniyle olumlu ve olumsuz yönleriyle teorik ve deneysel çalışmalara konu olmuştur. Parçalanma, optimum işlevsellik için bir arada bulunması gereken alanda ayrışmasıdır (Carsjens ve Lier, 2002). Bu şekilde tarım toprağının küçük parçalar halinde çok sayıda parsel bölünmesi toprağın kullanıcıları veya mülkiyetine sahip olanlar için olumsuz bir durum gibi görünse de olumlu çıktıları da olabilmektedir.

Toprak parçalanması her ülkede farklı nedenlerle meydana gelmektedir. Ülkeler, parçalanmışlığın yarattığı dezavantajları avantajlı duruma getirmek için tarım işletmesine ait parselleri bir araya getirip toplulaştırmaktadır. Ancak, toplulaştırma kararının alınmasında parçalanmışlığın yerele sağladığı avantajlı durumlar açısından karar verilmesi gerekmektedir. Hangi durumlarda parçalanmanın durdurularak toplulaştırmanın yapılması veya parçalanmanın sürdürülmesi gerektiği kararının verilmesi toprak yönetim araçlarından biridir.

Toprağın özellikleri, iklim, coğrafi koşullar, topografya gibi özellikler ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Bu nedenle toprak yönetiminde parçalanmanın korunması veya toplulaştırma kararlarının verilebilmesi için her ülke veya bölge için kabul görmüş kurallar bulunmamaktadır. Bu kararların alınmasında yerelin özelliklerinin dikkate alınması gerekmektedir. Literatürde parçalanmanın yararları ve sürdürülmesi gerektiği veya toplulaştırmanın yararları ve toprak toplulaştırmasının gerekliliği ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada toprak yönetiminde hangi koşullarda parçalanmanın korunması veya toplulaştırma kararlarının alınması gerektiği ile ilgili çıkarımlarda bulunulmuştur. İlgili literatürde deneysel ve teorik çalışmalar ayrıntılı olarak incelenerek parçalanmanın sürdürülmesi ve durdurulması gerektiği ile ilgili koşulların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem

Çalışmanın materyalini mevcut literatürden elde edilen bulgular oluşturmaktadır. Literatürde toprak parçalanmasının dezavantajlı veya avantajlı olduğu yönünde çok sayıda çalışma varken, hangi koşullarda parçalanmanın korunması veya toplulaştırma yönetim araçlarının benimseneceği ile ilgili boşluk bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmada, incelenen konu hakkında yeni bilgi

oluşturmak için literatürü kullanan ve tündengelimli mantıksal akıl yürütmeye dayanan bütünleştirici literatür taraması yöntemi kullanılmıştır.

Bütünleştirici literatür incelemesi, incelenen konu hakkında yeni bilgi oluşturmak için mevcut literatürü kullanan nitel araştırma biçimidir. Bir konuyla ilgili var olan literatürü bütünleşik bir şekilde gözden geçirip, eleştirip, sentezleyerek konuyla ilgili yeni çerçeveler, bakış açıları oluşturmaktadır (Torraco, 2016). Bütünleştirici literatür incelemelerinde sentez, bir konuyla ilgili literatürdeki çalışmaların sonuçlarının birbiriyle uyumu ve bu sonuçlarla ilgili çıkarımlardan oluşmaktadır. Ayrıca kapsamlı bir literatür sentezinin sonucu, incelemenin önceki araştırmaları özetlemesinin yanı sıra yeni bilgi ve bakış açısının yaratılmasıdır (Pan, 2013; Torraco, 2016).

Literatür taraması yapmak için toprak parçalanmasının nedenleri ve etkileri, tarım topraklarının parçalanması, peyzajın değişimi, tarım topraklarının dağılımı, toprak parçalanmasının maliyeti, toprak parçalanmasının olumlu etkileri, toprak parçalanmasının itici güçleri ve toprak parçalanmasının tarımdaki etkileri anahtar kelimeleri herhangi bir yıl sınırlaması olmadan Google Akademik, YÖK Tez, Research Gate, YÖK Akademik, Elsevier, Routledge (Taylor ve Francis Group) gibi Türkçe ve İngilizce veri tabanlarında taranmıştır. Sayılan anahtar kelimelerle ulaşılan 72 çalışma, öncelikle ön incelemede başlıklar ve özetlerin okunmasıyla ilgili materyallerin seçimi yapılmıştır. Başlık ve özet okumaları sonucu kapsamlı bütünleştirici bir inceleme için konuyla ilgili 45 çalışmanın uygunluğuna karar verilmiş ve bu çalışmalar, tam metin eleştirel okuma yapılarak şekiller ve tablolarla ilişkiler ve boşluklar kategorize edilip özetlenmiştir. Toprağın yönetim kararının belirlenmesi için tarım toprağının parçalanma biçimleri, nedenleri, parçalanmanın itici faktörleri ve etkilerinin analiz ve sentezinin ardından tündengelimli mantıksal akıl yürütmeye parçalanmanın korunması veya toplulaştırma yönünde yönetim kararlarını belirleyen koşullar için senaryolar geliştirilmiştir.

Tarım Topraklarının Parçalanma Türleri, Nedenleri ve Parçalanmaya Neden Olan İtici Faktörler

Tarım topraklarının parçalanması, optimum işlevsellik için bir arada bulunması gereken varlıkların mekanda ayrışması sürecidir (Carsjens ve Lier, 2002). Toprak parçalanmasını araştırmacılar farklı tanımlasalar da bu tanımların ortak noktaları aşağıdaki şekilde açıklanabilir (Tan, 2005):

- Tarım işletmesinin alanının verimli bir işletmecilik yapılmayacak kadar küçülmesi
- Tarım işletmesine ait parsellerin bitişik olmaması ve diğer çiftçiler tarafından işlenen tarlaların arasında yer alması
- Tarım işletmesine ait alanın birbirinden uzak parçalardan oluşması

Toprak parçalanması fiziksel parçalanma ve toprak mülkiyetinin parçalanması olmak üzere iki yönlüdür (Ntihinurwa ve ark., 2019). Fiziksel parçalanma; toprağın toprak kalitesi, eğim, topoğrafya, altyapılara yakınlık, mikro iklimsel değişimler nedeniyle “kullanım yönünden parçalanması”, “şekilsel parçalanması”, “toprağın konum

olarak parçalanması”, parsellerde çit, hendek vb. nedenlerle alan kaybı olması veya parsellerin birbirinden uzak birçok küçük parça ve farklı yerlere dağılmış bitişik olmayan parsellere bölünmüş olması nedeniyle işletme içinde yaşanan “iç parçalanma” şeklinde olmaktadır. Toprak mülkiyetinin parçalanması; tarım toprağının kullanıcılarının parçalanması (tarım toprağının sahibi aynı zamanda kendisi kullanıcı olabilir veya kiracı işletme ya da ortakçı işletme bu toprağı kullanıcı olarak işleyebilir) biçiminde olmaktadır (Ntühinyurwa ve ark., 2019; Dijk, 2003; Dijk, 2004; Ahmad ve ark., 2023). Tarım topraklarının parsel sayısının artması ve parsel boyutlarının küçülmesi fiziksel olarak parçalanma durumudur (Su ve ark., 2014). Toprak mülkiyetinin miras veya alım satım yoluyla el değiştirmesi, doğal olarak fiziksel parçalanmaya da yol açmaktadır. Bu durum aynı zamanda kullanıcısının toprağın sahibi veya kiracısı-ortakçısı olma durumunu da değiştirebilmektedir. Böylece mülkiyetin parçalanması fiziksel parçalanmaya da yol açmakta ve bu değişimler sürekli bir parçalanmayı beraberinde getirmektedir.

Parçalanmanın ortaya çıkışı ve devamlılığıyla ilgili olarak arz yönlü ve talep yönlü iki bakış açısı bulunmaktadır (McPherson, 1982; Bentley, 1987). Arz yönlü bakış açısı parçalanmanın, miras, nüfus baskısı ve tarım toprağının kıtlığı gibi genellikle sosyo-ekonomik açıdan olumsuz etkilere neden olan dış etkenlerden kaynaklandığını ileri sürmektedir. Talep yönlü bakış açısı, toprak tipi, su tutma kapasitesi, eğim, rakım, agro-iklim koşullarına göre her tarla parselinin farklılık gösterdiğini ileri sürmektedir (Tan ve ark., 2006; Ahmad ve ark., 2023).

Tarım topraklarının parçalanmasının nedenleri ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye farklılık gösterse de ailedeki miras yoluyla bölüşümler ve devirle parçalanması, nüfus artışı, toprak piyasaları ve tarihi/kültürel bakış açıları genel faktörler sayılmaktadır (King ve Burton, 1982; Bentley, 1987; Niroula ve Thapa, 2005; Tan ve ark., 2006; (Van Hung ve ark., 2007; Abubakari ve ark., 2016).

Miras yoluyla tarım topraklarının eşit olarak paylaşılması tüm ülkelerde toprak parçalanmasına neden olan faktörlerden biridir. Eşit paylaşım, verimli topraklar ve sulama tesislerinin bulunduğu en verimli tarım topraklarının daha fazla parçalanmasına yol açmaktadır. Nüfusun artışı ise parçalanma sürecini hızlandıran önemli faktörlerden biridir (Niroula ve Thapa, 2005). Zira nüfusun artmasıyla yaşam ve çalışma alanlarına talebin de artışı beklenmektedir (Long ve ark., 2009). Yaşam alanları için talep edilen toprağın tarım toprağı olması durumunda parçalanma kaçınılmaz olmaktadır. Bu durumda tarım dışı nüfusun oranı ile göç eden nüfusun oranı parçalanmada önemli itici demografik faktördür. Tarım dışı nüfus tarım topraklarını terk ederek kentsel toprak talebini tetiklemektedir (Su ve ark., 2014). Nüfus artışının, tarım toprakları üzerinde oluşturduğu baskı, işlenebilir tarım topraklarının arzının artırılmasının olanaksızlığı, tarımsal nüfus artış hızının toplam nüfus artış hızından yüksek olması, artan nüfusun tarım dışı sektörlere çekilememesi ve parçalanmaya izin veren miras kuralları neticesinde artan nüfusun miras bölüşümüyle tarım toprakları sürekli parçalanmakta ve ekonomik işletme büyüklüğünün altına düşmektedir. Bunun yanı sıra toprak ve topografya özellikleri, iklim koşulları toprak kalitesi çeşitliliği nedeniyle tarımsal faaliyetlerin çeşitlendirilmesi, bitki

deseni ve nöbetleşe ekim amacıyla uygulanan faaliyetler (Temel, 2013; Kavasoglu, 2018; Aksoy ve ark., 1994; Sklenicka ve Salek, 2008) parçalanmada etkili olmaktadır.

Kamulaştırma faaliyetleri (Sayın ve ark., 2017), sosyo-kültürel gelişmelerle birlikte kurumsal ve fiziksel altyapının genişletilmesi sürecinde yol inşası ve gayrimenkul talebi (Su ve ark., 2014), hisseli ve bölünerek yapılan satışlar, sanayi, turizm için toprağın amaç dışı kullanımı, sermaye ve işgücü yetersizliğinden dolayı tarım toprağının kiracılık veya ortakçılıkla işletilmesi (Ekinci ve Sayılı, 2010) parçalanmayı tetikleyen diğer faktörlerdir. Ekonomik nedenlerle de tarım toprakları parçalanmaktadır. Toprak üzerinde daha fazla ekonomik getiri sağlayan tarımsal faaliyetlerin yürütülmesi, kişi başına gelirin artışına paralel olarak yaşam kalitesi ve hizmet mallarına talebin artmasıyla eğitim, sağlık, ulaştırma gibi hizmet endüstrisinin gelişimi tarım topraklarının işgal edilmesine ve peyzajın bozulmasına neden olmaktadır. Parçalanmayı tetikleyen bu nedenlere rağmen çiftçilerin daha bilimsel toprak işleme becerilerini artırmak için yapılan eğitim harcamaları ve ekosistemler üzerinde insan baskısını azaltan bilgi ve teknolojik gelişmeler toprak parçalanmasını azaltmaktadır (Su ve ark., 2014).

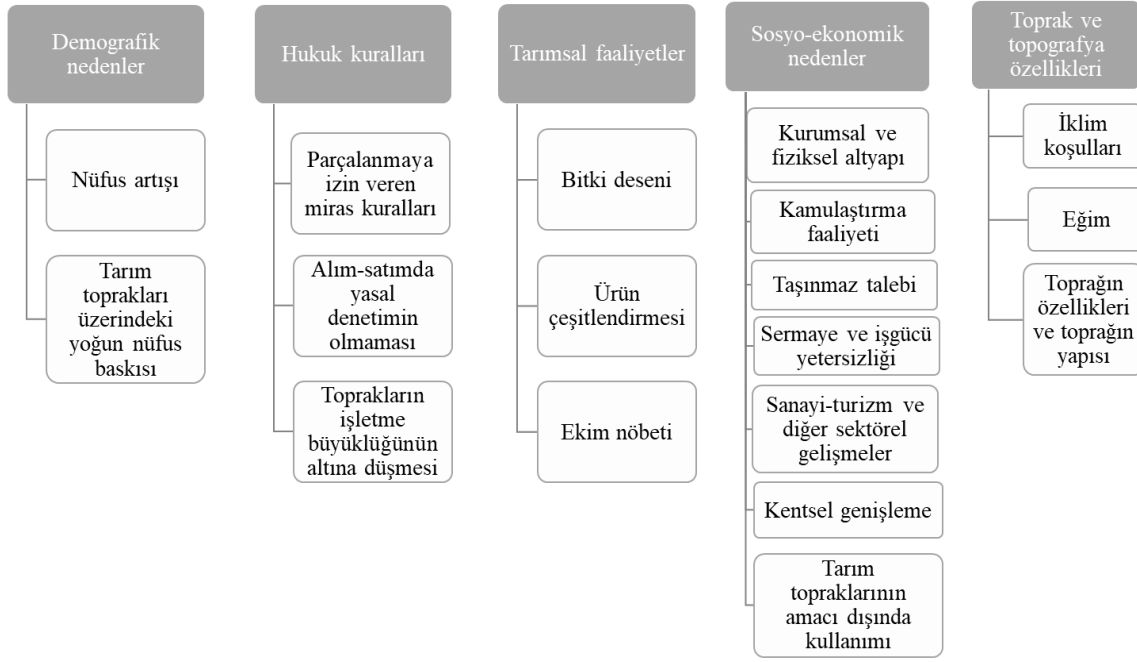
Büyük kentlere yakın yerleşim yerlerinde üreticilerin ürün çeşitlendirmesine gitmelerinden dolayı bu bölgelerde tarım toprakları daha parçalı olmaktadır (Tan ve ark., 2006; Ciaian ve ark., 2018). Farklı ürünler yetiştirmek, farklı toprak koşullarını gerektirmektedir. Bu nedenle ürün çeşitlendirmesine gitmek için her ürünü destekleyecek uygun toprak koşullarına sahip alanlar aramak gerekmektedir (Abubakari ve ark., 2016). Küçük tarım işletmeleri de verimlilik gereksinimi nedeniyle ürün çeşitlendirmesine gitmektedir.

Tarım topraklarının parçalanmasının genel nedenleri ve bu nedenlerin ortaya çıkmasında etkili olan faktörler Şekil 1’ de gruplandırılmıştır. Buna göre, sınırlı bir arzı olan tarım toprakları; demografik nedenler, sosyo-ekonomik nedenler, ülkedeki toprak paylaşım ve alım-satımıyla ilgili yasalar, toprak ve topografya özellikleri ve uygulanan tarımsal faaliyetler nedeniyle parçalanma etkisi altındadır.

Tarım Topraklarının Parçalanmasının (Olumsuz/ Olumlu) Etkileri ve Toprak Yönetim Araçlarının Belirlenmesi

Toprak parçalanmasının her ülkeye ve bölgeye özgü nedenleri bulunmaktadır. Toprak parçalanmasının nedenleri demografik, sosyo-ekonomik, yasal, toprak ve topografya özellikleri ve tarımsal faaliyetlere bağlı olduğu için her ülke ve bölgede farklı etkiler ortaya çıkmaktadır.

Toprak parçalılığı; üretim, işçilik giderleri, sermayenin verimsiz dağılımı üzerine etki etmektedir. Bir tarım işletmesi topraklarının parçalı olması durumunda oransal olarak tarla sınırları, yol ve su arkları için ayrılan alan artacağı için tarım toprağının bir bölümü kullanılamaz duruma gelmektedir. Küçük parseller; çitler ve hendeklerin etkisiyle verimli toprak kaybına, üründe azalmaya neden olduğu gibi ekim, bakım ve hasat sırasında da çalışma güçlüğü yaratmakta, verimli tarım toprağı ve toprak/kişi oranını olumsuz etkilemektedir. İşletme toprağının dağınık ve parçalı olması, düzgün biçimde olmaması, işletmenin iyi yönetimine ve modern işletmecilik yöntemlerinin kullanılmasına olanak vermemektedir.



Şekil 1. Tarım topraklarının parçalanmasının nedenleri
Figure 1. Reasons for fragmentation of agricultural lands

İşletme avlusundan iş yerine ve parçalı durumdaki parseller arasında gidiş geliş ve aletlerin toplanması zaman kaybına ve iş veriminin azalmasına neden olmaktadır. Parçalanma sonucu işletme ölçeğinin küçülmesi, dağınık ve çok sayıda parçanın oluşması tarım topraklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımına olumsuz etki etmektedir. Parçalanmış ve dağılmış tarım topraklarında sulama projelerini tarla içi geliştirme, altyapı ve ıslah gibi hizmetleri uygulamak zor ve masraflı olmaktadır (Küsek, 2014; Kvasoğlu, 2018; Çelebi, 2010; Sayın ve ark., 2017; Artukoğlu, 1987; Yücer ve ark., 2016; Dijk, 2003). Tarım işletmesinde bulunan tarım topraklarının birbirine olan uzaklığı arttıkça parseller arası geliş-gidiş süresi artırmakta ve bu durum üretim verimliliğini düşürmektedir (Tan ve ark., 2008). Tarım topraklarının parçalılığı tarımsal verimliliği, tarım toprağının ve işletmelerin sürekliliğini etkilemektedir.

Parçalanmanın sosyal ve ekonomik sonuçları da bulunmaktadır. Parçalanmayla küçülen ve dağılan tarlalar arası çit, hendek ve yolların kapladığı alan nedeniyle komşular arasında anlaşmazlıklar yaşanmaktadır. Tapu kayıtları ve kadastro güncel değilse bu anlaşmazlıklar daha da artmaktadır. Mekânsal olarak dağınık haldeki parseller tarım işletmesinin yönetim ve denetimini zorlaştırmaktadır. Çiftçilerin tarımsal faaliyetler ve yatırım için bankalardan teminat alamayarak kredi sağlamalarına engel olmakta, diğer yatırımlar için de olumsuz durum oluşturmaktadır. Modern tarımsal mekanizasyonun kullanımına ve altyapının gelişimine engel olmaktadır (Kadigi ve ark., 2017; Ahmad ve ark., 2023; He, 2014; Dijk, 2004). Yenilikçi çiftçilerin üretim için yeni teknolojileri benimsemelerini engellemektedir. Bazı ülkelerde belli büyüklükte tarlaya sahip olan çiftçilere devlet, yatırım için sübvansiyonlu kredi vermektedir. İstenen büyüklüğün altında toprağa sahip olan veya toplamda istenen büyüklüğe sahip olan fakat fazla parsel bölünmüş tarlalarından dolayı çiftçiler bu sübvansiyonlu krediyi alamamaktadır (Niroula ve Thapa, 2005).

Meyvecilik gibi getirisi yüksek ürünlerin geniş alanlarda yetiştirilmesine engel olarak üretkenliğe zarar vermekte, toprak sahiplerinin aidiyet duygularını ve ekonomik refah düzeylerini artırmalarını kısıtlayarak sosyo-ekonomik refah kaybına neden olmaktadır (Kadigi ve ark., 2017; Ahmad ve ark., 2023). Dağınık yapıdan dolayı girdiler ve ürünlerin tarlaya ve çiftliğe taşınması sorun oluşturmaktadır (Kakwagh ve ark., 2011). Tarım topraklarının parçalanmasının ortaya çıkardığı en önemli ekonomik olumsuz etkiler; yatırım ve üretim maliyetlerinin yüksek olması, üretim ve verim düşüklüğü nedeniyle gelirin düşük olması, girdi kullanım ve işgücü kayıplarında artıştır (Yücer ve ark., 2015; Dijk, 2003). Parçalanma ürünün verimliliği, artan aile işgücü kullanımı ve diğer harcamalar üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Hung ve ark., 2007). Parçalanmış küçük dağınık parsellerin aynı genel mikro ekolojik bölge içinde olduğu durumlarda işgücü ve sermayenin verimsiz dağılımından dolayı tarımsal gelişmeyi sınırlamaktadır (Yücer ve ark., 2016).

Tarım toprağının kullanımı yönüyle tarımsal faaliyetin yapılmasını güçleştirmekte, çayır ve meraların korunmasını ve otlayan hayvanların kontrolünü zorlaştırmaktadır. Parçalanma en fazla verim üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Üretim miktarındaki azalmalar tarım kesiminin sermaye kıtlığı yaşamasına, maliyet masraflarının artmasına neden olmaktadır. (Sayın ve ark., 2017; Gün, 2006). Toprak parçalanması sorununun bir yönü olan mülkiyetin parçalanması, üretim verimliliğini düşürebildiği gibi tarım işletmesinin yönetim maliyetlerini de artırmaktadır ve gelecekte fiziksel parçalanma için bir potansiyel oluşturmaktadır (Tan ve ark., 2006; Su ve ark., 2014). Mülkiyet ve kullanımın ayrıldığı kiracılık, ortakçılık gibi parçalanma biçimlerinde tarım toprağına yeterli yatırım yapılmamaktadır. Kiracılıkla işletme biçiminde yatırım yapmak için gerekli krediler uygun teminat olmadan alınamamakta ve üretim optimum seviyenin altına düşmektedir. Uzak mesafelerdeki işletme parsellerine ulaşım için harcanan zaman ve yakıt fazla

olduğu için bu parsellerin ekim yoğunluğu daha az olmaktadır (Dijk, 2003).

Büyük tarım işletmeleri yeterli iş gücüne, yıllık yüksek ortalama gelire ve yüksek eğitim düzeyine sahip oldukları durumlarda topraklarının parçalanma derecesini azaltma eğilimindedirler (Obayelu ve ark., 2019). Küçük çiftçiler ise yeterli teknolojiye, girdi satın almak için yeterli fona sahip olmadıkları için üretkenlikleri olumsuz etkilenmektedir. Bu faktörlerin de etkisiyle küçük tarım işletmesine sahip çiftçilerin toprakları daha çok parçalanma eğilimindeyken işletme büyüklüğü arttıkça parçalanma azalmaktadır (Kadigi ve ark., 2017).

Toprak parçalanması sonucu artan parsel sayısı yayım hizmeti sunumunu ve tarım toprağı iyileştirme maliyetlerini artırmaktadır. Yayım hizmeti veren personel daha fazla dağınık halde bulunan işletmeyi ziyaret etmek zorunda kalmaktadır. Bu durumda üründe meydana gelen bir sorun karşısında çözüm için çiftçinin verdiği bilgilere güvenmek zorunda kalınmaktadır ve destek hizmetlerinin verimli sunumunu engellenmektedir (Niroula ve Thapa, 2005).

Toprak parçalanmasının sonuçları bütünüyle olumsuz olmayıp ailenin geçimi açısından aile işgücünün tamamının kullanılmasını, işgücünün verimli tahsisini ve işsizliğin önlenmesini de sağlamaktadır (Yücer ve ark., 2015; Dijk, 2003). Zararlılar ve hava koşullarındaki değişiklik nedeniyle oluşan riskleri yönetmek için parçalanmanın avantajlı olduğu ileri sürülmektedir. Farklı ekosistemlerde yapılan üretim, farklı zamanlarda olgunlaşan çeşitli ürünlerin yetiştirilmesine olanak vermekte ve işgücünün farklı mevsimlerde farklı parsellerde dönüşümlü olarak çalışmasını sağlamaktadır (Yücer ve ark., 2016). Parçalanmış tarım toprakları çiftçilere, diğer alternatiflerin maliyetli olabileceği durumlarda risk, mevsimsel iş gücü kıtlığı ve gıda güvencesizliğini yönetmek için bir araç sunmaktadır (Blarel ve ark., 2015). Her biri farklı özelliklere sahip birçok parselde farklı ürünler yetiştirilmesi parçalanmanın riskini azaltmakta ve çeşitlilikten yararlanmayı sağlayacak bir mekanizmaya dönüşmektedir. Farklı özellikteki topraklarda farklı ürünlerin yetiştirilmesi, olumsuz hava koşullarına ve doğal afet riskleri karşısında ürün kayıplarının diğer tarlalardan telafi edilmesine ve pazarlama süreci risklerinin hafifletilmesine olanak tanıyarak risklerin neden olduğu maliyet kayıplarını karşılamada katkı sağlamaktadır. Bölgedeki doğal ortam ve sahip olduğu mikro iklim koşulları, çok çeşitli meyve, sebze, tahıl ve endüstriyel ürünlerin yetiştirilmesine izin vermektedir. Toprakların özelliklerine göre çeşitli parsellerde ekim nöbeti ve verim için nadasa bırakma olanağı da sağlanmaktadır. Farklı yükseltilerde ve zamanlarda olgunlaşan çeşitli ürünlerin yetiştirilmesi nedeniyle hasat zamanı farklılık göstermekte ve hasat süreci daha uzun bir döneme yayılmaktadır. Bu sayede modern teknolojiden uzak daha çok emek yoğun bir işgücü gerektiren parçalanmış işletmeler, farklı hasat dönemlerinde farklı parsellerde işgücünü yoğunlaştırarak işgücü talebini kontrol edebilmektedir. Ayrıca hane halkı işgücü darboğazından da kaçınabilmektedir. Tarım işletmesinin sahip olduğu toprak miktarı ürün miktarını sınırlamaktadır. Bu durum ise hanenin gelirini kısıtlamaktadır. Ancak, parçalanmış işletmeler, yetiştirilen ürünlerin bahçe yetiştiriciliğinde olduğu gibi dönüm başına

yüksek üretim değerine sahip üretim yapması, düşük girdi maliyetleri ve küçük ölçekli çiftçilik için uygun pazarlama kanallarının bulunması durumunda, bu olumsuzluğu dengeleyebilmektedir. Parçalanmanın tüm bu avantajları, parçalanma ile bağlantılı maliyetlerin azalmasını sağlamaktadır (Dijk, 2004; Todorova ve Lulcheva, 2005; Dijk, 2003; Kadigi ve ark., 2017; Nguyen ve ark., 996).

Literatürde toprakların parçalanmasının nedenleri arz yönlü ve talep yönlü olarak iki kategoriye ayrılarak açıklanmaktadır (Blarel ve ark., 2015; Veljanoska, 2018). Her iki ayrımda da topraklar çeşitli nedenlerin etkisiyle parçalanmaya maruz kalmaktadır. Arz yönlü açıklamalar parçalanmayı, çiftçilerin istemsiz olarak gerçekleştirdiği dışsal bir dayatma olarak ele almaktadır. Parçalanmanın nüfus baskısı, ekilebilir alanlarda bulunan suyolları gibi doğanın kendisinin ekilebilir toprakların sınırlarını daralttığı ve bu nedenle işletmelerin büyüklüğünün genişletilmesinin ancak ayrı toprak parçalarının alınmasıyla sağlandığı ve her zaman parçalanmanın tarımsal üretim üzerinde olumsuz etkileri olduğunu savunmaktadır. Tarım işletmelerinin parçalanmasına yönelik talep yönlü açıklamalar parçalanmanın özel faydalarının özel maliyetlerini aştığını varsaymakta ve toprak tipi, su tutma kabiliyeti, eğim, rakım, tarımsal iklimsel konum açısından homojen olmayan parsellerde parçalanmanın çiftçiler için olumlu faydalar sağlayacağını varsaymaktadır. Talep yönlü açıklamalar parçalanmayı çiftçilerin seçimi olarak görmektedir. Çiftçilere serbest seçim hakkı verildiğinde çiftçiler için faydalı bulunan, ürün kıtlığı riskini azaltan çeşitli toprak ve yetiştirme koşullarına olanak sağlayan, farklı eğitim ve mikro iklimsel farklılıkları olan tarlalara sahip olunması, ekim nöbetine izin veren koşulların bulunması, sigorta, depolama veya kredi gibi riskin azaltılmasını sağlayan alternatiflerin bulunmaması durumunda parçalanmanın devam etmesi gerektiğini varsaymaktadır (Blarel ve ark., 2015; Obayelu ve ark., 2019). Nüfus yoğunluğunun düşük olduğu bölgelerde parçalanmanın talep tarafından yönlendirilmesi beklenmektedir. Bu özelliğe sahip bölgelerdeki talep, kredi, işgücü ve gıda piyasalarındaki arz talep dengesizliğinden kaynaklansa da toprak ve iklim çeşitliliğinin derecesine ve dolayısıyla işgücü görevlerini kademelendirme ve farklı ürünlerde çeşitlendirme olanaklarına bağlı olmaktadır. Toprakların kıt olduğu bölgelerde arz yönlü faktörlerin etkisiyle parçalanma yaşanmaktadır (Blarel ve ark., 2015). Tarım topraklarının arzının artırılması mümkün değildir. Toprak üzerindeki nüfus baskısı, doğal koşulların etkisi gibi çiftçilerin isteği dışında gelişen nedenlerle topraklar parçalanmaktadır. Çeşitli ekolojik koşullarda üretim olanağı sağlayan homojen olmayan alanlarda ise çiftçiler kendileri için fayda sağlayacak parçalanmanın gerçekleşmesini istemektedir.

Toprak yönetimi araçlarından olan parçalanmanın korunması veya toplulaştırılması kararı, bölgenin özellikleri, parçalanma türleri, parçalanmanın olumlu ve olumsuz yönleri dikkate alınarak verilmelidir. Toprak parçalanmasının sorunlu olduğu veya korunmasının gerektiği koşullar ve etkileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de fiziksel parçalanma ve mülkiyetin parçalanması olmak üzere parçalanmanın iki türüne göre yerelin sahip olduğu koşullar ve bu koşulların neden olduğu etkiler sonucu toprak toplulaştırmasının yapılması

gerektiği veya parçalanmanın korunması gerektiği ile ilgili farklı durumlar verilmiştir. Buna göre;

Bölgedeki toprakların dağılımı ve parçalılığı fazla, maliyet masrafları fazla, bölgede tarım dışı sektörler bulunmuyorsa ve kiracı sayısı fazla ise; üretimin verimliliği, teknolojinin benimsenmesi, geniş alanlarda üretimi daha kârlı olan ürünlerin yetiştirilmesi, zamanın verimli kullanımı, maliyetlerin azaltılması, sosyal çatışmaların azaltılması, risk yönetimi için yatırımların

yapılabilmesi ve yatırımlarda kredi sağlamak için toprak toplulaştırmasının yapılması uygun yönetim araçlarıdır.

Parsellerin farklı ekolojik koşullarda olduğu, iklimsel değişiklikler ve doğal afetler karşısında üretim ve pazar risklerinin yönetimi, gıda güvencesinin sağlanması, işgücünün verimli kullanımını gerektiren parçalılık durumlarında parçalanmanın korunması doğru yönetim aracı olmaktadır.

Çizelge 1. Tarım topraklarının parçalanma türleri, parçalanma koşulları, etkileri ve yönetim kararları

Table 1. Types of fragmentation of agricultural lands, fragmentation conditions, effects and management decisions

Parçalanma türleri	Koşullar	Etkiler	Yönetim kararı
Fiziksel parçalanma, mülkiyetin parçalanması (mülk işletme, kiracı-ortakçı işletme parçalanması)	<ul style="list-style-type: none"> -Küçülen tarlalar arası artan çit ve hendekler -Çok sayıda mülkiyet sahibine ait tarla ve çok sayıda düzensiz şekilli tarla -Küçük ve dağınık çok sayıda parsel -Maliyet masrafları fazla -Kıt sermaye -Tarım dışı sektörlerin olmaması -Teknolojinin yetersizliği nedeniyle sulamayla verimin alındığı alanlarda yalnızca doğal koşullara bağlı üretim 	<ul style="list-style-type: none"> -Komşular arası çatışmalar -Verimli toprak kaybı -Ürün miktarında azalma -Yüksek teknolojinin benimsenememesi -Yüksek kâr getiren ürün yetiştirilmemesi -Kredi sağlamada zorluklar -Ekim, bakım, hasat sırasında çalışma gücünün -Altyapı hizmetlerini uygulamada zorluklar -İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için yatırım yapmada zorluklar (sigorta veya diğer risk yönetim araçları) -Uzak mesafelerdeki parsellerin daha az sıklıkla ekilmesi -Zaman kaybı Yüksek üretim maliyeti -Düşük gelir -Yüksel nüfus yoğunluğu Aile gıda güvencesinin azalması -Tarımsal faaliyetin yıl içine yayılamaması -Düşük verimlilik -Üretim fazlası verilememesi -Düşük gelir 	Toplulaştırma
Mülkiyetin parçalanması (mülk işletme, kiracı-ortakçı işletme parçalanması)	Küçük parçalar Kiracı, ortakçı sayısının fazla olması	<ul style="list-style-type: none"> -Yatırım yapmada güçlükler -Kredi almada güçlükler -Yatırım için sübvansiyonlu kredi almada güçlükler 	
Fiziksel parçalanma, mülkiyetin parçalanması (mülk işletme, kiracı-ortakçı işletme parçalanması)	<ul style="list-style-type: none"> -Parsellerin farklı ekolojik bölgelerde olması -Tarımsal nüfus yoğunluğunun düşük olması -Farklı yükselti ve eğime sahip, dağlık, engebeli, çeşitli kalitede toprak ve yetiştirme koşullarına sahip heterojen alanlar -İklim koşullarının çeşitliliği ve değişimi 	<ul style="list-style-type: none"> -Aile işgücünün tamamının kullanılması -İşgücünün verimli dağılımı -Risk yönetimi -Gıda güvencesi -İşgücünün rotasyonu -İşgücü darboğazlarının yaşanmaması -İşgücü kıtlığının yönetimi -Doğal afet riskinin hafifletilmesi -Pazarlama riskinin hafifletilmesi -Ekim nöbeti ve nadasla toprak veriminin korunması -Gıda güvencesizliğinin yönetilmesi -İşgücü talebindeki iniş çıkışların hafifletilmesi -Hasat ve olgunlaşma zaman farklılığı nedeniyle hane halkı işgücü ihtiyacı yoğunluğunun hafifletilmesi 	Parçalanmanın korunması

Sonuç

Toprak parçalanması çok sayıda parselin rasyonel olarak ürün yetiştirilmesine engel olacak şekilde küçük, mekânsal olarak uzak ve dağınık olması durumudur. Toprak toplulaştırması ise bu parsellerin sayısının azaltılarak rasyonel ürün yetiştirmeye elverişli olacak şekilde belirlenmiş büyüklükte ve uzaklıkta olacak şekilde bir araya getirilmesidir.

Toprak parçalanması fiziksel parçalanma ve mülkiyetinin parçalanması olmak üzere iki türde olmaktadır. Tarım topraklarının parçalanmasının nedenleri her ülkede ve bölgede farklılık gösterse de genel olarak demografik nedenler, yasal düzenlemeler, sosyo-ekonomik nedenler, toprak ve topoğrafya özellikleri ve tarımsal faaliyetler nedeniyle gerçekleşmektedir. Toplulaştırma ile parçalanmanın neden olduğu dezavantajlı durumlar giderilmektedir. Parçalanmanın faydalı olduğu durumlarda parçalanmanın korunması, yerel şartların toplulaştırmayı gerektirdiği ve parçalanmanın maliyetlerinin toplulaştırma maliyetlerini aştığı durumlarda ise toprak toplulaştırmasının uygun bir yöntem olarak kullanılmasını önerilmektedir. Parçalanmanın korunması veya toplulaştırma karar sürecinde bölgenin özellikleri ve gereksinimleri öncelikle belirlenmeli ve bu doğrultuda uygulama yapılmalıdır.

Çok sayıda parçalı, şekilsiz ve dağınık parsellerden oluşan ve parseller arası gidiş gelişte zaman kaybı yaşanan çok sayıda mülk işletmelerin olduğu, tarım dışı istihdamın gelişmediği, teknoloji yetersizliği nedeniyle üretimin doğal koşullara bağlı olduğu, girdi masraflarının fazla olduğu, işletmenin önceliğinin aile gıda güvenliği olduğu, yeni teknolojilerin benimsenmediği, düşük gelirli, üretim maliyetlerinin yüksek olduğu, kredi temininin zor olduğu ve sınır çatışmalarının yaşandığı alanlar ile çok sayıda kiracının olduğu koşullarda da yatırım güçlükleri nedeniyle toprak toplulaştırması doğru bir yönetim aracı olmaktadır.

Parsellerin farklı ekolojik koşullarda olduğu, tarımsal nüfus yoğunluğunun düşük olduğu, farklı heterojen alanların bulunduğu, iklim koşullarının çeşitlendiği ve değiştiği koşullarda doğal afetler ve üretim risklerinin yönetimi, gıda güvencesinin sağlanması, işgücünün verimli kullanımı ve eksikliği durumunda işgücünün yönetimi, pazar risklerinin azaltılması, gıda güvencesinin yönetilmesini gerektiren durumlarda parçalanmanın korunması doğru bir yönetim aracıdır.

Kaynaklar

Abubakari, Z., Molen, P., Bennett, R., Kuusaana, E. (2016). Land Consolidation, Customary Lands, and Ghana's Northern Savannah Ecological Zone: an Evaluation of the Possibilities and Pitfalls. *Land Use Policy*, 54, 386-398.

Ahmad, N., Chuweni, N., Blake, A. (2023). Land Fragmentation and Socio-Economic Wellbeing. 11th ABRA International Conference on Environment-Behaviour Studies, Marrakech, Morocco, 01-07 March 2023, E-BPJ, 8(23), (pp.185-191).

Aksoy, S., Gün, S., Gülçubuk, B. (1994). Tarım Topraklarının Parçalanması ve Miras Hukuku. Türkiye Ziraat Mühendisliği IV.Teknik Kongresi, I. Cilt, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları, No: 26, 9-13 Ocak 1995. Ankara.

Artukoğlu, M. (1987). Türkiye'de Tarım Arazilerinde Arazi Parçalanması Sorunu ve Konuya İlişkin Bazı Öneriler. *Çiftçi ve Köy Dünyası*, Sayı: 26-27, Ankara.

Bentley, J.W. (1987). Economic and Ecological Approaches to Land Fragmentation: In Defence of a Much-Maligned Phenomenon. *Annual Review of Anthropology* 16: 31-67.

Blarel, B., Hazell, P., Place, F., Quiggin, J. (1992). The Economics of Farm Fragmentation: Evidence from Ghana and Rwanda. *The World Bank Economic Review*. vol 6. no. 2: 233-254.

Carsjens, G., Lier, H. (2002). Fragmentation and Land-Use Planning—An Introduction. *Landscape and Urban Planning*, 58, 79-82. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00210-9](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00210-9).

Ciaian, P., Guri, F., Rajcaniova, M., Drabik, D., Paloma, S. (2018). Land Fragmentation and Production Diversification: A Case Study from Rural Albania. *Land Use Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.039>.

Çelebi, M. (2010). Toplulaştırmanın Karaman İlinde Sulama ve Diğer Tarımsal Faaliyetlerin Verimliliği Üzerinde Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (2): 1-6.

Dijk, T. (2003). Scenarios of Central European Land Fragmentation. *Land Use Policy* 20 (2003) 149–158.

Dijk, T. (2004). Land Consolidation as Central Europe's Panacea Reassessed. Symposium on Modern Land Consolidation, September 10-11, France.

Ekinci, K., Sayılı, M. (2010). Tarım Arazilerinin Parçalanmasını Önlemeye Yönelik Mevzuat Üzerine Bir İnceleme. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 121-129.

Gün, S. (2006). Tarımda Toprak Mülkiyet Yapısı ve İşletmelerin İyileştirilmesi. *Türk Tarım Dergisi*, Sayı: 17, 34-37.

He, M. (2014). An Analysis of the Impact of Land Fragmentation on Agricultural Production Cost. Evidence from Farmers in Gansu Province, <https://edepot.wur.nl/313215> (Erişim tarihi 28 Ekim 2023).

Hung, P., MacAulay, T., Marsh, S. (2007). The Economics of Land Fragmentation in the North of Vietnam. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 51, 195–211.

Kadigi, R., Kashaigili, J., Sirima, A., Kamau, F., Sikira, A., Mbungu, W. (2017). Land Fragmentation, Agricultural Productivity and Implications for Agricultural Investments in the Southern Agricultural Growth Corridor of Tanzania (SAGCOT) Region Tanzania. *Journal of Development and Agricultural Economics*. vol. 9(2), 26-36.

Kakwagh, V., Aderonmu, J., Ikwuba, A. (2011). Land Fragmentation and Agricultural Development in Tivland of Benue State, Nigeria. *Current Research Journal of Social Sciences* 3(2): 54-58.

Kavasoglu, İ. İ. (2018). Tarım Arazilerinin Miras Yolu ile Bölünmesinin Önlenmesine Yönelik Yasal Düzenlemenin Örtüaltı İşletmeleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması: Antalya İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Antalya.

King, R., Burton, S. (1982). Land Fragmentation: Notes on a Fundamental Rural Spatial Problem. *Prog. Hum. Geogr.* 6 (4), 475–494.

Küsek, G. (2014). Arazi Toplulaştırmasının Arazi Parçalılığı ve İşletme Ölçeğine Etkisi: Konya-Ereğli-Kuskuncuk Köyü Örneği. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 29 (2) : 15 – 28.

Long, H., Liu, Y., Wu, X., Dong, G. (2009). Spatio-Temporal Dynamic Patterns of Farmland and Rural Settlements in Su–Xi–Chang Region: Implications For Building a New Countryside in Coastal China. *Land Use Policy*, 26, 322-333.

McPherson, M. (1982). Land Fragmentation: A Selected Literature Review. Development Discussion Papers. Harvard Institute for International Development, Harvard University, pp. 4–8.

Nguyen, T., Cheng, E., Findlay, C. (1996). Land Fragmentation and Farm Productivity in China in The 1990s. *China Economic Review*, Volume 7, Number 2, 169- 180.

- Niroula, G., Thapa, G. (2005). Impacts and Causes of Land Fragmentation and Lessons Learned from Land Consolidation in Asia. *Land Use Policy*, 22 (4), 358–372.
- Ntihinurwa, P., Vries, W., Chigbu, U., Dukwiyimpuhwe, P. (2019). The Positive Impacts of Farm Land Fragmentation in Rwanda. *Land Use Policy*. (81) 565-581.
- Obayelu, A., Ogunmola, O., Oyewole, K. (2019). Land Fragmentation and its Determinants in Nigeria: A Case Study of Smallholder Farmers in Ikenne Agricultural Zone, Ogun State, Nigeria. *Journal of Agribusiness and Rural Development*. 2(52) 147–155.
- Pan, M.L. (2013). *Preparing Literature Reviews: Qualitative and Quantitative Approaches*, Fifth Edition. Los Angeles, Routledge Taylor and Francis Group, 15-28.
- Sayın, C., Altunkaya, M., Taşçıoğlu, Y., Sav, O., Kavasoğlu, İ. (2017). Türkiye’de Toprak Parçalanması ve Miras Hukuku. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 30(3): 213-218,
- Schipanski, M., Barberchenck, M., Douglas, M., Finney, D., Haider, K., Kaye, J., White, C. (2014). A Framework for Evaluating Ecosystem Services Provided by Cover Crops in Agroecosystems. *Agricultural Systems*, 125, (1)12-22.
- Shoshany, M., Goldshleger, N. (2002). Land-Use and Population Density Changes in Israel—1950 to 1990: Analysis of Regional and Local Trends. *Land Use Policy*. Volume 19, Issue 2, 123-133.
- Sklenicka, P., Salek, M. (2008). Ownership and Soil Quality as Sources of Agricultural Land Fragmentation in Highly Fragmented Ownership Patterns. *Landscape Ecology*.
- Su, S., Hu, Y., Luo, F., Mai, G., Wang, Y. (2014). Farmland Fragmentation due to Anthropogenic Activity in Rapidly Developing Region. *Agricultural Systems*. Volume 131, 87-93
- Tan, S. (2005). *Land Fragmentation and Rice Production: A Case Study of Small Farms in Jiangxi Province, P. R. China*. Ph.D. Thesis. Wageningen University, 175.
- Tan, S., Heerink, N., Qu, F. (2006). Land Fragmentation and its Driving Forces in China. *Land Use Policy*, 23 (3), 272–285.
- Tan, S., Heerink, S., Kruseman, G., Qu, F. (2008). Do Fragmented Landholdings Have Higher Production Costs? Evidence From Rice Farmers in Northeastern Jiangxi Province, P.R. China. *China Economic Review*, volume 19(3), 347-358.
- Temel, M. (2013). Kırsal Alanların Korunarak Kalkınmasında ve Planlanmasında Bir Araç Olarak Arazi Toplulaştırması: Avrupa Birliği-Türkiye Karşılaştırması. Yüksek Lisans Tezi, Şehir ve Bölge Planlama, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Todorova, S., Lulcheva, D. (2005). Economic and Social Effects of Land Fragmentation on Bulgarian Agriculture. *Journal Central European Agriculture*, volume 6 (4), 555-562
- Torraco, R. (2016). *Writing Integrative Literature Reviews: Using the Past and Present to Explore the Future*. *Human Resource Development Review*, vol 15 (4), 404-428.
- Van Hung, P., MacAulay, G., Marsh, S. (2007). The Economics of Land Fragmentation in the North of Vietnam. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 51 (2), 195–211.
- Yücer, A., Demirtaş, M., Kan, M., Çelik, A. (2015). Türkiye’de Tarım Arazilerinin Bölünmesinin Önlenmesine Yönelik Bir Araştırma. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara, <https://www.researchgate.net/publication/349374095> (Erişim tarihi 28 Ekim 2023).
- Yücer, A., Kamb, M., Demirtaş, M., Kalanlar, Ş. (2016). The importance of creating new inheritance policies and laws that reduce agricultural land fragmentation and its negative impacts in Turkey. *ELSEVIER, Land Use Policy*, 56, 1-7.
- Zasada, I. (2011). Multifunctional Peri-Urban Agriculture a Review of Societal Demands and the Provision of Goods and Services by Farming. *Land Use Policy*. 28, 639-648.



An Evaluation on Greece Agricultural Co-Operatives and Suggestions for Improving the Co-Operative Legislation

Hilal Paksoy^{1,a,*}

¹Millî Eğitim Bakanlığı, Konya, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 27.01.2024 Accepted : 31.01.2024</p> <p>Keywords: Collective action Cooperation Agricultural cooperative Greece Cooperative Legislation</p>	<p>The development of societies all over the world has led to the development of cooperation among them. The reason for this development was that collective action was the main factor in their growth. In this context, their positions and bargaining powers have contributed greatly to the more efficient distribution of goods among people, and have been instrumental in the development of cooperation from past to present. Over the years, many cooperation and cooperation models have emerged that have spread to all countries of the world, aiming for certain goals within the framework of certain rules. Cooperatives are one of these cooperation models. This study aims to provide a brief overview of the most notable features of Greece's national agricultural cooperative legislation and to make recommendations for improving cooperative legislation.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(3): 470-477, 2024

Yunanistan Tarım Kooperatifleri Üzerine Bir Değerlendirme ve Mevzuatın İyileştirilmesi Adına Öneriler

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makalesi</i></p> <p>Geliş : 27.01.2024 Kabul : 31.01.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kollektif eylem Yardımlaşma Tarım kooperatifi Yunanistan Kooperatif Mevzuatı</p>	<p>Tüm dünyada toplumların gelişmesi, aralarında iş birliğinin de gelişmesine yol açmıştır. Bu gelişimin nedeni kolektif eylemin onların büyümesindeki ana faktör olmasıydı. Bu bağlamda geçmişten günümüze konuları, pazarlık güçleri, insanlar arasında malların daha verimli dağıtımına büyük ölçüde katkı sağlayarak, iş birliğinin geliştirilmesine aracı olmuştur. Yıllar içinde belirli kurallar çerçevesinde belirli amaçları hedefleyen tüm dünya ülkelerine yayılan, birçok iş birliği ve yardımlaşma modelleri ortaya çıkmıştır. Kooperatifler bu iş birliği modellerinden biridir. Bu çalışma Yunanistan'ın ulusal tarım kooperatif mevzuatının en dikkate değer özelliklerine kısa bir genel bakış sunmayı ve kooperatif mevzuatının iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunmayı amaçlamaktadır.</p>

^a hilalpsy34@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8139-3851>



Giriş

Sosyal bir varlık olan insanların bir arada yaşama zorunluluğu birçok iş birliği ve yardımlaşma modellerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunlar üretim faktörlerinin ve esas olarak sermayenin kullanılması yoluyla ekonomik amaçlar güden; anonim şirket (Sergaki ve Semos,2006), ekonomik ve diğer sosyal amaçları gerçekleştirmek için bir araya gelen iş birlikleriyle oluşturulan; kooperatif ve sosyal amaçlarla çalışan kişi ve kurumları içeren daha geniş bir ortaklık yelpazesinin oluşturduğu; dernekler olarak gruplandırılabilir. Ancak kooperatifleri diğer iki iş birliği modelinden ayıran mülkiyet, kooperatifin kontrolü ve kooperatif fazlalarının dağıtımı gibi üç temel farklılık söz konusudur (Nilsson,1998). Aynı zamanda kooperatiflerin diğer mali kuruluşlardan önemli bir diğer farkı ise “ne saf bir ekonomik birim ne de saf bir toplumsal organizasyon değil ekonomik, sosyal ve kültürel konumun iyileştirilmesini amaçlayan karma bir sosyo-ekonomik birim” olmasıdır. Toplum içerisinde yer alan birey ve grupların birbirleriyle uyumlu bir yapı oluşturabilmeleri tarihsel mirastan gelen ortak paylaşımlar ve bunun neticesinde oluşturulmuş olan ortak bir kültür zemininde mümkün olabilmektedir (Akkaş,2022). Uluslararası Kooperatifler Birliği’ne (ICA) göre kooperatif, toplumun ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaç ve isteklerini ortaklaşa sahip olunan ve demokratik olarak yürütülen bir şirket aracılığıyla karşılayan, esas olarak ortak sorunları çözmek için gönüllü kişilerden oluşan özerk bir kurumdur (Kalogiannidis,2020).

Kooperatif fikrinin özü, şirketin ilkeleri olan değerlerle desteklenir. Bu değerler; kişisel gelişim, kişisel sorumluluk, demokrasi, eşitlik, dayanışma, dürüstlük, şeffaflık, sosyal sorumluluk ve başkalarına değer vermedir. Bunun yanında kooperatiflerin ana ilkeleri ise; üyelerin demokratik kontrolü, üyelerin mali katılımı, eğitim, öğretim ve bilgilendirme, gönüllü ve ücretsiz katılım, topluma karşı sorumluluk, özerklik ve bağımsızlık ve kooperatifler arası iş birliği şeklindedir.

Tarımsal üreticiler “küçük” girişimciler oldukları için hayatta kalma ihtiyaçları çiftçilerin birleşmesine yol açmaktadır. Kooperatif kurmanın en önemli amacı üretim maliyetlerini azaltarak ölçek ekonomilerinden yararlanmak, pazarlık gücü kazanmak ve bu sayede ürünlerin pazarlanması ile ilgili konularda daha iyi bir bilgi akışı sağlamaktır. Bu bağlamda Yunanistan Kooperatifçilik Sistemi içindeki tarım kooperatifleri de benzer amaçları gerçekleştirmek amacıyla bir araya gelmişlerdir (Nasioulas,2012):

- Daha düşük fiyatlarla hammadde sağlamak,
- Gerekli hizmetleri düşük maliyetle sunmak,
- Üreticilerin ürünlerinin satış fiyatları üzerinde olumlu bir etki yaratmak,
- Özel teklifler, indirimler, fazla iadeler vb. yapmak,
- Üyelerin gelirlerini artırmak.

Aynı zamanda çoğu durumda kooperatifler ürünlerin önemli bir bölümünün işlenmesini ve pazarlanmasını da üstlenmektedirler. Böylece üretimin artırılmasına ve birincil ürün üreticilerinin yararına rekabetin teşvik edilmesine yardımcı olmaktadır (Nilsson,1998). Yunanistan’da kırsal kesimde çiftçilerin küçük ölçekli tarımsal arazilere sahip olması ve yaşam özellikleri hem tedarik hem de ticari tarım kooperatiflerinin kurulmasını zorunlu hale getirmektedir. Böylece karların araçlara ve üçüncü şahıslara sızmasını önlemeyi amaçlarken aynı zamanda sermaye yoğun işletmelerin rekabet gücü nedeni ile etkisiz hale gelmesine de engel olmaktadır. Sonuç

olarak tarımsal kooperatifler, küçük ekonomik birimlerin pazarda var olmalarını sağlamaktadırlar.

Bugün 10.5 milyon nüfusa sahip olan Yunanistan’da tarım sektöründe faaliyet gösteren nüfusun oranı %12’dir. Gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) içinde tarımın payı ise %12’dir. Tarımsal arazi miktarı 3.9 milyon hektardır. Yunanistan’da kooperatifçilik 18. yüzyılın başında ortaya çıkmıştır. Modern anlamda kooperatifçilik hareketinin ise 2000’lerde başladığı kabul edilmektedir. Tarım sektöründe ilk kooperatif, üyelerini finansal olarak desteklemek ve tarımı geliştirmek için kurulan “Almyros Tarım Kooperatifi”dir (Kalogiannidis,2020). Yunanistan’da modern anlamda tarımsal kooperatifçilik 1910 yılında başlamış ve 1913 yılında kabul edilen ilk kooperatif yasası ile tarımsal kooperatifler yasal bir statü kazanmıştır. Bugün ülkede 6919 adet tarımsal amaçlı kooperatif ve 782.000 ortağı bulunmaktadır. Yunanistan’da tarımsal amaçlı kooperatiflerde birim kooperatifler, kooperatif bölge birlikleri ve kooperatif merkez birlikleri şeklinde örgütlenme yapısı mevcuttur. Ülkede tarımsal kooperatiflerin finansmanı ortaklardan alınan ortaklık payları ve Tarım Bankası’ndan alınan krediler ile sağlanmaya çalışılsa da yeterli olmamakta, finansman noktasında ciddi zorluklar yaşanmaktadır (Köroğlu,2003). Kooperatifler için belirli alanlarda vergi muafiyeti ve eğitim hizmetleri için devlet desteği verilmektedir. Yunanistan’da, tarımsal amaçlı kooperatiflerin menfaatlerini koruyan ve 900 bin ortağı bulunan “Panhellenik Tarım Kooperatifleri Birliği Konfederasyonu” (PASEGES) adında bir federasyon bulunmaktadır (Köroğlu,2003). Yunanistan’da üretim faaliyetine dayalı olarak Tarım Kooperatifleri; Tedarik Kooperatifleri, Ticari Kooperatifler, İmalat Kooperatifleri, Kredi Birlikleri, Üretken Kooperatifler ve Çok Amaçlı Kooperatifler olarak sınıflandırılması mümkündür. Tarım kooperatifleri, piyasa mekanizmaları arasında yatay bağlantılar kurarak kırsal alanda bir müdahale aracını temsil etmektedir. Bu çerçevede toplumun ekonomik açıdan zayıf üyelerinin hayatta kalması ve herkesin eşit iş birliği ruhu içinde kişisel katılımı ve ayrıca karşılıklı yardımın artması amacı ile faaliyet göstermektedirler (Patronis ve Mavreas,2004).

Yunanistan Kooperatif Hukukunun Özel Unsurları

Yunanistan kooperatif mevzuatı tarım kooperatifleri için kooperatif dostu iken, kentsel kooperatifler ve Avrupa Kooperatif Topluluğu (SCE)’ na ilişkin yasa, kooperatif dostu olmayan bir mevzuat olarak değerlendirilebilir. Tarım kooperatifleri açısından “kooperatif dostu” olan Yunanistan kooperatif mevzuatı sıklıkla diğer ülkelerin ulusal kooperatif yasalarından ilham almıştır. Örneğin, sınırlı sorumlu sosyal kooperatiflere ilişkin, İtalyan Sosyal Kooperatifler Kanunu’ndan ve SSE hakkında, İspanyol ve Fransız SSE(Çiftçi Destek Sistemi) yasal çerçevesinden etkilenmiştir.

Yunanistan’da ülkenin ulusal anayasasında ve olağan kanunlarda kooperatiflere ilişkin özel düzenlemeler yer almaktadır. Ülkede genel bir kooperatif yasası bulunmamaktadır. Bu nedenle kooperatifleri üç ana

kategoriye ayıran bir dizi özel yasa mevcuttur. Bunlar (Charalambos ve Apostolos,2015):

- 4384/2016 sayılı kanuna tabi olan tarım kooperatifleri.
- 4423/2016 sayılı kanuna tabi orman işçileri kooperatifleri,
- Tarım sektörü dışında faaliyet gösteren ve 1667/1986 sayılı kanuna tabi kentsel (veya sivil) kooperatiflerdir.

Ayrıca, belirli kentsel kooperatif türlerini örneğin kooperatif bankaları, sınırlı sorumlu sosyal kooperatifler, sosyal kooperatif işletmeleri (SCE), işçi kooperatifleri, enerji toplulukları (EC) ve sosyal kooperatifleri düzenlemek için de özel yasalar çıkarılmıştır. Özel kooperatif kanunları genellikle farklı bakanlıklar tarafından hazırlanmakta ve Ulusal Parlamenta sunulmaktadır. Bu kanunlar sektöre özel bir amaca hizmet eder veya belirli sosyo-ekonomik konuları ele alır. Örneğin, Çalışma Bakanlığı tarafından hazırlanan 4430/2016 sayılı “Agricultural Cooperatives, Forms of Collective Organisation of The Agricultural Sector and Other Provisions” kanun ile SCE’lerin ve işçi kooperatiflerinin uygulamaya konulması, bir kooperatif yapısı altında küçük ölçekli üretici/işçi girişimlerinin oluşumunu kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.

Spesifik olarak, tarım kooperatifleri kanununun önsözü, 1995 ICA Kooperatif Kimliği Beyanında belirtildiği şekliyle yedi kooperatif ilkesinin (Gönüllü ve Serbest Giriş İlkesi, Ortakların Demokratik Denetimi İlkesi, Ortakların Sermayeye Katılımı İlkesi, Özerklik ve Bağımsızlık İlkesi, Eğitim, Öğretim ve Bilgilendirme İlkesi, Kooperatifler Arası İş Birliği İlkesi, Topluma Karşı Sorumluluk İlkesi) tamamını ve her birine eşlik eden metni içeren tek yasadır. Yani yedi kooperatif ilkesinin tümüne yalnızca tarım kooperatifleri kanununda değinilmektedir. Özel kooperatif yasalarının bazı hükümleri, demokratik ortak kontrolü ilkesi gibi kooperatif ilkelerini yansıtmaktadır. Ayrıca, özel kooperatif yasalarının bazı hükümlerinin, demokratik kontrole ilişkin kooperatif ilkesi ve özellikle tüm özel kooperatif yasalarında (birden fazla oy hakkına sahip kooperatif hisselerinin ihraç edilebildiği kooperatif bankaları hariç) şart koşulan “bir üye- bir oy” kuralı gibi kooperatif ilkelerini yansıtabileceği de eklenmelidir.

Yunanistan kooperatif mevzuatı, farklı kooperatif türleri arasındaki heterojenliğe odaklanmakta ve aslında ortak kooperatif kimliklerini göz ardı etmektedir. Bu nedenle, Yunanistan’da genel bir kooperatif kanunu ve kooperatif gelişimine yönelik kapsamlı bir kamu politikası planı bulunmamaktadır. Yunanistan kooperatif mevzuatı, diğer iş modellerini düzenleyen mevzuatla karşılaştırıldığında değişkenliğiyle de bilinmektedir. Bu durum, ilgili tarafların kooperatif modelini seçmekten caydırılmasına neden olabilmektedir.

Özellikle, Ulusal Anayasa’nın (NC) 12.4 maddesi şunu öngörmektedir: “her türden tarım ve kentsel kooperatifler, kanun ve tüzük hükümlerine göre kendi kendini yönetecektir; gelişmelerini sağlamakla yükümlü olan Devletin koruması ve denetimi altında olacaktır”. Yukarıdaki hükme dayanarak yasa koyucu, bir yandan kooperatiflerin devlet tarafından korunması ve denetlenmesi, diğer yandan da kooperatiflerin özyönetimi arasında dengeyi sağlayacak yasaları çıkarmak ve

uygulamakla yükümlüdür. Yunanistan Kooperatif Hukuku’nun özel unsurları:

Kooperatiflerin tanımı ve amaçları: Her özel kooperatif kanunu, düzenlediği kooperatifin türünü tanımlar. Böylece özel kooperatif kanunlarının sayısı kadar kooperatife özgü tanım bulunmaktadır. Örneğin ICA Kooperatif Kimliği Bildirisi’ndeki tanımla yakından ilgili olan tarım kooperatifinin tanımı şu şekildedir; “Tarım kooperatifi, gönüllü olarak bir araya gelen ve üyelerinin ortak ekonomik, sosyal ve kültürel gelişimini ve ilerlemesini amaçlayan, ortaklaşa sahip olunan bir ortaklık yoluyla, üyelerinin kendi kendine yardım ve dayanışmasına dayanan ve demokratik olarak kontrol edilen özerk bir birliktir (ICA,2023). Bir diğer örnek ise şöyle tanımlanan kent kooperatfidir; “Tarım sektörü dışında faaliyetlerde bulunan, ekonomik bir amaç güden ve özellikle üyelerinin iş birliğiyle ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmelerini ve yaşam standartlarının iyileştirilmesini amaçlayan gönüllü bir dernektir” (Law 1667/1986, article 1.1).

Kooperatiflerin amacı tüm özel kooperatif yasalarında özel olarak tanımlanmıştır. Bazı kooperatifler, üyelerinin işlem yapma hakkına ve yükümlülüğüne sahip olduğu, ortaklaşa sahip olunan ve demokratik olarak kontrol edilen bir işletme aracılığıyla, üyelerinin ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlar. Örneğin tarım kooperatiflerinin üyeleri, toplam üretimlerinin en az %80’ini kooperatife sunmak ve kooperatiftan malzeme satın almakla yükümlüdür, aksi takdirde bu durum üye ihraç gerekçesi oluşturur (Law 4384/2016, article 8.3, 8.5).

Kuruluş, kooperatif üyeliği ve yönetim: Her kooperatif türü, mahkemeler veya idare daireleri tarafından tutulan farklı bir sicile kaydedilir. Bir kooperatifin, türü ne olursa olsun, tüzel kişilik kazanabilmesi için tescilli şarttır. Tescil için temel yasal gereklilik, kurucu üyeler tarafından imzalanmış bir tüzüğün bulunmasıdır. Yasanın gerektirdiği minimum üye sayısı, iki üyeden (AK) başlayarak 100 üyeye (tüketici kooperatifleri) kadar kooperatifin türüne bağlıdır.

Kooperatife yapılan doğrudan yatırımın tek şekli üyeliktir. Geleneksel olarak kendi kendini finanse etmenin yanı sıra yatırımlara yönelik artan ihtiyaçları karşılama konusundaki yetersizlik nedeni ile son yıllarda kooperatifler finansman bulmak amacı ile üye olmayanlara da başvurumaktadırlar. Kooperatifte üyelik oldukça önemlidir. Çünkü üyeler oy vererek kooperatiflerinin demokratik kontrolünü ellerinde tutarlar. O halde kooperatifin üyeleri, işletmelerinin sahipleri ve kullanıcılarıdır bu nedenle iyi bir yönetim kontrol sistemi sağlamalıdır (Hagen,2012). Bu çerçevede kooperatifin denetimi konusunda kimin oy kullanma hakkına sahip olduğu ve bu hakkın hangi kriterlere göre tesis edildiği oldukça önemlidir (Michael ve Marietta 2022). Bazı kooperatifler ortak olmayanlara oy hakkı vermiş olsa da sıklıkla kooperatif ortaklarının “bir üye, bir oy” ilkesi temelinde oy kullanma hakkı vardır. Kooperatiflerin hedefi, sırasıyla ortaklarının uzun vadeli refahını en üst düzeye çıkarmaktır. Bu nedenle Yunanistan Kooperatifçilik Sistemi içindeki geleneksel değerlerin optimal tahsis politikasını baltaladığı ve fon yatırımını olumsuz etkilediği düşüncesi ile gelişmeler ve ihtiyaçlar doğrultusunda üyelerin kooperatifle olan işlemlerine dayalı olarak “bir üye, bir oy” ilkesi dönüştürülmeye

çalışılmaktadır (Patronis ve Mavreas,2004). Hedeflerin gerçekleştirilmesi için bireyler arasında var olan iş birliği ve karşılıklı yardımlaşma sayesinde her birey kendisine verilen görevi yerine getirmek suretiyle kooperatife destek olmaktadır. Ayrıca bir kooperatifin mali ömrü kooperatif ortaklarının yanı sıra kooperatif kurumunun toplumsal düzeyde ekolojik sorunlara, doğal çevreye ve sosyal faaliyetlere karşı duyarlılığı ile belirlenmektedir (Achilleas ve ark., 2016).

“Bir üye bir oy” kuralına ilişkin olarak; Tarım kooperatiflerinin oy hakkı bulunmayan yatırımcı üyeleri (Law 4384/2016, article 6.2) kooperatif bankaları hariç tüm kooperatifler için geçerlidir. Kooperatif tüzüğü birden fazla oy hakkına sahip kooperatif hisselerinin ihracına izin verebilecek niteliktedir. Kanun koyucu, kooperatif bankası içindeki bir üyenin veya azınlığın oy haklarının çoğunluğunu elde etmesini ve dolayısıyla karar alma süreçlerinde mutlak yetkiye sahip olmasını engellemek için birtakım sınırlamalar getirmektedir (Law 1667/1986, article 4.2).

Yunanistan’da Kooperatif Yönetim Modelleri

Yunanistan özel kooperatif yasalarının ortaya koyduğu kooperatif yönetim modelleri şunlardır (Kalogiannidis,2020):

Üç Kademeli Yönetim Modeli

Yunanistan’daki kooperatiflerin ana yönetim modeli, genel kurul (GA), yönetim kurulu (YK) ve denetim kurulundan (SB) oluşur. Üye sayısı 30’dan az olan tarım kooperatifleri ve üye sayısı 25’ten az olan kent kooperatifleri için SB kurulması zorunlu değildir.

İki Kademeli Yönetim Modeli

İki kademeli yönetim modeli GA, YK veya yöneticiden oluşmaktadır. Bu model içinde SB yer almamaktadır. Ancak, karşılıklı ve sosyal faydaya dayalı 5 üyeli SCE’ler veya 3 üyeli işçi kooperatifleri olması durumunda, yasa koyucu, Yönetim Kurulu yerine, tüm Yönetim Kurulu görevlerinden sorumlu bir yöneticinin atanmasına izin vermektedir. Yunanistan özel kooperatif kanunlarına göre iş yönetim organları aşağıdaki gibidir (Law 4430/2016, article 20, 30):

- **Genel Kurul (GA):** Kooperatif içindeki en yüksek organ olarak, kooperatif için hayati öneme sahip konularda karar verme yetkisine sahiptir. Örneğin tüzük reformu, birleşmeler, bilançonun onaylanması, kooperatifin feshi) ve başka herhangi bir organa devredilmeyen diğer konular.
- **Yönetim Kurulu (YK):** Kooperatifin temsil ve yönetiminden sorumlu organdır. Üyeleri, görevleri sırasında kooperatife verdikleri her türlü zararı karşılamakla yükümlüdürler. Ayrıca kendilerini seçen ve aynı zamanda görevden alabilen Genel Kurul’a karşı sorumludurlar. Prensip olarak YK üyeliğine yalnızca işbirlikçileri seçilebilir. Bununla birlikte tarımsal kooperatiflerde ve kentsel kooperatiflerde, kooperatif çalışanları, YK’ya ek üye olarak bir temsilci atayabilir. Kooperatif bankalarında, 7 yönetim kurulu üyesinden 2’si üye olmayabilir (Law 1667/1986, article 7.1).

- **Yönetici:** Tarımsal kooperatiflerde ve kent kooperatiflerinde, Yönetim Kurulu görevlerinin tamamını veya bir kısmını yürütmek üzere Yönetim Kurulu tarafından bir yönetici atanabilir. Özellikle yıllık cirosu 1 milyon Euro veya daha fazla olan tarım kooperatifleri için bir yöneticinin atanması zorunludur.
- **Denetim Kurulu (SB):** Yönetim Kurulunun izlenmesi, kontrol edilmesi ve denetlenmesiyle (örneğin Yönetim Kurulunun kanunlara, kooperatif tüzüğüne ve Genel Kurul tarafından alınan kararlara uyup uymadığının incelenmesi) yetkili organdır. Üyeleri, görevleri sırasında kooperatife verdikleri her türlü zarardan sorumludurlar ve üyelerini seçen ve aynı zamanda onları görevden alabilen Genel Kurul’a karşı sorumludurlar (Law 4384/2016, article 16.11).

Yunanistan Tarım Kooperatiflerinin Mali Yapısı ve Vergilendirme

Her üye, kooperatif sermayesine bir zorunlu hisseyle (bazı kooperatiflerde asgari miktarı kanunla belirlenen) katkıda bulunur ve kooperatife yaptığı mali katkıya bakılmaksızın Genel Kurul’a bir oyla katılır. Bunun istisnası, sınırlı oy hakkına sahip ek hisseler ihraç edebilen kooperatif bankalarıdır. Üyenin çekilmesi veya kooperatifin dağılması durumunda hisseler üyelere iade edilir. Nitekim tarım kooperatiflerinde kooperatif hisselerinin nominal değeri iade edilir. Kooperatif bankalarında ise kooperatif bankasının net özsermayesi oranında hisselerin değeri iade edilir. Ayrıca, şehir kooperatiflerinde genel kurul kararıyla: a) yeni katılan üyeler de kooperatifin net özsermayesi oranında özel yedek akçeye ayrılmak üzere katkı sunmakla yükümlü olabilir, b) Üyeler, kent kooperatifinin vadesi gelen ödemeleri karşılayamaması veya bilançoya göre maliyetlerin geliri aşması durumunda olağanüstü bir katkı sunmak zorunda kalabilir (Law 1667/1986, article 4,11).

Kooperatifin mali durumunu etkileyen diğer bir konu fazlalık ve kârın dağıtımıdır. Fazlalık ve kârın dağıtımı konusunda, birincisini ikincisinden ayıran ve farklılaştırılmış bir tahsis sistemi öngören tek hukuki düzenleme Tarım Kooperatifleri Özel Kanunu’dur. Fazlalık, kooperatifin üyeleriyle yaptığı işlemlerden elde edilen olumlu ekonomik sonuç olarak tanımlanmaktadır. Bu fazlalık, Tüzük gerektiriyorsa oy hakkı bulunmayan imtiyazlı hisse senedine sahip kooperatiflere, zorunlu yedek akçeye (artığın en az %10’u), kooperatifle olan işlemleriyle orantılı olarak üyelere, kooperatifin gelişmesi için, ortaklarının eğitim/öğretim faaliyetlerine (artığın en az %2’si) tahsis edilmektedir. Öte yandan kâr, kooperatifin ortak olmayanlarla yaptığı işlemlerden elde edilen olumlu ekonomik sonuçlar olarak tanımlanmakta ve genel kurul kararıyla zorunlu yedek akçe olarak ve topluluğun kalkınması için dağıtılmaktadır (Law 4384/2016, article 23).

Kent kooperatifleri için yasa koyucu yalnızca dağıtılan karlara (dolayısıyla artı değer dahil) atıfta bulunur (madde 9.4 L.1667/1986) Bu kararlar: Genel Kurul kararıyla zorunlu yedek akçeye (kârın en az %10’u) ve diğer yedek akçelerin oluşturulmasına ve üyelere tahsis edilir. Yönetmelikte aksi bir hüküm bulunmaması halinde, üyelere kârın %50’si kooperatif payları oranında, kârın %50’si üyelere kooperatifle yaptıkları işlemler oranında dağıtılır. Kârın

geri kalanı genel kurul kararıyla kooperatiflerin amaçları doğrultusunda dağıtılır (Law 1667/1986, article 9.4).

SCE'ler ve işçi kooperatifleri için farklı bir sistem öngörülmektedir. Kârlar (fazlanın da dahil olduğu): zorunlu yedek akçeye (kârın en az %5'i), işçilere (üyeli olan veya olmayan) işçi ikramiyesi olarak (kârın %35'ine kadar), istihdam yaratılması ve kooperatifin geliştirilmesi için tahsis edilmektedir (Law 4430/2016, article 21,31) Bu nedenle yukarıda belirtilen kooperatiflerde çalışmayan üyeler kar dağıtımının dışında tutulmaktadır. Yatırımcı-üyeler ise oy hakkı, seçme ve seçilme hakkı olmaksızın tarım kooperatiflerine katılabilmektedirler.

Kooperatiflerin mali yapısına ilişkin bir diğer sorun ise mali araç ihraç etme yetkinliğine ilişkindir. Yunanistan yasal rejimine göre, oy hakkı olmayan imtiyazlı hisse senetleriyle birlikte borsaya girebilecek tahvil gibi mali araçları yalnızca kooperatif bankaları ihraç edebilir (Law 1667/1986, article 3.7). Bu hükümler faaliyette olan kooperatiflere ilişkindir. Kooperatiflerin feshedilmesi durumunda, kalan kısmın dağıtımı konusunda kooperatif türüne göre farklı hükümler öngörülmektedir. Özellikle tarım kooperatifleri (Law 4384/2016, article 7), sosyal kooperatif işletmeleri (SCE) ve işçi kooperatifleri için tasfiye sonrası kalan kısmın çıkarsız dağıtımı öngörülmektedir (Law 4430/2016, article 32.2). Kâr amacı gütmeyen işçi kooperatifleri ve enerji topluluklarına (EC), geri kalan kısım orman işçileri kooperatifleri, sivil kooperatifler, sınırlı sorumlu sosyal kooperatifler ve kâr amacı güden işçi kooperatifleri ve enerji topluluklarındaki (EC) üyelere dağıtılmaktadır (Law 4423/2016, article 35). Kooperatiflerin vergi uygulamalarına ilişkin olarak, tarım kooperatifleri, kooperatiflerin özel niteliklerini dikkate alan daha uygun bir vergi uygulamasından yararlanmaktadır. Daha spesifik olarak: (Law 4384/2016, article 29.1,29.3).

- Tarım kooperatifi üyelerinin kooperatif hisseleri vergiden muaftır,
- Üyelere dağıtılan (kooperatifin üyeleriyle yaptığı işlemlerden elde edilen) fazlalık, kooperatifin gelir vergisine değil, ortakların gelir vergisine tabidir,
- Kooperatifin ortak olmayanlarla yaptığı işlemlerden elde edilen kazançlar kooperatif gelir vergisine tabi olup, vergilendirildikten sonra geri kalanı zorunlu yedek akçeye ayrılır,
- Daha büyük kooperatiflerin oluşumunu kolaylaştırmak amacıyla, tarım kooperatifleri arasındaki birleşmelerde ticari şirketlerin birleşmesine ilişkin vergi muafiyetleri ve diğer avantajlı vergi hükümleri de geçerlidir.
- Diğer kooperatif türleri, yalnızca birkaç istisna dışında, esas olarak tüm tüzel kişilere uygulanan genel vergi hükümlerine tabidir. Örneğin, SCE'ler ve işçi kooperatifleri, ticari faaliyetlerden elde edilen bir gelir olarak kabul edilmediğinden, karlarının çalışanlarına ikramiye olarak dağıtılan kısmı (%35'e kadar) üzerinden vergilendirilmemektedir, bu bir ücret geliridir.
- Ayrıca SCE'ler, tarım kooperatifleri ve işçi kooperatifleri, ticari statüye sahip gerçek ve tüzel kişilere uygulanan ve genellikle yıllık 600 ila 1000 Euro arasında değişen yıllık işletme vergisinden muaftır.

Yunanistan Tarım Kooperatiflerinde İç ve Dış Kontrol

Kooperatifler devlet denetimine (veya kontrolüne), SB tarafından öz denetime ve bağımsız denetçiler tarafından mali denetime tabi tutulmaktadır.

Kooperatiflerin devlet denetimi anayasal düzeyde tanınmıştır ve özel kooperatif kanunlarında belirtilmiştir. Özel kooperatif kanunları, az çok benzer denetim görevleri öngörmektedir (örneğin, rehberlik ve kooperatiflerin kanun ve tüzüklere uygunluğunun izlenmesi gibi). Ancak bunlar kooperatif türüne bağlı olarak farklı bakanlıklar ve kamu otoriteleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Örneğin, Tarım Bakanlığı tarım kooperatiflerini, Milli Ekonomi Bakanlığı kent kooperatiflerini, Sağlık Bakanlığı ise sınırlı sayıdaki sosyal kooperatifleri denetlemektedir (Charalambos ve Postolos, 2015). Öte yandan öz denetim, tüm kooperatif türleri için öngörülme bir SB'nin kurulmasını çeşitli hükümlerle desteklemektedir. Ülkenin ilk kooperatif kanunu, tüm kooperatifleri ilgilendiren genel bir kanun olup, devletin denetim ve kontrolünün kooperatif federasyonlarına devredilmesini öngörmektedir. Ancak bu hiçbir zaman pratikte uygulanmamış ve ölü bir metin olarak kalmıştır. Bunun muhtemel nedenlerinden biri, ulusal kooperatif hareketinin devlet denetimi, teşviki ve desteği altında kritik bir kitleye ulaşması ve bu durumun uygulamada kooperatiflerin kendi öz denetim mekanizmalarıyla bağımsız bir hareket haline gelebilmesini engellemesi olabilir. Denetimin bağımsız denetçiler tarafından yapılmasına ilişkin olarak, kooperatiflerin kooperatife özel bir denetime tabi olmayıp, şirketlerin genel denetim hükümleri uygulanmaktadır; dolayısıyla bağımsız denetim, kooperatifler konusunda özel bir uzmanlığa sahip olmayan denetçiler tarafından uygulanan ve kooperatifin mali yönüne odaklanan bir denetim şeklidir (Louloudis,1995).

Yunanistan Tarım Kooperatifleri Arası İş Birliği

Kooperatifler arasındaki iş birliği hem yatay hem dikey hem de ekonomik ve sosyo-politik olarak uygulanmaktadır. Kooperatifler arasında yatay iş birliği engellenirse de dikey entegrasyon durumunda çeşitli sınırlamalar söz konusudur. Genel olarak her özel kooperatif kanunu aynı türden kooperatifler arasında ekonomik ve sosyopolitik amaçlar doğrultusunda dikey entegrasyona imkân sağlamaktadır. Özellikle, tarım kooperatif birliklerinin kurulmasına yalnızca benzer türde kooperatifler arasında izin verilmektedir. Ancak bazı durumlarda bu durum sınırlandırılmakta hatta engellenmektedir (SCE'ler ve işçi kooperatifleri bu tür birlikler kuramazlar). Aynı durum, birlik çatısı altında kurulan ve sosyopolitik bir amaca hizmet eden yerel ve ulusal kooperatif federasyonları için de geçerlidir. Bu federasyonlar da birliklerde olduğu gibi aynı türdeki kooperatifler arasında kurulabilmektedir. Ancak, SCE'ler, işçi kooperatifleri ve sınırlı sorumlu sosyal kooperatifler dışında, geri kalan kooperatifler (Avrupa ve uluslararası uygulamaların aksine) bu koşulları yerine getirmekte zorluklar yaşamaktadırlar. Her türden kooperatif bu tür birlikleri oluşturabilse bile, bu yalnızca ikinci kademe örgütlenme için planlanmış olacağı için sadece ikinci kademe örgütlenme için geçerli olacak ve üçüncü kademe örgütlenmede yine sorun yaşanacaktır. Sonuç olarak,

kooperatifler arasındaki dikey iş birliği oldukça parçalıdır ve kanunun getirdiği birçok engelle karşı karşıyadır (Sergaki ve Semos, 2016).

Yunanistan'da kâr amacı güden bir işletmeden farklı olarak üyelerinin yararına hizmet sunmakla yükümlü olan kooperatiflerin gönüllü olarak oluşturmuş olduğu özerk bir Kooperatif Birliği bulunmaktadır. Bu birlik kooperatiflerin kültürel, sosyal ve finansal gelişimlerini ve tanıtımlarını amaçlamaktadır. Ülkede Tarım Kooperatiflerinin "Panhellenik Tarım Kooperatifleri Birliği Konfederasyonu" (PASEGES) adında bir federasyonu bulunmasına rağmen kooperatifler için ulusal bir federasyon söz konusu değildir (Köroğlu, 2003).

Yunanistan Tarım Kooperatiflerinin Mevcut Sorunları

Yunanistan yasal çerçevesinin parçalanmışlığı, mevcut özel kooperatif yasalarının sürekli olarak değiştirilmesi veya kaldırılmasından ve yenilerinin getirilmesinden kaynaklanan istikrarsızlıkla daha da karışık bir hal almaktadır. İstikrarlı yasal çerçeveye aykırı olarak kooperatifler sürekli değişen bir yapı sergilemektedir. Örneğin tarım kooperatifleri için 2000'li yıllardan bu yana bunları yöneten ve düzenleyen 4 kanun değişikliği yapılmıştır. Bu durum, kooperatifin yasal şekli etrafında hukuki bir belirsizlik oluşturmakta ve tarafları iş modeli olarak kooperatifi seçmekten caydırmaktadır. Parçalı ve sürekli değişen yasal çerçeve kapsamında, kooperatiflerin gelişimi bir dizi özel hüküm (veya bunların yokluğu) nedeniyle engellenmektedir. Şöyle ki, kooperatiflere ilişkin genel bir tanım olmayıp, sadece kooperatife özgü çok sayıda tanımın bulunması, kooperatiflerin ortak kimlik, ortak değer ve ilkelere sahip yekpare bir kurum olduğu algısını bozmaktadır. Ayrıca kooperatifler farklı sicillerde ve farklı makamlarca tescil edilmektedir. Dolayısıyla, kapsamlı kamu politikalarının hazırlanması için vazgeçilmez olan, kooperatif hareketinin tamamına ilişkin istatistiksel verilerin toplanması imkânsız hale gelmektedir. Yukarıda değinildiği gibi bir kooperatif, genellikle kooperatifin faaliyetlerini ait olduğu kategorinin dışındaki sektörlere genişletmekten mahrum bırakılmaktadır. Yine tüm kooperatifler için "bir üye-bir oy" kuralının mutlak bir kural olarak uygulanması bazı durumlarda kooperatifin aleyhine sonuçlanabilmektedir. Özellikle, kooperatifin, üyelerinin kooperatifle yaptıkları işlemlerle orantılı olarak edindikleri sınırlı sayıda oy hakkına sahip ek kooperatif hisseleri ihraç etmesine izin verilmesi, kooperatifin kendi üyeleri tarafından sermaye çekmesine engel olmakta ve kooperatifin en aktif üyelerini ödüllendirmektedir. Tarım kooperatiflerinde kooperatif üyeleriyle yapılan işlemler kooperatif üyesi olmayanlarla yapılan işlemlerden daha avantajlı koşullar altında gerçekleşmekte ve kooperatif bankaları üye olmayanlarla kredi ve mevduatlarının yalnızca %50'sine kadar işlem yapabilmektedir. Sonuç olarak bugün Yunanistan tarım kooperatiflerinin işleyişinde yaşanan sorunlar;

- Tarım kooperatiflerinin idari, mali ve organizasyon yapısındaki sorunlar,
- Her düzeyde ortak eğitimin olmayışı, küresel gelişmelere entegre olma becerisinde yaşanan sorunlar,
- Sağlıklı ve iyi işletilen kooperatiflerin engelsiz gelişimine yönelik devlet politikasının eksikliği,

- Piyasa ekonomisi bağlamında kooperatif kültürünün eksikliği,
- Devletin kooperatiflerin iç işlerine katılımı gibi başlıklar altında toplanabilir.

Sonuç

Kamunun veya özel sektörün müdahale edemediği veya müdahale etmek istemediği ihtiyaçlara çözümler üretmede kooperatifler önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Başarılı bir kooperatifin mali ve ticari açıdan uygun olan ve kooperatif karakterini ve yapısını koruyan veya geliştiren bir şirket özelliğini taşıması gerekirken Yunanistan tarım kooperatifleri işletme olarak başarılı olmakla birlikte üyeleri kontrol etme, üyelerin ihtiyaçlarını karşılama ve net kar paylarını dağıtma veya paylaşma konularında yavaş yavaş kooperatif karakterini kaybettiği görülmektedir. Tarım kooperatiflerinin sağlıklı şekilde başarı gösterebilmeleri için bir takım örgütsel özelliklerinin var olması gerekmektedir. Bunlar (Benos ve ark., 2007):

- Birincil kooperatiflere destek sağlayan dikey, entegre yapıların varlığı, dolayısıyla ikincil kooperatiflerin (kooperatif birlikleri) üyelerine etkili destek sağlayabilmeleri,
- Kooperatiflerin deneyimli, eğitilmiş ve mesleki açıdan kalifiye personel tarafından yönetilmeleri,
- Kooperatiflerin demokratik olarak seçilmiş konseyler tarafından denetim ve kontrollerinin sağlanması,
- Kooperatiflerin kendi kendine yeterli hale gelmeleri, sermaye biriktirmeleri, büyümeleri, dış yönlendirmelerden ve kontrollerden uzak kalmaları,
- Kooperatiflerin üretime katma değer kazandıracak üretim yapılarını organize etmeleri,
- Kooperatiflerin ortaklarının eğitim sürecinin üstlenmeleri böylece üyelerinin alacakları eğitim sayesinde daha sorunsuz ve daha fazla entegre olmaları,
- Kooperatif yönetimde katılımcı ve eleştirel bir anlayışa fırsat sağlayarak şeffaf ve profesyonel bir yönetim anlayış içinde hareket etmeleri (Öğüt&Tarhan,2022).
- Kooperatiflerin örgüt kültürüne sahip olmalarıdır.

Tarım sektöründe ortaya çıkan sorunların ortadan kaldırılması için yukarıda sayılan örgütsel özelliklerin yanı sıra modernleştirilmiş bir kooperatif modelinin planlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece tarım, yerel toplumların sürdürülebilir kalkınmasına öncülük edecektir (Ceylan & Mızırak,2023). Yunanistan'da kooperatiflere yönelik destekleyici bir yasal çerçevenin bulunmaması, zayıf veya yetersiz bir yasal çerçevenin varlığı, kooperatifleri ve onların gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Yunanistan'daki kooperatif mevzuatının iyileştirilebilmesi için genel bir kooperatif kanununa ihtiyaç vardır. Ayrıca böyle bir adım özel kooperatif yasalarının revizyonuyla birlikte yapılmalıdır. Bu bağlamda kooperatif kimliğine uyumun ve tüm kooperatifler için eşit muamelenin sağlanması amacıyla mevcut kooperatif yasalarının uyumlaştırılması önemli bir önceliktir. Yunanistan kooperatif mevzuatı mevcut haliyle

parçalı ve istikrarsızdır. Bu nedenle Yunanistan'daki kooperatif hareketi hem özel kooperatif yasalarının revizyonundan hem de genel bir kooperatif yasasının getirilmesinden fayda sağlayacaktır. Ulusal yasal çerçeveyi iyileştirmek ve Yunanistan kooperatif yasal çerçevesinde süregelen parçalanmayı ortadan kaldırmak için özel kooperatif yasalarının uyumlaştırılması ve genel bir kooperatif yasasının çıkarılması gerekmektedir. Öncelikle özel kooperatif yasalarının, kooperatif kimliğine uygun hale getirilmesi, tüm kooperatiflere eşit muamele sağlanması ve bazı kooperatif türleri için, o kooperatif türünün özelliklerine dayandığı sürece imtiyazlı hükümlerin (örneğin faaliyetlerinin doğası veya güdülen amacı veya üye yapısı nedeniyle) korunması esasına göre uyumlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, Yunanistan'daki yasal çerçevenin iyileştirilmesi için önerilen genel bir kooperatif kanunu tüm kooperatif türlerine uygulanabilecek ortak hükümler getirmelidir. Bu genel yasada müdahaleci ve ayrıntılı kurallardan kaçınılmalıdır. Bunun yerine genel ve esnek normlar getirilerek kooperatiflerin özyönetimi güçlendirilmelidir. Daha spesifik olarak, genel kooperatif hukuku içinde şu konulara atıfta bulunulması yararlı olacaktır: Kooperatiflerin oluşumu ile ilgili aynı süreç, süre ve yetkiye tabi olmaları, kurucu üye sayısının 3'e düşürülmesi, tüm kooperatiflerin birleşik bir sicile tabi tutulması ve devlet denetiminin uzman denetçiler tarafından gerçekleştirilmesi, üyelere mali katkılarına göre değil, kooperatifle yaptıkları işlemler oranında sınırlı sayıda oy hakkı tanınması, belirli bir türdeki kooperatifin faaliyetlerini diğer sektörlerde genişletme imkanı sağlanması, artı değer ve kâr arasında bir ayrım yapılması ve artı değerün uygun bir şekilde dağıtılması, kooperatifin niteliğine göre uygun bir vergilendirme yapılması.

Yunanistan kooperatif sisteminin iyileştirilmesi için "Ortak Eğitim ve Tanıtım Fonları" oluşturulmalı, aynı veya farklı türdeki kooperatiflerden üyelerin yer aldığı, ekonomik amaçlı kooperatif birlikleri ve sosyo-politik amaçlı federasyonlar oluşturulmalı ve aynı zamanda kooperatif hareketini temsil eden bir Yunanistan kooperatifler Konfederasyonu kurulmalıdır. Kooperatifin üye olmayanlarla yaptığı işlem hacmi, üye olmayan çalışanların sayısı konusunda kısıtlama getirilmelidir. Kooperatif modelini destekleyen bir kamu otoritesi olarak kooperatiflere ilişkin ulusal bir konsey oluşturulmalıdır. Bu konsey içinde kooperatif mevzuatının uygulanmasını ve gelişimini izleyebilecek işbirlikçiler, akademisyenler ve politika yapımcıların yer alması faydalı olacaktır.

Yunanistan kooperatif yasal çerçevesinde bazı iyi uygulamalar da söz konusudur. Ulusal Anayasadan (NC) başlayarak, Ulusal Anayasa'nın 12.4 maddesi (her türden tarım ve kentsel kooperatifler, kanun ve tüzük hükümlerine göre kendi kendini yönetecektir; gelişmelerini sağlamakla yükümlü olan Devletin koruması ve denetimi altında olacaklardır) ile, kooperatifin kendi kendini yönetmesi ile kooperatifin devlet tarafından denetlenmesi ve korunması arasında bir denge kurmaya çalışılmaktadır. Bununla birlikte, anayasal düzeyde kooperatiflerden açıkça söz edilmesi gerçeği, yalnızca onların önemini vurgulamakla kalmamakta, aynı zamanda onların teşviki ve daha da geliştirilmesi için destekleyici tedbirlerin yasalaşması için bir gerekçe sunmaktadır. Çeşitli özel kooperatif yasalarında getirilen özel hükümlerle ilgili olarak, tarım

kooperatiflerine ilişkin kooperatifin kooperatif dışı işlemlerden elde edilen karlarının ayrıştırılması gibi bir dizi kooperatif destekleyici hüküm öngörmektedir (Law 4384/2016). Ayrıca fazla ve kârların dağıtılma şekli, ortakların kooperatifle yaptığı işlemlerin ödüllendirilmesi, spekülasyon uygulamaların önlenmesi sonucunu doğurmakta ve en önemlisi kooperatifçilik ilkelerinden Eğitim, Öğretim ve Bilgilendirme İlkesi ile İş Birliği İlkesinin uygulanmasına araç olmaktadır.

Kooperatifin özel çıkar amacıyla dağılmasını önlemeyi amaçlayan bir iyi uygulama da birçok özel kooperatif kanununda yer alan bir hükümle, tasfiye sonrasında kalan kısmın üyelere dağıtılmasının yasaklanmasıdır. Ayrıca son yıllarda yasa koyucunun, ortaya çıkan çeşitli sorunlara çözüm bulmak amacıyla yeni kooperatif türlerini uygulamaya koyması bir diğer olumlu gelişmedir. Her ne kadar Yunanistan yasal çerçevesi bir dizi kooperatif destekleyen hükümlerle donatılmış olsa da ortaya çıkan yasal sorunlar iyi uygulamaları geride bırakmaktadır.

Sonuç olarak özetlersek Yunanistan kooperatif sistemi içindeki eksiklikler, iyi uygulamaları arka planda bırakmaktadır. Yunanistan Kooperatif Sistemi için modernize edilmiş bir kooperatif modeline ihtiyaç vardır. Bu nedenle yapılan araştırmalar sonucunda kooperatiflerin başarısızlık nedenleri olarak tespit edilen kontrol mekanizmalarının eksikliği, yetersiz eğitim ve öğretim, işbirlikçi bilinç eksikliği, devlet müdahalesi ve denetimi konularında gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Sosyal ekonominin geliştirilmesine önem verilmelidir. Yunanistan'ın belirli sorunlarla karşı karşıya olan bölgelerinde yeni kooperatif programlarına ve yeni bir iş birliğine odaklanan, sağlıklı bir şekilde çalışabilecek ve performans gösterebilecek bir tarım modeli geliştirilmelidir. Bu model yeniden yapılanmanın planlanmasını ve rekabetçi kolektif eylemlere dönüşü teşvik etmelidir. Nihayetinde tarım sektöründe ortaya çıkan sorunların ortadan kaldırılması için modernleştirilmiş bir kooperatif modelinin planlanması sayesinde tarım, yerel toplumların sürdürülebilir kalkınmasına öncülük edecektir.

Kaynaklar

- Achilleas, K., Fotios C., Efstratios. L.(2016). Adaptation strategies for the Greek agricultural cooperatives during the economic crisis. *Agric.Econ – Czech*, 62, 2016 (1): 26–34, doi: 10.17221/22/2015-AGRICECON
- Akkaş R. (2022). İstanbul Örneğinden Hareketle Bir Arada Yaşama Kültürü Üzerine Kavramsal Bir Çerçeve, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 4(2): 202-219. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2804802>
- Benos, T., Kalogeras.N., Verhees, F. (2007). Greek Co-ops' Re-Engineering: Exploring the influences among organizational attributes, strategic attributes, and performance: Selected Paper Prepared for Presentation at the International Conference on Economics and Management of Networks. https://www.researchgate.net/publication/40107237_Greek_Co-ops'_Re-Engineering_Exploring_the_Influences_among_Organizational_Attributes_Strategic_Attri
- Ceylan, A. & Mızırak, Z. (2023). 100. Yılında Türkiye'deki Tarım Politikalarının Yapısal Değişimi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 5(Özel Sayı), 131-147. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3504021>.

- Charalambos, K., Apostolos, G. P. (2015) Chapter 11 Rural Transformations and Family Farming In Contemporary Greece, Agriculture in Mediterranean Europe: Between Old and New Paradigms, 10.1108/S1057-1922(2013)0000019013, (263-293).http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/S10571922%282013%290000019013butes_and_Performance_
- Hagen, H. (2012). Guidelines for cooperative legislation, third revised edition (3rd ed.), Geneva, 2012. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@em_p_ent/documents/publication/wcms_195533.pdf
- ICA (International Cooperative Alliance)(2023) Cooperative identity, values & principles. <https://www.ica.coop/en/cooperatives/cooperative-identity>
- Kalogiannidis, S. (2020). Economic Cooperative Models: Agricultural Cooperatives in Greece and the Need to Modernize their Operation for the Sustainable Development of Local Societies. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. 10(11), 452-468. <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v10-i11/8035>
- Köroğlu, S. (2003). Avrupa Birliğinde ve Türkiye’de Tarımsal Örgütlenme, AT Uzmanlık Tezi, Ankara, 2003, s.35-39.
- Law 4384/2016. Agricultural cooperatives, forms of Collective organisation of the agricultural sector and other provisions. https://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/synergatismos/nomos4384_2016_fek78.pdf
- Law 4423/2016. Forest Cooperative Organizations and other provisions. <https://www.taxheaven.gr/law/4423/2016>
- Law 1667/1986. Urban Cooperatives and other provisions. <https://www.gov.gr/en/sdg/starting-running-and-closing-business/registering-changing-legal-form-of-or-closing-business/general/how-to-start-business-in-greece/>
- Law 4430/2016. Social and Solidarity economy and development of its actors and other provisions, article 20 and article 30. <https://www.wex.ilo.org/dyn/natlex2/natlex2/files/download/104614/GRC104614%20Grk.pdf>
- Louloudis, L. (1995). Political Aspects of State Intervention in Agriculture. *Greek Review of Political Science*, 6, 121-146. https://ijebmr.com/uploads/pdf/archivepdf/2020/IJEBMR_330.pdf
- Nasioulas, I. (2012). Social Cooperatives in Greece – Introducing New Forms of Social Economy and Entrepreneurship. *International Review Of Social Research*, 2(2), 151-172. <http://dx.doi.org/10.1515/irsr-2012-0022>
- Nilsson, J. (1998). The emergence of new organizational models for agricultural cooperatives. *Swedish Journal Of Agricultural Research*, 28(1), 39-47. https://www.researchgate.net/publication/292838720_The_emergence_of_new_organizational_models_for_agricultural_cooperatives
- Öğüt, A. ve Tarhan, S. (2022). KOBİ’lerde Kurumsallaşmanın Firma Performansı Üzerindeki Etkisi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 4(2): 157-172. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2748472>
- Patronis, V., Mavreas, K. (2004) Agricultural Cooperative Organizations in Greece Throughout the 20th Century: A Critical Overview, *Journal of Rural Cooperation*, Hebrew University, *Center for Agricultural Economic Research*, vol. 32(1), pages 1-12. DOI: 10.22004/ag.econ.60040
- Sergaki, P., Semos, A. V. (2006). The Greek Unions of Agricultural Cooperatives as Efficient Enterprises. *Greek Association of Agricultural Economists*, 07(2), pages 1-13. vol. 7(2), pages 1-13, July. DOI: 10.22004/ag.econ.44110
- Michael, F., Marietta, C. (2022) Greek Agricultural Cooperatives: Legal Concepts and Tax Legislation and Treatment, *Research Gate*. 2022. https://www.researchgate.net/publication/365438958_Greek_Agricultural_Cooperatives_Legal_Concepts_and_Tax_Legislation_and_Treatment